

PER  
J-69

1



# le jeune scientifique

PUBLICATION DE L'ACFAS



VOLUME 6  
NUMÉRO 1  
OCTOBRE 1967



# 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

Jean-A. Baudot  
Léo Brassard  
Roger H. Martel  
Gaston Moisan  
Roland Prévost  
Marcel Sicotte

## 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  
G.-Oscar Villeneuve  
Jacques Vanier

Volume VI, no 1

octobre 1967

## SOMMAIRE

- 1 A nos lecteurs. Le progrès des sciences
- 2 Les nouvelles astronomies découvrent les « radiogalaxies »
- 8 Les champignons dans la vie de la forêt
- 11 Le progrès des sciences
- 12 La théorie de la gravitation, de Newton à Kepler
- 14 Exploration de l'Arctique
- 15 Opération « 20 000 yeux sous les mers »
- 17 Les « chambres stériles » de l'Institut Rega de Belgique
- 18 Formation normale et anormale des organes durant les stades de développement
- 22 Comment expliquer la « diapause » ou l'arrêt momentané dans le cycle vital de l'insecte ?

Photo-couverture : l'une des cabines du « télescope » français, en Méditerranée, qui conduit les touristes vers le monde enchanteur des paysages sous-marins. Un reportage, en page 15 de ce numéro, décrit cette invention qui aura sans doute des imitations dans d'autres pays. Photo Claude Leitz de l'Agence DALMAS, Paris.

## 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, 1967.  
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.

Imprimé aux ateliers de l'Imprimerie Nationale, Joliette.

Per  
J-69.  
3

## A nos lecteurs

Avec ce numéro d'octobre, votre revue commence une 6e année d'édition, celle d'octobre à mai de 1967-68. Nous nous joignons à l'équipe de l'administration et de la rédaction pour vous exprimer nos meilleures salutations et vous dire nos remerciements pour votre intérêt.

Les cinq premiers volumes de la revue sont maintenant parus. Nous considérons cette première série comme une étape importante, comme un premier essai de vulgarisation scientifique auprès du public d'expression française, surtout auprès des étudiants.

Il ne nous appartient pas, du moins objectivement, de juger tous les résultats de cette première expérience. A l'aide de collaborateurs venus de l'extérieur, nous nous proposons tout de même de réaliser prochainement un nouvel examen global de la revue et, si possible, d'apporter des améliorations sensibles à notre formule actuelle. Nous profitons de cette circonstance pour inviter tous nos lecteurs et lectrices à nous communiquer leurs remarques ou critiques en vue de faciliter cet examen.

Parmi les résultats positifs de cette première période de cinq ans, nous pouvons tout de même mentionner que *Le Jeune Scientifique* a pu rallier une fidèle clientèle de près de 8 000 abonnés et qu'il a permis à une équipe de scientifiques distingués de diffuser plus de 300 articles répartis en 40 brochures exclusivement consacrées aux sciences naturelles et exactes. Nous admettons que de nombreuses améliorations restent à apporter, que de nombreux champs de la science contemporaine n'ont pas encore été explorés, mais nous ouvrons ce 6e volume avec optimisme en comptant de nouveau sur l'appui de tous nos lecteurs et sur la réponse des professionnels de la science. Nous souhaitons que notre revue puisse établir un dialogue constant entre la population des scientifiques et celle de tous nos amis lecteurs.

Nos meilleures salutations et nos vœux d'une bonne année scolaire.

Léo BRASSARD, directeur.

## Le progrès des SCIENCES

### Un nouveau rayon-bistouri pour la chirurgie au laser

On a construit un nouveau « rayon-bistouri » qui permet aux chirurgiens de diriger le rayon laser avec autant de facilité que s'il s'agissait d'un scalpel. Un groupe d'ingénieurs et d'hommes de science des Laboratoires Bell (Bell Telephone Laboratories) ont réalisé cet appareil pour aider le corps médical à évaluer la chirurgie au laser.

Le nouvel appareil dirige le rayon à partir de la source du laser, à travers une tige articulée creuse, jusqu'à une petite sonde qui se tient comme un scalpel. La sonde est à peu près de la dimension d'un stylo, et le chirurgien peut facilement la déplacer dans toutes les directions. De plus, il est possible de la fixer à un microscope chirurgical pour les opérations plus délicates. Dans ce cas, le rayon est transmis à travers le microscope et le chirurgien en détermine la position. Jusqu'à maintenant, les appareils utilisés dans les expériences médicales ne permettaient pas une grande liberté de mouvement. Aujourd'hui, on se sert de miroirs sphériques facilement adaptables ou de systèmes optiques en fibre pour transmettre le rayon laser vers le patient.

Depuis quelque temps, le corps médical fait une évaluation de la chirurgie au laser. Au dire des experts, la raison pour laquelle la chirurgie au laser est digne d'intérêt, c'est que la lumière émise par quelques lasers, par exemple le laser ion-argon réalisé par les Laboratoires Bell, peut cautériser une plaie tout en coupant les tissus, empêchant ainsi le sang de s'écouler. C'est d'un intérêt capital lorsqu'il s'agit d'opérations à proximité des organes vitaux.

Autres notes d'actualité : pages 11 et 21.

*Les immenses agglomérations d'étoiles  
que constituent les galaxies,  
sont souvent émettrices d'ondes radioélectriques  
dont l'intensité atteint dans certains cas  
des puissances défiant tous les processus physiques connus.*

## Les nouvelles astronomies découvrent les "radiogalaxies"

par Jean-René ROY

### Les nouvelles astronomies

En quelque endroit du cosmos que nous nous trouvions, nous baignons dans un univers de radiations électromagnétiques. Ces radiations vont des rayons gamma de hautes énergies aux ondes radio de très basse fréquence. Durant la dernière décennie, les astronomes sont partis à l'assaut de tout le spectre électromagnétique. On s'est mis en tête qu'il fallait regarder l'univers par le plus de fenêtres possibles et non pas se contenter comme avant les années trente du hublot limité que constitue le mince domaine optique; la longueur d'onde de la lumière visible va de 3 000 à 10 000 angstroms (1 angstrom:  $10^{-8}$  cm), tandis que la fenêtre radioélectrique s'étend de 1 cm à 15 mètres de longueur d'onde. On signifie par « fenêtre » la partie du spectre qui nous parvient du cosmos malgré les obstacles naturels comme l'atmosphère.

Cependant, avant la naissance de la radioastronomie en 1932, nous n'en étions toujours restreints au même hublot d'observation que les astronomes babyloniens d'il y a 4 millénaires. En 1932, Karl Jansky oeuvrant sur un projet de recherche pour les laboratoires de la Compagnie Téléphone Bell détectait pour la première fois un rayonnement radioélectrique d'origine galactique. Naissait alors la première de ces nouvelles astronomies: la radioastronomie qui devenait la branche la plus dynamique de l'astrophysique du XXe siècle. Allaient bientôt succéder l'astronomie infra-rouge et ultra-violette, la neutrino-astronomie, la X-astronomie et la gamma-astronomie; ces deux dernières étant les produits directs de l'ère spatiale.

### A l'écoute du cosmos

Notre étude s'attachera au rayonnement radioélectrique et nous en explorerons un domaine qui subit actuellement une évolution fracassante, celui des *super-radiosources* qui sont des galaxies émettant une énergie radioélectrique dépassant tout ce que peuvent fournir les processus nucléaires les plus efficaces. Quelques-unes de ces galaxies comme Cygnus A, situées à plusieurs centaines de millions d'années-lumière, émettent même un rayonnement supérieur à celui du Soleil en période calme; or notre étoile n'est pourtant qu'à 8 *minutes-lumière* de nous!

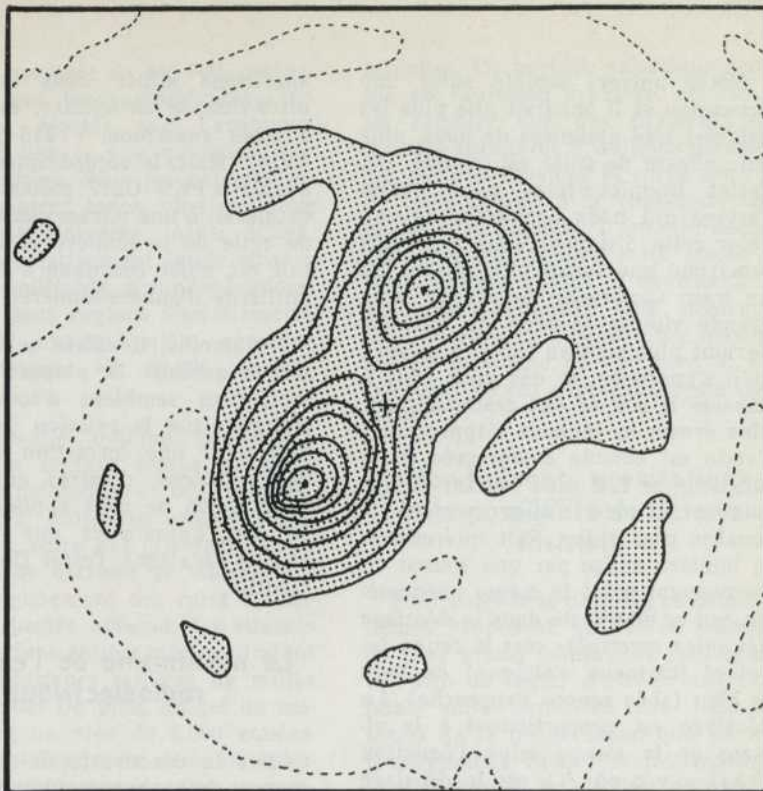
---

L'auteur, Jean-René Roy, B. Péd., Montréal, est étudiant en physique spécialisée à la Faculté des sciences, Université de Montréal; dessins de Claude Forest, Joliette, d'après les esquisses de l'auteur; photographies: p. 3, Mount Wilson and Palomar Observatories, E.-U.; p. 6, California Institute of Technology, E.-U.

En 1949, des ondes radioélectriques étaient captées en provenance d'une galaxie extérieure à la nôtre, mais depuis, le nombre de stations émettrices extragalactiques est passé à près de 10 000. Toutefois, seules les plus intenses, émettant un rayonnement radio jusqu'à un million de fois plus puissant que celui de notre propre galaxie ont été étudiées à fond. On connaît une cinquantaine de ces super-radiosources. Enfin, il y a les fameux et mystérieux *objets quasi-stellaires* (*quasars*) autour desquels une controverse acharnée fait rage depuis 6 ans, à savoir s'ils sont situés relativement près de nous ou à des distances cosmologiques (dépassant le milliard d'années-lumière).

Notre connaissance sur la structure et le comportement des radiogalaxies provient des informations accumulées par l'astronomie optique et la radioastronomie recueillant des données dans une large part du spectre électromagnétique de ces sources. Le radioastronome peut mesurer l'intensité d'une source, sa forme, la présence de polarisation et d'un champ magnétique; l'observateur tire normalement ces conclusions de la fréquence du rayonnement capté. Mais, il demeure incapable de déterminer la *distance* de cette source, donnée fondamentale de toute analyse poussée. Or, l'astronome observant la partie optique peut fournir cette donnée indispensable permettant d'évaluer les dimensions et la *puissance* totale rayonnée par la source. Cette information provient de l'analyse d'un phénomène physique élémentaire appelé *effet Doppler-Fizeau*.

L'étrange galaxie, NGG 5128 (Centaur A) distante de 12 millions d'années-lumière, est une radiosource très puissante. Sa forme elliptique est traversée par une bande noire d'absorption, signe d'une forte concentration de poussières cosmiques, phénomène normalement absent chez les galaxies elliptiques. L'analyse du pourtour radioélectrique de cette radiogalaxie laisse supposer la succession d'explosions répétées. Il y a quelques années, on citait ce cas comme possibilité de galaxies en collision.



Cette carte « radioélectrique » montre la distribution des courbes d'intensité radio égales de la radiosource 3C47. La croix indique la position de l'objet optique associé, qui est en fait un quasar. L'émission radio provient principalement de deux zones séparées par 700 000 années-lumière. Les contours radioélectriques des quasars sont semblables à ceux de plusieurs radiogalaxies suggérant ainsi une parenté possible entre les deux phénomènes.



Notre univers semble subir une *expansion* et il apparaît que plus les galaxies sont éloignées de nous, plus leur vitesse de fuite est grande. Or, l'effet Doppler-Fizeau nous donne l'astuce qui nous permettra de calculer cette distance. Vous avez tous remarqué que lorsqu'une voiture ou un train s'approche de vous à assez grande vitesse, le bruit du véhicule devient plus aigu au fur et à mesure qu'il s'approche, et dès qu'il vous a dépassé le son se fait graduellement plus grave; le véhicule s'approchant, l'onde est comme compressée et sa longueur se fait plus courte; en s'éloignant, l'onde s'étire rendant la tonalité plus grave. Fait intéressant, la lumière émise par une source en mouvement subit le même phénomène, qui se manifeste dans le *décalage des raies spectrales* vers le rouge (si l'objet lumineux s'éloigne) ou vers le bleu (si la source s'approche). Le décalage est proportionnel à la vitesse de la source selon l'équation  $\Delta\lambda/\lambda = v/c$ , où  $\Delta\lambda$  est le décalage de la longueur d'onde par rapport à sa valeur normale,  $v$  la vitesse de la source et  $c$  la vitesse de la lumière.

Ce sont Edwin P. Hubble et Milton L. Humason, célèbres astronomes américains, qui en 1929, travaillant avec le grand télescope de 100 pouces du Mont Wilson, établissaient une relation célèbre entre le décalage des raies spectrales vers le rouge, la vitesse de récession des galaxies et leur *distance* du système solaire. Leur loi affirme que tout objet céleste accroît sa vitesse de fuite de 100 kilomètres/seconde à tous les millions de parsecs (1 parsec équivaut à 3.2 années-lumière); cette valeur de 100 km/sec/mégaparsecs a été nommée *constante de Hubble*. Ainsi, le décalage des raies permet-tait-il de calculer simultanément la vitesse de fuite et la distance des galaxies.

A l'heure actuelle, les astronomes observent des décalages allant de quelques % jusqu'à plus de 200%. Le quasar 3C273 met en évidence un décalage de 16%, correspondant à une vitesse de fuite de 47 000 kilomètres par seconde. On connaît d'ailleurs le spécimen éberluant 3C9 qui nous fuirait à 240 000 km/sec, vitesse qui représente environ 80% de la vitesse de la lumière; la raie d'hydrogène Lyman-alpha qui a une longueur d'onde normale de 1216

angstroms située dans la portion ultra-violet du spectre, est décalée à 3 648 angstroms (1216 plus  $2 \times 1216$ ). Mais, le record appartient au quasar « PKS O237 moins 23 » qui détalerait à une vitesse égale à 82.4% de celle de la lumière et qui situerait cet objet cosmique à environ 8 milliards d'années-lumière!

