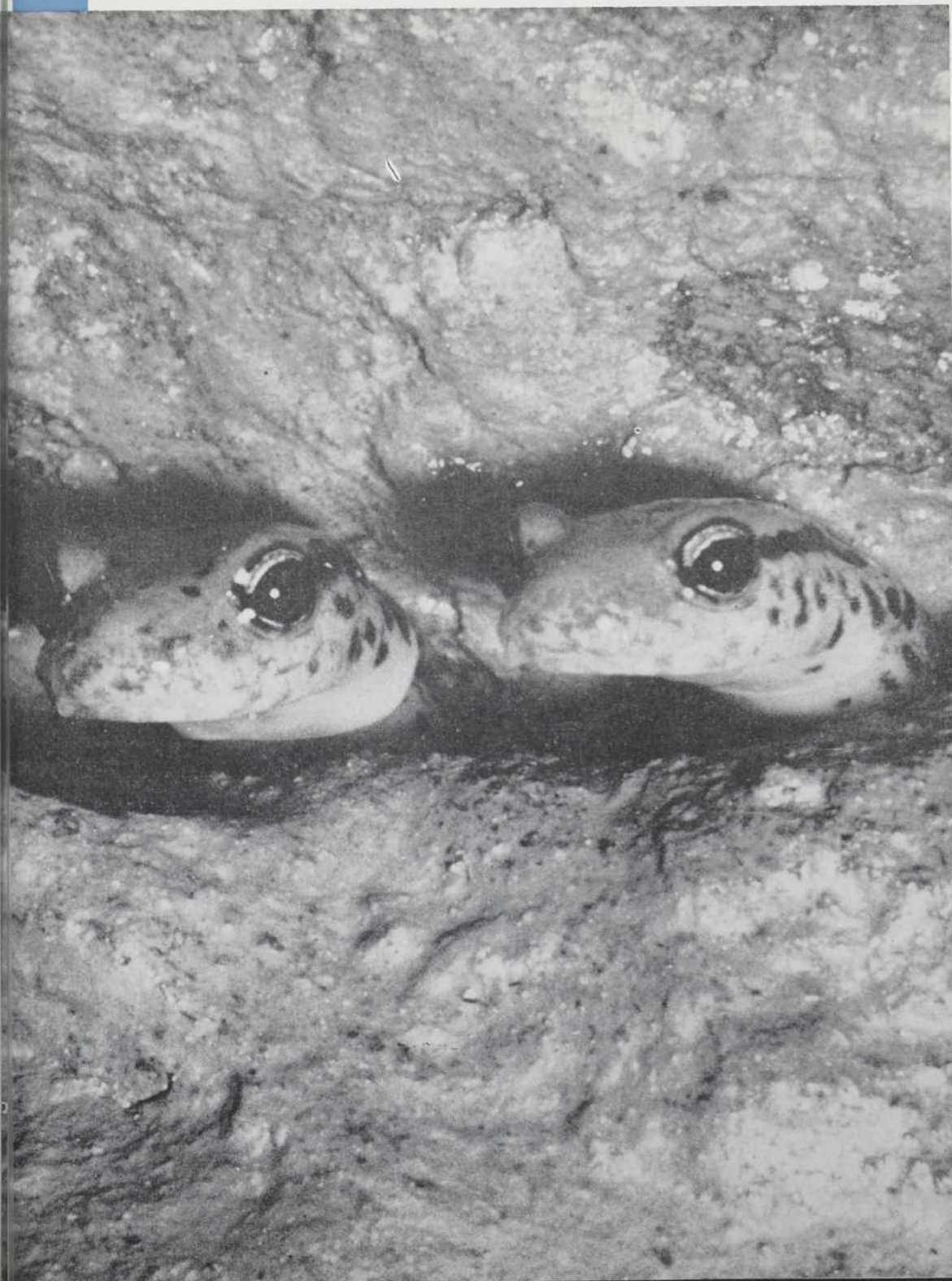


5

le jeune scientifique



VOLUME 1
NUMÉRO 5
MARS 1963

LE JEUNE SCIENTIFIQUE

Revue de vulgarisation scientifique pour les jeunes publiée par l'Association canadienne-française pour l'Avancement des Sciences (ACFAS). Elle remplace «Le Jeune Naturaliste» publié à Joliette de septembre 1950 à juin 1962.

Le Jeune Scientifique paraît huit fois par année, d'octobre à mai.
Le premier volume commence en novembre pour se terminer en juin.

