

J-69

PER  
J-69

4



# le jeune scientifique

PUBLICATION DE L'ACFAS



VOLUME 6  
NUMÉRO 4  
JANVIER 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 4

janvier 1968

## SOMMAIRE

- 73 Les cellules de levure, leur croissance
- 76 Vie et utilisation des Coccinelles
- 79 Dix ans d'astronautique en Russie, 2e article
- 83 L'Annuaire Graphique 1968 (astronomie)
- 87 Darwin et la théorie de l'évolution
- 93 Énergie atomique et agriculture

En couverture : montage photographique où l'on voit, en haut, une maquette à l'échelle du satellite américain *Lunar Orbiter I* placé à environ 1 000 milles de la surface lunaire dans une position pour y prendre des photographies. En bas, sous la maquette, l'une des photos authentiques de la « face cachée » de la Lune réalisée par ce même satellite le 24 août 1966. (Gracieuseté de la Boeing Company, Seattle, Washington).

## 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

# Les cellules de levure, leur croissance

par Byron F. JOHNSON

La *Saccharomyces cerevisiae* est une levure bourgeonnante, un organisme cellulaire vivant dont la culture a largement influencé notre mode de vie. Différentes variétés de cette levure ont été, en effet, de temps immémoriaux, employées à faire lever le pain ou fermenter les jus de fruits et de légumes. Les hommes n'ont peut-être jamais dépendu de l'addition du levain aux pâtes de grains de céréales moulues, mais il est probable que la survie de notre civilisation soit redevable au fait que nous ayons pu conserver des jus potables grâce à la fermentation alcoolique. Dans les régions chaudes et sèches où naquirent les premières sociétés humaines, comment ne pas croire que cette solution au problème de la soif n'ait été vitale? Ce qui est sûr, de toute façon, c'est l'importance de la contribution du vin, de la bière et du pain levé au confort et aux plaisirs qui caractérisent notre époque.

## Les premières études de la levure

On ignorait tout de la nature du levain et de la fermentation au 19<sup>e</sup> siècle, lorsque les producteurs de vin français se mirent à déplorer les pertes énormes qu'ils subissaient à cause des vins mal « tournés ». On pria alors un éminent savant français de l'époque, Louis Pasteur, de bien vouloir tenter quelque chose pour les aider..., ce qu'il fit de magistrale façon.

Au cours de ses recherches, il démontra que les jus sucrés étaient alcoolisés par les petites cellules de levure bourgeonnantes qu'invariablement il trouvait dans les vins. La nature fermentescible de ces levures avait été décrite par Gagniard de Latour qui avait constaté « que la levure était un amas de globules susceptibles de se reproduire par bourgeonnement, et non une matière simplement organique ou chimique,

L'auteur, Byron F. Johnson, Ph.D., est attaché à la Division des sciences biologiques du Conseil national de recherches, Ottawa. La traduction française de cet article est de Alain Bonnier, Montréal.

comme on le supposait ».\* Ce processus de bourgeonnement consiste dans la reproduction, par une cellule adulte, d'une cellule miniature — le « bourgeon » — qui reste accolée à la cellule-mère et y croît jusqu'à ce qu'elle ait elle-même atteint la taille suffisante pour se reproduire à son tour. Notons que ces premières descriptions de l'activité des levures n'étaient que *qualitatives*.

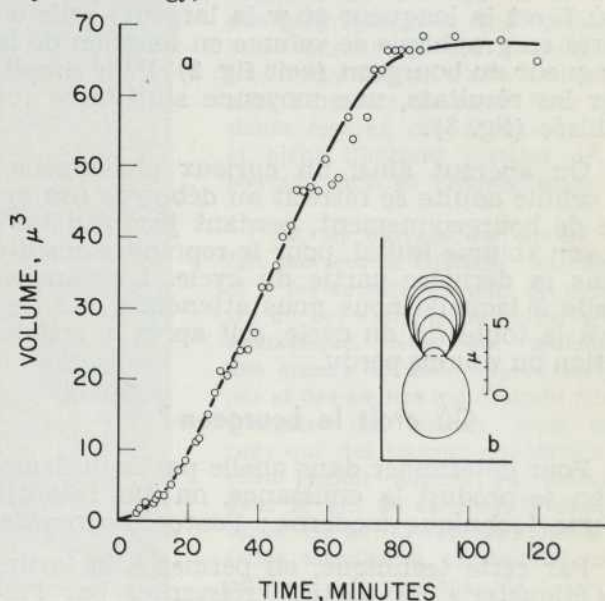
## La croissance des levures

Près d'un siècle s'écoula avant que ne soit entreprise l'étude *quantitative* de la croissance des levures. Bayne-Jones et Adolph montrèrent

\* Pasteur, *Annales de chimie et de physique*, (3), 58 : 323, 1860.

Fig. 1. (a) Le changement de volume d'un bourgeon mesuré à l'aide d'un film ciné-photomicrographique. A noter que la courbe est sigmoïdale.

(b) Visualisation de la croissance d'un autre bourgeon. (D'après une illustration de Bayne-Jones et Adolph, avec l'autorisation du Wistar Institute of Anatomy and Biology).



que le volume du bourgeon augmentait d'une manière sigmoïdale (voir fig. 1). Ces observations furent reprises par Lindegren et Haddad puis par Mitchison qui, en plus de confirmer cette croissance sigmoïdale du volume du bourgeon, montrèrent également que la croissance de la matière sèche, elle, était non pas sigmoïdale mais linéaire. La signification de cette différence reste à expliquer. Pendant ce temps, Mortimer et Johnston, entre autres, remarquèrent que le volume de la cellule adulte même augmentait légèrement d'un cycle de bourgeonnement à l'autre.

Ces simples découvertes sur le mode de croissance de la levure soulevèrent des questions plus précises. Quand, durant le cycle de bourgeonnement, le volume de la cellule adulte augmente-t-il? Est-ce que l'expansion est locale ou générale? L'expansion se fait-elle par étirement de la matière composante ou par l'insertion de nouvelles matières?

On ne doute plus maintenant que la croissance du bourgeon implique la synthèse ou l'insertion de nouvelles matières. Mais la question est de savoir par où se fait cette insertion. Par la base, le centre, le sommet ou toute la surface?

### Quand croît la levure ?

C'est la détermination du moment précis, au cours du cycle de bourgeonnement, où avait lieu la croissance de la cellule adulte qu'on a pu établir en premier lieu. Les longueurs et largeurs de plus de 500 cellules de levure et leurs bourgeons furent mesurées. En supposant que la forme des cellules adultes soit approchée par une ellipsoïde de révolution, on calcula leur volume à l'aide de l'équation :

$$V = (\pi / 6) Lw^2$$

(où L est la longueur et w la largeur) puis on porta en graphique ce volume en fonction de la longueur du bourgeon (voir fig. 2). Pour simplifier les résultats, une moyenne statistique fut utilisée (fig. 3).

On aperçut ainsi un curieux phénomène : la cellule adulte se rétrécit au début de son cycle de bourgeonnement, perdant jusqu'au tiers de son volume initial, pour le reprendre ensuite dans la dernière partie du cycle. L'expansion réelle à laquelle nous nous attendons, n'a lieu qu'à la toute fin du cycle, soit après la restauration du volume perdu.

### Où croît le bourgeon ?

Pour déterminer dans quelle partie du bourgeon se produit la croissance, on dut recourir à une technique moderne : l'autoradiographie.

Par cette technique, on permet à la levure d'« étiqueter » les parties croissantes par l'in-

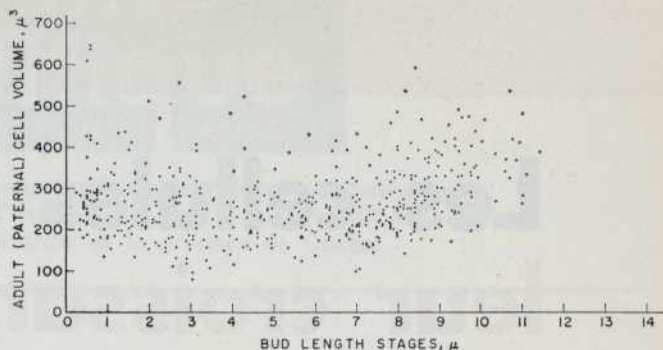


Fig. 2. Les volumes de 507 cellules de levure adultes en fonction de la longueur de leurs bourgeons. Une relation assez complexe.

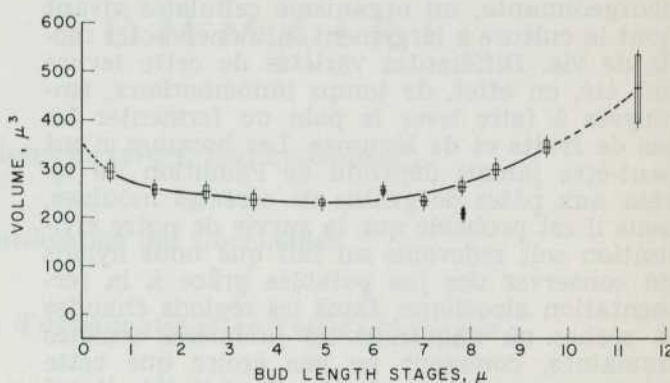


Fig. 3. Simplification des données de la fig. 2. Les signes + avec des rectangles ouverts surimprimés = le volume moyen de chacun des 10 groupes de 50 cellules et la longueur médiane du bourgeon associé; le + avec des rectangles fermés surimprimés = la longueur moyenne et le volume d'une classe facilement identifiable de cellules non-adultes.

(D'après une illustration de Johnson avec l'autorisation de Academic Press, Inc.).

troduction, à ces endroits, d'une substance radioactive. On obtient ensuite, à partir de ces cellules étiquetées, une composante cellulaire pure, le « glucan », qui fige la forme et les proportions relatives des bourgeons et des cellules adultes. Ce glucan dont la partie venant tout juste de croître est maintenant radioactive, est déposé sur une plaque de microscope puis recouvert par une mince couche d'émulsion photographique. Les régions radioactives du glucan de la paroi cellulaire sont détectées par la présence d'argent dans l'émulsion photographique qui les couvre.

Lorsqu'on examine ces autoradiographies au microscope, on s'aperçoit que la plupart des particules d'argent se situent au-dessus de l'extrémité des bourgeons (fig. 4). On en conclut donc que le bourgeon croît aux extrémités.

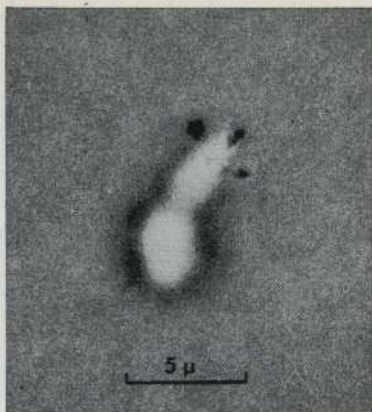


Fig. 4. Photo de l'autoradiographie d'un bourgeon isolé « étiqueté » montrant que les particules d'argent n'apparaissent qu'à ses extrémités seulement. (D'après Johnson et Gibson avec l'autorisation de Academic Press Inc.).

Reste maintenant à savoir si l'augmentation du volume de la cellule adulte s'effectue par étirement ou insertion de manières nouvelles.

ment synthétisées. Comme dans l'expérience précédente le nombre de cellules « étiquetées » était relativement minime, on présume que l'expansion se fait par étirement.

On considère présentement ces réponses comme étant satisfaisantes. Plus tard, peut-être, grâce à des techniques plus avancées, aurons-nous le loisir de poser des questions encore plus raffinées et espérer leur apporter des réponses qui soient raisonnables.

### Bibliographie

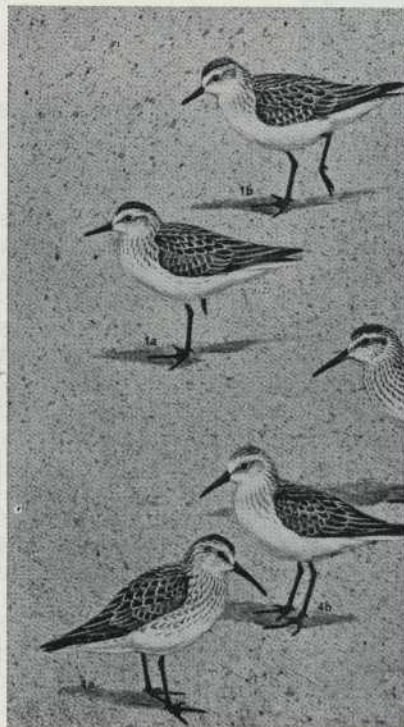
- BAYNE-JONES, S. and E.F. ADOLPH. *Journal of Cellular and Comparative Physiology* 1: 387, 1932.  
 LINDEGREN, C.C. and S.A. HADDAD. *Genetica* 27: 45, 1954.  
 JOHNSON, B. F. *Experimental Cell Research* 39: 577, 1965.  
 JOHNSON, B. F. and E. Jean GIBSON. *Experimental Cell Research* 41: 580, 1966.  
 MITCHISON, J.M. *Experimental Cell Research* 15: 214, 1958.  
 MORTIMER, R. K. and J. R. JOHNSTON. *Nature* 183: 1751, 1959.  
 PASTEUR, Louis. *Annales de Chimie et de Physique*, 3e série, 58: 323, 1860.

### Un volume attendu des naturalistes

Les naturalistes intéressés à l'étude des oiseaux sont maintenant bien servis avec la récente parution du volume *Les Oiseaux du Canada* par W. Earl Godfrey, conservateur des oiseaux au Musée National du Canada, Ottawa. Un volume de 506 pages et 69 planches en couleurs, bulletin no 203 du Musée National du Canada, Ottawa, 1967; relié, grand format (9 X 11¼ pouces), en vente à \$12.50 l'exemplaire chez l'Imprimeur de la Reine ou dans les librairies du gouvernement canadien. Deux éditions sont disponibles, en anglais et en français.

La documentation en langue française sur les oiseaux canadiens était plutôt réduite, si l'on excepte un ou deux ouvrages de vulgarisation pour les jeunes. Une étude sérieuse avait été publiée dans le passé, « Les Oiseaux de l'Est du Canada », par P.A. Taverner (Comm. géol. du C., mémoire 104, Ottawa 1922, 311 p.), mais elle était épuisée depuis plusieurs années et elle n'était plus à point par suite des changements dans la systématique et des nombreux travaux scientifiques parus depuis cette date.

Le volume de W. E. Godfrey se présente à la fois sous la forme d'un magnifique album et d'un ouvrage scientifique. Chacune des 519 espèces d'oiseaux du Canada est décrite



avec précision et les 69 planches en couleurs, oeuvre de l'artiste-naturaliste John Crosby, illustrent quelque 420 espèces. Chaque espèce est désignée par son nom français reconnu, son nom anglais et son nom scientifique latin. Une description permet ensuite de connaître les traits distinctifs: teintes du plumage, forme du corps, attitudes, etc. D'autres paragraphes précisent les mensurations, les détails permettant l'identification sur le terrain, la distribution géographique et finalement une brève description des sous-espèces. Une carte montre l'aire de dispersion à travers le pays. Pour plusieurs espèces, des dessins en noir et blanc illustrent certains détails pouvant faciliter l'identification.