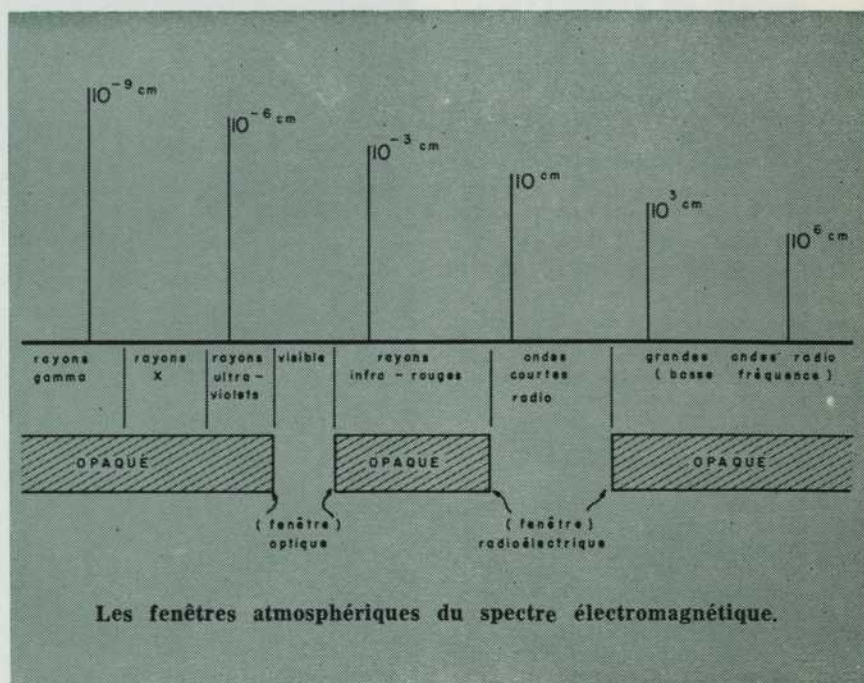
Néanmoins, il existe beaucoup de litiges quoique la plupart des cosmologistes semblent d'accord pour affirmer que la relation de Hubble doit subir une correction aux grandes distances; d'autres enfin affirment qu'on ne peut appliquer cette loi aux quasars et que pour les grands décalages, l'effet Doppler est modifié.

### Le mécanisme de l'émission radioélectrique

Mais la découverte de puissantes sources de rayonnement radioélectrique provenant des confins de l'univers n'alla pas sans soulever une foule de questions: quel est le processus responsable de l'émission radio dont l'énergie atteint parfois des proportions titanesques? Pourquoi telle galaxie devient-elle une super-radiosource alors qu'une autre évolue lentement vers une vieillesse calme et discrète? Que font les satanés

de quasars dans tout cela? Le problème épineux des super-radiosources et des objets quasi-stellaires aura sans doute caractérisé le développement de l'astrophysique des années 60.

Essayons tout d'abord de voir un peu plus clair dans le mécanisme d'émission des radiogalaxies en explorant leur spectre. Première observation: sauf quelques exceptions, le spectre radio est un spectre continu (sans raies d'émission ou d'absorption) qui serait dû au processus de *radiation synchrotron* dont nous avons parlé dans un article antérieur (cf. « Voyage aux confins de notre galaxie » avril 1967): des électrons accélérés à des vitesses sensiblement proches de celle de la lumière émettent un rayonnement synchrotron. Une caractéristique de ce dernier est qu'il est polarisé, et les observations ont confirmé que le rayonnement de longueur d'onde inférieur à 20 cm est effectivement polarisé. De plus, contrairement à ce qui est observé dans le rayonnement *thermique* émis par tout corps dont la température est supérieure à zéro degré absolu, 0°K, la radiation synchrotron accroît son intensité avec la longueur d'onde dans le domaine centimétrique et décimétrique: il devrait cependant survenir une coupure dans cette augmentation aux longueurs d'onde plus considérables. Etant donné que le



processus de rayonnement synchrotron est assez bien connu par son existence dans nos grands accélérateurs de particules, il nous reste à en exploiter les données; on peut alors trouver l'énergie minimale présente dans nos radiogalaxies pour fournir le champ magnétique et les particules nécessaires à l'apparition du rayonnement synchrotron.

L'énergie totale déployée par certaines radiogalaxies dépend généralement des hypothèses de base choisies par les chercheurs; mais tous les chiffres trouvés correspondent à une puissance littéralement phénoménale en regard de laquelle l'énergie thermonucléaire qui nous éblouit tant, n'a que le rang de « fusil à pétard ». On arrive au chiffre stupéfiant de  $10^{61}$  ergs, équivalant à l'énergie libérée par la complète annihilation de la masse de 5 000 000 de soleils selon la formule d'Einstein,  $E = mc^2$ , ou l'explosion de plus de  $2 \times 10^{36}$  bombes thermonucléaire de 100 mégatonnes; ces chiffres demeurent pratiquement inimaginables. Or, cette évaluation de  $10^{61}$  ergs est des plus conservatrices, si on considère que des théoriciens plus audacieux ont avancé des énergies 10 à 100 fois supérieures. Nous sommes donc en face d'un cataclysme de grandeur insurpassée où toute une galaxie semble se transformer en une véritable bombe. Si notre propre galaxie qui compte 200 milliards d'étoiles s'annihilait entièrement, l'énergie émise serait de  $4 \times 10^{65}$  ergs, chiffre qui n'est que de deux ordres de grandeur supérieur aux avancées de ci-haut.

### Imbroglia d'hypothèses

Il y a quelques années, on fit appel aux collisions entre deux ou plusieurs galaxies pour expliquer ce phénomène; vu la rareté et l'inefficacité d'un tel accident cosmique, il fallut abandonner cette hypothèse. Quoique on ne comprenne pas grand-chose au processus en question, il semble qu'on ait affaire à une brutale explosion dans le noyau de ces mystérieuses galaxies; cette conclusion est d'ailleurs corroborée par le fait que dans 75% des radiogalaxies, les zones émettrices sont situées de part et d'autre de la galaxie. Ceci semble paradoxal au premier abord, mais en réfléchissant on constate que ces deux régions d'émission sépa-

rées par exemple de 300 000 années-lumière sont les agglomérations de matériaux éjectés par l'explosion ayant eu lieu il y a quelques millions d'années. Plus les galaxies en cause semblent âgées, plus ces deux zones sont éloignées. Ainsi 3C295, spécimen relativement jeune situé à 5 ou 6 milliards d'années-lumière, présente deux régions d'un diamètre de 23 000 années-lumière séparées d'une distance de 50 000 années-lumière.

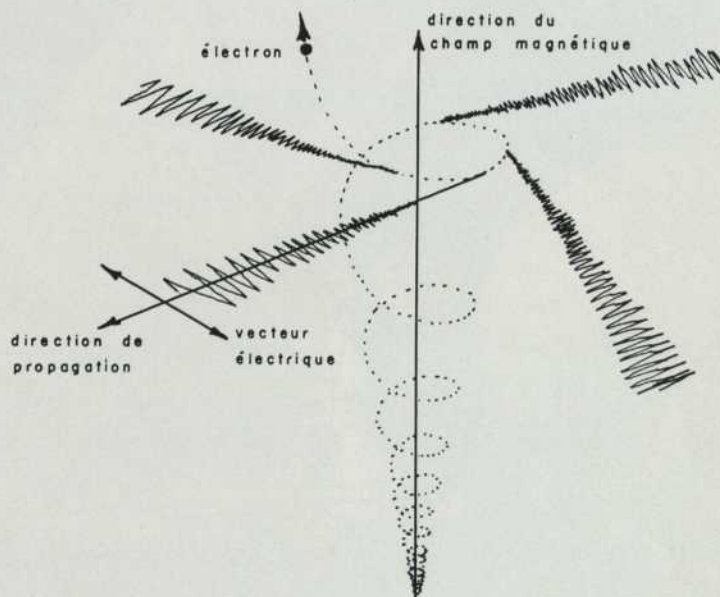
L'astronomie optique connaissait depuis un certain temps quelques cas « pathologiques » de galaxies. Ainsi M87, puissante source radio-électrique, offre des critères d'agitation interne extrême se manifestant par l'élargissement des raies d'émission du spectre optique; les vitesses des gaz et des étoiles internes iraient jusqu'à plusieurs milliers de milles par seconde. De plus, un jet de matière long de près de 5 000 années-lumière jaillissant du cœur de la galaxie ne semble pas étranger au comportement bizarre de M87. Un autre cas, M82, à l'aspect plutôt échevelé, attire l'attention en regard des belles et régulières structures spiralées ha-

bituelles. Ce beatnik galactique semble en explosion évidente, car on a pu calculer que des filaments de matière totalisant 5 millions de masses solaires fuyaient le corps central de cette galaxie à la vitesse de 650 milles à la seconde. L'énergie nécessaire pour catapulter cette masse à cette vitesse s'élève à environ  $2 \times 10^{55}$  ergs. Toutefois, M82, demeure une radiosource d'importance moyenne. Le problème du comment et du pourquoi de ces explosions reste non résolu.

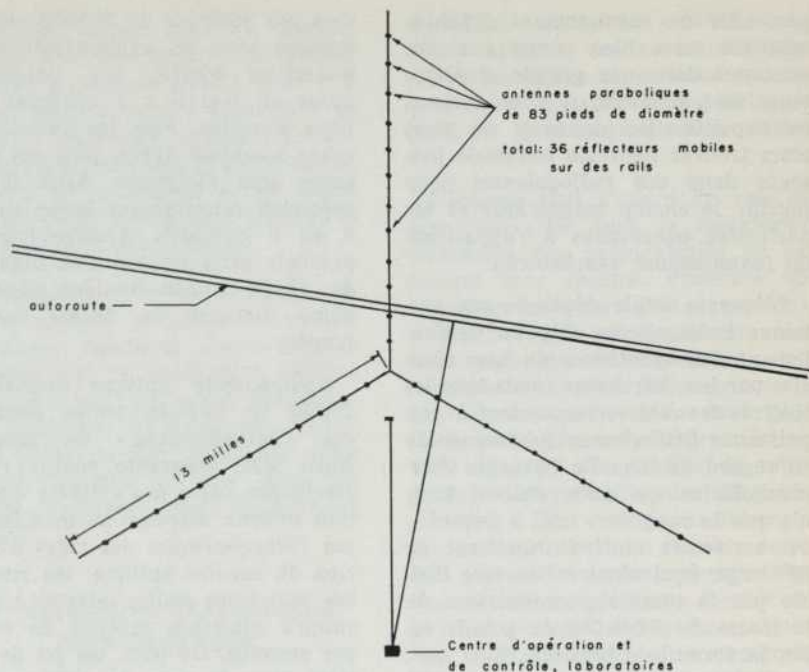
### L'effondrement gravitationnel et la possibilité de devenir invisible

Pour relever le défi, les radioastronomes proposent un relevé détaillé du plus grand nombre de radiosources afin de tenter d'établir une certaine suite évolutive des radiogalaxies de la même façon que les astrophysiciens Russel et Hertzsprung l'ont fait pour les étoiles ordinaires. Il s'agira aussi d'améliorer les méthodes d'observation en utilisant l'occultation des radiosources par la Lune pour mieux en déterminer les di-

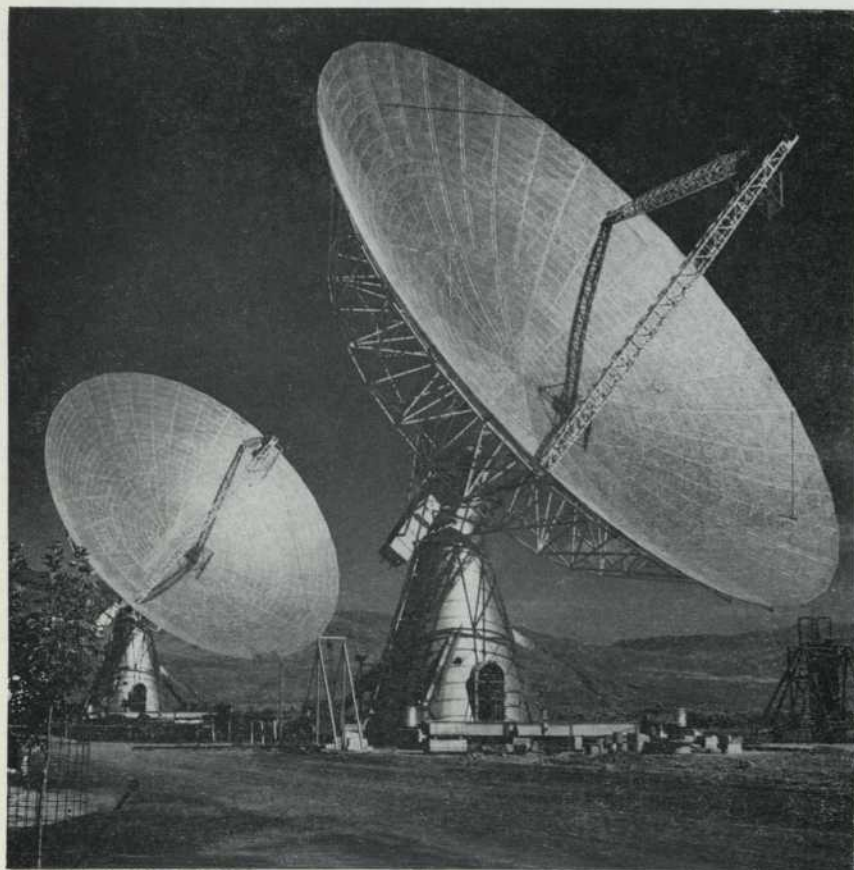
Ce schéma décrit le processus de radiation synchrotron. Le rayonnement est produit par la giration rapide dans un champ magnétique de particules animées de grandes vitesses. Le rayonnement alors émis est fortement polarisé, le vecteur électrique de l'onde oscillant perpendiculairement aux lignes du champ magnétique et à la direction de la particule. La longueur d'onde du rayonnement synchrotron dépend de la vitesse de la particule et de l'intensité du champ magnétique.



mensions. On encourage la mise en service d'interféromètres géants composés de deux ou plusieurs radiotélescopes de dimensions respectables. Ainsi, l'Observatoire national de radioastronomie américain proposait il y a quelques mois la construction d'un immense interféromètre composé de 36 réflecteurs paraboliques de 83 pieds de diamètre, connectés à un même récepteur et disposés sur un réseau de rails en forme de « Y »; chacun des bras de ce « Y » mesurerait 13 milles de longueur. Cet appareil complexe dont le coût de construction s'élèverait à \$36 000 000 aurait le même pouvoir de résolution (i.e. la possibilité de distinguer des objets de plus en plus petits) qu'un radiotélescope de plus de 23 milles de diamètre !