CONSEIL

président	Claude Geoffrion président de l'Acfas
administrateur	Jean-Marie Beauregard directeur général de l'Acfas
directeur	Léo Brassard
conseillers	Réal Aubin Pierre Benoît Jean Clavel Pierre Couillard Pierre Dagenais Yves Desmarais Odilon Gagnon Lucien Piché
secrétaire	Roland Prévost Roland Gosselin

COMITÉ DE RÉDACTION

	Réal Aubin Jean R. Beaudry Max Boucher Samuel Brisson Raymond Cayouette Richard Cayouette Louis-Philippe Coiteux Pierre Couillard Aimé-Onil Dépôt Gérard Drainville Claude Frémont Wilfrid Gaboriault Olivier Garon Hector Gravel Maurice L'Abbé Serge Lapointe Aurèle La Rocque Paul Lorrain Paul-H. Nadeau Maurice Panisset Adelphé-David Poitras Yvon Préfontaine Roland Prévost Adrien Robert Louis Sainte-Marie
secrétaire	Roger H. Martel

abonnements

Abonnement individuel, un an : \$2.50. Abonnement de groupe-étudiants, soit 15 abonnements et plus à une même adresse : \$1.60 chacun. Vente au numéro : individuel, 35 cents; groupe-étudiants, 25 cents. Abonnement à l'étranger : 3 dollars canadiens.

adresses

LE JEUNE SCIENTIFIQUE, c.p. 391, Joliette, Qué., Canada. (Collège de Joliette).
Secrétariat général de l'Acfas, c.p. 6128, Montréal 3, Canada. Tél. : 733-9951, poste 330.

notes

Tout écrit publié dans la revue n'engage que la responsabilité du signataire.
Tous droits de reproduction et de traduction réservés par l'Acfas © Canada et Etats-Unis, 1962.
Le Ministère des Postes à Ottawa a autorisé l'affranchissement en numéraire et l'envoi comme objet de deuxième classe de la présente publication.

Volume I, no 5

mars 1963

- 97 La vie des cavernes
- 102 Les grottes existent-elles dans le Québec ?
Comment se forme une grotte ?
- 106 Les hommes-grenouilles dans l'Arctique
- 108 Les satellites artificiels
- 112 L'éradication des maladies infectieuses est-elle possible ?
- 115 Les nombres premiers
- 117 Actualité scientifique
- 119 Mes recherches sur la chitine
- 120 Encore les «gaz inertes» ?

Visitez-vous les Expo-Sciences ? 4e page-couverture

Photo-couverture : deux Salamandres à longue queue, *Eurycea longicauda*, surprises dans une crevasse d'une caverne de Pennsylvanie par l'excellent photographe-spéléologue Charles E. MOHR, ancien président de la *National Speleological Society* américaine et responsable du service d'éducation au *Nature Center* de l'*Audubon Society*, à Kalamazoo, Michigan. D'autres documents photographiques gracieusement prêtés par M. MOHR illustrent deux articles de ce présent numéro.

Ceux de nos lecteurs qui ont suivi les aventures fascinantes d'un Norbert Casteret, ceux qui ont admiré les fresques de Lascaux ou d'Altamira savent qu'il existe une sorte d'hommes, les *spéléologues*, pour qui le fond des cavernes représente cette chose rarissime qu'est un coin encore inexploré de notre globe. Par contre, pour l'homme de la rue, les cavernes sont des endroits où il ne fait pas bon vivre - sauf en cas de guerre atomique, bien entendu. Il y fait noir, froid et humide, et, oh horreur ! vous risquez de vous y frôler à toutes sortes de bêtes gluantes.

LA VIE DES CAVERNES

par Pierre COUILLARD

photos de Charles E. MOHR

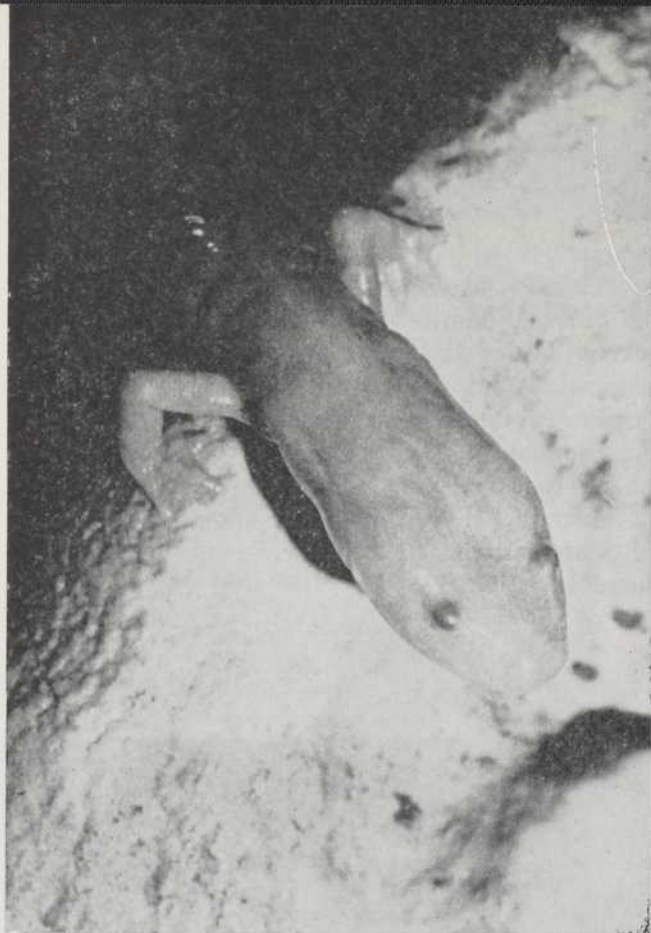
Les animaux des cavernes ne sont pas tous "cavernicoles"