C'est un ouvrage de qualité qui fait honneur à l'édition canadienne et à ses auteurs, en plus de présenter un bel exemple de vulgarisation scientifique. Nous lui souhaitons une grande diffusion auprès des jeunes et des adultes qui désirent mieux connaître nos oiseaux. Nous espérons que des travaux semblables seront bientôt publiés ou entrepris dans le but de faciliter la connaissance des autres représentants de la faune canadienne, comme nos mammifères, nos poissons, etc.

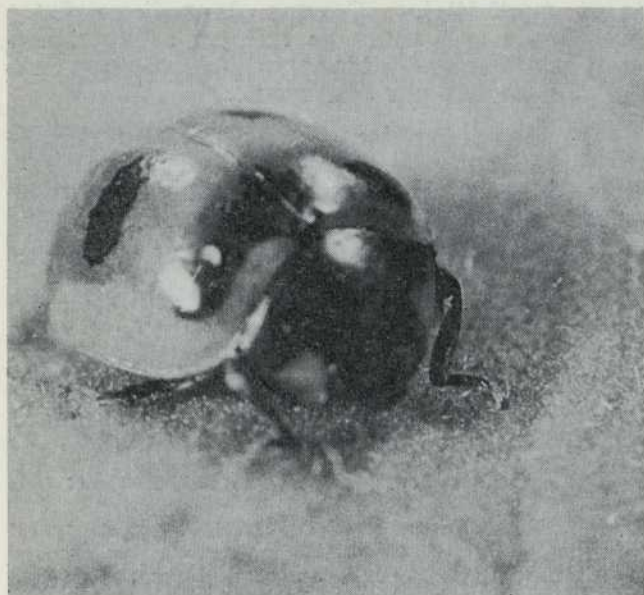


Fig. 1. Adulte coccinelle.

## Vie et utilisation des Coccinelles

par M. L. SHARMA

### Connaissons-nous les Coccinelles ?

Qui d'entre nous ne connaît les Coccinelles, ces petits insectes de couleur brillante dont la paroi externe rigide est formée des ailes antérieures en forme de gaine sous laquelle sont pliées des ailes membraneuses pour le vol. De coloration variée, les Coccinelles peuvent posséder plusieurs taches ou dessins sur leur corps (Fig. 1). Ces taches donnent non seulement les jolies couleurs, mais sont également utiles dans la détermination du nom d'une coccinelle.

On rencontre les Coccinelles un peu partout, sur les plantes de culture, sur les plantes basses dans les vallées; mais la plupart sont associées à d'autres petits insectes notamment aux pucerons et aux Cochenilles dont elles se nourrissent. Certaines Coccinelles mangent les feuilles des plantes, devenant ainsi nuisibles aux récoltes. Tel est le cas de *Epilachna* qui mange les feuilles de pomme de terre et peut causer des dommages considérables. Par contre, la plupart des Coccinelles sont utiles car elles nettoient les feuilles de pucerons et de Cochenilles présents.

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

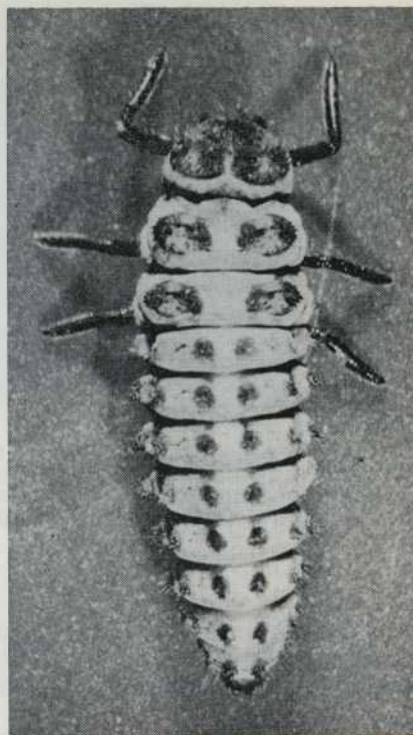
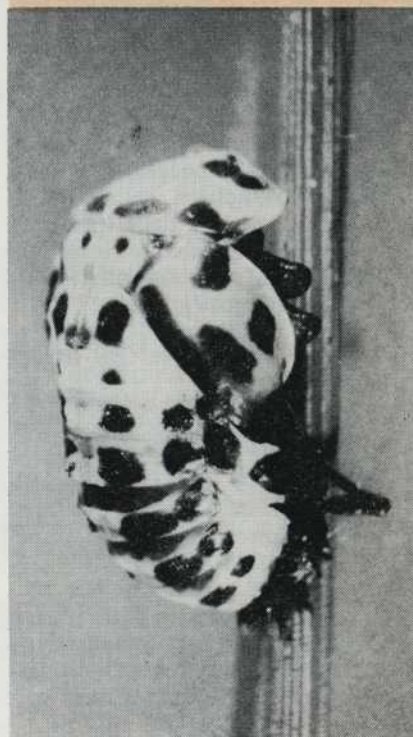


Fig. 2. (En haut). Larve de coccinelle.

Fig. 3. (En bas). Nymphe de coccinelle.



## Cycle biologique de la Coccinelle

Leur saison active s'étend du printemps à l'automne. Vers la fin de l'automne, les Coccinelles migrent au sommet des montagnes à la recherche de fissures et de trous pour hiverner (Fig. 5). Trouvant un bon emplacement elles hivernent par groupe de milliers. A l'approche du printemps cet état de sommeil cesse et l'activité reprend. Alors les Coccinelles redescendent dans la vallée, et commencent à pulluler en grand nombre sur les plantes de culture maraîchère et autres.

Dans la saison active, les oeufs sont pondus sur le feuillage. Les oeufs, souvent jaunâtres et cylindriques, sont déposés par masse. Les jeunes larves se nourrissent de colonies de pucerons existant sur les feuilles voisines. Ces larves sont de forme allongée (Fig. 2). Après quelques mues où les larves rejettent leur ancienne peau, elles se transforment en nymphes (pupes) immobiles. (Fig. 3) d'où émergeront les adultes quelque temps après (Fig. 1). Les adultes, tout comme les larves se nourrissent de pucerons, ou de Cochenilles.

### Station alpine de refuge pour les Cochenilles

Ce mode de nutrition fut utilisé pour contrôler les insectes nocifs. Des chercheurs (Iperti 1966) ont pensé qu'il serait intéressant d'exploiter ce phénomène de la cache hivernale. Ils ont tout d'abord fourni des refuges artificiels aux Coccinelles, en déposant au sommet des montagnes, des pièges spécialement construits qu'ils laissèrent là pour l'hiver (Fig. 6). Puis, le printemps venu, ils ramassent les pièges pleins et vont déposer ces Coccinelles dans des champs à culture d'importance économique afin d'y combattre les insectes nocifs (les pucerons et les cochenilles). Apparemment cette méthode s'est avérée efficace dans la lutte contre les pucerons et,

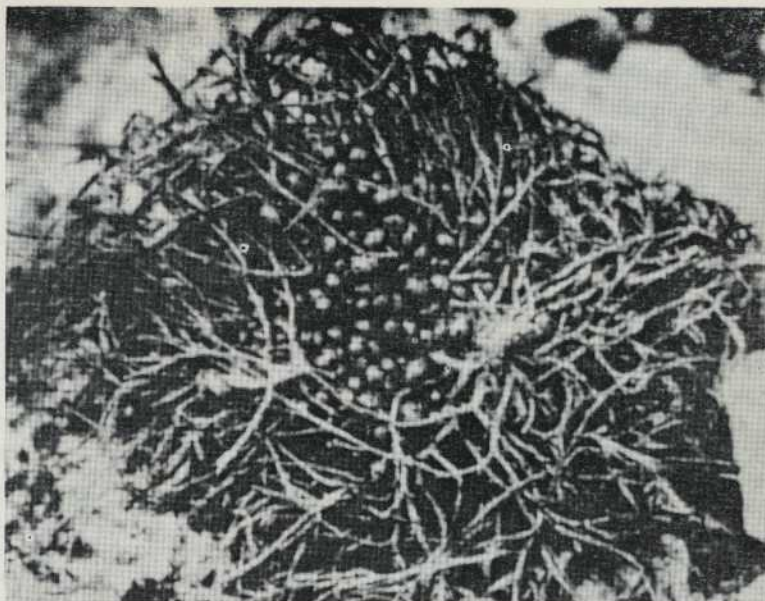


Fig. 4. (En haut).  
Des coccinelles hibernant dans des racines de labiées.

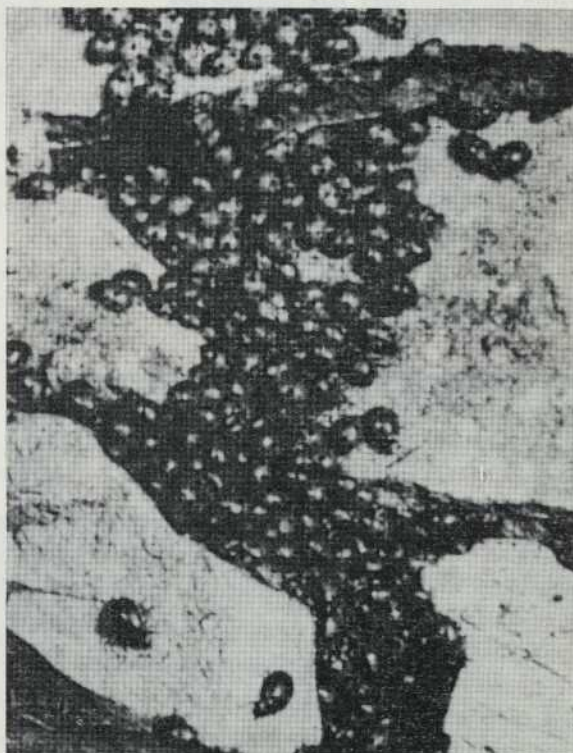


Fig. 5. (A droite).  
Des coccinelles hibernant dans les pierres.

par suite, dans la réduction de leur attaque sur les plantes d'importance économique.

### Essais en laboratoire

L'élevage au laboratoire des Coccinelles se pratique dans plusieurs pays (en France, aux Etats-Unis, dans certains pays d'Orient) pour en faire une dispersion de masse contre les insectes nuisibles.

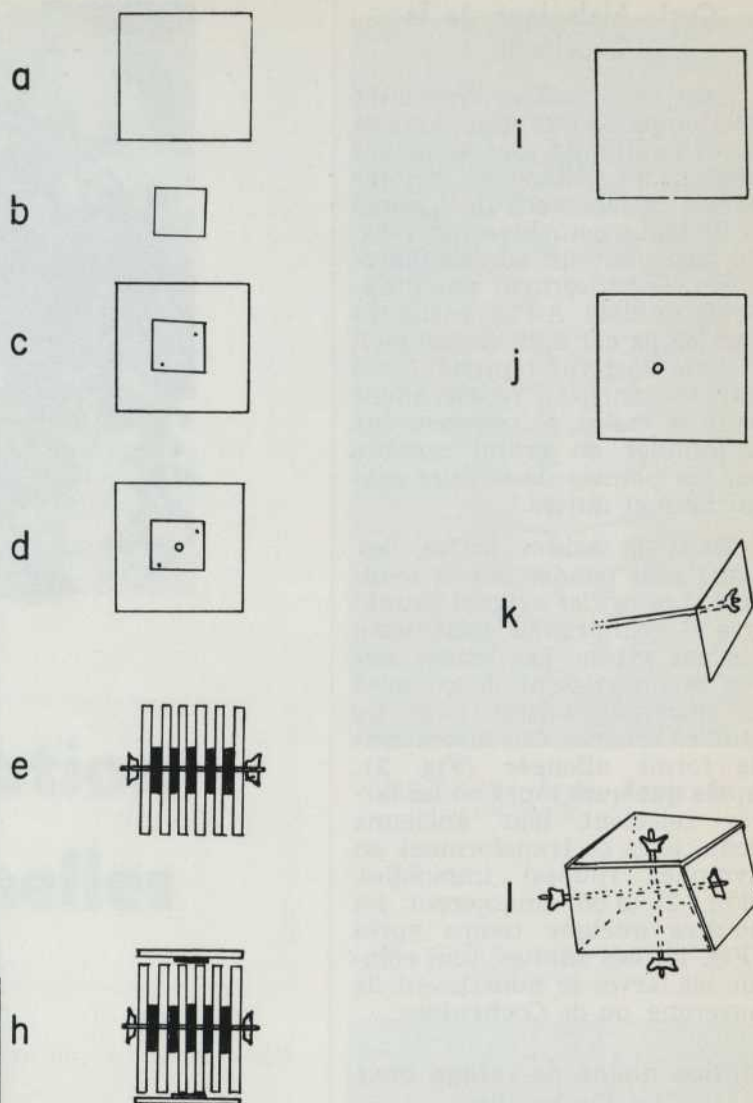
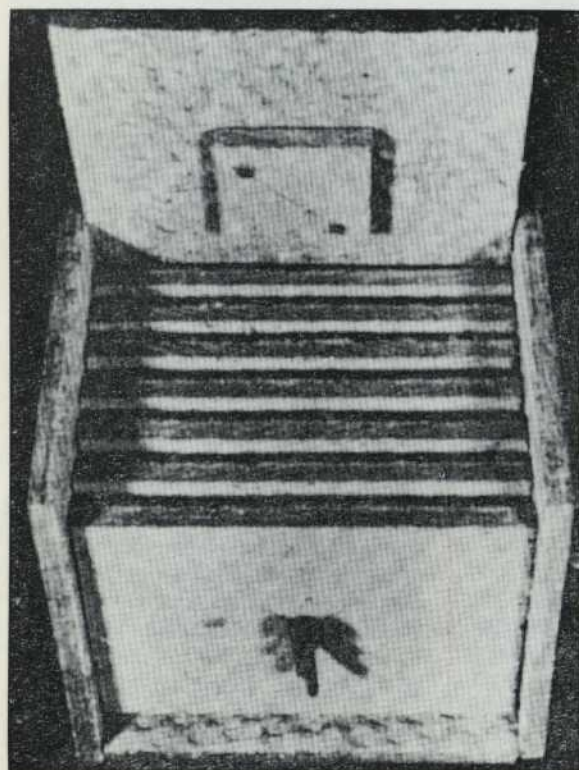
Dans certains laboratoires, elles sont même élevées selon des diètes synthétiques afin de déterminer une possibilité de multiplication des Coccinelles sous des conditions artificielles. Dans les conditions de laboratoire une Coccinelle peut détruire de 450 à 550 pucerons durant sa vie larvaire et adulte.

Malgré leur couleur et leur motif frappant, les Coccinelles ne mordent pas et sont inoffensives pour nous. Les tuer nuirait à la réduction des insectes nuisibles. Pensons alors à sauvegarder nos bienfaiteurs.

### Bibliographie

- BALACHOWSKY, A. S., 1951. *La lutte contre les insectes*, Payot, Paris, 380 p.
- CARNES, E. K., 1912. *Collecting ladybirds by the ton*, Calif. Sta. Comm. Hort Monthly, Bull. 1: 71-81.
- DOBZHANSKY, T., 1922. *Massing and migration of ladybirds*, Rept. Bur. Appl. Entom. Agric. Comm., 2: 103-124.
- IMMS, A. D., 1960. *A general textbook of Entomology*, Methuen & Co. Ltd, London, 886 p.
- IPERTI, G., 1961. *Les Coccinelles, leur utilisation en agriculture*, Rev. Zool. Agric. et appl., 60: 14-30, 60-71.
- IPERTI, G., 1966. *Perspective d'utilisation rationnelle des Coccinelles aphidiphages dans la protection des cultures*, 90e Congrès des Sociétés savantes, Nice, Tome II: 547-553.