En haut, schéma montrant le radiotélescope géant proposé par l'Observatoire national de radioastronomie des Etats-Unis. Le procédé d'interféromètre utilisé accroît le pouvoir de résolution de façon considérable. Cet interféromètre permettra d'observer les radiosources, les radiogalaxies et les quasars avec une précision inégalée et d'y détecter des détails de la plus haute importance. L'instrument serait construit dans une des plaines désertiques du sud-ouest américain à l'abri des ondes parasites.



A gauche, le tandem de radiotélescopes de 90 pieds de diamètre, situé en Californie et appartenant à l'institut de Technologie du même état. Ces deux télescopes mobiles en se déplaçant constituent un interféromètre de haute précision conférant à l'appareil un meilleur pouvoir de résolution que si les instruments étaient opérés indépendamment.

L'usage de satellites sur orbite sera intensifié afin d'élargir la portion du spectre radioélectrique qui ne peut nous parvenir en raison de l'obstruction ionosphérique; tous les travaux sur orbite effectués en dehors de l'atmosphère et de l'ionosphère seraient aptes à élargir la fenêtre radioélectrique et à faciliter les conditions d'observation. L'importante série des satellites géophysiques observatoires (OGO) doit mener une série d'expériences radioastronomiques, particulièrement dans le domaine des ondes de basse fréquence. La ligne de travail des chercheurs est d'essayer de relier entre elles les super-radiosources et d'y intégrer si possible les quasars. Si une théorie de l'évolution des radiogalaxies paraît assez facile à élaborer, les astrophysiciens demeurent passablement dépourvus quant à expliquer leur origine, et la source de leurs énergies gargantuesques; car les processus thermonucléaires et même l'annihilation de la matière ne peuvent rendre compte de l'énergie infernale libérée au sein de ces galaxies. Un mécanisme susceptible de faire l'affaire a été suggéré par Fred Hoyle de l'Université de Cambridge et W. A. Fowler de l'Institut de Technologie de Californie.

Il s'agit de l'effondrement gravitationnel. Ce phénomène proposé par Einstein en 1916, comme inhérent à sa théorie de la relativité généralisée prédit que toute masse dispensée qui se condense libère une partie de son énergie potentielle gravitationnelle; cette libération peut s'avérer très efficace, variant selon le carré des masses en jeu et l'inverse du rayon final. A l'extrême, la relativité prévoit la disparition d'un objet devenu hyper-massif, dans son propre champ gravitationnel; l'objet referme l'univers autour de lui et il devient tout simplement invisible! L'astronome allemand Karl Schwarzschild a élaboré le processus et même calculé le rayon que doit atteindre la galaxie pour littéralement disparaître de notre univers. La courbure locale de l'espace qui dépend de la masse présente dans le voisinage immédiat peut dans certaines conditions se refermer sur elle-même, (un peu comme une bille de plomb chaud s'enfoncé dans un morceau de beurre mou), à condition que la densité de la matière y soit extrêmement élevée,

— plusieurs millions de tonnes par  $\text{cm}^3$ ! Le rayon de disparition est égal à  $2 GM/c^2$ , ou G est la constante de gravitation, M la masse totale et c la vitesse de la lumière. Le rayon de disparition de notre Soleil recroquevillé à l'extrême serait d'environ 2 kilomètres et un dé à coudre rempli de la matière soumise à une telle densité, ne pèserait pas moins de 20 milliards de tonnes.

Mais la clef de notre investigation est que dans cette évolution, l'énergie libérée atteint la valeur prodigieuse de  $\frac{1}{2} Mc^2$ ; or, on estime ce processus 100 fois plus efficace que n'importe quelle réaction thermonucléaire où l'efficacité dépasse rarement 1%. Selon notre théorie, l'effondrement gravitationnel de cent millions de masses solaires (Soleil:  $2.0 \times 10^{33}$  grammes) suffirait à cracher  $10^{52}$  ergs, chiffre qui apparaît du même ordre de grandeur que bien des énergies trouvées chez les radiogalaxies. Malheureusement, aucun phénomène d'effondrement gravitationnel de cette sorte n'est présentement connu dans la réalité. Le problème des radiosources demeure donc l'un des plus complexes et des plus fascinants offerts à la physique de la seconde moitié du XXe siècle.

### Aux frontières de l'espace et du temps

Les radiogalaxies de forte puissance présentent un outil précieux dans notre exploration de l'univers susceptible de nous dévoiler quelques secrets sur l'évolution de notre cosmos. En effet, ces puissants émetteurs constituent des points de repère nous permettant de baliser l'univers à plusieurs milliards d'années-lumière et de plonger dans le passé cosmique d'il y a 10 milliards d'années au moment où la Terre et le Soleil n'étaient qu'un ruban d'hydrogène éparpillé dans notre galaxie.

Bien des évidences semblent infirmer que l'univers est en expansion depuis l'explosion d'un noyau primitif, il y a une dizaine de milliards d'années. Or, ce moment critique sera bientôt, ou l'est déjà, accessible à nos radioastronomes. L'existence d'une explosion lointaine dans le temps a d'ailleurs été confirmée récemment par des chercheurs de l'Université Princeton aux Etats-Unis.

En effet, le professeur R. Dicke prédit que le rayonnement émis lors de cette naissance de notre univers apparaîtrait sous la forme d'une radiation très faible. L'intensité exacte serait reliée au rapport de l'hydrogène à l'hélium dans notre univers, rapport malheureusement connu avec très peu de précision. En fait, le groupe de Princeton a détecté une onde très faible à 7.3 cm de longueur d'onde, observation confirmée ultérieurement par une équipe britannique de Cambridge. Plusieurs recherches parallèles ont confirmé que cette radiation aurait un caractère explosif! Donc, nous serions tout simplement en train d'observer la naissance de notre propre univers à une distance d'une dizaine de milliards d'années-lumière. Voir naître ses propres parents, voilà une opportunité peu commune!

### Bibliographie

1. BURBIDGE, Geoffrey, HOYLE, Fred. The Problem of the Quasi-Stellar Objects, *Scientific American*, déc. 66, pages 40-52.
2. COUTREZ, R. *Radioastronomie*, Bruxelles, Rob. Louis, 1959.
3. GREEN, Louis C. Dallas Conference on Super Radio Sources, *Sky and Telescope*, fév. 1964, pages 80-84.
4. HOYLE, Fred. Galaxies, noyaux et quasars, Paris, Buchet-Chastel, 1966.
5. NADEAU, Alphée. Les « quasars » et les satellites observatoires OAO, *Le Jeune Scientifique*, janv. 1966, pages 80-83.
6. PAGE, Thornton. *Etoiles et galaxies*, Marabout Université (No 110), 1966.
7. RYLE, Martin et SHAKESHAFT, John. Radio Galaxies, *Science Journal*, oct. 1966, pages 56-61.
8. SANDAGE, Allan. Exploding Galaxies, *Scientific American*, nov. 1964, pages 38-47.
9. SINGH, Jagjit. *Great Ideas and Theories of Modern Cosmology*, Dover Publications, Inc., New-York, 1961.
10. SMITH, F.G. *Radio Astronomy*, Penguin Books, Londres, 1960.

Dans la forêt, les champignons sont très nombreux et présentent une grande variété de formes. Une étroite dépendance s'établit entre les arbres et les champignons.

## Les champignons dans la vie de la forêt

par J.-André FORTIN

Le mot champignon évoque dans notre esprit cette plante familière en forme de parapluie avec son pied et son chapeau.

On ignore le plus souvent que cette structure charnue, le *sporophore*, (ou « porteur de spores »), ne représente qu'une partie de la plante, celle qui sert à reproduire le champignon. Qu'on creuse le sol à la base du pied, ou qu'on écarte les feuilles mortes et avec un peu de patience on y découvrira un réseau de filaments, les *hyphes*, dont l'ensemble forme le *mycélium*. Totalement différent des racines des plantes à fleurs, ce mycélium explore l'humus dans toutes les directions et il en tire l'eau, les sels minéraux et les nourritures organiques dont le champignon a besoin. Les plantes à fleurs de leur côté, ne tirent du sol par leurs racines que de l'eau et des sels minéraux; elles fabriquent elles-mêmes leurs nourritures organiques à partir du processus qu'on appelle la photosynthèse.

Il arrive souvent que le mycélium d'un champignon végété

pendant plusieurs années dans le sol avant de produire un ou plusieurs sporophores. Quand les conditions sont favorables (surtout à la fin de l'été), il se forme sur le mycélium, des petites masses arrondies qu'on appelle primordia et qui s'agrandissent par la suite pour prendre la forme d'un oeuf. Plus tard, l'oeuf fait saillie en surface du sol et s'entrouvre pour laisser sortir le sporophore qu'il contenait (Fig. 1).

Rendu à maturité on peut observer des lames rayonnantes sous le chapeau. Chacune de ces lames porte des milliers de *spores* capables de reproduire le champignon. Elles sont microscopiques et leur diamètre est d'environ 20 fois plus petit que celui d'un cheveu; c'est dire qu'elles sont très légères. Emportées par le vent, elles peuvent voyager pendant plusieurs jours avant de tomber au sol pour donner naissance à un nouveau mycélium qui continuera le cycle. Ainsi, la spore du champignon joue un rôle analogue à celui des graines des plantes à fleurs.

Les champignons de la forêt présentent souvent des formes et des comportements bien différents de ceux qu'on a décrits ici. On pourrait s'arrêter à considérer les formes et à reconnaître les espèces; nous examinerons plutôt leur comportement, leurs activités.

Quels sont les rôles que jouent les champignons dans la vie de la forêt?

Les activités des champignons peuvent être groupées en trois catégories :

- 1—Les champignons parasites
  - a) parasites obligatoires
  - b) parasites facultatifs
- 2—Les champignons saprophytes
- 3—Les champignons symbiotiques.

### Les champignons parasites

Les champignons parasites vivent aux dépens de plantes vivantes. Dans ce cas le mycélium n'est pas dans le sol mais plutôt à l'intérieur des tissus de la plante, par exemple, dans le tronc d'un arbre. Par ce mycélium le champignon tire de l'arbre, l'eau, les sels minéraux et les nourritures organiques dont il a besoin. Ceci n'est pas sans nuire à la vie de l'arbre.

---

L'auteur, J.-André Fortin, Ph. D., est professeur auxiliaire de botanique, Faculté de Foresterie et de Géodésie, Université Laval, Québec; dessins de Claude Forest, Joliette, d'après les esquisses de l'auteur.

Certains parasites ne peuvent pas obtenir leurs nourritures organiques autrement qu'en les puisant dans une plante vivante; ce sont les parasites obligatoires.

D'autres parasites peuvent s'accommoder de deux conditions. Ils sont capables de pousser sur une plante vivante aussi bien qu'à partir de matière organique morte, par exemple feuilles et branches mortes; ce sont les parasites facultatifs.

### Les champignons saprophytes

Les champignons saprophytes regroupent ceux qui ne vivent que de matière organique morte. Aussitôt que des feuilles ou des branches tombent sur le sol, elles sont rapidement envahies par des myriades de champignons, le plus souvent microscopiques. Assistés par des insectes et des bactéries, les champignons saprophytes décomposent la matière organique dont les arbres ne peuvent pas se nourrir. Cette matière organique emprisonne cependant des sels minéraux nécessaires à l'arbre.

L'activité des saprophytes sera donc bénéfique à l'arbre en assurant, du moins partiellement, son approvisionnement en sels minéraux.

### Les champignons symbiotiques

Les champignons symbiotiques forment une catégorie bien à part, qui ont à la fois les propriétés des parasites et des saprophytes. Avec les arbres de la forêt, ces champignons forment une association très étroite au niveau des racines qu'on appelle mycorhize, (du grec MYCOS = champignon; et du latin RHIZA = racine). Il s'agit là d'un organe complexe formé à la fois par les petites racines d'un arbre et le mycélium d'un champignon (Fig. 2).

Dans ce cas, le mycélium du champignon pousse à la fois dans les tissus de la racine où il obtient ses nourritures organiques à la façon d'un parasite et à la fois dans l'humus dont il tire des sels minéraux à la façon des saprophytes. Cependant il transmet ces sels minéraux directement à l'arbre. La mycorhize est donc un organe d'échanges mutuels dont les deux organismes associés tirent profit. Il s'agit d'une symbiose (du grec SYN = avec et BIOS = vie), d'une vie en commun.

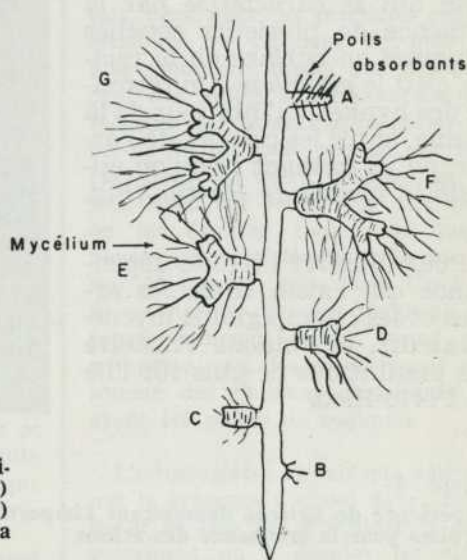


Figure 2

Racine montrant (A) une racine non mycorhizée et (B-G) des racines mycorhizées, (B) étant la plus jeune et (G) la plus âgée.

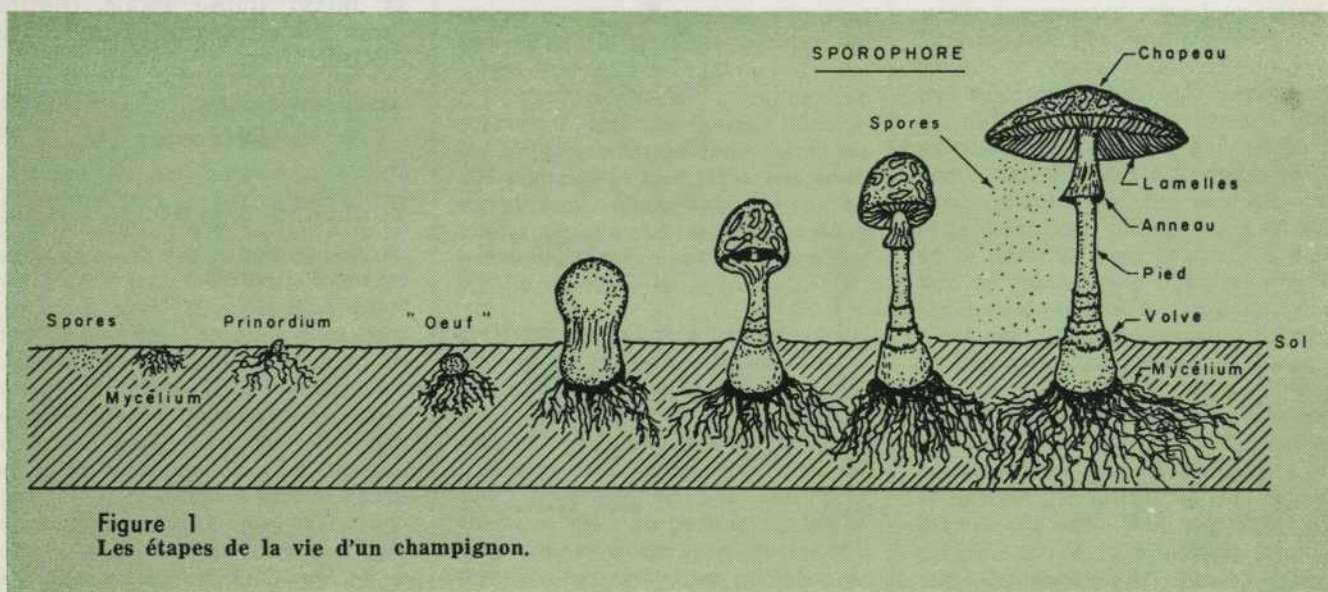


Figure 1  
Les étapes de la vie d'un champignon.