C'est pourtant des animaux des cavernes dont il sera question ici car une nouvelle race vient d'apparaître chez les explorateurs des cavernes, les *biospéléologues*, des biologistes spécialisés dans l'étude des animaux cavernicoles, des animaux troglodytes ou *troglobies* comme on les appelle. Nous ne parlerons pas ici des *hôtes occasionnels* des cavernes, des chauves-souris qui y dorment le jour ou pendant l'hiver, des ours qui y hibernent, des carnivores ou même des hommes qui s'y abritent ou des infortunées bestioles qui y tombent. Ces êtres ont leur vie active hors de la caverne. Ils ne s'y aventurent jamais bien profondément d'ailleurs car ils ne sont pas particulièrement aptes à la vie souterraine. Nous ne nous intéresserons pas non plus aux animaux de la zone intermédiaire, de la zone dite crépusculaire adjacente à l'entrée de la caverne; leur adaptation au milieu souterrain n'est que partielle.

Les véritables troglobies

Par contre, les régions éternellement obscures des cavernes abritent des organismes spécialisés qui n'ont jamais connu d'autre habitat et qui montrent, pour ce genre de vie, des adaptations tout à fait remarquables. Ce sont les *troglobies*, tous des animaux à sang froid. Le métabolisme actif d'un mammifère nécessite trop de combustible pour s'accommoder des maigres ressources alimentaires de la caverne. D'ailleurs, le milieu cavernicole est l'un des plus constants qu'on connaisse, au point de vue température en particulier, et les animaux qui y vivent n'auraient que faire d'un mécanisme de stabilisation de leur température interne.

La faune des cavernes est variée. Elle comprend plus de 100 espèces en Amérique dont 75 dans la célèbre Caverne du Mammoth dans l'état du Kentucky, et on en connaît plusieurs centaines d'espèces en Europe. En plus des animaux microscopiques, on y trouve



Une salamandre cavernicole, le *Typhlotriton speleus*, adulte, qui se rencontre dans les cavernes des montagnes Ozark, dans le Missouri. Cette salamandre est aveugle : durant la métamorphose du batracien, les paupières se rejoignent et forment une membrane sur l'oeil. (C. E. MOHR).

des vers plats, des crustacés comme les crevettes et les écrevisses, de nombreux insectes, en particulier des coléoptères, des araignées, des myriapodes, des poissons et même jusqu'à des salamandres. La plupart sont privés d'yeux, — le coléoptère aveugle *Anopthalmus* n'a même pas de nerf optique, — d'autres n'en possèdent que des rudiments non-fonctionnels. Par contre, d'autres sens pourront être exceptionnellement bien développés, par exemple, l'odorat et surtout le toucher, grâce à la longueur extrême de divers appendices, pattes, poils, antennes, etc. Un poisson aveugle, *Anoptichthys* utilise, dit-on, les organes de sa ligne latérale pour déceler les vagues de pression produites par ses propres mouvements de nage. Un autre, *Amblyopsis*, porte sur sa tête d'abondantes papilles olfactives ou tactiles qui l'aident à repérer sa nourriture.

Ces animaux sont généralement petits et doivent pouvoir se contenter de peu, tel le fameux Protée, une salamandre cavernicole qui est capable de diminuer de volume et de taille quand la nourriture se fait rare. Autre caractéristique générale, l'absence presque totale de pigments; les animaux cavernicoles sont, pour la plupart, d'une paleur livide. A force de vivre en conditions constantes de froid, d'humidité élevée et

d'obscurité totale, les cavernicoles ont perdu toute adaptabilité aux changements de température, à la sécheresse et surtout à la lumière. Le plein soleil peut les tuer en quelques minutes et un chercheur américain Maguire, a montré récemment que des crustacés ostracodes provenant de cavernes du Texas succombent en moins de dix jours à des intensités lumineuses égales à un-vingtième seulement de la lumière du soleil.

Les coléoptères du groupe des Bathysciinés nous montrent jusqu'à quel point le cycle vital de ces organismes peut être spécialisé au milieu : la femelle du *Speonomus longicornus* ne pond qu'un seul oeuf à la fois, un oeuf énorme et bourré de vitellus. La larve qui en sort entre aussitôt en métamorphose, au bout de quelques heures, sans croître, sans se nourrir et sans muer. Chez les coléoptères de surface, le stade larvaire s'étend sur plusieurs semaines durant lesquelles la larve grandit assez pour muer au moins deux fois.

Vous n'avez pas besoin d'aller bien loin pour observer un animal cavernicole : le criquet des cavernes, *Ceuthophilus spelai*, cette espèce de sauterelle aptère (sans ailes) qu'on rencontre souvent dans les coins humides des caves de nos maisons est un bon exemple d'animal partiellement adapté à la vie souterraine. *

L'écologie des cavernes

Bien qu'on continue à décrire de nouveaux animaux cavernicoles, il semble qu'on a maintenant dépassé le stade de l'inventaire en Biospéléologie. Les savants s'attaquent maintenant à ce qui constitue, selon nous, l'aspect vraiment intéressant de la question, à l'aspect écologique. On peut en effet considérer une caverne profonde comme un petit monde, un micro-habitat, au climat tout à fait unique, fermé sur lui-même depuis des milliers, quelquefois même des millions d'années.