Fig. 6. Piège artificiel pour capturer les coccinelles.



La cage est fabriquée de panneaux de fibre de ciment assemblés à l'aide de joints à vis.

#### Montage

- Couper 8 plaques carrées de 5 pouces.
- Couper 7 plaques carrées de  $\frac{3}{4}$  de pouce.
- Fixer les 7 plaques de B au centre de 7 plaques de A.
- Faire un trou dans le centre de seulement 5 plaques assemblées de C et d'une plaque restant de A de façon à permettre le passage de la tige filée à chaque bout.
- Prendre une tige filée et enfiler les 5 plaques assemblées de C.
- Placer maintenant une plaque de A (avec un trou) à l'extérieur.
- Visser la tige de chaque côté.
- Mettre 2 plaques assemblées (sans trou) sur le dessus et le fond de la cage.

#### Façon de couvrir les deux autres côtés ouverts.

- Couper deux autres plaques comme en A, mais légèrement plus grandes (environ  $\frac{1}{4}$ " ).
- Trouer chacune un peu à côté du centre.
- Maintenant passer une autre tige à travers une plaque de 1 et couvrir un des côtés ouverts.
- De la même façon insérer l'autre plaque de 1 et visser de chaque côté. La cage est maintenant terminée.

# Feu sur les planètes

par Jean-René ROY

## La bête noire des Soviétiques

Si au tableau des satellites d'investigation scientifique étudiés dans un article précédent, et au chapitre des premiers vols humains, les Soviétiques ont fait preuve entre 1957 et 1967, d'une maîtrise et de performances souvent sensationnelles, il est loin d'en être ainsi pour l'exploration du système solaire; véritable cauchemar des savants soviétiques. En effet, on estime à 18 le nombre de lancements tentés en direction de Vénus (11) et de Mars (7) depuis 1961. Un seul succès, *Vénus 4*, premier vaisseau à atterrir sur une planète du système solaire; toutefois *Vénus 2* et *3* pourraient être considérés comme demi-réussites. Lorsqu'on compare les performances de la NASA (3 *Mariners* brillamment réussis sur cinq; 60%) aux succès de l'URSS (à peine 10%), on comprend qu'après s'être arrachés les cheveux si longtemps, les Russes aient crié leur victoire avec *Vénus 4*, le 19 octobre dernier.

## Vénus :

### premier tir et premier exploit

Le premier tir interplanétaire eut lieu vers Vénus, le 12 février 1961, mais malheureusement, dès le 27 du même mois, les communications avec la station cosmique flanchèrent.

Sur les onze essais vers Vénus, bien des échecs sont dus au fait que plusieurs stations refusaient de décoller de l'orbite terrestre de stationnement, technique utilisée par les Soviétiques dans les tirs lunaires et planétaires. Ces mêmes difficultés

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

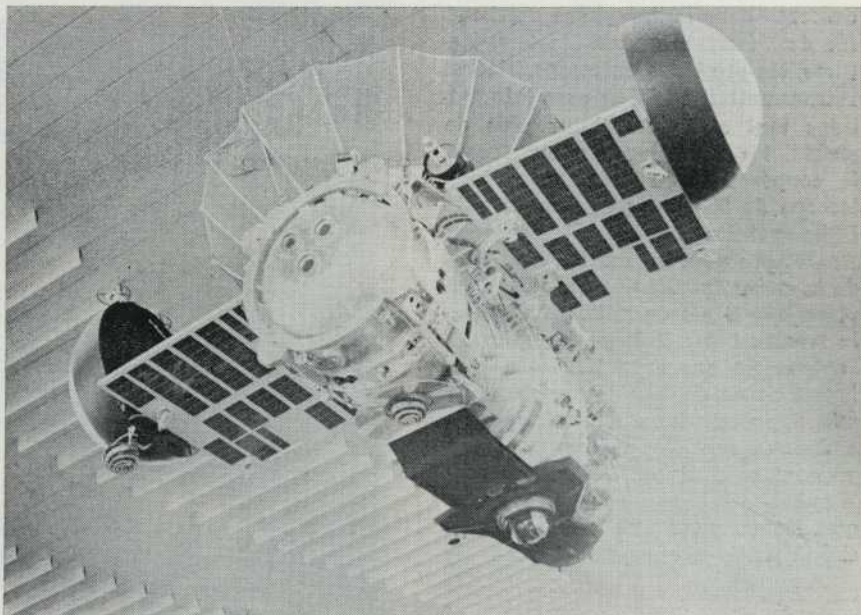
mécaniques affligèrent les tentatives vers Mars.

En 1965, on lançait le tandem *Vénus 2* (12 novembre) et *Venus 3* (16 novembre) qui allaient constituer le premier demi-succès soviétique. *Vénus 2* constitua un exploit pour la précision du lancement, car il frôla la planète à moins de 15 000 milles de la surface de celle-ci sans qu'aucune manoeuvre de correction n'eût été nécessaire au cours de la croisière de 200 millions de milles. On ignore si le satellite de 2 100 livres a pu transmettre des informations et ce qu'elles ont été.

*Vénus 3* avait pour mission ambitieuse de déposer une capsule en douceur sur son objectif. Mais les

communications se brouillèrent lors de la manoeuvre d'approche et le satellite porteur s'écrasa avec sa capsule sur Vénus le 1er mars 1966, frustrant l'URSS d'un exploit attendu depuis longtemps. *Vénus 3*, selon l'agence Tass, avait fourni durant les 3½ mois de son vol, plusieurs informations sur les « propriétés de l'espace, les particules cosmiques, l'intensité du champ magnétique interplanétaire, la densité des météorites et autres phénomènes ». A en juger par le poids des *Vénus* dépassant toujours les 2 000 livres, l'importance de l'instrumentation scientifique devait être considérable; les *Mariners* américains pesaient 540 livres et emportaient une bonne dizaine d'appareils scientifiques.

Une maquette du *Vénus 3*, l'engin spatial qui s'est écrasé sur Vénus le 1er mars 1966. Une capsule devait être larguée du véhicule porteur de plus de 2 100 livres, et atterrir en douceur sur Vénus. L'exploit allait cependant réussir avec *Vénus 4*, le 17 octobre 1967.



Comme on peut le noter dès maintenant, les communications semblent constituer pour les Soviétiques une pierre d'achoppement très grave; c'est à des défaillances électroniques qu'il faut attribuer les échecs de *Vénus 1*, *Zond 1*, *Vénus 3*, *Mars 1* et *Zond 2*. Peut-être cette faiblesse peut-elle être associée au retard avec lequel les Russes ont adopté à fond la cybernétique? Il n'est qu'à rappeler que sous Staline, la cybernétique était officiellement proscrite par le régime simplement à cause de son évocation occidentale et capitaliste! Heureusement, cet esprit a changé pour un pragmatisme plus ouvert; mais les télécommunications demeurent le tendon d'Achille de l'astronautique soviétique. Les stations de télémétrie en URSS seraient des stations de radar allemandes datant du dernier conflit mondial perfectionnées et améliorées.

### La prouesse de Vénus 4

A la suite de l'échec de *Vénus 3*, il fallait s'attendre à un autre essai vers Vénus lors de la conjonction de 1967. Le 12 juin dernier, l'URSS lançait *Vénus 4* d'un poids de 2 438 livres de sa base de Tyouratam. Le 17 octobre dernier, tandis que le satellite porteur larguait sa précieuse capsule et allait s'écraser sur Vénus, l'Union soviétique accomplissait l'un des exploits les plus sensationnels de l'histoire: après un freinage atmosphérique, la capsule de *Vénus 4* déploya son parachute à 15½ milles d'altitude et entreprenait sa longue descente dans l'atmosphère surchauffée de Vénus, mesurant les températures, les pressions, la composition et retransmettait à la Terre ses informations tant attendues. Pour plus de sûreté, les Soviétiques demandèrent la coopération du puissant radiotélescope de 250 pieds de diamètre de l'Observatoire de Jodrell Bank en Angleterre pour capter les émissions de la station soviétique distante d'environ 49 000 000 de milles. La capsule transmet des informations durant environ 96 minutes. L'intense chaleur de plus de 500° F semble avoir mis l'appareil hors d'usage soit en endommageant son parachute et provoquant sa chute ou en grillant tout simplement l'équipement électronique. Remarquons que *Vénus 4* a touché la partie nocturne de Vénus.

### Perspectives

Après l'éclatante réussite de *Vénus 4*, il faut s'attendre lors de la prochaine fenêtre d'avril 1969 à l'envoi d'une autre capsule plus perfectionnée capable de sonder le sol vénusien et probablement à la mise en orbite autour de Vénus du vaisseau porteur qui relaiera à la Terre les informations émises par la capsule.

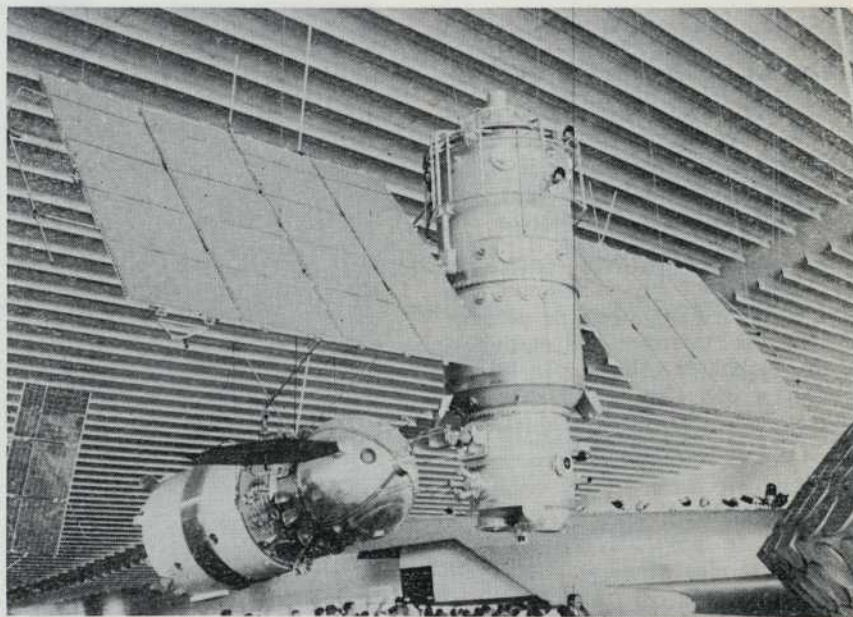
Jusqu'ici, les sept essais vers Mars se sont soldés par des échecs complets, *Mars 1* et *Zond 2* ayant réussi à échapper à la Terre, sont devenus silencieux après quelques mois d'aventure interplanétaire. Il est probable que les Soviétiques tenteront de répéter sur Mars les prouesses de *Vénus 4* en y ajoutant une mission

photographique pour un véhicule orbital; une capsule avec mission d'atterrir sur Mars emporterait possiblement l'équipement permettant de détecter les formes de vie élémentaire qu'on s'attend à trouver sur la planète rouge. Un atterrissage en douceur demeure cependant plus difficile à effectuer sur Mars, car à l'opposé de Vénus on ne pourra y utiliser le freinage aérodynamique ni le parachute; un système de rétrofusées s'avère nécessaire, procédé qui demeure toujours plus complexe et plus risqué à manoeuvrer. On connaît les déboires des Soviétiques avec leur série *Luna* qui n'a pas débuté avec autant de brio que la génération *Surveyor* des Américains.

#### Lancements planétaires soviétiques

Vers VENUS	lancement	remarques
Vénus 1	12 février 1961	perdu contact le 27 février 1967
Zond 1	2 avril 1964	perdu contact
Vénus 2	12 novembre 1965	frôla Vénus le 27 février 1966
Vénus 3	16 novembre 1965	impact sur Vénus le 1er mars 1966
Vénus 4	12 juin 1967	atterrissage en douceur sur Vénus le 19 octobre 1967
Vers MARS		
Mars 1	1er novembre 1962	perdu contact
Zond 2	30 novembre 1964	perdu contact le 5 mai 1965

Au premier plan un satellite météorologique de la série Cosmos. A l'arrière on aperçoit le satellite *Vostok* et le dernier étage de la fusée porteuse. Cet ensemble mis en orbite pesait 6½ tonnes et mesurait 25 pieds de longueur.



3e partie :

## L'homme dans l'espace

### Débuts vigoureux et prestigieux

Le premier vol humain préparé par le lancement de cinq Spoutniks comme nous l'avons vu dans notre premier article, eut lieu le 12 avril et fut effectué par Youri Gagarine. Sous une fanfare de publicité, le vaisseau *Vostok 1* lancé du cosmodrome de Baïkonour effectua une seule orbite de 108 minutes dont l'apogée atteignit un peu plus de 200 milles. Ce premier vol fournit énormément d'informations sur le comportement de l'homme lors du décollage, du vol dans l'apesanteur et de la rentrée dans l'atmosphère; de plus il rassura les hommes de science pour les missions futures.

Couplé au dernier étage de la fusée porteuse, le *Vostok* constituait un vaisseau de 6½ tonnes et de près de 25 pieds de longueur. Pour fin de comparaison, rappelons que la cabine *Mercury* utilisée par les Etats-Unis dans ses premiers vols mesurait 10 pieds de hauteur et pesait 1½ tonne; le biplace *Gemini* pesait 3½ tonnes.

Le cosmonaute russe prenait place dans un habitacle détachable ayant la forme d'une sphère de plus de 7½ pieds de diamètre et d'un poids de 2.6 tonnes; c'est dans cette capsule sphérique qu'il opérait sa rentrée dans l'atmosphère. Freinant grâce à la résistance de l'air, un système de parachute permettait au pilote d'atterrir soit dans la capsule ou d'opérer son éjection à 13 000 pieds d'altitude. Equipé de près d'une tonne d'appareils, *Vostok* était à même de pouvoir orbiter 10 jours sans avoir à renouveler ses provisions de vivres, d'eau et d'oxygène ainsi que ses autres réserves.

Le 6 août 1961, alors que nul Américain n'avait encore orbité la Terre, Guerman Titov a bord de *Vostok 2* demeurait 24 heures en orbite. Pour la première fois, un homme menait dans l'espace un programme d'investigation scientifique en astronomie, en géophysique, en météorologie, en médecine et en biologie. Août 62: Nikolaïev et Popovitch à bord des *Vostoks 3* et 4, réalisent le premier

rapprochement en orbite présageant les futurs rendez-vous qui viendront cependant très tard chez les Soviétiques. A chaque vol, les hommes de science bourraient le vaisseau d'expériences de tout ordre surtout d'aspect biologique, afin d'étudier les effets des radiations sur les organismes dans l'apesanteur et de les examiner lorsque ramenés au sol. En juin 1963, second vol jumelé et première femme dans l'espace: Valentina Téréchkova qui allait marier plus tard A. Nikilaïev pilote de *Vostok 3* et mettre au monde le premier bébé de l'espace. Bykovski prouvait lors de son périple circumterrestre d'une durée de cinq jours, que quatre jours environ suffisaient à l'organisme pour s'adapter entièrement aux conditions du vol orbital.