A l'occasion, déterrez soigneusement une racine de pin et observez attentivement à l'aide d'une loupe. Vous constaterez que les racines les plus petites prennent la forme d'un corail dont les branches se ramifient *dichotomiquement*, c'est-à-dire en forme de Y superposés. Tout autour de ces racines les hyphes du champignon imprègnent l'humus.

Au laboratoire, les techniques microscopiques nous permettent de pousser plus loin l'observation de la mycorhize. Une coupe très mince (aussi mince que du papier de soie) nous révèle une structure particulière qui se caractérise par la présence de plusieurs couches d'hyphes en surface de la racine, c'est le *manchon*. On retrouve des hyphes à l'intérieur de la racine, entre les cellules de l'arbre, où ils forment ce qu'on appelle le *réseau de Hartig* (Fig. 3).

Pour illustrer l'étroite dépendance qui existe entre les arbres et les champignons mycorhizateurs, examinons l'histoire des plantations de pins sur l'île de Porto-Rico.

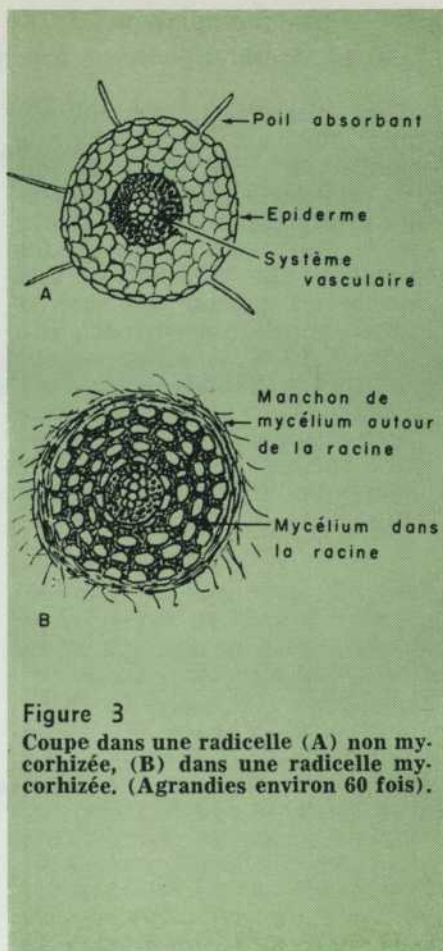
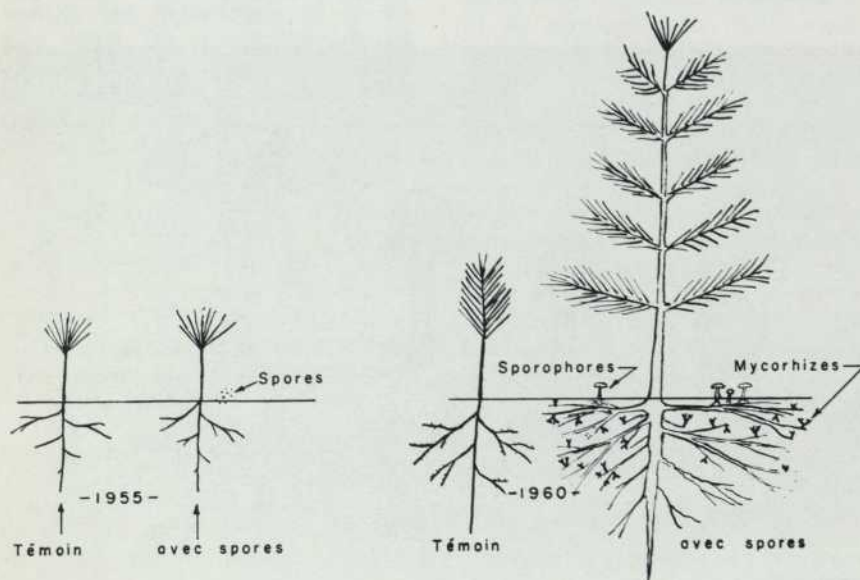


Figure 3  
Coupe dans une radicelle (A) non mycorhizée, (B) dans une radicelle mycorhizée. (Agrandies environ 60 fois).

En 1950, on essaya de faire pousser des pins sur cette île à partir de graines de semence. Ce fut un échec complet. Les graines ont germé et ont produit de petits plants mais qui ne poussaient que très lentement. En 1955, ils mesuraient à peine 8 pouces de haut et leurs racines étaient dépourvues de mycorhizes. Les champignons mycorhizateurs étaient absents. On fit alors venir des spores de champignons mycorhizateurs des États-Unis et on en plaça dans le sol autour des petits plants. Cinq ans plus tard, en 1960, les arbres qui avaient reçu des spores mesuraient environ quinze pieds de hauteur alors que ceux qui n'en avaient pas reçu mesuraient douze pouces de hauteur, tout au plus (Fig. 4). En présence des champignons, les arbres ont formé des mycorhizes et leur croissance a été accélérée. De la même façon, les champignons bien nourris par l'arbre ont produit de nombreux sporophores.

Dans la forêt les champignons sont présents par légions sur les plantes, dans les plantes et dans le sol. Partout dans la forêt ils jouent des rôles de première importance. Leurs activités sont le plus souvent discrètes et ce n'est qu'occasionnellement que leur présence se manifeste sous la forme de sporophores brillamment colorés à la façon d'une étoile filante dans le ciel parmi les myriades d'étoiles fixes.

Figure 4  
Expérience de Briscoe démontrant l'importance des mycorhizes pour la croissance des arbres.



### Référence

BOULLARD, B. et MOREAU, F. *Sol, Microflore et Végétation*, collection Evolution des Sciences, Masson, Paris, 1962.

# Le progrès des SCIENCES

## Expériences sur l'adresse humaine

Dans le Laboratoire des dispositifs de commande de la Division de génie mécanique du Conseil national de recherches, un spécialiste, M. C.B. Gibbs, mène actuellement des expériences de grande envergure sur l'adresse humaine.

A l'aide de dispositifs de commande, M. Gibbs étudie par analogie les centres nerveux humains.

L'efficacité d'un grand nombre d'appareils complexes, les avions, les bûtoirs à lame (bulldozers) et les grues par exemple, dépend des manœuvres exécutées par l'opérateur et des caractéristiques de l'appareil. Il importe donc que les ingénieurs-concepteurs aient une connaissance approfondie de l'interaction de l'homme et de la machine.

Parmi les buts pratiques de ces recherches, mentionnons le perfectionnement des appareils dont la manœuvre incombe à des opérateurs humains et la mise au point de simulateurs et autres dispositifs pouvant faciliter la formation de ces opérateurs. Des études préliminaires ont mené à la mise au point d'essais permettant de détecter les défaillances qui font de certaines personnes des pilotes ou des conducteurs dangereux.

Grâce à un instrument appelé « stressomètre » (stressalyzer), on peut soumettre une personne à un essai au cours duquel elle doit se servir d'un volant pour faire coïncider un index avec l'une des cinq cibles lumineuses que l'on allume successivement pendant un court moment. De temps en temps, le mouvement nécessaire pour détourner l'index d'une cible lumineuse vers une autre doit se faire dans une direction inattendue, et on a constaté que le temps nécessaire à l'opérateur pour prendre la bonne décision et pour réagir en conséquence est d'environ 0,4 se-

conde. Lorsque le temps de réaction du sujet est plus court, on remarque habituellement qu'il prend souvent la mauvaise décision et que, par conséquent, son mouvement commence dans la mauvaise direction.

L'instrument permet de découvrir si une personne est portée à prendre des décisions rapides au détriment de leur justesse ou vice versa, et de déterminer la vitesse et la précision des réactions consécutives à cette décision. Les mauvaises décisions sont beaucoup plus souvent la cause d'accidents que les mouvements imprécis, mais les examens pour permis de conduire se fondent en grande partie sur une évaluation de la vitesse et la précision des manœuvres de conduite et de freinage.

Lorsqu'on soupçonne que les facultés d'un conducteur sont affaiblies par l'alcool, on peut lui demander de marcher sans s'écarter d'une ligne droite, mais certaines personnes conservent, à peu de chose près, la même démarche assurée même après avoir consommé de fortes quantités de boisson alcoolique. Des essais antérieurs portant sur les effets de la fatigue ont donné les mêmes résultats. L'essai du stressomètre ne dure que deux minutes, mais il permet de déterminer avec beaucoup de précision l'adresse habituelle d'un individu et toute diminution de celle-ci par suite de l'absorption d'alcool, de manque de sommeil, etc.

Le degré d'adresse varie fortement d'un individu à l'autre, et M. Gibbs estime que la plus précieuse utilisation du stressomètre sera la sélection, c'est-à-dire la détermination du degré d'adresse d'une personne par rapport à certaines normes minimales s'appliquant aux conducteurs ou aux pilotes. Les mêmes normes pourraient servir dans tous les cas où l'on soupçonne que les réflexes d'une personne sont émoussés à cause d'une tension nerveuse excessive.

Les essais réalisés à l'aide du stressomètre ont révélé que l'adresse d'une personne diminuait nettement lorsque l'« ivressomètre » (breathalyzer) indiquait une concentration de 0,05 pour cent d'alcool dans l'air expiré, concentration que l'on peut constater chez un homme de 150 livres quelque temps après qu'il a consommé deux bouteilles de bière de

12 onces. On pouvait remarquer la même diminution d'adresse chez les buveurs, sept heures après qu'ils eurent arrêté de boire, et dont le pourcentage de concentration d'alcool dans l'air expiré avait atteint un maximum de 0,1 pour cent pour retomber ensuite à zéro après cette période. Certains hommes chez lesquels l'ivressomètre indiquait une concentration d'alcool de moins de 0,03 pour cent avaient des réactions moins sûres que la majorité des autres individus ayant atteint un pourcentage d'environ 0,1 pour cent.

Des essais ont été faits avec des hommes sobres qu'on empêcha de dormir pendant 48 heures. Vingt-quatre heures après le début des essais, ceux dont les réactions étaient affaiblies se faisaient de plus en plus nombreux tandis que dix pour cent des sujets avaient encore des réflexes satisfaisants après avoir été privés de sommeil pendant 48 heures. Dans un autre groupe, les sujets dormaient pendant la nuit, mais on les éveillait toutes les quatre heures pour les soumettre à des essais 15 minutes plus tard. Un tiers de ce dernier groupe réagissait de façon beaucoup moins bonne que n'importe quel des sujets ayant consommé des boissons alcooliques ou ayant été privés de sommeil.

L'ivressomètre ne fait que déterminer la présence d'alcool dans l'haleine et ne vise pas à évaluer le comportement ou à déceler les effets des nombreuses autres formes de stress qui peuvent entraîner un affaiblissement plus sensible des facultés que la consommation d'une quantité modérée d'alcool. M. Gibbs estime qu'il importe de se livrer à une vaste enquête destinée à évaluer le degré d'adresse des différentes catégories d'individus. On pourrait ensuite fixer une norme sur laquelle on se fonderait pour l'octroi des permis de conduire et pour soumettre à des essais les conducteurs qui semblent être défavorablement influencés par l'une des formes du stress.

Lors de la dernière série d'essais en cours, le comportement des sujets est enregistré sur ruban magnétique et analysé par un ordinateur, ce qui permet d'obtenir une augmentation prodigieuse de la vitesse de traitement des données.

# La théorie de la gravitation de Newton à Kepler

par W. HOUSTON et Alain BONNIER

**On a dit des lois universelles qu'elles constituaient une économie de pensée : Kepler a travaillé une vie entière pour arriver aux résultats qu'un étudiant peut maintenant déduire en quelques minutes des lois de Newton.**

Depuis que les physiciens se sont remis à étudier la gravitation récemment, on se rend compte de plus en plus de quel mystère elle restait voilée. L'histoire même de la théorie gravitationnelle remonte à plus loin qu'on pense généralement. Saviez-vous que, dès 1356, un évêque anglais du nom de Robert avait déjà émis l'hypothèse que la force d'attraction entre les corps était proportionnelle à leur masse? Plus encore, que cette force variait comme l'inverse du carré de la distance? Sa seule faiblesse alors fut de n'avoir pas été capable d'étayer mathématiquement sa théorie qui alla dormir quelques siècles dans la poussière des archives.

En 1618, Kepler était le premier à donner une description mathématique des orbites planétaires mais ses brillants travaux étaient hélas délayés dans un flot d'idées farfelues et aucun savant à l'époque ne crut bon s'en occuper.

Par ailleurs, Robert Hooke qui a découvert la loi régissant

l'extension des ressorts, a toujours été convaincu que Newton lui avait « volé » sa théorie de la gravitation. Et peut-être Newton l'avait-il effectivement « volé » à quelqu'un... Car, voyez-vous, cette théorie n'était pas nouvelle et devait être alors un sujet de brûlante discussion. En fait, il ne lui manquait plus que d'être exprimée mathématiquement lorsque Newton arriva.

## Kepler

Il a fallu une vie entière de recherches patientes à Kepler pour découvrir ses trois lois planétaires. Ces travaux exigeants, ajoutés à des soucis domestiques, ont finalement abîmé l'esprit de ce grand penseur qui déboucha sur la magie et le mysticisme.

Il appuyait ses recherches sur d'étranges principes : une confusion d'idées sur l'harmonie musicale et la géométrie des solides lui servait à déterminer la distance des planètes! Après avoir essayé toutes les courbes connues à cette époque, il en arriva finalement à la conclusion que les orbites planétaires étaient elliptiques (fig. 1). Il insistait également à croire que la force attractive entre le soleil et les planètes s'apparentait aux rais rigides d'une roue. Ce n'était pas très brillant mais peut-être n'au-

rait-il jamais découvert autrement sa loi que la droite reliant une planète au soleil balaie des aires égales en des temps égaux (fig. 2).