Il serait intéressant, par exemple, de se demander comment une telle communauté d'êtres vivants a pu subsister dans de telles conditions. Dans des cavernes peu profondes et ouvertes à l'air libre — le cas le plus fréquent — on peut fort bien imaginer un apport constant d'aliments provenant de l'extérieur : des aliments organiques tels que cadavres d'animaux ou d'insectes, des excréments, feuilles mortes, grains de pollen, etc., sur lesquels s'édifie continuellement la pyramide des organismes. Par contre, il existe des cavernes absolument fermées au monde extérieur où

* Une étude du comportement du *Ceuthophilus* en diverses conditions de lumière ou d'humidité constituerait un excellent projet pour l'Expo-Sciences.

rien, à première vue, ne saurait pénétrer. Les régions profondes des cavernes ouvertes représentent également des milieux qui ne peuvent recevoir du dehors ni organismes ni substances organiques.

Et pourtant, on connaît de telles cavernes qui sont habitées par toute une variété d'êtres vivants, des bactéries allant jusqu'aux vertébrés. On s'est longtemps demandé quelle source première d'énergie alimente ces communautés d'organismes. Les lois de la thermodynamique nous disent en effet qu'une population donnée ne peut vivre longtemps en vase clos. Dans un système fermé, la proportion d'énergie utilisable décroît continuellement. En d'autres termes, les êtres vivants gaspillent beaucoup plus d'énergie qu'ils n'en utilisent et le bilan de leurs transactions en calories est toujours déficitaire.

Une première réponse à cet intéressant problème vient tout juste de nous être apportée par les chercheurs français du Laboratoire souterrain du Centre National de la Recherche Scientifique, établi en 1954 à Moulis, dans les Pyrénées. Ces savants ont récemment décrit un type de bactérie tout à fait remarquable qu'ils ont nommée *Perabacterium spelai*. Ce microorganisme qui abonde dans la boue du sol de la caverne, vit en milieu anaérobique; il peut se passer totalement d'oxygène gazeux. Il est aussi capable de fixer l'azote de l'air et d'obtenir son carbone à partir des carbonates de l'eau, c'est-à-dire qu'il peut, à partir de produits inorganiques simples, fabriquer les diverses substances organiques qui constituent son protoplasme. Jusqu'à maintenant, rien de bien extraordinaire, mais le point important est que l'énergie requise pour ces synthèses est obtenue par la bactérie à partir de l'oxydation des sels ferreux du limon en sels ferriques.

Comme ces bactéries sont aussi capables de synthétiser les divers composés essentiels aux organismes supérieurs, on comprendra facilement qu'elles — et d'autres du même type — constituent l'élément de base de la pyramide biologique de la caverne. *

En définitive, et on s'en doutait depuis longtemps, les cavernes les plus hermétiques ne sont pas des systèmes fermés, mais elles reçoivent continuellement du monde extérieur de l'énergie chimique potentielle sous forme des sels ferreux dissous dans l'eau qui les irrigue. A l'échelle du monde qui nous est familier, on pourrait comparer les bactéries des cavernes aux plantes vertes et l'énergie des sels ferreux à la lumière du Soleil !

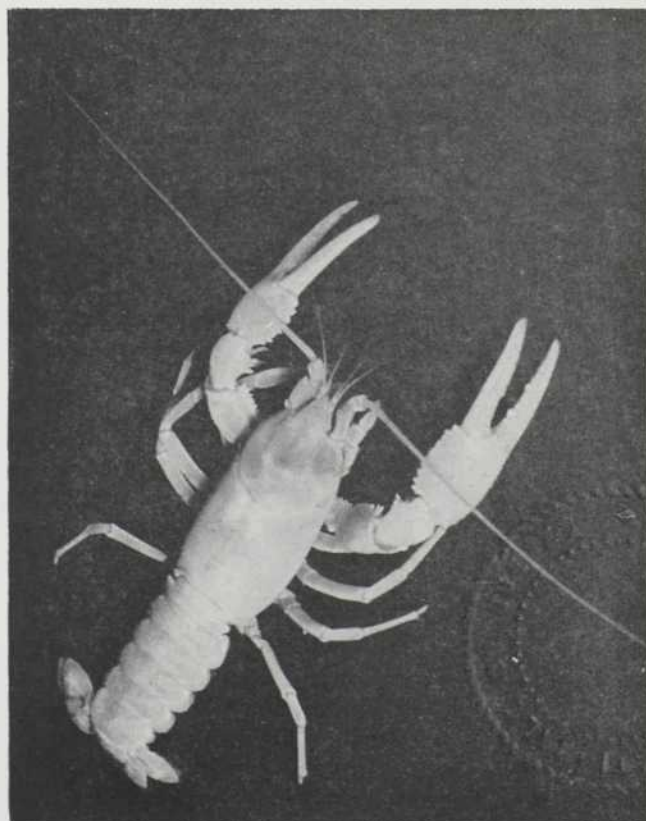
* En d'autres termes, les bactéries sont mangées par les Protozoaires, ces derniers par de petits invertébrés, ceux-ci, à leur tour, par de plus gros et ainsi de suite. Plus on s'élève dans l'échelle des organismes, plus le nombre d'individus est restreint. C'est pourquoi on parle de «pyramide biologique.»