### Une deuxième génération de vaisseaux

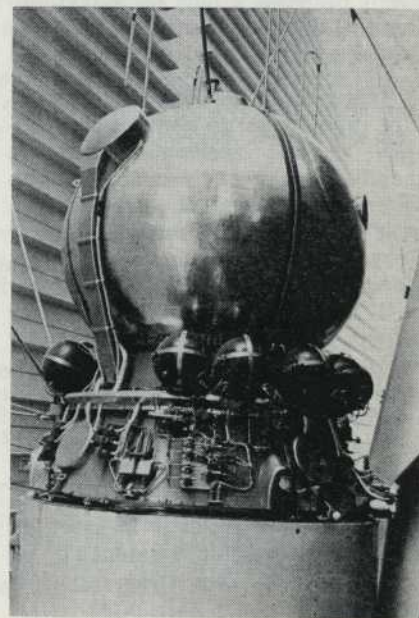
Le 12 octobre 1964 *Voshkod 1*, avec trois hommes à bord, boucle 16 orbites et atterrit à 350 milles au nord de Baïkonour. L'équipage est des plus diversifiés et démontre combien les Soviétiques envisagent avec largeur de vue les vols cosmiques humains: V. Komarov, qui allait périr le 24 avril 1967 dans l'écrasement de *Soyouz 1*, pilote le vaisseau; pour compléter, B. Yégorov, médecin de bord, et F. Féoktsov dessinateur de vaisseaux spatiaux. D'un poids de 6½ tonnes, *Voshkod* utilise un moteur ionique pour l'orientation du satellite en plus des fusées à gaz sous pression ordinaires. Le comportement du bouclier thermique de protection fut surveillé par télévision durant toute la rentrée dans l'atmosphère et les Soviétiques démontrèrent la possibilité de navigation par les étoiles dans l'espace. Yégorov mena une foule d'observations médicales sur l'activité musculaire, le sens d'équilibre, le système nerveux et la circulation sanguine. Les cosmonautes étaient sans scaphandre.

Avec *Voshkod*, les Soviétiques semblent avoir utilisé une atmosphère intérieure d'oxygène et d'azote semblable à celle que nous respirons

tandis que les Américains utilisent depuis toujours l'oxygène pur. Malgré ses risques, l'oxygène pur pose beaucoup moins de problèmes, l'azote étant inutile et présentant des dangers aux hautes pressions; les sorties extra-véhiculaires sont d'ailleurs facilitées avec une micro-atmosphère d'oxygène pur dans le vaisseau.

Le 18 mars 1965, quittant *Voshkod 2*, Alexei Léonov devenait le premier homme à se lancer dans le vide de l'espace rattaché par un simple cordon au vaisseau piloté par Pavel Beliaïev. Cet exploit allait ouvrir des horizons nouveaux dans le travail de l'homme pour l'assemblage de diverses pièces sur orbite. Mais comme les nombreuses expériences américaines allaient le prouver, ces activités extra-véhiculaires sont loin d'être aussi simples et amusantes qu'on le croirait au premier abord. L'exploit de Léonov aura néanmoins contribué à donner plus d'audace aux Américains qui effectueront la sortie dans l'espace beaucoup plus tôt que prévu dans le programme Gemini. Selon l'importante revue des questions spatiales *Aviation Week and Space Technology*, lors du vol *Voshkod 2*,

L'habitacle *Vostok* vu de plus près. C'est dans cette sphère de 7½ pieds de diamètre et d'un poids de 2.6 tonnes que prenaient place les astronautes soviétiques. Seule la capsule sphérique rentrait dans l'atmosphère.



les Soviétiques avaient mené le décomptage pour le lancement d'un second véhicule mais ce vol fut annulé en raison des difficultés rencontrées par le Voshkod durant sa 12e et 13e orbite. Le vaisseau dut atterrir le lendemain et manqua par surcroît son objectif de plus de 500 milles! Cette rentrée opérée manuellement fut la première à se terminer dans la neige dans les régions boisées des Monts Ourals au nord de Perm.

Sans doute, ces difficultés pourraient être à l'origine de la longue période de plus de 2 ans sans vols humains.

### Pas tragiques vers une plate-forme orbitale

Le 14 novembre 1963 et le 12 avril 1964, l'URSS mettait sur orbite deux vaisseaux nouveaux, *Poliot 1* et 2, destinés à diverses manoeuvres et au perfectionnement des manoeuvres devant conduire au rendez-vous orbital. Après cette longue période d'attente, tous prévoient quelque chose de peu ordinaire comme en ont l'habitude les Soviétiques. Enfin, le 23 avril 1967, *Soyouz 1* est satellisé; on ne possède sur le nouvel arrivant aucun détail sinon qu'il pèse 14 000 livres; son pilote est un vétéran de Voshkod 1, Vladimir Komarov.

Certaines rumeurs prédisaient même que *Soyouz 1* allait être rejoint par un autre vaisseau avec ou sans cosmonaute et que le vaisseau Soyouz serait propulsé à plus de 50 000 milles de la Terre. N'oublions pas que Soyouz signifie « union ».

Mais rien de tout cela; à la 15e orbite, une fusée de correction d'altitude se met accidentellement en marche; le vaisseau commence à culbuter dangereusement comme la chose s'était produite avec *Gemini 8*. Reprenant difficilement contrôle, Komarov tente une rentrée d'urgence à la 16e et 17e orbite, mais n'y réussit pas. Il peut enfin accomplir son freinage au 18e passage, mais il semble que le basculement reprend à nouveau ce qui va être fatal. Lors de l'éjection du parachute à une altitude de 4.3 milles, celui-ci s'emmêle et ne peut se déployer. La cabine s'écrase au sol entraînant la mort de son pilote, premier cosmonaute soviétique à périr lors d'une expérience spatiale.

Après les difficultés de Voshkod 2 et une inactivité apparente de 25 mois, la tragédie de *Soyouz* venait comme un coup de massue pour les promoteurs du programme spatial soviétique. Il est sûr que *Soyouz 1* était à l'origine d'un programme de rendez-vous orbital ambitieux comme l'ont montré les expériences récentes.

### A la veille d'un vol circumlunaire

La récente activité de fin d'octobre 1967 a été le banc d'essai des expériences visant à repenser le programme projeté avec *Soyouz 1* et à corriger les mécanismes défectueux qui ont été la cause de maints problèmes lors des deux derniers vols humains.

*Cosmos 186* fut mis sur une orbite similaire à celle de *Soyouz 1* et à celle utilisée par les Russes pour les tirs en direction de la Lune. Trois jours plus tard, soit le 30 octobre, *Cosmos 188* était lancé à 14.9 milles de *Cosmos 186*, un tir d'une remarquable précision. Comme on connaît la faiblesse des techniques soviétiques dans les transmissions et les télécommunications à longue distance, l'opération automatique de rendez-vous allait dépendre de l'équipement de radar à bord des deux *Cosmos*. Les deux engins réussirent le rendez-vous et leur jonction automatique puis demeurèrent reliés électriquement durant 3½ heures; les deux vaisseaux furent ramenés séparément à terre.

Les savants soviétiques ont révélé que *Cosmos 186* était suffisamment grand pour accommoder 5 cosmonautes! Il semble d'après bien des experts que ce vol, répétition non habitée de ce qui devait être l'expérience de *Soyouz 1*, soit à l'origine de la constitution d'une plate-forme orbitale à partir de laquelle, on tenterait un vol circumlunaire dès 1968. Le rendez-vous s'avère de toute importance car il ne semble pas que l'Union soviétique possède de véhicule aussi puissant que la fusée Saturne 5 capable d'expédier dans le voisinage lunaire une unité d'exploration complète.

D'ailleurs, au dernier Salon international de l'Aéronautique tenu à Paris, les Soviétiques ont surpris bien des gens en révélant la fusée porteuse utilisée pour la mise en orbite des Vostoks. Le véhicule porteur n'était qu'une fusée de deux étages, flanquée d'un bloc de 4 fusées chacune dotées de quatre « boosters ». Ainsi au lieu de la grande technique qu'on prêtait aux fusées russes, on n'avait affaire qu'à une sorte de bricolage: amoncellement de plusieurs petites fusées capables de fournir la poussée nécessaire à arracher les Vostoks de la gravitation terrestre. Les Soviétiques ont toujours l'habitude de nous surprendre, mais de deux façons.

### Un blason doré

Le programme spatial de l'URSS est très ambitieux; si tous les vaisseaux lancés avaient réussi au même rythme que ceux des Américains dans les derniers cinq ans, l'Union soviétique aurait joui d'une avance foudroyante et accumulé une myriade de données scientifiques et techniques. A une apparente infaillibilité des débuts, alors que les Américains réussissaient à peine à faire décoller leurs fusées de leurs plate-formes de lancement sans qu'elles explosent, nous avons appris à déchiffrer et interpréter le peu d'information livré par les Russes. Pour eux aussi, la conquête de l'espace est pénible, difficile et coûteuse; mais d'après leurs récents efforts, elle en vaudrait la peine. Le tableau des Soviétiques malgré plusieurs échecs parle de lui-même et le blason URSS est encore bien doré: *Sputnik 1*, premier satellite artificiel; *Vostok 1* et Gagarine premier homme dans l'espace; Léonov, premier cosmonaute à « nager » dans l'espace; *Luna 9*, première capsule à atterrir sur la Lune en douceur; *Vénus 4*, premier satellite à se déposer sur Vénus. Prochaine étape: premier homme sur la Lune?

### Bibliographie

NOVOSTI (agence russe). *Le célèbre Vostok*, Moscou, 32 p.

#### Hommes dans l'espace (novembre 1967)

Pays	vols	orbites	cosmonautes	heures-hommes
U.R.S.S.	9	310	12	532.5
U.S.A.	14	677	24	1992.9

# ANNUAIRE GRAPHIQUE 1968

préparé par l'Observatoire Astronomique de Québec

## Description

Le tableau comprend trente-sept décades, soit 366 jours en 1968 (année bissextile) plus 4 jours en 1969, et couvre toutes les heures du jour, de 8 h du matin à 8 h du matin, le lendemain. Il débute par le jour julien 2 439 856, qui est celui du 31 décembre 1967 au 1er janvier 1968 et qui commence à midi Temps Universel, soit à 7 h du matin, Heure Normale de l'Est. L'heure d'un événement, telle qu'indiquée par le graphique, est donnée en temps civil local. C'est la même pour toute la Terre, puisque cette heure est déterminée par le passage du soleil moyen (fictif) au méridien du lieu. Sauf lorsqu'il s'agit d'objets qui se déplacent rapidement par rapport au Soleil. Dans ce cas, la position de l'objet est prise à un instant donné, celui de son passage au méridien de l'Observatoire de Québec. C'est le cas de la Lune, en particulier, qui rejoint le Soleil après 29,5 jours (en moyenne) et se lève, en Europe, une dizaine de minutes plus tôt que l'heure indiquée par le graphique. Il y a aussi la ligne médiane de l'Écho I, qui rejoint le Soleil au bout de 76 jours; ici encore, il faudrait tenir compte d'un certain décalage des lignes correspondantes.

Le Soleil vrai est tantôt en avance, tantôt en retard sur le soleil moyen et fictif qui sert à déterminer l'heure civile. La ligne de l'Équation du Temps, de part et d'autre de la ligne de 12 heures, indique cette différence, à chaque jour de l'année.

Pour passer de l'heure locale du graphique, à l'heure normale de nos montres, il faut appliquer une correction qui dépend de la longitude du lieu. Cette correction est indiquée en minutes dans le tableau suivant, pour certaines villes du Canada :

Alma	-13	Joliette	-6	Montréal	-6	St-Boniface	+29	Shawinigan	-9
Amos	+12	Louiseville	-8	Nicolet	-9	St-Hyacinthe	-8	Sherbrooke	-12
Calgary	+36	La Malbaie	-18	Ottawa-Hull	+3	St-Jean (T.-N.)	+1	Sorel	-7
Charlottetown	+12	La Tuque	-9	Parent	-2	St-Jean (N.-B.)	+24	Sudbury	+24
Chicoutimi	-15	Matane	-29	Québec	-15	St-Jean (P.Q.)	-7	Toronto	+18
Drummondville	-10	Moncton	+19	Régina	-2	Saskatoon	+7	Trois-Rivières	-10
Edmundston	+33	Montebello	± 0	Rimouski	-26	Senneterre	+9	Valleyfield	-3
Gaspé	+18	Mont-Joli	-27	Rivière-du-Loup	-22	Schefferville	+27	Victoriaville	-12
Halifax	+14	Montmagny	-18	Roberval	-10	Sept-Iles	+25	Windsor, Ont.	+32

Cette correction-longitude se calcule de la façon suivante. Connaissant la longitude du lieu, on fait la différence avec les longitudes 52,5° (pour Terre-Neuve), 60°, 75°, 90°, 105°, 120°, etc., suivant la zone horaire de l'endroit. La correction est de 4 minutes par degré, en plus

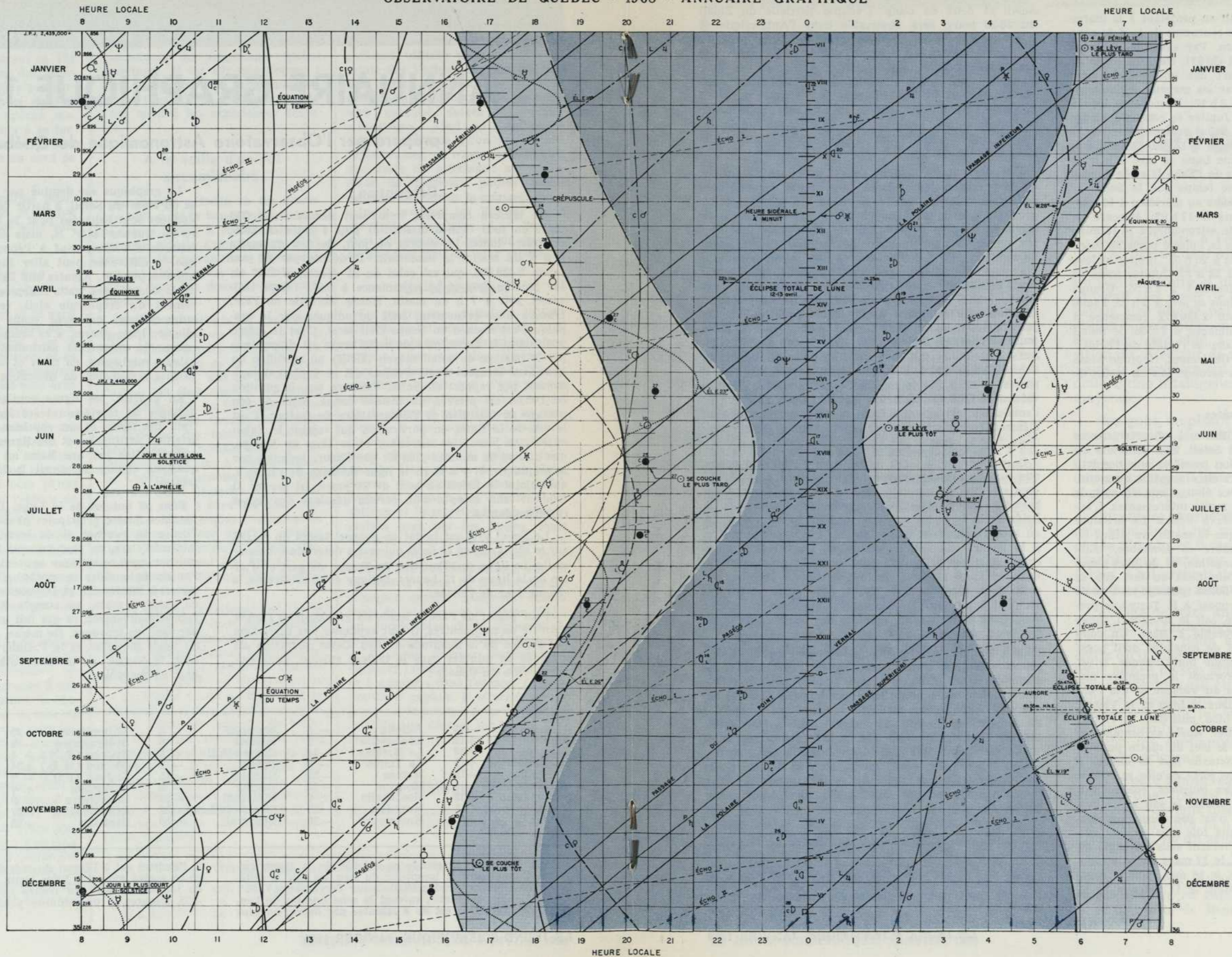
si l'endroit est à l'Ouest du méridien central de la zone, et en moins s'il est à l'Est. Pour Sept-Iles, par exemple, de longitude 66,3°, on trouve que la correction est de +25 minutes, à une minute près.