Kepler fut, malgré tout, le premier des savants modernes.

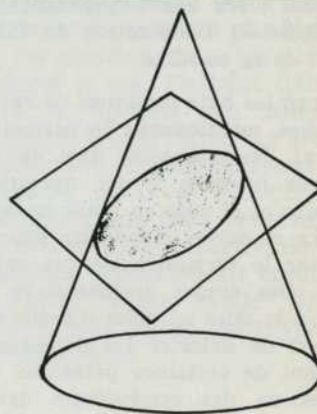


Fig. 1 L'ellipse

D'après la première loi de Kepler, les orbites planétaires sont elliptiques. On peut obtenir une ellipse en coupant un cône selon un plan. Le rapport entre le grand axe et le petit axe varie en fonction de l'angle d'intersection du plan.

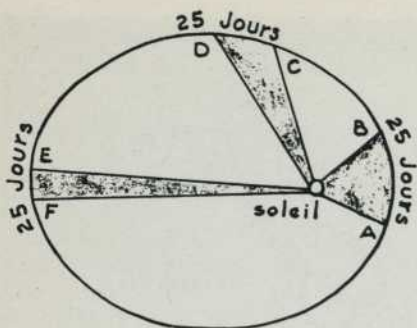


Fig. 2 La deuxième loi de Kepler

La deuxième loi de Kepler dit que la droite reliant le soleil et une planète balaie des aires égales en des temps égaux. Cette loi peut également être déduite de la mécanique newtonienne.

### Déduction de la 3e loi

Tout étudiant peut aujourd'hui déduire en quelques minutes les lois de Kepler à partir des lois de Newton. A cet effet, on se sert de la loi d'attraction universelle qui est

$$F = GMm/r^2 \quad (1)$$

où  $F$  est la force d'attraction entre les deux corps,  $M$  et  $m$  leur masse et  $r$  la distance qui les sépare.  $G$  est évidemment la constante gravitationnelle. (En quoi cette loi diffère-t-elle de ce que disait l'évêque Robert?).

L'orbite des planètes est circulaire ou elliptique. Pour les calculs qui suivent, nous supposons qu'elle est circulaire.

D'après la première loi de Newton, un corps qui change de vitesse ou de direction, le fait sous l'influence d'une force. Donc si une planète suit une orbite circulaire, cette planète change constamment de direction (sinon elle irait en ligne droite) et, par conséquent, il doit exister une force qui la fasse tourner. C'est la force centripète :

$$F = mv^2/r \quad (2)$$

où  $m$  est la masse du corps en

mouvement,  $v$  sa vitesse et  $r$  le rayon de l'orbite circulaire.

De là, nous pouvons déduire la troisième loi de Kepler. Cette loi établit une relation entre la période révolution (temps pris pour faire un tour complet) d'une planète et le rayon de son orbite. C'est la même loi qui relie la période de révolution d'un satellite artificiel et son altitude au-dessus de la terre.

La loi de Kepler nous dit que le carré de la période de révolution d'une planète est proportionnel au cube de sa distance moyenne au soleil. Ou :

$$P^2 = kr^3 \quad (3)$$

$k$  étant une constante et proportionnalité.

Déterminons  $v$  dans l'équation (2). En supposant la vitesse de révolution constante, cette vitesse sera donc égale à la longueur de la circonférence divisée par la période de révolution :

$$v = 2\pi r/P \quad (4)$$

Substituant ce résultat dans l'équation (2), nous obtenons :

$$F = \frac{m}{r} \left( \frac{2\pi r}{P} \right)^2 = \frac{m}{r} \frac{4\pi^2 r^2}{P^2}$$

ou

$$F = \frac{4m\pi^2 r}{P^2} \quad (5)$$

Mais nous avons maintenant deux équations pour exprimer la force d'attraction : la force gravitationnelle (1) et la force centripète (5). Dans le cas d'une planète, ces deux forces sont égales. Donc

$$\frac{GMm}{r^2} = \frac{4m\pi^2 r}{P^2} \quad (6)$$

Divisons les deux membres par  $m$ . Multiplions-les ensuite

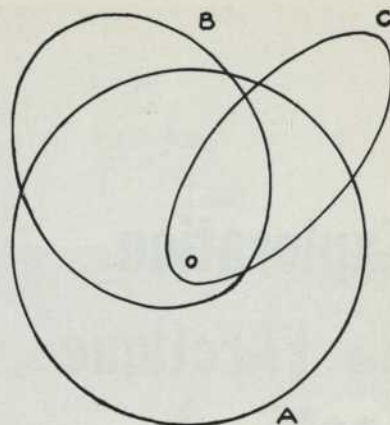


Fig. 3 La distance moyenne

Voici deux ellipses et une circonférence ayant leurs grands axes égaux. Les distances moyennes de chaque point au foyer étant égales, les planètes sur ces trajectoires auront des périodes de révolution égales. La vitesse à chaque instant différera cependant. Pourquoi?

par  $P^2 r^2$  puis divisons par  $GM$ . Essayez; votre réponse devrait être

$$P^2 = \frac{4\pi^2}{GM} r^3 \quad (7)$$

Regardons de plus près cette équation. La masse  $M$  du soleil et la constante de gravitation  $G$  ne varient pas. La masse  $m$  des planètes a été éliminée. L'équation est donc valide pour toutes les planètes.

Par conséquent, l'expression  $4\pi^2/GM$  est une constante qu'on peut appeler  $k$ .

Et (7) devient

$$P^2 = kr^3$$

qui est l'équation (3) sous la forme employée par Kepler.

Voilà que vous venez d'accomplir en un instant ce qu'un génie n'a pu réaliser que dans une vie !

Article paru dans *Science and Math Weekly*, Ohio, E.-U., 14 novembre 1962, vol. 3, no 10, rédigé par Walter Houston; version française et adaptation par Alain Bonnier, étudiant B. Sc. IV, physique spécialisée, Faculté des sciences, Université de Montréal; dessins extraits de la même publication.

# Exploration de l'Arctique 1967

Alors que le Canada est en fête et que le monde entier est réuni sur les trois îles désormais célèbres du Saint-Laurent, une équipe de chercheurs bravent les rigueurs de l'Arctique et scrutent toutes les possibilités d'exploitation de ces régions.

De toute l'histoire de la recherche scientifique au Canada, la plus remarquable se poursuit actuellement dans le Grand Nord depuis mars 1959. Il s'agit de travaux de recherches accomplis par l'équipe du ministère fédéral de l'Énergie, des Mines et des Ressources chargée d'étudier et de scruter la plate-forme continentale polaire.

C'est à Isachsen que se trouve le centre nerveux de cette difficile exploration 1967. Depuis longtemps, les spécialistes croyaient à l'existence de richesses minérales aux îles Reine Elisabeth. La loi internationale régissant les littoraux permet aux pays de se rendre acquéreurs des richesses gisant en ces lieux. En se basant sur cet état de chose, les travaux des scientifiques canadiens dans l'Arctique sont d'une très grande importance pour l'économie du pays. C'est à l'aide d'avions sur skis, de traîneaux motorisés, d'hélicoptères, de camions-chenilles, d'attelages de chiens, etc., que l'équipe des scientifiques se déplace sur un immense territoire.

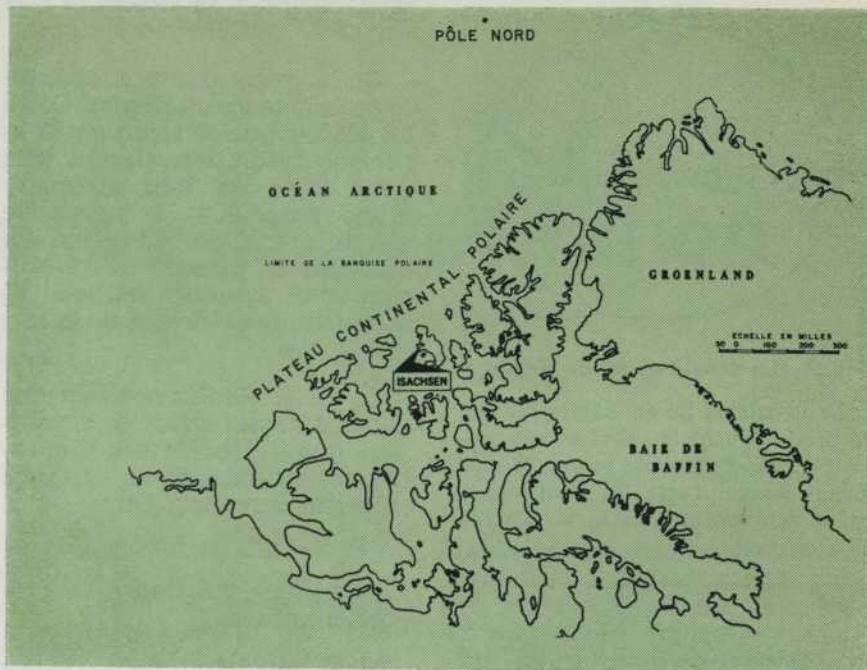


Photo-reportage de l'Office national du Film, O.N.F., Ottawa; texte de Gaston Lapointe, photos de Ted Grant.

L'océanographie, l'hydrographie, la géologie sous-marine, la gravité, les traits géomagnétiques et la sismographie font l'objet de recherches approfondies. On y étudie également la physiographie, l'hydrologie, le sol (pergélisol ou « permafrost ») et la glaciologie de ces îles; on note la nature, la répartition et le mouvement des gla-

ces maritimes et on établit des canevas topographiques de base.

Ces travaux se poursuivent de mars à septembre, chaque année, et doivent éventuellement couvrir toutes les étendues non encore cartographiées de la plate-forme entre le Groenland et l'Alaska.



## Opération

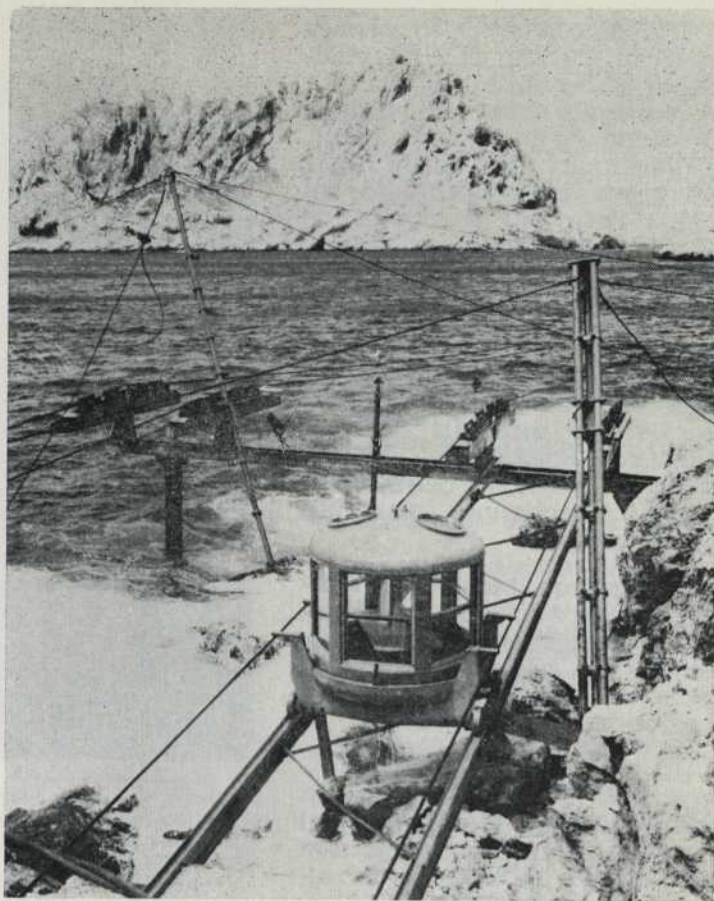
### "20 000 yeux sous les mers"

« On prétend que les vaches éprouvent un certain plaisir à regarder passer les trains. Nous découvrons aujourd'hui que les poissons sont très intéressés par le va-et-vient des cabines de télescaphes. »

Cette boutade lancée par le professeur Cousteau qui participe depuis des années à la conquête du « monde du silence » illustre de façon parfaite cette unique « opération 20 000 yeux sous les mers ».

Une opération sans précédent à laquelle 400 millions de téléspectateurs ont pu participer grâce à l'émission « Mondovision ». Les deux inventeurs du télescaphes, James Couttet, ex-champion de ski, amateur de plongée en scaphandre autonome, et Denis Creissels, spécialiste des téléphériques d'altitude, ont voulu en effet, faire participer le monde entier à une réalisation digne de Jules Verne.

Ce premier téléphérique sous-marin du monde entré en ser-



vice le jour de la « Mondovision » a un but précis : celui de faire découvrir à n'importe qui le monde mystérieux de la mer.

#### Un spectacle son et lumière, par 10 mètres

Rien de plus simple apparemment. Il suffisait d'y penser. Couttet et Creissels ont pourtant travaillé cinq ans avant de pouvoir lancer les 4 premières cabines « Télescaphes » à la conquête du monde sous-marin. Cette année, grâce à ces quatre cabines, 10 000

personnes de tous âges auront vécu un inoubliable baptême de plongée. En 1968, lorsque les 20 cabines submersibles seront mises en place, ils seront 5 000 par jour à vivre 20 minutes sous la mer, de jour comme de nuit.

Car les inventeurs vont aller plus loin encore. Après avoir immergé un décor d'épaves judicieusement disposées et créé une réserve de poissons close par des filets, ils ont imaginé un spectacle « son et lumière ». Une féerie nocturne par 10 mètres de fond, qui donnera un nouvel essor au tourisme de cette très belle côte méditerranéenne.

---

Reportage de l'Agence DALMAS, Paris; texte et photos de Claude Leitz; droits réservés par *Le Jeune Scientifique* pour le Canada.

L'emplacement de ce premier télescaphe a été, en effet, choisi par sa beauté exceptionnelle. A proximité d'un petit village de pêcheurs, au nom charmant, Callelongue. Un village niché au creux de magnifiques rochers entre les calanques de Cassis et Marseille.

Pour partir à la découverte du « monde du silence », il suffira de prendre place à bord des cabines, sortes de télébenches étanches, de se laisser glisser le long des rails avant le plongeon. Sous la mer, les cabines sont fixées sur deux câbles latéraux actionnés par des treuils.