Les cavernes doivent être protégées

Ces résultats d'importance tout à fait fondamentale ouvrent un chapitre tout nouveau aux études sur la biologie des cavernes et il est à souhaiter qu'il se fasse ailleurs de semblables travaux.

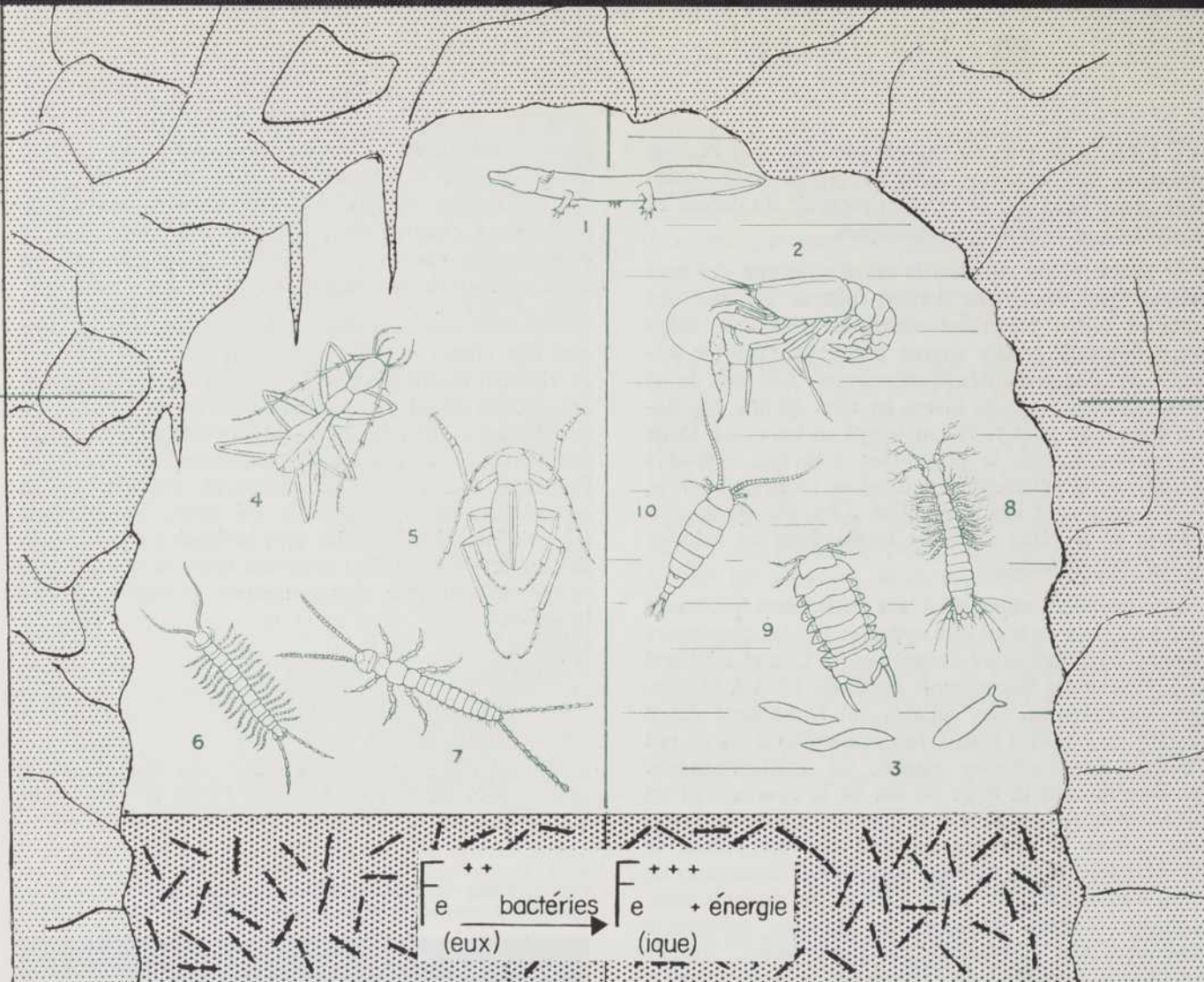
Signalons que les cavernes déjà explorées se prêtent mal aux études de cette nature. L'Homme a vite fait de chambarder un si délicat équilibre en y introduisant ses déchets et en y pratiquant divers aménagements : des mesures aussi bénignes en apparence que l'assèchement des couloirs et l'installation de l'éclairage électrique sont funestes aux animaux cavernicoles. On connaît des cavernes qui ont été vidées en quelques mois de leurs habitants les plus intéressants par le zèle des collectionneurs. Les cavernes nouvellement découvertes doivent être rigoureusement protégées et dès le début.