Le graphique est dominé par les courbes du coucher et du lever du Soleil, à partir de 16 h, jusqu'à 8 h. Ces données sont calculées pour la latitude de l'Observatoire de Québec, 46,8° N, mais elles varient peu, d'une latitude à l'autre, sauf à l'époque des solstices, alors que la différence peut aller jusqu'à une vingtaine de minutes pour 5°. Ajoutés aux lignes du Soleil, au milieu de la décade, des traits indiquent la fin et le commencement du crépuscule civil, renseignement utile aux automobilistes qui sont tenus par les règlements à allumer leurs phares, à ce moment. Le crépuscule civil, comme le crépuscule astronomique, passent par deux valeurs minimales, en mars et en octobre, et par deux valeurs maximales, en décembre et surtout en juin.

En général, les lignes continues se rapportent aux passages au méridien et les lignes entrecoupées d'un trait, aux levers et aux couchers. Mercure, Vénus et les satellites artificiels ont des lignes propres. Chaque ligne est identifiée par une lettre et le signe de l'astre en question, comme le décrit la légende en bordure du tableau.

Pour ce qui est de la Lune, le graphique indique le jour des quatre principales phases, en même temps que l'heure du coucher et du lever, ce jour-là. Les jours intermédiaires, on peut trouver l'heure du lever ou du coucher avec une bonne approximation, en interpolant. Par exemple, entre le coucher de la Nouvelle Lune du mercredi 28 février et le coucher du Premier Quartier du jeudi 7 mars, on compte 8 heures de différence, approximativement, ce qui fait un décalage d'une heure par jour, en moyenne. De même, entre la Nouvelle Lune du jeudi 25 juillet et le Premier Quartier du jeudi 1er août, le coucher de la Lune retarde de 23 minutes par jour en moyenne.

OBSERVATOIRE DE QUÉBEC — 1968 — ANNUAIRE GRAPHIQUE



- LÉGENDE**
- SOLEIL
  - PLEINE LUNE
  - NOUVELLE LUNE
  - D PREMIER QUARTIER
  - ∩ DERNIER QUARTIER
  - ☿ MERCURE
  - ♃ VÉNUS
  - ♁ TERRE
  - ♂ MARS
  - ♃ JUPITER
  - ♄ SATURNE
  - ♅ URANUS
  - ♆ NEPTUNE
  - ♇ PLUTON
  - L LEVER
  - P PASSAGE AU MÉRIDIEN
  - C COUCHER
  - É.L.E. ÉLONGATION - EST
  - É.L.W. ÉLONGATION - OUEST
  - J.R.J. JOUR DE LA PÉRIODE JULIENNE
  - σ CONJONCTION AVEC ☉
  - ⊖ OPPOSITION AVEC ☉
  - ⊞ QUADRATURE AVEC ☉
- ÉTOILES FILANTES**
- QUADRANTIDES 2-3 janvier
  - LYRIDES 20-22 avril
  - ♈ AQUARIDES 1-13 mai
  - ♈ AQUARIDES 25-30 juillet
  - PERSÉIDES 30 juillet-17 août
  - GIACOBINIDES 9 octobre
  - ORIONIDES 16-22 octobre
  - LÉONIDES 15-20 novembre
  - ANDROMÉIDES 17-23 novembre
  - GÉMINIDES 9-13 décembre
- (d'après l'annuaire C.FLAMMARION)
- LES SAISONS**
- PRINTEMPS 20 mars 8h 22m. H.N.E.
  - ÉTÉ 21 juin 3h 13m. "
  - AUTOMNE 22 sept. 18h 26m. "
  - HIVER 21 dec. 14h 00m. "

- POSITION DES PLANÈTES SUPÉRIEURES EN 1968**
- MARS ♂ LE VERSEAU, LES POISSONS, LE BÉLIER, LE TAUREAU, LES GÉMEAUX, LE CANCER, LE LION, LA VIERGE.
  - JUPITER ♃ LE LION ET LA VIERGE
  - SATURNE ♄ LES POISSONS
  - URANUS ♅ LA VIERGE
  - NEPTUNE ♆ LA BALANCE
  - PLUTON ♇ LA VIERGE

- SATELLITES ARTIFICIELS**
- INCLINAISON I DE L'ORbite SUR L'ÉQUATEUR DE LA ⊕
  - ÉCHO I : 47,26°
  - ÉCHO II : 81,50°
  - PAGÉOS : 85,20° (NOV.1967)

- LES PLUS BRILLANTES ÉTOILES DE L'HÉMISPÈRE NORD**
- | ÉTOILE     | MAGNITUDE |
|------------|-----------|
| SIRIUS     | 1.6       |
| VÉGA       | 0.1       |
| CAPELLA    | 0.2       |
| ARCTURUS   | 0.2       |
| RIGEL      | 0.3       |
| PROCYON    | 0.5       |
| ALTAÏR     | 0.9       |
| BÉTELGEUSE | 0.9       |
| ALDÉBARAN  | 1.1       |
| POLLUX     | 1.2       |
| L'ÉPI      | 1.2       |
| ANTARÈS    | 1.2       |
| FOMALHAUT  | 1.3       |
| DENEBS     | 1.3       |
| RÉGULUS    | 1.3       |
- (d'après J.DELHAYE)

## Comment lire le graphique

La lecture du tableau se fait en projetant à la marge du haut ou du bas le point de rencontre de la date avec la ligne de l'astre en question. Par exemple, le lundi 15 janvier 1968, Jour Julien 2 439 871, Neptune passe au méridien à 8 h 02 (la plupart des phénomènes cités jusqu'à 16 h sont invisibles par les moyens ordinaires); La Pleine Lune se couche à 8 h 12; Mercure se lève à 8 h 35; Mars se lève à 9 h 33; Jupiter se couche à 9 h 34; Saturne se lève à 10 h 52; le Soleil vrai passe au méridien à midi 10; Vénus se couche à 13 h 50; Mars passe au méridien à 14 h 54; la Pleine Lune se lève à 16 h 17; les lignes médianes des orbites de l'Echo II et de Pagéos passent au méridien en même temps que le Soleil se couche; soit 16 h 35; Saturne passe au méridien à 16 h 56; le crépuscule civil se termine à 17 h 07; Mercure se couche à 17 h 18; le crépuscule astronomique se termine à 18 h 26, en même temps que la Polaire passe au méridien supérieur; Mars se couche à 20 h 03; Jupiter se lève à 20 h 13; Saturne se couche à 22 h 57; Jupiter passe au méridien (le matin du 16 janvier) à 2 h 55; Uranus passe au méridien à 4 h 25; Vénus se lève à 5 h 05; l'aube pointe à 5 h 55; le jour julien 2 439 872 commence à 7 h 00; le crépuscule civil commence à 7 h 06; le Soleil se lève à 7 h 42; la ligne médiane de l'orbite de l'Echo I passe au méridien à 7 h 55; et finalement, Neptune passe au méridien, à 7 h 58, pour la seconde fois en moins de 24 heures.

## Les planètes

La planète *Mercury* est difficile à observer, parce qu'elle est toujours proche du Soleil. Elle sera tout de même dans la meilleure position possible, sous nos latitudes, à l'époque de sa plus grande élongation du matin, le 31 octobre. Les plus grandes élongations du soir, le 29 janvier et le 23 mai, seront moins intéressantes. L'année 1968 ne sera pas favorable à *Vénus*. La brillante planète ne sera en évidence que le matin, au début de l'année, et le soir, en novembre et décembre. Elle n'aura pas de plus grande élongation, ni de plus grand éclat, au cours de l'année. Cela tient au fait que sa conjonction supérieure avec le Soleil (passage vis-à-vis de l'astre du jour, mais du côté opposé à la Terre) se produit en plein milieu de l'année, soit le 20 juin. L'année 1968, ne sera guère plus favorable à *Mars*. Un coup d'oeil sur le graphique permet de constater qu'il passe au méridien dans le jour, presque toute l'année. Il est tout de même un astre approchant la première magnitude, dans les constellations du Verseau et des Poissons, au début de l'année, et dans le Lion et la Vierge, à la fin. *Jupiter*, situé dans le Lion, puis dans la Vierge, est visible le soir jusqu'en juillet. Après sa conjonction du 8 septembre, il passe dans le ciel du matin pour le reste de l'année. La planète *Saturne* met 29 années à faire le tour de l'écliptique, de sorte qu'elle se trouve encore dans la constellation des Poissons, comme l'an dernier. Elle commence à être visible le soir en juillet. A la fin de l'année, la planète n'est pas encore couchée à minuit. Ses anneaux sont deux fois plus ouverts que l'an dernier et on les voit maintenant sous un angle de 13,5°. *Uranus* est en opposition, le 17 mars, dans la constellation de la Vierge, *Neptune*, le 16 mai, dans la constellation de la Balance; et *Pluton*, le 11 mars, dans la constellation de la Vierge.

Il y aura quatre éclipses au cours de l'année, deux de Soleil et deux de Lune. L'éclipse partielle du Soleil du 28-29 mars, sera observable dans l'Antarctique et l'Amérique du Sud. L'éclipse totale de Lune du 12-13 avril se produit pour nous au milieu de la nuit: elle sera donc visible simultanément de l'Europe au Pacifique. L'éclipse totale de Soleil du 22 septembre intéressera surtout l'URSS, l'Europe et l'Afrique du Nord la verront comme partielle et au Labrador, cette phase se terminera au lever du Soleil. L'éclipse totale de Lune du 6 est visible dans les Amériques, dans le Pacifique et en Asie.

Une des caractéristiques de cet annuaire graphique, est la prévision des périodes de visibilité des satellites artificiels visibles à l'oeil nu, l'Echo I, l'Echo II et Pagéos. Le graphique donne l'heure locale du passage au méridien du plan perpendiculaire aux noeuds des orbites, ou de la ligne médiane des orbites. Ces passages ne sont pas prévisibles exactement, en raison des multiples perturbations que subissent les satellites, mais on peut en donner une approximation raisonnable, par extrapolation, à la suite d'une analyse du comportement antérieur des satellites. Ainsi, il est probable que la période soleil-ombre de l'Echo I variera de 76 à 74 jours au cours de l'année 1968. Dans le cas de l'Echo II, cette période devrait être de 194 jours au début de l'année et de 192,5 à la fin. Celle de Pagéos devrait passer de 316 à 304 jours. Les Communiqués de l'Observatoire de Québec publieront régulièrement, au cours de l'année, les corrections à faire au graphique, d'après les éléments corrigés fournis par le Smithsonian Observatory deux fois le mois.

Le passage de la ligne médiane de l'orbite ne donne que peu de renseignements sur la période de visibilité d'un satellite. Il faut déterminer l'heure du passage des branches ascendantes et descendantes des orbites, à l'aide de la formule:  $\cos x = \tan \theta \cot i$  où  $i$  est l'inclinaison de l'orbite sur l'équateur terrestre,  $\theta$  la latitude du lieu d'observation. La valeur  $x$  cherchée est le temps qui s'écoule entre le passage de la ligne médiane et celui de la branche de l'orbite, par suite de la rotation de la Terre. Lorsque  $x$  est trouvé, on peut tracer sur le graphique des lignes parallèles aux lignes médianes, en adoptant des couleurs différentes pour chaque satellite.

Le graphique, en plus de la légende explicative des signes employés, donne le tableau des principaux essais des étoiles filantes observables chaque année, les constellations dans lesquelles évolueront les planètes au cours de l'année 1968, la date et l'heure du commencement des saisons, quelques renseignements sur les satellites artificiels, de même que la liste des quinze plus brillantes étoiles de l'hémisphère-nord. On sait que dorénavant pour être admis membre de la Société d'Astronomie de Québec, l'aspirant devra apprendre cette liste par coeur et être capable d'en nommer dix sur quinze.

N. 141267

P.H.N.

On peut obtenir des tirés à part de cet Annuaire Graphique en s'adressant à La Société d'Astronomie de Québec, 229 ouest, boulevard Saint-Cyrille, Québec 6. Prix: 10 cents l'unité; reproduction de dessin 48" x 30", \$1.00 l'unité.

# DARWIN

## et la théorie de l'évolution

1er article

par Jean R. BEAUDRY

La théorie de l'évolution est l'une des plus importantes des théories biologiques. C'est une théorie qui a révolutionné la biologie et fortement influencé la philosophie, la théologie et la sociologie. Son influence a même débordé les limites de ces disciplines pour tant très vastes et s'est étendu à tout le domaine de la pensée. C'est en effet cette théorie qui a fait renaître l'idée que tout change continuellement, idée qui s'est graduellement implantée dans ce qui fait l'objet des préoccupations de l'homme et qui a déterminé la revision et la restructuration de nos systèmes et même de nos institutions.

Le concept fondamental de la théorie est vieux: on le connaissait chez les Grecs et il n'est pas impossible que ceux-ci l'aient reçu, au moins en germe, de civilisations encore plus anciennes. Mais la théorie moderne de l'évolution biologique est presque toujours attribuée à Charles Darwin, un biologiste anglais du siècle dernier.

### Darwin grandit dans un milieu favorisé

C'est en effet en 1809 que naquit Charles Darwin, à Shrewsbury, une petite ville de l'ouest de l'Angleterre et située près de la frontière du Pays de Galles. Il était le cinquième de six enfants. Son père était un médecin respecté et à l'aise. Le jeune Darwin grandit dans un milieu de choix. Son père, un colosse de six pieds et deux pouces et de près de 350 livres, adorait ses enfants, tout en les élevant dans l'ordre et la ponctualité. Charles avait pour son père, en plus d'un vif amour filial, une très grande admiration: ce que son père disait était pour lui la vérité, le droit et la sagesse. Sa mère était aussi d'excellente famille puisqu'elle était une Wedgwood, cette famille de céramistes qui a donné à l'Angleterre ses meilleures poteries et faïences. Son influence sur Charles fut cependant beaucoup moins grande que celle de son époux, puisqu'elle mourut alors que Charles n'avait encore que huit ans.