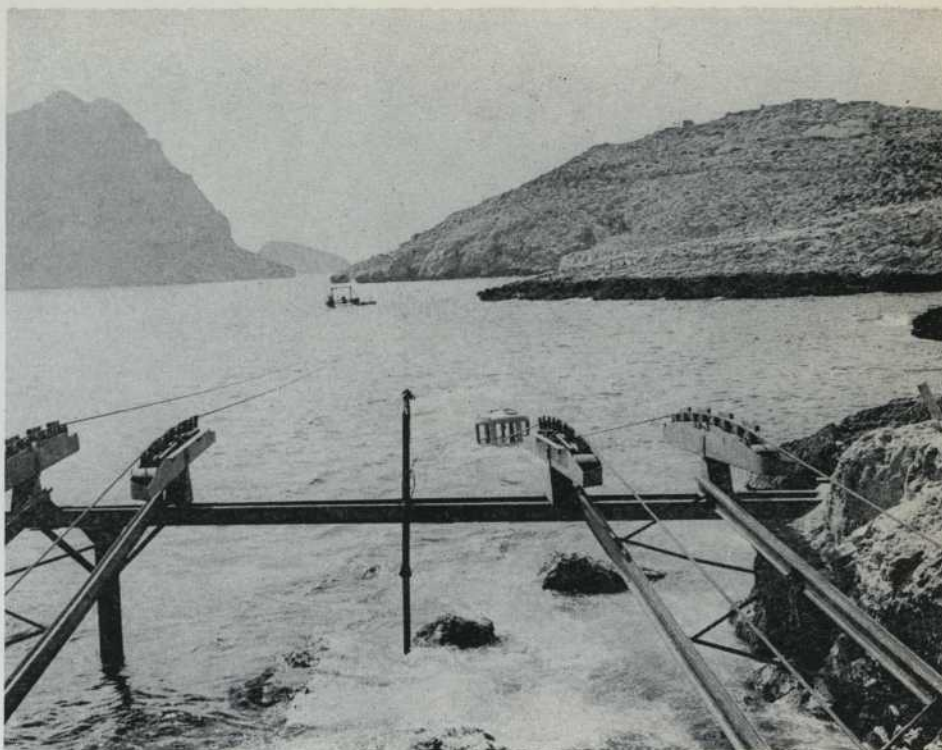
Véritables « bulles d'air » attachées aux câbles, ces cabines sont spécialement étudiées pour supporter les contraintes du milieu sous-marin : pression, corrosion, humidité, etc.

La sécurité des passagers — quatre à six par cabine — est absolue. Elle a été le principal souci des constructeurs et rien n'a été négligé dans ce domaine.

L'étanchéité de la cloche de verre est assurée par deux joints concentriques placés de telle sorte que même une fuite d'eau n'aurait d'autre conséquence qu'un bain de pieds pour les passagers. La cabine se transformerait, en effet, en cloche à plongeurs, et l'air ne pourrait s'en échapper.

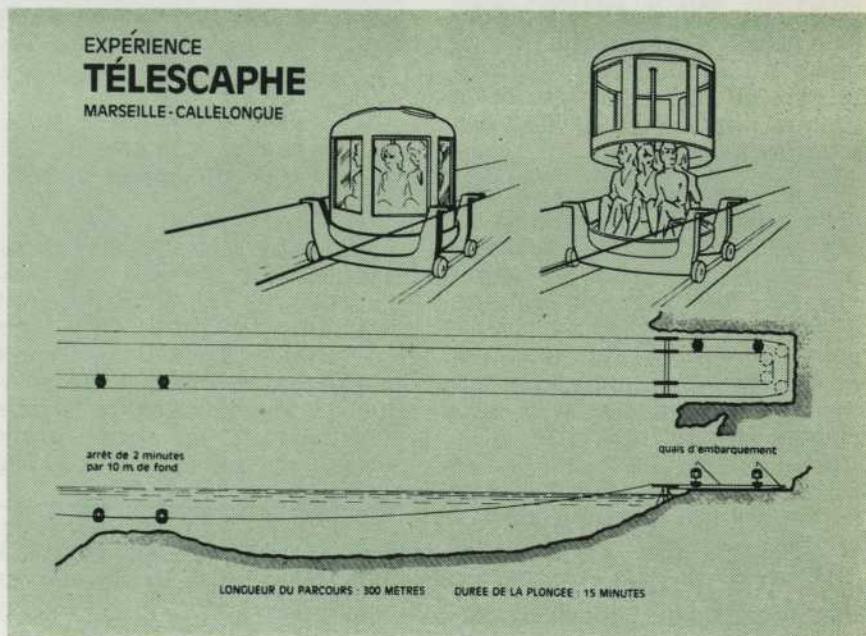
La panne de machinerie entraînant un arrêt de la cabine est impossible, mais au cas où cette cabine serait obligée de stationner plus de 40 minutes sous l'eau, le passager a la possibilité d'ouvrir une bouteille d'oxygène à débit pré-réglé et de mettre en action une cartouche de chaux sodée destinée à absorber l'excédent de gaz carbonique. L'autonomie est alors portée à 6 heures.

Et au cas où tout irait mal, un plongeur peut alors larguer la cabine qui remonte, étant plus légère que l'eau, à la surface. Il ne reste plus qu'à hisser



la cabine sur un ponton établi en permanence au milieu du parcours. Les passagers remontent à pied sec grâce à deux hublots situés au sommet de la cloche.

Aucun accident ne pouvant survenir, il ne reste plus qu'à plonger sans crainte et à vivre les vingt minutes les plus grandioses de votre vie sous-marine.



# Les "chambres stériles" de l'Institut Rega de Belgique

## Des recherches expérimentales sur des centaines de poules gnotobiotiques (contaminées par un seul microbe connu)

Sir Francis Bacon écrivait déjà dans ses « Essais » publiés en 1597 : « S'il est vrai que les études peuvent parfaire la nature, l'expérience (c.à.d. les recherches expérimentales) doit ajouter à son tour à leur enseignement ».

Quiconque visite les « chambres stériles » de l'Institut Rega de l'Université de Louvain, réalise immédiatement à quel point cette opinion du philosophe anglais est exacte et comme elle convient bien à notre époque.

Tout être vivant entre en contact, dès sa naissance, avec un nombre énorme et infiniment varié de micro-organismes. L'on sait que cette flore microbienne qui s'installe dans l'épiderme, dans les muqueuses, dans les cavités naturelles telles que les intestins et les voies respiratoires, affecte en profondeur l'état biochimique et physiologique de l'être vivant.

L'on comprend, dès lors, que, depuis des dizaines d'années, les savants aient essayé de mettre au point des cultures d'animaux exempts de tout germe microbien et de les garder dans cet état, pendant un nombre indéterminé de générations. REYNIERS et TREXLER aux Etats-Unis, GUSTAFSSON en Suède, ont réussi, il n'y a pas tellement longtemps à construire des récipients d'acier et de plastique pouvant être stérilisés à la vapeur et dans lesquels pouvaient se développer pendant plusieurs générations un nombre limité de petits animaux exempts de germes microbiens. Malheureusement les gros animaux tels que le porc étaient exclus de cette expérience.

Un nombre limité... Mais « la recherche expérimentale qui ajoute et complète » chère, il y a quatre siècles déjà, au fameux baron Verulam, exige beaucoup plus de nos jours. « Lorsque nos expériences nous permettent d'abaisser de 180 à 120 le taux de cholestérol d'une seule poule, ce résultat n'a guère de signification », nous dit le Dr Henri Eyssen, microbiologiste de l'Institut Rega. « Par contre, si nous parvenons au moyen de cette seule expérience, à réduire le taux de cholestérol d'une vingtaine de poules à la fois, nous avons fourni une preuve qui a une valeur scientifique et statistique ».

Toutefois, pour obtenir des résultats de cette ampleur, il fallait disposer d'appareils bien plus importants que ceux qui ont été conçus par les savants Reyniers et Gustafsson.

Tel est le travail entrepris par l'Université de Louvain. Sous la direction de l'ingénieur G. DE DOBBELEER, un groupe d'ingénieurs du Centre Universitaire technique expérimental a construit, d'après ses plans, une installation de chambres stériles.

### Des centaines de poules, plusieurs chiens ou porcs

Cette installation mérite l'attention par son volume et le principe de son fonctionnement. Les dimensions des deux grandes chambres sont les suivantes: 3 x 4m et 2 mètres de haut, celles de la petite chambre sont respectivement de 2 x 2 x 2m. Quant aux données de base, nous pouvons les résumer comme suit :

- 1 — Le complexe des chambres stériles doit permettre l'élevage de centaines de petits animaux (poussins, rats ou souris) pendant un nombre indéterminé de générations, sans aucun danger de contamination. Il doit pouvoir héberger également des animaux plus grands (chiens ou porcs).
- 2 — Des expériences de contamination ayant lieu dans le complexe stérile, il est indispensable que la séparation entre les trois chambres soit totale.
- 3 — Comme les chambres sont trop grandes pour être desservies du dehors, il est nécessaire qu'un opérateur, exempt de germes microbiens puisse y pénétrer chaque jour.
- 4 — Le nombre important des animaux exige non seulement un approvisionnement quotidien en aliments et en eau stérilisés, mais aussi la construction d'un système d'écoulement stérile destiné aux déchets liquides et d'un autre servant à l'élimination des déchets solides et du matériel souillé.
- 5 — Un système de communication avec l'opérateur intérieur doit assurer le contact permanent avec le « monde extérieur ».
- 6 — Il faut également prévoir un système destiné à stériliser le matériel important et à l'introduire, exempt de germes microbiens, dans les chambres.

L'ingénieur DE DOBBELEER et son groupe de travail ont mené cette tâche à bien, de sorte que l'Université de Louvain possède aujourd'hui un complexe de chambres stériles destinées non seulement à l'élevage de centaines de poules, de rats ou de souris mais éventuellement à des animaux de plus grande taille, tels que chiens et porcs.

### Le fonctionnement

En pratique, comment fonctionne ce complexe?

Les parois internes de l'ensemble sont recouvertes d'acier inoxydable. Les huit tonnes d'air quotidiennement nécessaires à l'aération sont filtrées et portées à 350°C avant d'être refroidies à nouveau à 25°C environ. Un système de verrouillage empêche que l'air ne pénètre dans le complexe ou qu'il en sorte si l'une de ces conditions n'est pas remplie. L'approvisionnement en eau s'effectue séparément pour chaque chambre.

(Suite de l'article page 24).

Article et photo fournis par l'Institut belge d'Information et de Documentation, Bruxelles, Belgique.

# Formation normale et anormale des organes durant les stades de développement

par M. L. SHARMA

## Les stades d'embryogenèse

Chaque espèce animale doit se reproduire car le processus de reproduction est une fonction fondamentale de la vie. La reproduction des êtres vivants se fait normalement par l'intermédiaire des deux sexes l'un mâle, l'autre femelle. Les organes de reproduction sont souvent appelés les gonades. Les gonades mâles (ou testicules) produisent les spermés et les gonades femelles (ou ovaires) les oeufs. Le sperme porte les caractères du parent mâle et l'oeuf garde les caractères du

parent femelle. Durant l'accouplement des deux sexes (mâle et femelle) la fécondation résultera de la fusion du sperme avec l'oeuf.

Une fois fécondé, l'oeuf commence son développement normal et passe par plusieurs stades de développement (*stades d'embryogenèse*) ; vers la fin on assiste à la naissance d'un jeune animal. Au début l'oeuf fécondé se divise en un grand nombre de cellules (Fig. 1), se disposant en sphère : ce stade préliminaire est appelé *MORULA*. Avant de devenir adulte

l'oeuf passe par les stades *Morula*, *Blastula*, *Gastrula* et de *jeune embryon*.

Durant le stade *Morula* les nombreuses cellules sont formées par la division de l'oeuf. Ces cellules se répartissent autour de la sphère. Les cellules superficielles de ce stade avancé, la *BLASTULA* (Fig. 2) se disposent de manière à établir plusieurs territoires cellulaires à la surface (Fig. 3). Chacun de ces territoires représente un futur organe de l'embryon. Ces territoires, (*appelés Territoires présumptifs*), qui ne sont que

Figure 1

Début du stade blastula où un oeuf fécondé se divise en un certain nombre de cellules.

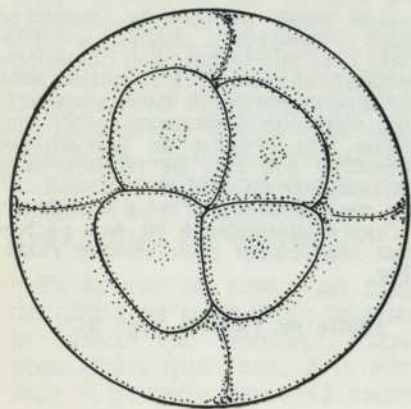


Figure 2

Blastula avancée ayant un grand nombre de cellules arrangées en forme d'une boule.

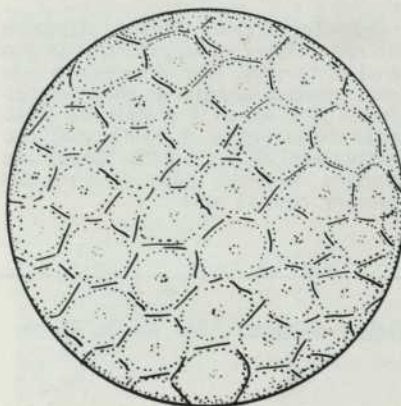
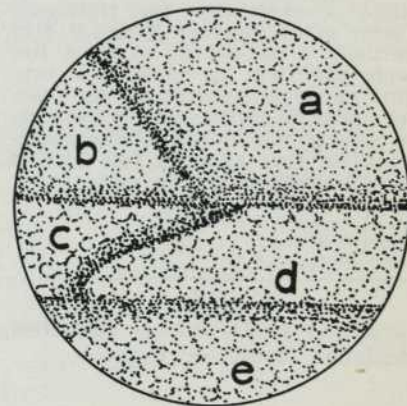


Figure 3

Dessin schématique d'une blastula montrant les feuillets ou territoires présumptifs. Chacun de ces feuillets donnera un organe spécifique :

- a) représente le territoire présumptif de la peau;
- b) représente le futur tube neural;
- c) feuillet de notocorde (future colonne vertébrale);
- d) mésoderme;
- e) endoderme (futur revêtement interne du tube digestif).



des feuillettes de cellules, avec le progrès des stades, deviendront les rudiments des futurs organes. Ces feuillettes sont souvent appelés les *ÉBAUCHES*. Autrement dit, les territoires présumptifs sont les régions de la Blastula contenant les matériaux destinés à continuer tel ou tel organe. Par exemple, un territoire formera la peau de l'animal, un autre la colonne vertébrale, etc.

Au stade *GASTRULA*, on assiste à la formation du tube digestif. A ce stade les territoires présumptifs deviennent beaucoup plus apparents qu'au stade Blastula.

### Les organes et leurs ébauches

Avec l'avancement des stades, la masse de cellules commence à prendre l'allure d'un embryon sur lequel sont visibles les rudiments des parties du corps.