Une écrevisse blanche, dépourvue de pigments, le *Cambarus ayersii* des cavernes de l'Ozark, dans le Missouri. (C.E. MOHR)



AIR

EAU



Ce graphique montre quelques animaux cavernivoles. (Les dessins ne sont pas à l'échelle). Les cavernes abritent une bonne variété d'organismes terrestres et aquatiques. La boue du sol contient en particulier des bactéries qui oxydent les sels ferreux de l'eau en sels ferriques, obtenant ainsi de l'énergie pour leurs synthèses.

Légende des dessins :

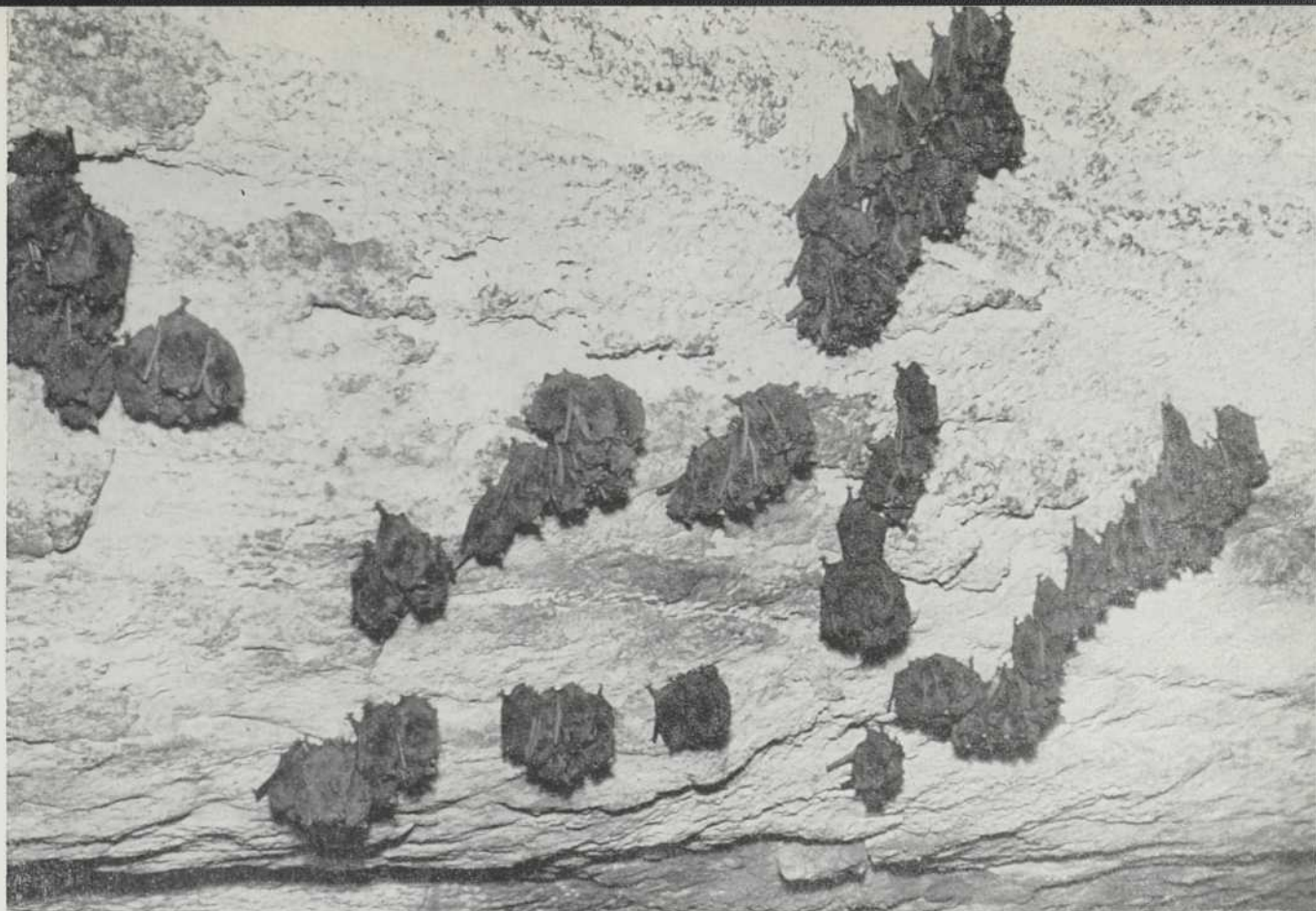
1. le Typhlomolge, une salamandre;
2. le *Typhlocaris*, une écrevisse;

3. des Vers plats;
4. un Coléoptère carabique, l'*Aphaenops*;
5. un Coléoptère catopide, le *Speonomus*, Sylphide des cavernes;
6. un Centipède, le *Lithobius*;
7. un insecte diploure, le *Campodea*;
8. un Crustacé syncaride, le *Bathynelle* (1 mm);
9. un Crustacé isopode flabellifère, le *Monolistra*;
10. un Crustacé copépode.