Charles entra à l'école primaire de Shrewsbury à l'âge de neuf ans. Durant sept ans, il n'étudia rien d'autre que du grec et du latin, avec un peu d'histoire et de géographie. Il garda un souvenir très amer de ces années parce que tout devait être étudié par coeur. Heureusement, il étudia la géométrie en cours privés, et la chimie avec son frère aîné, à la maison, malgré l'opposition du directeur de son école. Tous ses professeurs le considéraient comme un étudiant peu doué, d'une intelligence un peu au-dessous de la moyenne.

Son goût, ou plutôt sa passion, pour les sciences naturelles, se manifesta alors qu'il n'avait qu'environ dix ans. Il s'intéressait déjà aux noms des plantes et collectionnait des minéraux, des coquillages, des oeufs d'oiseaux et toutes sortes d'objets.

Durant les premières années de son stage à l'école primaire, il lut un livre intitulé « *Wonders of the World* » et il mentionne dans son autobiographie que dans ses discussions avec ses confrères, il lui arrivait de mettre en doute la véracité de certaines affirmations de l'auteur.

A l'âge de seize ans, son père l'envoya à l'université d'Edinburgh pour étudier la médecine. Il y resta deux ans, sans s'intéresser aux cours qu'il jugeait assommants. Durant la deuxième année de son stage, il s'associa à plusieurs jeunes hommes qui étudiaient les sciences naturelles et, négligeant presque entièrement la médecine, s'orienta lui-même vers ces sciences. Il devint membre d'une société biologique et fit bientôt une communication sur une petite découverte originale.

Son père ayant réalisé, au cours de ces deux années, que Charles n'avait pas la moindre intention de devenir médecin, décida d'en faire un ministre du culte, et à cette fin, l'envoya à Cambridge où il fit un séjour de trois ans. Là, il étu-

---

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



Figure 2

Le capitaine Fitz-Roy, commandant du *Beagle* qui très aimablement partagea sa cabine avec Darwin au cours de leur voyage historique.

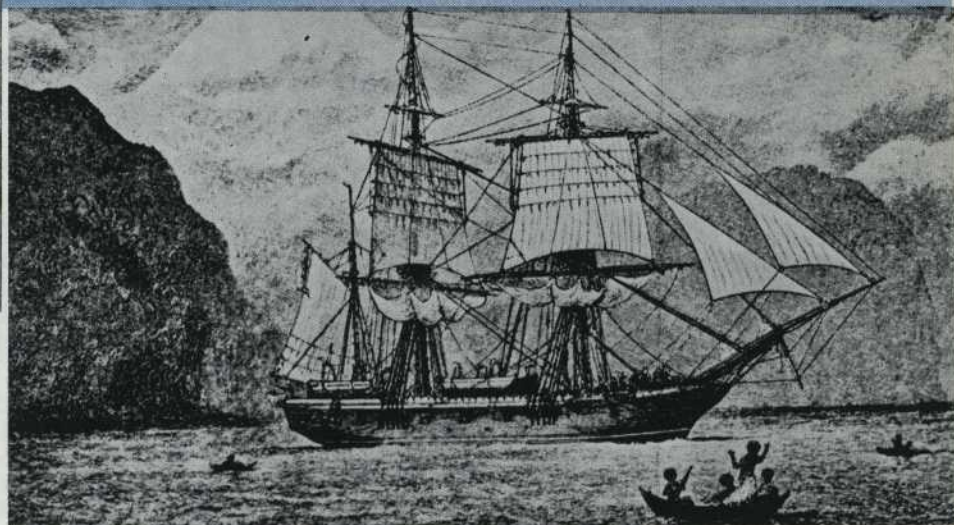


Figure 1

Le H. M. S. *Beagle*, petit voilier de 100 pieds sur lequel Darwin vécut durant cinq ans et fit le tour du monde. Ce dessin nous montre le *Beagle* dans le détroit de Magellan.

dia les mathématiques qu'il détestait, les classiques qu'il n'aimait pas plus, et naturellement la théologie et la philosophie qui l'intéressèrent beaucoup plus et qu'il dit avoir étudié sérieusement. Il aimait toujours les sciences naturelles cependant, puisque durant ce stage à Cambridge, il assista, à titre d'auditeur libre, aux cours de botanique du professeur Henslow, et devint un ardent collectionneur d'insectes. Il devint un ami très intime du professeur Henslow, chez qui il rencontra plusieurs hommes éminents. Durant sa dernière année à Cambridge, il lut deux livres qui l'influencèrent énormément: les récits de voyages du grand naturaliste Humboldt et « *Introduction to the Study of Natural Philosophy* » de Herschel. Ces livres le déterminèrent à voyager et à devenir un scientifique.

Durant les vacances qui suivirent la dernière partie de son séjour à Cambridge, il eut l'avantage d'assister un géologue réputé, le professeur Sedgwick, dans ses travaux sur le terrain au Pays de Galles. C'est en rentrant de cette excursion qu'il reçut de son ami Henslow, une lettre qui l'informait de la possibilité de faire un long voyage sur un bateau nommé « *Beagle* », à titre de naturaliste non rémunéré. Son père, après s'être fortement objecté à ce voyage, finit par accepter. Après quatre mois de préparatifs, le *Beagle* (Figure 1) quitta la rade de Plymouth le 27 décembre 1831. Darwin n'avait alors que vingt-deux ans, mais il avait déjà la préparation nécessaire pour entreprendre un tel voyage, et il aimait passionnément la science.

## Le voyage du "Beagle"

Nous connaissons bien ce voyage, grâce aux récits détaillés qu'ont publié Darwin lui-même et le commandant du *Beagle*, le capitaine Fitz-Roy (Figure 2). Les buts principaux du voyage étaient de compléter les cartes de la Patagonie et de la Terre de Feu, de faire celles des rives du Chili, du Pérou et de quelques îles du Pacifique, et de faire des déterminations chronométriques autour du monde, déterminations requises pour calculer les longitudes. L'étude des sciences naturelles était un but tout à fait secondaire.

Le périple du *Beagle* conduit d'abord les voyageurs aux îles du Cap Vert, aux Rochers Saint-Paul et à l'île Fernando Noronha. La côte du continent sud-américain fut touchée pour la première fois, à Bahia, au Brésil. Le *Beagle* descendit ensuite vers le sud, en longeant la côte, par petites étapes, et Darwin en profita pour visiter cette côte, et parfois l'intérieur dans certaines régions du Brésil et de l'Argentine. Darwin s'intéressa à tout: aux plantes, aux invertébrés, aux vertébrés, aux formations géologiques, aux hommes, mais ce sont les insectes et les observations géologiques qui retinrent le meilleur de son temps. Du sud de l'Argentine, il passa aux îles Falkland, et ensuite à la Terre de Feu, où le capitaine Fitz-Roy devait reconduire deux indigènes qui avaient été amenés en Angleterre au cours d'un voyage précédent. Après bien des aventures, qui faillirent souvent tourner au tra-

gique, le Beagle doubla la pointe sud du continent et commença son exploration de la côte ouest. Là, Darwin eut l'occasion de visiter plusieurs régions du Chili, l'archipel des Chonos, et la grande île de Chiloë, fit la traversée des Andes aller-retour de Valparaiso, Chili, à Mendoza, Argentine, visita ensuite le nord du Chili, et le Pérou, et de là passa à l'archipel des îles Galapagos. Sa visite historique des îles Galapagos terminée, le Beagle traversa le Pacifique en s'arrêtant à Tahiti, en Nouvelle-Zélande et en Australie. Entrant ensuite dans l'océan Indien, le Beagle se dirigea vers l'archipel des îles Cocos, où Darwin fit les observations qui devaient servir de base à sa théorie sur les formations coralliennes. Après un arrêt à l'île Maurice, le Beagle doubla le Cap de Bonne Espérance, et après de brefs arrêts à l'île Sainte-Hélène et à l'île de l'Ascension, retourna pour quelques jours seulement au Brésil. La dernière étape du voyage le fit passer de nouveau par les îles du Cap Vert et finalement par les Açores, avant de rentrer en Angleterre. Ce voyage autour du monde avait duré cinq ans (Figure 3).

L'excellent récit de voyage que Darwin a publié peu de temps après son retour nous permet de connaître l'homme et le savant.

Si Darwin est presque continuellement malade lorsqu'il est en mer, sur terre il est d'une activité débordante. Il fait des excursions de plusieurs jours ou semaines, le long des côtes et souvent à l'intérieur des régions visitées, prend des notes sur tout ce qu'il voit, collectionne des plantes et des animaux de toutes sortes, des fossiles et des échantillons minéralogiques. Il étiquette

tous ses spécimens avec grand soin et ne prête pas moins d'attention à leur conservation. Il rédige très régulièrement son journal et écrit régulièrement à ses parents et amis.

Ses excursions terrestres fourmillent d'aventures, dont plusieurs auraient pu lui coûter la vie. Mais il s'adapte à tout. Il vit avec les gauchos des pampas de l'Argentine. Comme ce pays est alors en pleine révolution, Darwin est, malgré lui, associé à certaines péripéties de ces événements. A la Terre de Feu, des indigènes des plus primitifs menacent l'expédition, et la nuit on doit placer des sentinelles armées autour du camp.

Sur le Beagle, Darwin doit partager la toute petite cabine du capitaine et prendre ses repas avec ce dernier. Il faillit se brouiller avec Fitz-Roy, un homme aussi bouillant qu'énergique. Mais heureusement, ils finirent par s'entendre si bien qu'ils devinrent d'excellents amis.

Si dans tous les pays qu'il visite, Darwin juge les hommes et les institutions avec magnanimité, il n'en reste pas moins que toutes ses comparaisons portent l'empreinte de sa personnalité et de son ascendance: il est Anglais jusque dans les fibres les plus intimes de son être et il est fier de l'être; il est un produit de cette bourgeoisie qui a tant contribué à faire de l'Angleterre, le grand pays qu'elle est. Il ne tolère pas la malhonnêteté et s'empporte devant l'injuste et l'inhumain. Il est toujours prêt à aider ceux qui l'entourent et il jouit de l'estime de tous.

Si les intérêts de Darwin sont universels en autant que les sciences de la nature sont concer-

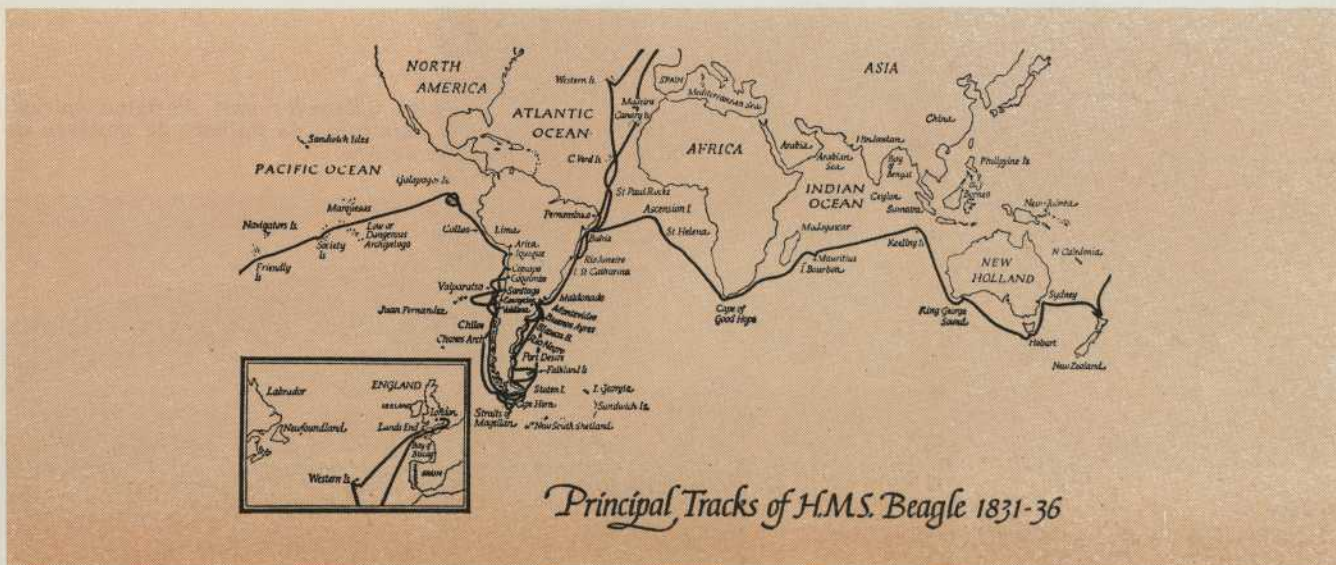
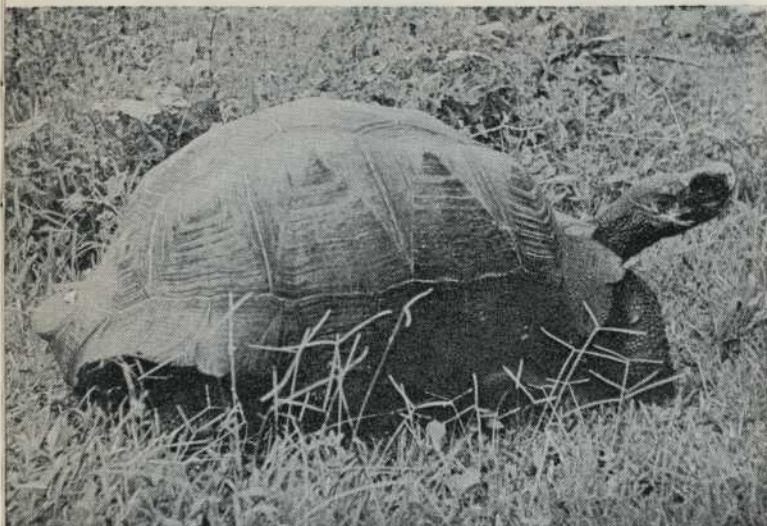


Figure 3

Le périple du Beagle. Dans le rectangle, le début et la fin du trajet, qu'il faut abouter aux deux lignes qui traversent la partie est de l'océan Atlantique pour connaître le parcours suivi par le Beagle, de l'Angleterre vers l'Atlantique sud (au départ) et de l'Atlantique sud vers l'Angleterre (au retour).