Pour un développement normal de l'individu, les rudiments (ou ébauches) doivent donner naissance à des organes intacts. Dans ce cas, un individu en parfait état structural en résultera.

Toutefois, il existe dans la nature certains individus handicapés ou anormaux. Ces anomalies résultent de malformations ou du non-développement de certains organes. Comme on le sait, l'induction d'un organe se situe au niveau de l'ébauche, on peut alors déduire que les malformations sont dues soit au dédoublement, soit au non-développement de l'ébauche. Dans le premier cas, l'individu aura deux organes au lieu d'un seul. Si l'ébauche ne parvient

L'auteur, M. Lal Sharma, D. Sc., est professeur au Département de Biologie, Université de Sherbrooke; dessins de l'auteur; photo, p. 20, de L.-P. Coiteux, Sherbrooke.

Figure 4  
Embryon avancé d'un insecte montrant les ébauches.

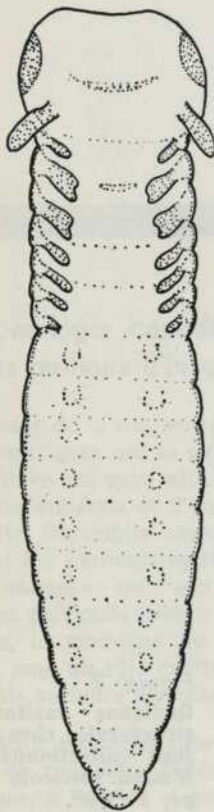


Figure 5  
Dessin schématique d'une mouche (*Drosophila*) avec son thorax normalement développé.



Figure 6  
Dessin schématique d'une mouche (*Drosophila*) montrant l'absence quasi totale du thorax (d'après Valadares).



pas à un développement normal, l'induction de l'organe sera nulle et l'individu sera alors anormal.

Les faits ci-haut mentionnés nous permettent de constater chez l'embryon la présence d'organes qui se sont développés à partir de territoires présomptifs propres à chacun.

### Développement normal et anormal d'un organe

Le développement des ébauches est susceptible d'être influencé par les conditions du milieu ambiant: nourriture, climat, interventions humaines. C'est donc dire que la nature des ébauches peut varier avec les conditions chimiques et physiques environnantes. Les quelques résultats d'expériences mentionnés ci-dessous nous aideront à expliquer cette idée.

Waddington a démontré que le sort des ébauches pouvait être modifié expérimentalement (Fig. 4) au cours de la vie larvaire d'un insecte. Les larves de la Mouche à Vinaigre (*Drosophila*) bombardées de fortes doses de rayons X donnent des mouches anormales: en particulier chez certaines une antenne ou un palpe s'était développé au détriment du territoire présomptif de l'oeil (territoire oculaire).

Il est aussi intéressant de souligner les travaux de madame Valadares. En faisant un élevage massif de mouches à vinaigre et en leur donnant une nourriture très variée, elle a pu constater de nombreuses malformations chez certaines mouches. Dans un cas elle a pu constater de nombreuses malformations chez certaines mouches. Dans un cas elle nota la formation d'un surnombre de plaques dorsales du thorax (*ter-*

*gites thoraciques*). Dans un autre cas elle constata des changements en égard de la structure et de la forme de l'aile. Ailleurs, elle releva une tête dissymétrique chez un spécimen. Dans un dernier cas, elle réalisa l'absence presque totale du thorax (Fig. 6), la tête étant liée directement à l'abdomen. Ce sont là des malformations provoquées artificiellement par une malnutrition des mouches.

De même, en pratiquant quelques opérations sur les ébauches au stade primitif du développement d'un animal, l'on peut aussi obtenir des individus anormaux. Madame Valadares a enlevé certaines ébauches de larves de Mouches à Fruits (*Ceratitis capitata*); ceci a eu comme résultat la non-apparition d'un organe chez l'adulte, celui correspondant à l'ébauche enlevée. De nombreuses malformations peuvent être ainsi introduites chez un individu grâce

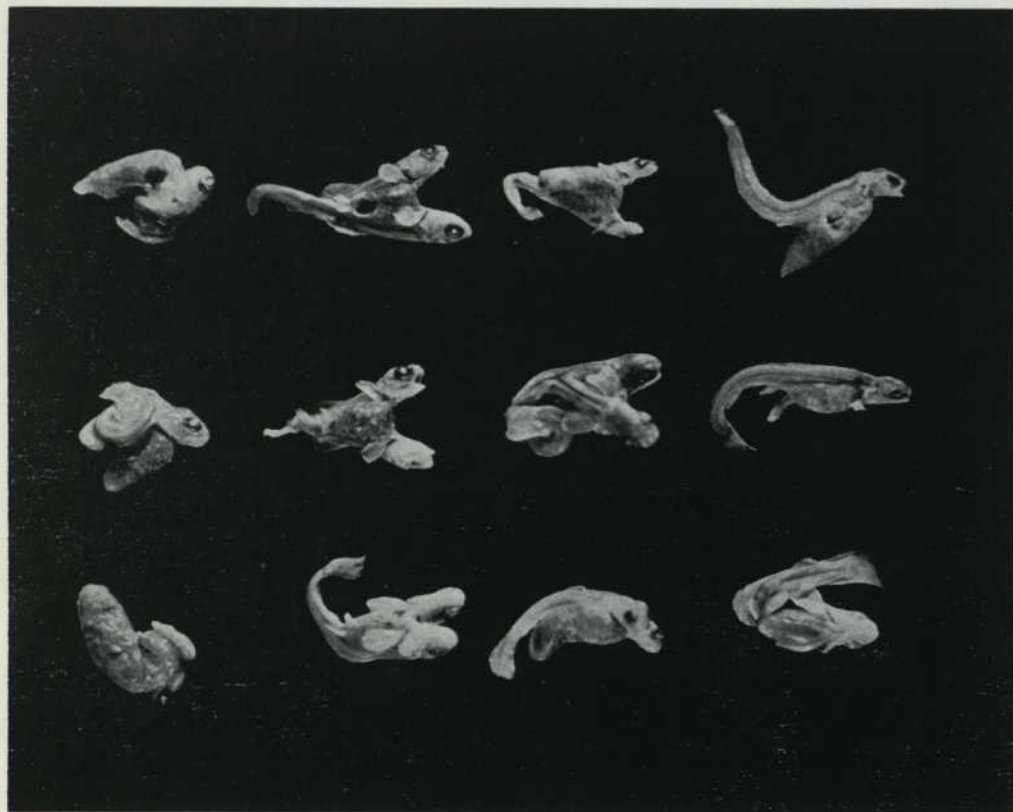


Figure 7  
Quelques malformations structurales chez les poissons collectionnées à la Station piscicole de Gaspé, P. Qué.

à l'intervention humaine chez les embryons.

On rencontre bien souvent dans la nature des individus anormaux à la suite de malformation d'organes. Un très grand nombre d'anomalies de forme et de structure ont été observées chez les Poissons (Fig. 7).

Comme des malformations existent dans le monde animal, on y rencontre donc des individus anormaux. Ces anomalies peuvent être provoquées soit par opérations sur les jeunes embryons, soit par voie de malnutrition. A ce stade on doit se demander si ces anomalies sont transmises de génération en génération. La réponse est affirmative. On peut donc s'attendre à voir des descendants hériter des malformations de leurs parents. Ce fait a été dé-

montré par de nombreux auteurs et une nouvelle hypothèse a été émise: les cellules du corps jouent un rôle dans l'apparition et la transmission des malformations (*Mutations cytoplasmiques*). Toutefois, cette hypothèse ne repose sur aucun fondement scientifique. La théorie la plus acceptée aujourd'hui est celle des chromosomes selon laquelle les gonades (testicules et ovaires) sont les seules à posséder le matériel nécessaire au contrôle de l'hérédité et de la forme d'un animal.

## Bibliographie

- AREY, L.B., 1937. *Development Anatomy*, L.B. Saunders Company, Philadelphia.
- GRASSE, P.P., 1954. *Traité de zoologie*, Tome XII, Masson & Cie, Paris.
- SCHOELLER, J., 1957. Formation de la tête de l'imago chez les Diptères supérieurs; étude expérimentale de la détermination des disques imaginaux. *Actes de la Société Linnéenne de Bordeaux*, vol. 97: 1-16.
- VALADARES, Maria da Costa, 1958. Influence du déséquilibre alimentaire sur la morphologie, la physiologie et l'hérédité de *Drosophila melanogaster*. *Separata de Portugaliae, Acta Biologica, Série A*, vol. 5 (3): 213-277.
- VALADARES, Maria da Costa, 1962. Deux types de réaction morphogénétique chez *Drosophila melanogaster* obtenus par déséquilibre alimentaire. *Symposia genetica et biologica Italica*, Estratto dal volume IX.

---

## L'entomologie canadienne et ses millions d'insectes

L'homme de la rue pense rarement aux scientifiques qui se penchent sur l'agriculture du pays afin d'en combattre les ennemis et d'en améliorer la qualité. On oublie encore plus facilement les « entomologistes » et les « taxonomistes » qui eux s'intéressent tout particulièrement aux insectes dont la mauvaise ou bonne influence joue un rôle capital dans les différents secteurs agricoles du pays.

L'Institut de recherches entomologiques du ministère fédéral de l'Agriculture, à Ottawa, a pour mission

de s'intéresser aux insectes comme son nom l'indique. La taxonomie (ou classification) étant directement reliée aux recherches entomologiques, on comprendra l'importance des collections d'insectes. Les spécimens d'insectes et la littérature entomologique sont les principaux instruments de travail du taxonomiste. Les scientifiques de cet institut sont bien servis; ils ont à leur disposition la quatrième plus importante collection d'insectes au monde et la première en ce qui concerne l'entomologie de l'Arctique.

Les techniques qu'emploient les taxonomistes fédéraux sont parmi les plus avancées au monde; elles per-

mettent de conserver les insectes pour des siècles à venir. Les spécialistes viennent de partout pour consulter ces 75 000 espèces réparties en sept millions de spécimens dont 80% sont néarctiques. L'organisation technique, évaluée à un quart de million de dollars, comprend, entre autres, 20 000 casiers et couvre 10 000 pieds carrés de plancher. Cette importante collection nationale n'est pas seulement un musée, mais elle sert à l'identification des insectes bienfaisants ou nuisibles et elle s'avère ainsi une aide précieuse aux chercheurs qui ont pour mission de sauvegarder la qualité de l'agriculture canadienne.

# Comment expliquer la "diapause" ou l'arrêt momentané dans le cycle vital de l'insecte ?

par Bernard J. R. PHILOGÈNE

Le terme « diapause » a été utilisé pour la première fois par Wheeler, en 1893, pour désigner l'arrêt qui se produit au cours du développement embryonnaire des insectes. Dès 1904, cependant, Hennéguy étend l'application du terme à tous les stades de la vie de l'insecte où il se produit un repos, ou plus exactement un ralentissement métabolique. On parle depuis de diapause embryonnaire, larvaire, nymphale ou imaginale. Ces qualificatifs se rapportent aux stades par lesquels passent normalement un insecte à métamorphose complète soit l'oeuf, la larve, la nymphe (ou puppe) et l'imago (ou adulte) (Fig. 1).

Si l'on sait que la diapause est un arrêt momentané dans le cycle vital de l'insecte, on est moins bien renseigné sur la physiologie du phénomène. Selon Bonnemaïson (1945) il existerait deux phases dans les recherches relatives à la diapause. Jusqu'à 1934, les auteurs s'efforcent de donner une thèse explicative générale du phénomène. Après cette date, le travail expérimental prend de l'ampleur mais les chercheurs ont tendance à se limiter à la description de leurs expériences. Ce n'est en fait que tout récemment, et surtout depuis le livre de Lees (1955) que les physiologistes se sont lancés dans des hypothèses diverses.

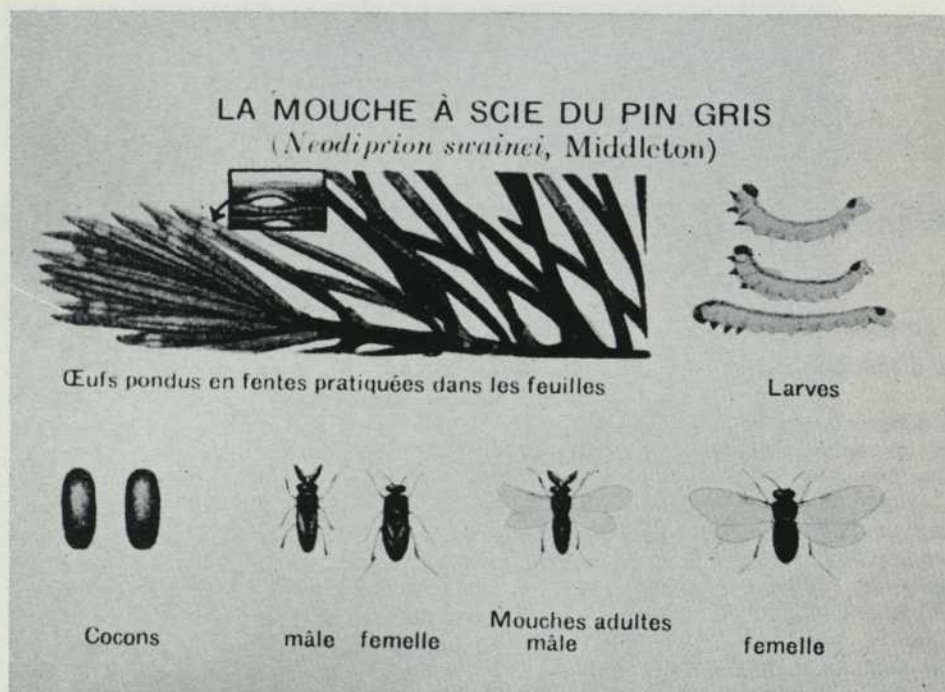


Figure 1  
Le cycle vital de la Mouche à scie du pin gris, hyménoptère à métamorphose complète : on voit ici l'insecte aux stades de l'oeuf, de la larve (ou chenille), de la nymphe (cocon, puppe) et de l'adulte (ou imago).

On peut résumer comme suit les principales théories mises de l'avant par les spécialistes de la diapause : 1) Intoxication résultant d'une accumulation de substances toxiques ou de déchets; 2) la diapause résulte d'un rythme héréditaire : les individus qui ne présentent pas le phénomène sont éliminés; 3) la diapause dépend uniquement des conditions du milieu (froid, chaleur, sécheresse, humidité, régime alimentaire); 4) la diapause est due à des facteurs génétiques; 5) la diapause résulte d'une diminution de l'activité des enzymes dans les tissus; 6) la diapause est attribuable à l'absence temporaire de facteurs ou d'hormones nécessaires au maintien de la croissance; 7) la diapause est en corrélation avec un arrêt de l'évolution des gonades; et 8) la diapause est sous la dépendance de la photopériode.