BIBLIOGRAPHIE

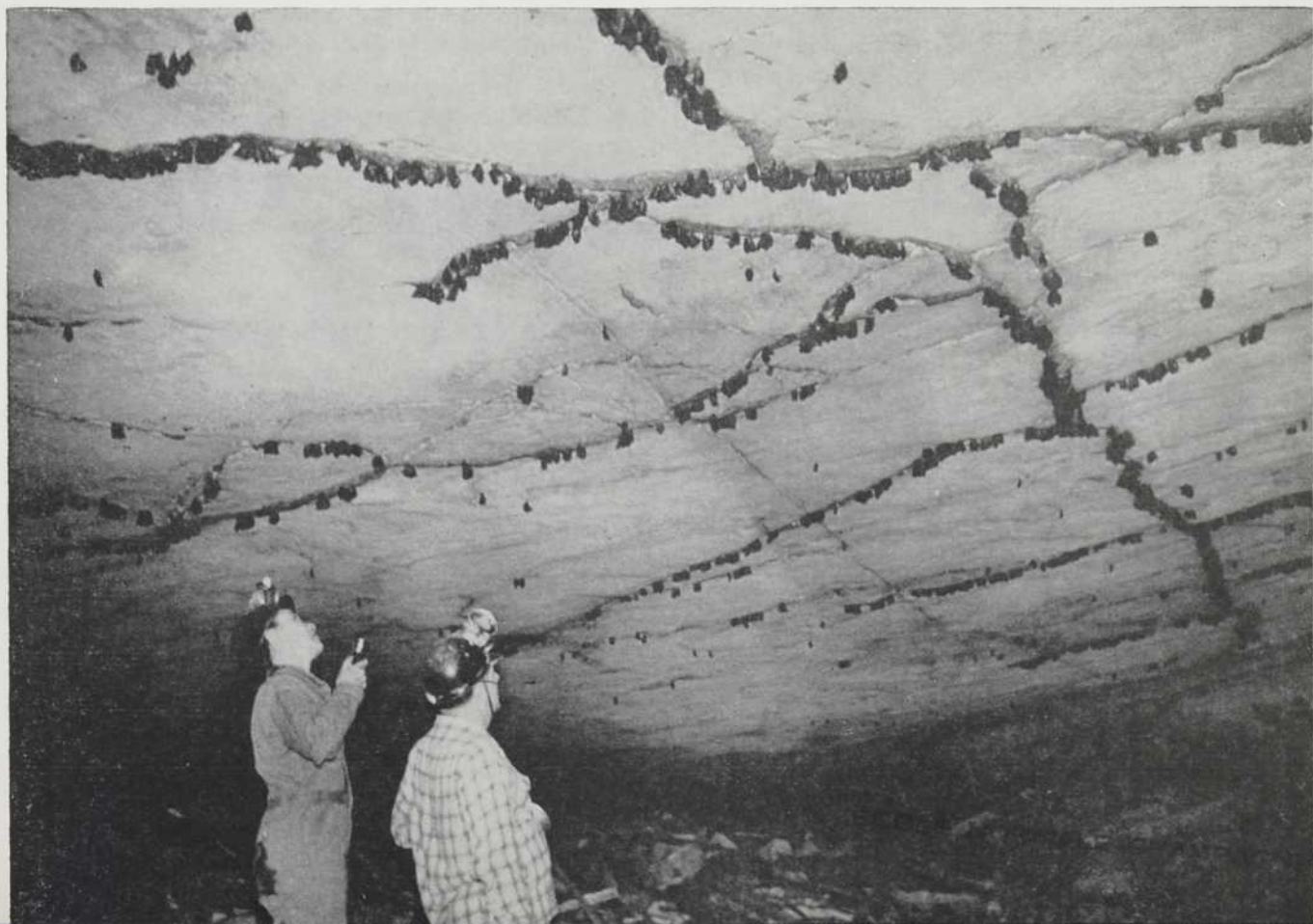
- CURL, R.C. *Speleology*, Science, vol. 137, p. 285; 1962.
 MAGUIRE, B. *Lethal effect of visible light on Cavernicolous Ostracods*, Science, vol. 132, p. 226; 1960.
 MOHR, Charles E. and H. N. SLOANE. *Celebrated American Caves*, Rutgers Univ. Press, 351 pp.; 1955.
 MOHR, Charles E. *Cave Life*, Nelson-Doubleday, National Audubon Society, 48 pp.; 1956.

- MOHR, Charles E. *Caves*, in Canadian Nature, Toronto, vol. 19, no 5, nov.-dec., pp. 153-161; 1957.
 NICHOLAS, G. *Life in Caves*, Scientific American, mai 1955.
 PYE, J.D. *Localisation par écho chez les Chauves-souris*, Endeavour, vol. XX, no 78; 1961.
 PYE, J.D. *The underground laboratory of the National Centre for Scientific Research, France*, Nature, vol. 196, p. 222; 1962.
 TROMBE, Félix. *Traité de spéléologie*, Payot, Paris 1952.



Les chauves-souris ne sont pas de véritables animaux «cavernicoles» ou «troglodies». Ces petits mammifères sont plutôt des «hôtes occasionnels» des cavernes; ils s'y réfugient pour la longue période du sommeil hivernal ou pour y dormir le jour pendant la belle saison.