**Figure 6**

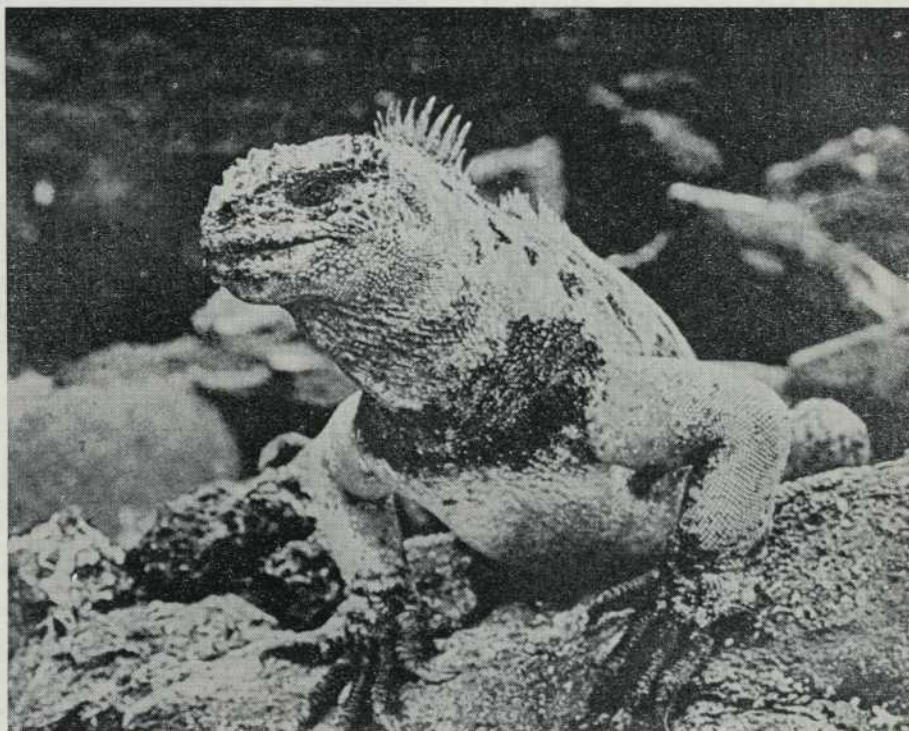
Les énormes tortues des îles Galapagos sont les mieux connus des animaux extraordinaires qui habitent ces îles. La tortue terrestre de l'île Santa Cruz, que l'on montre ici, est caractérisée par une carapace fortement voûtée.

conviction que les chaînes de montagnes sont lentement et graduellement élevées par l'action des poussées du magma interne en fusion qui accompagnent les tremblements de terre. Puis en traversant les Andes, il obtint des preuves que ces immenses montagnes ont été, non pas soudainement, mais lentement et graduellement éle-

vées. Il constata qu'en plus des élévations de terrain, évidentes dans plusieurs régions de la côte occidentale de l'Amérique du Sud, il existait aussi des indices non équivoques d'affaissements ou de subsidences des terrains. Ces observations, témoignant que la terre a une histoire très longue et très tourmentée, le préparèrent évidemment à la synthèse qu'il fit plus tard et qui le conduisit à sa théorie de l'évolution.

Enfin, il arriva à l'archipel des îles Galapagos ( Figure 4 ). Ces îles désolées, d'origine volcanique, et traversées par la ligne de l'Equateur, sont situées à environ 500 ou 600 milles de la côte du pays qui porte le même nom. Les îles principales sont au nombre d'une douzaine. L'archipel est parsemé par quelque 200 cratères ( Figure 5 ), dont certains ont près de 4 000 pieds d'altitude. Le climat de ces îles, malgré le soleil équatorial, n'est pas aussi torride qu'on pourrait le penser, parce qu'elles sont situées dans un grand courant froid venant du pôle Sud. A basse altitude, cependant, la chaleur est suffoquante et la végétation est celle des régions désertiques ou semi-désertiques. Mais à partir de 1 000 pieds d'altitude, l'atmosphère est humide et la végétation assez luxuriante.

Ces îles inhospitalières devaient cependant contribuer plus que toutes les autres régions étudiées par Darwin à la genèse de sa théorie. Darwin y trouva quantité d'animaux et de plantes autochtones: tortues immenses, pesant quelques centaines de livres; quinze espèces de poissons; au moins trois espèces de lézards (une espèce faisant 4 pieds de longueur); des serpents; on-



**Figure 7**

L'iguane marin de l'île Hood de l'archipel des îles Galapagos.

ze espèces d'oiseaux aquatiques et de nombreuses espèces d'oiseaux terrestres; de nombreuses espèces de mollusques et d'insectes; une certaine d'espèces de plantes à fleurs, etc. Cette faune, (Figures 6, 7 et 8) et cette flore impressionnèrent fortement Darwin par certains de leurs caractères: toutes ces espèces étaient évidemment apparentées à celles du continent voisin, mais elles en différaient quand même toutes par des caractères très évidents et devaient sans doute être considérées comme n'existant nulle part ailleurs; de plus, les différentes îles bien que séparées les unes des autres par quelques dizaines, ou au maximum, par une centaine de milles, n'étaient pas toutes habitées par les mêmes espèces, mais avaient au contraire, dans plusieurs cas, leurs propres espèces d'un même groupe, plus ou moins différentes des espèces des îles voisines.

Figure 9

Les pinsons de Darwin. On considère que ces oiseaux, qui diffèrent peu les uns des autres, mais quand même de façon significative, ont été produits à partir d'un même ancêtre commun par l'action de la sélection naturelle et de l'isolement.

(a) *Certhidea olivacea*, nommé pinson-fauvette à cause de son petit bec et des caractéristiques de son vol qui suggère celui des fauvettes (b) *Geospiza scandens*, dont le bec allongé est adapté à la recherche de sa nourriture qu'il trouve dans les fleurs de cactus. (c) *Cactospiza pallida*, qui se sert d'un outil pour se nourrir; en effet, c'est au moyen d'une épine de cactus ou d'une petite branche fine que cet oiseau explore les cavités et les dépressions qui existent dans l'écorce des arbres pour en extraire les insectes dont il se nourrit. (d) *Platyspiza crassirostris*, un pinson typique. (e) *Camaryncus parvulus*, dont le comportement suggère celui des mésanges. (f, g et h) trois autres espèces du genre *Geospiza*, *G. fuliginosa* (f), *G. fortis* (g) et *G. magnirostris* (h), qui illustrent les étapes successives dans le développement progressif d'un même type fondamental de bec.

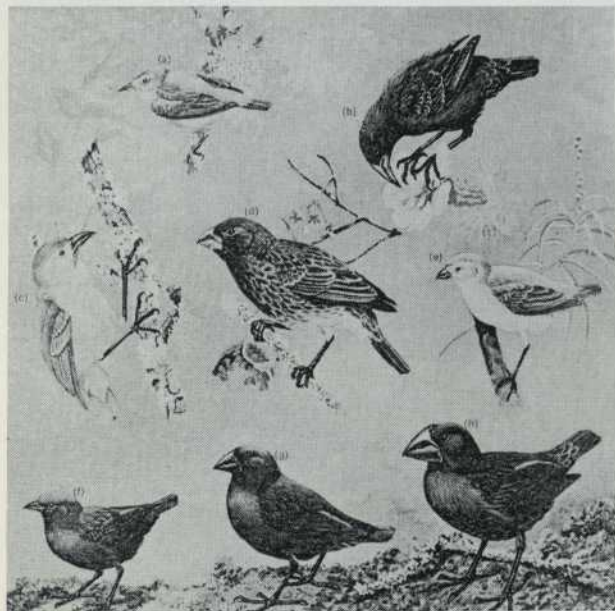


Figure 8

Le cormoran aptère des îles Galapagos. Ce cormoran aux ailes si réduites qu'il lui est impossible de voler, est cependant un bon plongeur et nageur. Comme de nombreux animaux des îles Galapagos, il est en danger d'extinction.

Darwin considéra cet archipel comme « un petit monde en lui-même »; un monde d'origine récente puisqu'il savait que ces volcans éteints ne pouvaient avoir émergé de l'océan qu'à une époque géologique relativement récente; un monde qui, dans de tout petits espaces et dans un court laps de temps, avait produit un nombre considérable d'espèces nouvelles. Darwin eut l'impression d'être « rapproché de ce grand événement — ce mystère des mystères — la première apparition d'êtres nouveaux sur cette terre ».

Le groupe le plus suggestif, à ce sujet, était constitué par plusieurs espèces de pinsons (Figure 9), d'apparence terne, mais différant tous les uns des autres par la forme de leur bec surtout. Et ces différences ne semblaient pas avoir été produites au hasard, puisqu'elles étaient des adaptations évidentes à certaines des conditions du milieu respectif de chacune de ces espèces.

(la 2e et dernière partie de cet article sera publiée dans le prochain numéro).

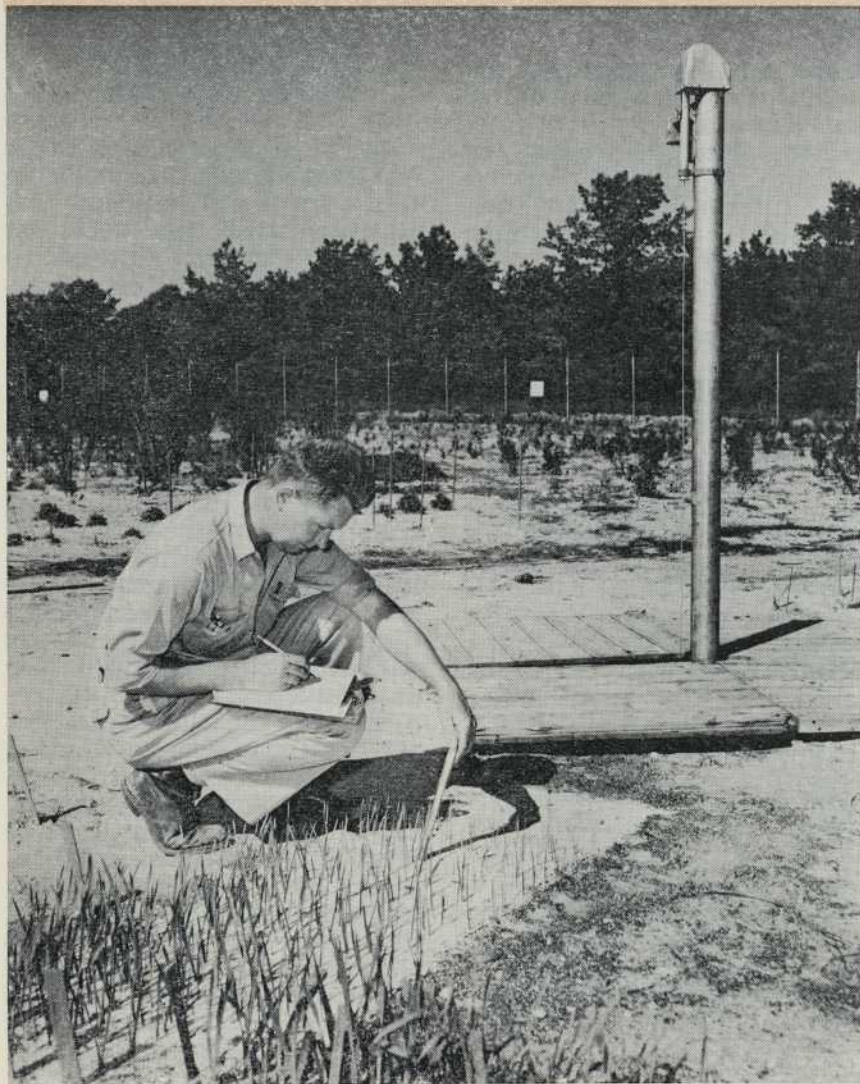
#### Illustrations

Nous remercions les éditeurs et auteurs qui ont gracieusement autorisé la reproduction de ces illustrations: figures 1, 2, 3, extraites de l'ouvrage *The Voyage of the Beagle* by Charles Darwin, Doubleday and Co., New York, published in co-operation with the American Museum of Natural History; figures 4 et 7, du volume *Evolution* by R. Moore and the Editors of Life, Time Inc., New York (la fig. 7 est de Robert I. Bowman, Ph. D., Dept of Biology, San Francisco State College, California); figures 5, 6, 8 et 9, du volume *Darwin and the Galapagos* by John Livingston and Lister Sinclair, Canadian Broadcasting Corporation Publications, Toronto.

# Énergie atomique et agriculture

par Gérard OUELLETTE

Parcelles expérimentales localisées autour d'un irradiateur à cobalt de 2 000 curies. Au moyen d'un contrôle à distance, cet irradiateur peut être enfoui sous terre ou être remonté dans le tube métallique dont les parois sont facilement traversées par les rayons gamma. Notez que les plantes qui sont à proximité de l'irradiateur sont beaucoup plus affectées que celles qui en sont éloignées.



L'énergie nucléaire a déjà transformé presque toutes les phases de l'activité scientifique. Et l'agriculture ne fait pas exception à cette évolution. En 1965, environ 20 p. 100 des usagers d'isotopes radioactifs au Canada étaient des agronomes et des biologistes. Les principaux objectifs poursuivis par ceux-ci sont les suivants: 1) déterminer les effets de la radiation et des produits radioactifs sur les plantes et les animaux; 2) utiliser ces produits pour l'avancement de la recherche fondamentale et appliquée.

## Nature de la radiation et définitions

L'atome de n'importe lequel des 102 éléments chimiques se compose d'un ou plusieurs protons, neutrons et électrons. Les protons ont une charge positive et les électrons une charge négative. Les protons et les neutrons forment ensemble le noyau de l'atome, alors que les électrons orbitent dans sa périphérie. Il arrive parfois qu'un élément a un nombre variable de neutrons; il a alors différents poids atomiques dont chacun représente un isotope. Si le nombre de neutrons d'un atome est de beaucoup plus grand ou plus petit que le nombre de protons, on est en présence d'un noyau instable, qui, dans un effort continu pour devenir stable, se désintègre et, ce faisant, émet des particules qu'on appelle radiations.

---

L'auteur, Gérard Ouellette, Ph.D., agronome, est vice-doyen de la Faculté d'Agriculture, Université Laval, Québec. Les photos sont une gracieuseté du Laboratoire de Brookhaven, Upton, New York, où l'auteur a eu l'avantage de séjourner quelques semaines.

C'est dire qu'il y a de la radiation naturelle et que l'énergie nucléaire a existé de tout temps, donc bien avant la mise au point de la bombe atomique.

Cependant, l'homme a appris à harnacher et à tirer parti de ce phénomène de la radiation. En bombardant l'atome d'uranium avec les neutrons (cyclotron), on le divise en deux (fission). Cette réaction libère plusieurs neutrons et une quantité formidable d'énergie. Les neutrons ainsi libérés vont à leur tour bombarder d'autres atomes d'uranium, ce qui constitue une réaction en chaîne (pile atomique). Le bombardement du plutonium donne également naissance à des quantités incroyables d'énergie. Cette énergie peut détruire l'humanité, mais elle peut aussi être mise au service de l'homme pour accroître son bien-être. D'ailleurs, au rythme actuel de consommation de carburant, la plupart des puits d'huile du monde seront asséchés dans quelques décennies. Il faudra alors compter sur l'énergie dégagée par la fission d'éléments très énergétiques tels que l'uranium et le plutonium et la fusion de l'hydrogène. Cependant, ce n'est pas tant cette énergie qui intéresse l'agronome chercheur, mais plutôt la radiation émise par l'atome radioactif qui, par dégradation (decay), tente de devenir stable.