La diapause de l'insecte semble se produire à un stade très spécifique. Ainsi la mouche à scie du pin gris (Fig. 1) entre toujours en diapause sous la forme de cocon tandis que la mouche à scie européenne passe le stade embryonnaire en diapause. Des recherches récentes semblent cependant indiquer qu'on peut déplacer la diapause en jouant avec certains facteurs externes. Autrement dit un insecte qui entre normalement en diapause au stade embryonnaire pourrait avoir sa diapause seulement au stade larvaire suivant les conditions qui présideraient à son développement. Les chercheurs s'entendent en général pour parler de diapause facultative et obligatoire suivant les espèces où elle se manifeste. Mais là aussi les idées vont changer : puisque l'on peut déplacer ou éliminer la diapause en variant les conditions du milieu chez certaines espèces connues jusqu'ici me étant à diapause obligatoire, il est possible que la diapause obligatoire comme telle n'existe peut-être pas.

L'aspect de la recherche sur la diapause qui préoccupe le plus actuellement les physiologistes des insectes est l'influence de la photopériode. Cette dernière étend son influence sur presque toute forme de vie. Il suffit de penser à la photosynthèse pour réaliser combien la vie sur cette planète est dépendante de la lumière. Puisque les périodes d'illumination et d'intensité lumineuse varient suivant les latitudes et les altitudes, il ne faut pas s'étonner de la gamme de réactions que l'on peut observer chez une même espèce transportée d'un milieu à un autre. La photopériode varie suivant les saisons et outre son action sur le développement des insectes, elle ne serait pas étrangère à la période d'accouplement des animaux, à l'hibernation ou à l'estiva-

tion. (A noter ici que *diapause*, *hibernation* et *estivation* sont trois phénomènes bien distincts. On réveille facilement un individu en hibernation en élevant la température ambiante, mais on ne peut pas briser la diapause par ce même moyen.)

Les réponses photopériodiques dominantes chez les insectes tombent dans deux catégories :

1) Le déclenchement et la fin de la diapause et par conséquent le contrôle de la croissance et de la reproduction chez les espèces qui présentent le phénomène;

2) Le contrôle de la différenciation chez les espèces qui démontrent des différences saisonnières de forme et de fonction (formes ailées ou aptères, reproduction parthénogénétique ou sexuée, différences de couleur ou de dimension).

Les insectes présentent une grande variété de mécanismes photopériodiques. Ceci n'est certainement pas étranger à leur longue histoire évolutive, laquelle leur a permis de développer des formes adaptées à des conditions de vie très variables. Ceci explique peut-être la grande variation dans l'importance relative de la photopériode et la relation des mécanismes photopériodiques par rapport aux autres facteurs du milieu (température, nutrition, densité de la population).

On peut d'abord s'aventurer à dire, à la lumière des résultats obtenus par différents auteurs, que la relation entre la photopériode et l'induction de la diapause est la même chez presque toutes les espèces d'insectes : les jours longs, ou la lumière continue (jour par opposition à nuit) sont favorables à un développement interrompu, et les jours courts, soit 6 à 14 heures de lumière, amènent la diapause.

Mais, qu'est-ce qui est le plus important : la lumière ou l'obscurité? On distingue maintenant trois théories : a) la lumière est le facteur primordial; b) l'obscurité est le facteur primordial; et c) la lumière et l'obscurité sont aussi importantes l'une que l'autre.

Adkison (1966) a donné une bonne explication des trois aspects du phénomène. De ses études, il ressort que l'action de la lumière est dépendante de l'heure à laquelle elle est introduite dans le rythme diurne. La longueur du jour ne serait donc pas de prime importance dans la détermination de l'introduction ou non de la diapause. A ceci s'oppose la thèse de Lees (1955) qui estime que l'organisme de l'insecte n'enregistre que les intervalles entre les périodes d'illumination, donc l'obscurité. Mais lorsqu'on descend au niveau des réactions photochimiques qui président à l'induction ou à la rupture de la diapause, on se rend compte que les deux composantes (lumière et obscurité) sont nécessaires.

L'auteur, Bernard J. R. Philogène, M. Sc., est chargé de recherches au Laboratoire de Recherches forestières du ministère fédéral des Forêts, Sillery, Québec; dessin, p. 24, de l'auteur; photo, p. 22, du ministère fédéral de l'Agriculture.

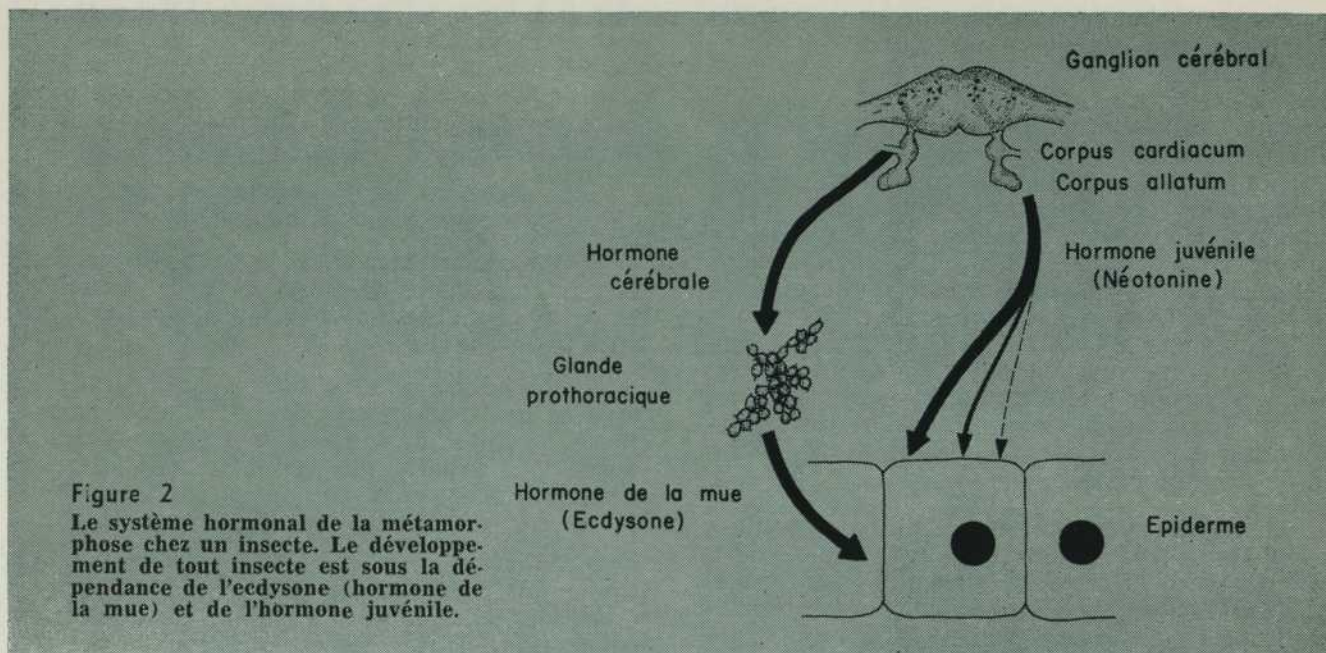


Figure 2  
Le système hormonal de la métamorphose chez un insecte. Le développement de tout insecte est sous la dépendance de l'ecdysone (hormone de la mue) et de l'hormone juvénile.

Ceci nous amène à parler des mécanismes hormonaux impliqués dans la diapause. Le développement de tout insecte est sous la dépendance de l'ecdysone (hormone de la mue) et de l'hormone juvénile. Mais ces hormones ne sont sécrétées que si les ganglions cérébraux sont en activité (Fig. 2). Et ce serait justement à ce dernier niveau que la lumière (ou l'obscurité) agirait. Le lieu précis de la photoréception reste encore à trouver. Le problème se règlera peut-être de lui-même quand on saura à quelles longueurs d'ondes réagissent les différentes parties du système neurosécréteur. Car on sait maintenant que le vert, le bleu et le violet sont les longueurs d'ondes les plus efficaces dans le mécanisme de la diapause. Le jaune est totalement sans effet.

La diapause est donc un phénomène complexe. Le physiologiste doit s'appuyer sur les données écologiques et biochimiques pour pouvoir l'interpréter. C'est l'un des champs de la science ou la collaboration entre disciplines est un facteur essentiel si l'on veut arriver à une solution acceptable.

#### Références

- ADKISSON, P.L., 1966. *Internal clocks and Insect Diapause*. Science, 154: 234-241.  
 BONNEMAISON, L., 1945. *Arrêts de développement et diapause*. Annales des Epiphytes (N.S.), 11: 19-56.  
 HENNEGUY, L.F., 1904. *Les insectes*. Masson et Cie, Paris.  
 LEES, A.D., 1955. *The Physiology of Diapause in Arthropods*. Cambridge University Press.

## Les "chambres stériles" de l'Institut Rega de Belgique

(suite de la page 17)

L'eau est d'abord évaporée à 100°C puis surchauffée à 300°C. Elle a été désionisée au préalable. La nourriture est également totalement stérilisée par surchauffe à 121°. Comme le matériel, elle est introduite dans les chambres au moyen d'un grand autoclave (4.000mm - diam. 600mm) qui reste stérile pendant un temps indéterminé et reçoit aussi de l'air stérile. Les portes du complexe stérile se ferment hermétiquement, c'est-à-dire, qu'elles sont pourvues

d'un rouleau élastique saturé de germicide. Comme toutes les manoeuvres, l'ouverture et la fermeture des portes sont régies à partir du tableau de commande, installé à l'extérieur, de manière à ce que l'opérateur intérieur ne puisse jamais se tromper de porte. Toutes les chambres sont pourvues de doubles portes et l'espace qui les sépare est constamment arrosé de germicide dressant ainsi une barrière étanche devant les agents d'infection.

## Des précautions extrêmement minutieuses ont été prises à l'intention de l'opérateur intérieur

Mais voici l'un des tout gros problèmes qu'il a fallu résoudre : il s'agissait, en effet, d'introduire dans le complexe, pour y travailler dans les chambres stériles, un opérateur totalement exempt de germes microbiens. On a conçu à cet effet un scaphandre étanche, pourvu d'un téléphone et d'un micro. Dès qu'il a revêtu ce costume, l'opérateur entre dans un sas où on le vaporise de germicide concentré. Il doit plonger ensuite dans un bain de germicide, de forme allongée, placé sous les cham-

bres. Au centre de ce bain de germicide se trouve une cloche à vide qui aspire les éventuelles bulles d'air dans lesquelles pourraient se dissimuler des germes microbiens et qui révèle les fuites éventuelles du scaphandre. Ce n'est qu'après avoir subi ce traitement que l'opérateur peut quitter le sas pour pénétrer dans des chambres. Avant de se rendre dans un autre local où se déroulent peut-être des expériences de contamination, il doit à chaque fois s'immerger dans le bain de germicide. L'on voit que rien a été laissé au hasard.

### La poule exempte de germes microbiens

Comment parvient-on à produire une poule exempte de germes? On part de l'hypothèse que le contenu de l'oeuf est stérile (ce qui n'est pas toujours le cas). Les oeufs de poule sont placés jusqu'au 19<sup>e</sup> jour dans une couveuse normale. Puis on en stérilise l'extérieur dans un « sas à oeufs » du complexe au moyen de sublimé de mercure; après avoir été plongés dans un bain de germicide, les oeufs sont déposés ensuite dans les incubateurs du complexe stérile pendant les 21 et 22<sup>e</sup> jours de l'incubation. Dès l'éclosion, les 14 incubateurs qui peuvent contenir chacun 10 oeufs, sont testés afin de voir s'ils sont encore stériles. Ce n'est qu'alors que les poules stériles sont introduites dans une des chambres stériles où elles seront soumises à des expériences pendant une quinzaine de jours.

### Les expériences

A première vue, les recherches expérimentales qui se pratiquent sur ces poules stériles sont relativement simples. Comme nous le disions plus haut, l'être vivant est contaminé immédiatement par de nombreux micro-organismes. L'une de ces expériences consiste dès lors à isoler un seul de ces innombrables microbes sur une poule normale (donc contaminée) et de le transmettre à une poule stérile. On laisse agir le microbe pendant une quinzaine de jours, puis on tue la poule gnothobiotique (c'est-à-dire contaminée par un seul microbe connu) et on procède à l'analyse minutieuse de son organisme. En ce qui concerne le résultat pratique de ces expériences, il donne toujours lieu à des surprises, aux dires du Dr Henri EYSSSEN, jeune microbiologiste et chercheur de l'Institut Rega de l'Université de Louvain.



L'Institut Rega de l'Université catholique de Louvain (Belgique) a construit les plus grandes chambres stériles du monde. Elles sont destinées à l'élevage stérile de centaines de petits animaux tels que poussins, rats, souris, ou de quelques grands animaux tels que chiens ou porcs. La photo montre un opérateur intérieur revêtu d'un scaphandre étanche et extérieurement stérile, qui s'occupe de poussins gnothobiotiques (contaminés au moyen d'un seul microbe connu).

Les découvertes les plus importantes proviennent des recherches de base. On s'adonne ici à des recherches expérimentales sur une base fondamentale. On sait par exemple que la plupart des antibiotiques augmentent le taux de cholestérol. Mais on a découvert que l'antibiotique « néomycine » réduit le taux de cholestérol chez la poule et chez l'homme.

Les chercheurs ont adopté l'hypothèse suivante: modifications inhabituelles dans la flore intestinale. Des expériences ont été pratiquées sur des poules stériles d'où il résulte que, là encore, le taux de cholestérol avait baissé. On a donc pu prouver expérimentalement que cette baisse n'avait rien à voir avec la flore intestinale et que la néomycine a dès lors deux effets: elle agit en tant qu'antibiotique et elle exerce une influence sur les acides choliques, ce qui réduit le taux de cholestérol. On comprendra l'importance de cette découverte si l'on sait que le cholestérol joue un rôle énorme dans l'artériosclérose et l'infarctus du myocarde.

térol joue un rôle énorme dans l'artériosclérose et l'infarctus du myocarde.

La recherche bénéficie du fait que les « chambres stériles » sont incorporées dans un ensemble scientifique. C'est ainsi que l'Institut Rega dispose d'une section de Virologie (toute la gamme) d'une section de Microbiologie (dans le sens le plus large du terme) d'une section de Chimie, d'une section d'Anatomie pathologique, toutes ces sections étant pourvues de leurs propres laboratoires. Toute la recherche scientifique se pratique donc dans le même bâtiment.

Les savants de l'Institut Rega consacrent leur vie à des recherches de base, fondamentales et expérimentales, qui peuvent donner lieu à de grandes surprises — on les appelle alors découvertes — lesquelles sont susceptibles d'influencer l'évolution de nombreuses maladies.

## *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.*