### Stabilité des isotopes

Au moyen de la pile atomique, on peut rendre radioactifs un grand nombre d'atomes, soit comme simples éléments ou composants de molécules complexes comme les acides aminés et hydrates de carbone. Cependant, certains éléments, tels que l'azote et le magnésium, redeviennent stables quelques minutes et parfois même quelques secondes après avoir été bombardés. On dit que ces éléments ont une demi-vie très courte. De tels éléments, il va

sans dire, ne seraient d'aucune utilité pour les chercheurs agricoles. Par contre, beaucoup d'éléments ont une demi-vie assez longue pour qu'on les utilise en expérimentation. Mentionnons le carbone 14 qui a une demi-vie de 5720 ans, le cobalt 60 qui a une demi-vie de 5.26 ans, et le phosphore 32 qui a une demi-vie de 14.3 jours. Dans le cas du phosphore, par exemple, ceci veut dire qu'il faudra 14.3 jours pour que 50 p. 100 de la radiation soit disparue. C'est de là que vient l'expression demi-vie d'un isotope radioactif.

### La technique des traceurs

Les isotopes radioactifs ne sont donc autres que des formes radioactives des éléments ordinaires, et leur utilité vient du fait qu'ils émettent des radiations. Par ces radiations, on peut suivre leur parcours dans les êtres biologiques, ce qui leur a apporté le nom de *traceurs*. Par l'intermédiaire des traceurs, on peut déterminer un élément en quantités éminemment petites, des millions de fois plus petites que celles que les méthodes chimiques avaient pu nous permettre de déterminer. Ainsi, la sensibilité de détection du carbone 14 (carbone radioactif) dépasse un million de fois celle obtenue avec les méthodes chimiques pour le carbone ordinaire. Même plus, cette sensibilité de détection augmente considérablement pour les éléments dont la demi-vie est plus courte. Dans le cas du sodium 24, par exemple, la sensibilité de détection peut aller jusqu'à  $4 \times 10^{-19}$  grammes.

Une autre caractéristique importante des isotopes radioactifs est leur spécificité. Les atomes d'un élément qu'on a rendu radioactif pourront toujours être localisés et déterminés, indépendamment des atomes ordinaires de cet élément, même si les atomes radioactifs sont entrés en réaction avec des atomes ou molé-

cules différents, comme c'est généralement le cas dans les processus biologiques et biochimiques d'assimilation, synthèse, transport et digestion. En nous permettant d'étudier et de démêler les fonctions complexes et dynamiques des systèmes biologiques, la technique des traceurs a ouvert la voie à un développement scientifique comparable à celui qu'a amené la découverte du microscope au 17<sup>e</sup> siècle. Alors que le microscope permet de déterminer la composition structurale des cellules individuelles et l'arrangement de ces cellules entre elles, les traceurs nous donnent le moyen d'observer les réactions chimiques des atomes et molécules à l'intérieur des cellules vivantes.

### Effets de la radiation sur les êtres vivants

Les effets de la radiation sur les êtres vivants semblent liés aux cellules individuelles. Celles-ci peuvent être tuées ou tout simplement altérées en tout ou en partie. Les cellules des organes génitaux ou de reproduction sont parmi les plus vulnérables, et le fait pour un être vivant d'être exposé à la radiation peut amener la stérilité complète. Parmi les altérations les plus intéressantes mentionnons celles qui ont trait à la génétique. En effet, la radiation entraîne généralement des changements dans les gènes et peut même faire disparaître complètement des parties de chromosome. Il y a aussi les altérations somatiques, c'est-à-dire celles qui s'exercent sur des tissus comme la peau, le sang et les os. A titre d'exemple, rappelons les nombreux cas de leucémie chez les survivants de Nagasaki et Hiroshima. On rencontre aussi très fréquemment une arthrite très prononcée de l'épine dorsale chez les gens qui, pour une cause ou une autre, ont été soumis à des traitements aux rayons X répétés et prolongés.

La radiation peut provenir de l'extérieur ou de l'intérieur des êtres vivants. Dans le cas de radiation extérieure, ce sont sans contredit les rayons gamma qui sont les plus néfastes, parce que les particules alpha ne pénètrent pas la peau et les particules bêta ne peuvent pénétrer tout au plus qu'un demi-pouce de tissu végétal ou animal. Par contre, les rayons gamma sont très pénétrants et peuvent traverser complètement un animal de grande taille.

Il en va autrement dans le cas de radiation intérieure, c'est-à-dire celle provenant d'isotopes radioactifs qui ont été ingérés sous forme de breuvage ou nourriture. Dans ce cas, même les particules et rayons ionisants les moins pénétrants vont affecter tous les tissus qui les entourent. L'exemple le plus frappant de cette radiation intérieure, et dont l'on fait grand état dans le public depuis quelques années, est l'accumulation de strontium 90 dans les os. Le strontium 90, qui est un produit des retombées radioactives, n'émet pas de rayons gamma, mais bien plutôt des particules bêta. C'est ce qui fait que cet atome radioactif ne devient réellement funeste que quand il a été ingéré par l'intermédiaire de la nourriture. Vu que les os ont une grande affinité pour le strontium tout comme pour son frère le calcium, les animaux et les humains accumulent cet élément plutôt que de l'éliminer. La demi-vie du strontium 90 étant très longue (environ 30 ans), il s'ensuit que la quantité de radiation émise par cet isotope à l'intérieur des cellules vivantes est très considérable.

Pour terminer cette discussion sur les effets de la radiation, il semble opportun de clarifier une conception fautive qui semble ancrée dans l'esprit de beaucoup de gens, à savoir qu'un être vivant qui est soumis à la radiation devient lui-même radioactif. Ceci est absolument faux. Pour qu'un ob-

jet ou être vivant devienne radioactif, il faut qu'il soit contaminé, c'est-à-dire porteur d'une quantité quelconque d'une substance radioactive. D'où vient l'importance d'éviter la contamination pour les usagers d'isotopes. Cependant, pour qui observe les règlements établis par les diverses Commissions d'Energie atomique, il n'est pas plus dangereux de travailler dans un laboratoire de radioactivité que de circuler en automobile sur nos routes.

### Amélioration des plantes

L'un des sujets les plus palpitants de la recherche agricole actuelle est la production de

mutations (variations soudaines dans les caractères héréditaires d'une espèce vivante) chez les plantes par l'usage de la radiation. Sans doute, il se produit des mutations naturelles et spontanées chez les êtres vivants, mais celles-ci sont extrêmement rares. Cependant, avec la radiation on peut produire des mutations en quantité considérable. Ainsi, Stadler de l'Université du Missouri a obtenu 53 mutations en semant 2 800 grains d'avoine qu'il avait préalablement soumis à des rayons X. Dans une série analogue de grains non traités, aucune mutation n'est apparue.

Ici un scientifique introduit du phosphore marqué (P 32) dans une solution hydroponique dans laquelle croissent des plants d'orge. (Hydroponique : culture des plantes sans terre végétale, en utilisant une solution aqueuse des sels minéraux qu'une plante extrait normalement du sol).



Dans le monde des humains et des animaux, les mutations produisent généralement ce qu'on appelle communément des monstres. C'est dire que la majorité des mutations obtenues par les améliorateurs de plantes ne sont pas utiles, mais il en survient à l'occasion quelques-unes qui constituent une amélioration importante sur les variétés ou espèces déjà existantes. La Suède est un des pays où il a été fait le plus de travail dans ce domaine. On y a, par exemple, provoqué une mutation qui donne à l'orge la même force de paille qu'au blé, de sorte qu'on peut maintenant fertiliser cette plante à volonté et y obtenir des rendements très considérables sans craindre la verse. On parle même de mutations de blé d'Inde qui pourraient mûrir en Alaska. Les possibilités pouvant découler de ces mutations ainsi provoquées par la radiation sont tellement considérables qu'un prix Nobel a été accordé en 1946 au professeur Herman Joseph Muller pour son travail de pionnier dans ce domaine.

#### Protection des récoltes et conservation des aliments

Pour pouvoir exercer un contrôle efficace sur les ennemis de l'agriculture, l'entomologiste a besoin de connaître les habitudes de vie des insectes. Pour ce faire, l'utilisation des isotopes radioactifs lui est d'un grand secours. Il n'a qu'à munir l'insecte en question, un ver fil de fer ou une sauterelle par exemple, d'une substance radioactive quelconque. La source de radiation la plus couramment utilisée jusqu'ici à cette fin est le cobalt 60. En suivant et en déterminant la radiation émise par cet insecte, le chercheur peut suivre ses mouvements et prévoir comment et quand il attaquera. Accrocher quelque chose de radioactif à un insecte ne se fait pas toujours sans difficulté. Il ne faut pas que la radiation le



Plant de pétunia qui porte normalement des fleurs pourpres et qui, après avoir été irradié, a maintenant une tige qui produit des fleurs blanches.

tue, et il y a aussi le fait que beaucoup d'insectes passent par une ou plusieurs mues au cours de leur cycle vital.

Nous trouvons aujourd'hui dans le commerce une foule de produits destinés à protéger les plantes et les animaux de la concurrence néfaste de certains insectes, fungi et mauvaises herbes. Si l'on pouvait connaître la réaction de ces produits à l'intérieur des êtres que l'on veut exterminer, on pourrait certainement les utiliser avec une plus grande efficacité; ceci ouvrirait de plus la porte à la mise au point de nouveaux produits encore plus efficaces que ceux déjà existants. Beaucoup d'insectes, dont la mouche de maison, sont devenus partiellement résistants au D. D.T. En utilisant du D.D.T. radioactif on a pu déterminer

quelle est la partie vulnérable de la molécule de D.D.T. Il appartient maintenant au chimiste de changer la composition de ce produit, en remplaçant sa partie faible par une autre que les insectes ne pourront transformer.

La radiation trouve son utilité dans la protection des aliments. Ainsi, on peut empêcher un tubercule de pomme de terre de germer ou un morceau de fromage de se gâter en les soumettant à la radiation. Les dommages dus au charançon du blé et à d'autres insectes dans les élévateurs à grain constituent une perte d'environ 5 p. 100 de la production annuelle de cette céréale. Avec la famine qui existe dans de nombreux pays du monde, il est devenu impérieux d'enrayer cette perte. Pour ce faire, on a essayé

depuis quelques années aux Etats-Unis la possibilité d'irradier le blé entreposé. Le problème est d'utiliser des doses de radiation assez fortes pour tuer les insectes, mais n'ayant aucun effet néfaste sur la conservation de la farine, la qualité et la saveur du pain. Il en est de même des viandes et des produits laitiers que l'irradiation permet de conserver beaucoup plus longtemps, mais dont la saveur est partiellement altérée. Des recherches sont en cours pour obvier à cette difficulté, et si on n'y arrive pas, il faudra que le consommateur s'habitue à consommer ces aliments avec des saveurs différentes de celles que nous connaissons aujourd'hui.

### Physiologie et biochimie

L'utilisation d'isotopes radioactifs (traceurs) dans l'étude de procédés biologiques complexes, tels que la photosynthèse, le mouvement des ions dans la plante, la digestion et l'assimilation des aliments par les animaux, a permis de vérifier, corriger et compléter de nombreuses théories. Dans le domaine des plantes, le carbone 14 est utilisé par toute une armée de physiologistes qui essaient de comprendre la photosynthèse, ce phénomène naturel dont dépend toute vie animale et humaine. On estime que la production de cette infinité de petites manufactures que représente chaque plante à chlorophylle sur la terre dépasse de plusieurs centaines de fois la production de toutes les industries du monde. La photosynthèse n'est-elle pas un phénomène assez important pour que l'homme essaie d'en découvrir les secrets? Dans les domaines de la nutrition et du métabolisme des animaux, plusieurs isotopes radioactifs, particulièrement le cobalt 60 ont servi à étudier la digestibilité des aliments et certaines des transformations connexes à l'assimilation et l'élimination.

### Sols et engrais chimiques

Parmi les 16 éléments essentiels à la croissance des plantes plusieurs représentent un ou des isotopes ayant une demi-vie assez longue pour pouvoir être utilisés dans des expériences de fertilisation. Cette liste comprend le phosphore, de beaucoup le plus utilisé, le calcium, le soufre, le fer, le manganèse et le zinc. De nombreuses études utilisant la technique des traceurs ont été poursuivies aux Etats-Unis et au Canada pour déterminer l'efficacité de différentes sources de phosphore pour les plantes, leur durée dans le sol, la localisation idéale des engrais chimiques par rapport au système racinaire et la valeur des applications en profondeur. La radiation est également utilisée avec grand avantage pour déterminer la densité et l'humidité du sol. Au chapitre de la recherche fondamentale, les spécialistes en sols se servent d'isotopes radioactifs pour essayer de comprendre les échanges ioniques qui se produisent à la surface des colloïdes, déterminer le cycle de la fixation de l'azote atmosphérique par les bactéries du sol, etc.

L'utilisation des isotopes radioactifs en agriculture est un sujet tout nouveau, tellement nouveau qu'environ 98 p. 100 de la littérature publiée sur le sujet l'a été depuis 1950. Nous sommes donc à l'aurore d'une époque où l'énergie nucléaire, si elle n'est pas utilisée pour détruire l'humanité, pourra transformer complètement l'agriculture. Il n'en tient qu'aux agronomes à se préparer pour que l'agriculture bénéficie pleinement de cette découverte.

### Les VOLCANS dangers et richesses

Sous la plume d'Haroun Tazieff, le vulcanologue français que son film « Les rendez-vous du diable » a rendu célèbre, et de M. J. C. Banwell, physicien néo-zélandais, les dangers que constituent les volcans pour l'humanité et les richesses qu'ils peuvent lui dispenser sont traités dans IMPACT, revue trimestrielle publiée par l'Unesco, (vol. XVII, 1967, no 2).

Dans un article intitulé « Le grand péril des volcans éteints », Haroun Tazieff évoque la menace que fait peser sur les millions d'habitants des immenses métropoles modernes le réveil brutal de volcans assoupis depuis des millénaires. Si la science a aujourd'hui les moyens de prévoir les éruptions et de permettre ainsi d'évacuer à temps les régions critiques, de telles prévisions ne sont possibles que si les volcans sont soumis à une surveillance permanente exercée par des spécialistes disposant d'instruments adéquats. Après avoir précisé que moins de dix volcans sur plusieurs milliers sont étudiés de la sorte, l'auteur expose les méthodes de surveillance et de prévision expérimentées ou utilisées et raconte comment les chercheurs de l'Observatoire d'Hawaii purent prédire le point et le moment exacts où se produirait l'éruption du Kilauea en décembre 1959 — janvier 1960.

C'est à l'énergie géothermique que M. Barnwell consacre son article, en soulignant qu'avec les sources chaudes et les fumerolles, l'homme dispose d'un potentiel d'énergie pratiquement illimité permettant de pallier un éventuel tarissement des réserves naturelles en pétrole ou en charbon. Il ajoute que l'écorce terrestre recèle une source pratiquement inépuisable d'énergie thermique susceptible d'être exploitée partout où l'on en a besoin et qui permettra de conserver les réserves mondiales de combustibles fossiles pour des applications comme les transports aériens et l'industrie pétrochimique, où ils sont pour le moment irremplaçables.

Le même auteur fait remarquer que la production énergétique et thermique à partir de cette source vient à peine de commencer. Dans son propre pays, où les premières installations hydrothermales datent de 1950, l'équivalent thermique en mazout des puits de Wairokei et de Kawerau dépasse déjà 1 600 000 tonnes par an. En Californie, on produit de l'électricité à partir de l'énergie géothermique depuis 1960. En Islande, l'eau chaude extraite par forages est utilisée notamment pour le chauffage domestique.

## *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.*