Ces magnifiques photographies donnent un aperçu des fortes populations de chauves-souris qui habitent certaines grottes. Elles montrent des petites chauves-souris brunes (*Myotis*), en hibernation dans deux cavernes des Etats-Unis : en bas, une caverne du Tennessee; en haut, la grande Caverne du Mammoth du Parc National de l'état du Kentucky.



des ca-
Carnegie
1955
Carnegie
1961
1952
195-1960

COMMENT SE FORME UNE GROTTES ?

les grottes existent-elles dans le Québec ?

Notre province offre-t-elle la possibilité d'explorer des grottes, des cavernes, des cours d'eau souterrains ? Est-ce possible chez nous de pratiquer ce sport qui peut devenir une science, la *spéléologie* ? (1) Un géographe français répondait partiellement à cette question en 1958 : « Les explorateurs de grottes, les *spéléologues*, semblent surtout exercer leur activité en France, où se trouvent les plus profonds gouffres du monde. . . Ils peuvent aussi le faire au Canada, non seulement dans les hautes montagnes de l'Ouest, où le gouffre de Nakimu, près de Glacier, est le plus grand et le plus profond du Canada, mais aussi dans l'Est canadien, dans le Québec même. . . » (Corbel, 1958, p. 193). (2)

par Léo BRASSARD

Cette affirmation peut étonner plus d'un lecteurs. Depuis 1949, nous avons nous-même signalé à quelques reprises l'existence chez nous de véritables petites grottes pouvant devenir l'objet d'études intéressantes et sérieuses pour nos naturalistes. (Voir la bibliographie). Mais n'allons pas croire toutefois que ces cavernes du Québec peuvent se comparer à celles d'autres pays, comme la France, l'Italie, les Etats-Unis et d'autres. En ces pays les phénomènes géologiques de ce genre se comptent par centaines, par milliers, et l'amplitude de ces gouffres et grottes se traduit quelquefois par plusieurs milles de sombres couloirs, enfouis sous quelques centaines de pieds dans la croûte terrestre.

Nos grottes du Québec — disons-le immédiatement — sont peu nombreuses, de dimensions restreintes. Des restrictions nous sont imposées par la nature même d'une majeure partie du sous-sol québécois et aussi

par les événements de notre histoire géologique. Nous analyserons brièvement cette question dans les paragraphes suivants. Mais il n'en reste pas moins que nos petites grottes, nos petits cours d'eau souterrains, demeurent quand même des cavités naturelles constituant des milieux distincts, ayant une formation particulière, des caractéristiques dignes de l'attention des naturalistes. Ces dimensions réduites ont même un avantage ! Elles nous protègent contre les amateurs de performances sportives, les curieux avides de «souvenirs», contre les vandales qui iraient détruire ou transformer ces milieux demeurés quasi inexplorés.

Avant de présenter une liste commentée de nos principales grottes, nous nous poserons successivement ces questions : comment se forme une grotte ? Qu'est-ce qu'un «karst» ou un «phénomène karstique» ? Où chercher des grottes dans le Québec ?

1er article

Comment se forme une grotte ?

L'agent ou la force naturelle qui est ordinairement en cause dans le creusage d'une grotte, c'est l'eau. L'eau n'est pas seulement un agent d'érosion ou d'usure

en surface, mais elle «travaille» aussi en profondeur. Une partie des eaux, sollicitée d'abord par les lois de la pesanteur, s'infiltre profondément dans l'écorce terrestre.

La pénétration de l'eau dans le sol puis dans le sous-sol n'est possible que grâce à des accidents géologiques qui causent des fentes, des fissures plus ou moins importantes ou des zones de faible résistance. L'infiltration de l'eau dans la masse rocheuse est surtout due : aux *diaclasses*, ces cassures verticales ou

(1) Le mot *spéléologie* vient des mots grecs *spelaion*, caverne, et *logos*, science.

(2) Nos références seront indiquées de cette façon : le nom de l'auteur suivi de la date de la publication concernée et la page. On trouvera les détails dans la bibliographie, à la fin de cet article.

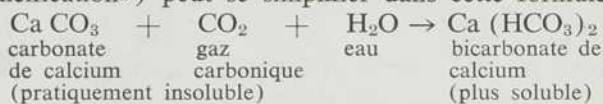
obliques; aux *fissures* produites surtout par la déformation des roches; aux *failles*, amenant en contact des roches de nature et de dureté différentes; aux *joints* de la stratification ou «l'empilement» de deux couches sédimentaires; etc. De plus, la nature même des roches du sous-sol va faciliter ou empêcher cette infiltration de l'eau. Les roches dites «poreuses» comme les sables, certains grès, etc., et les roches «fissurées», comme les basaltes, certains calcaires, vont permettre à l'eau de se frayer un passage jusqu'à une zone ou couche imperméable. Certaines roches (schistes argileux, marnes) sont imperméables et s'opposent à la pénétration de l'eau.

Mais l'action des eaux d'infiltration — ou les *eaux souterraines* — va se manifester de façon beaucoup plus notable dans les régions au sous-sol *calcaire*. Le principal constituant du calcaire est le *carbonate de calcium* lequel est légèrement soluble dans l'eau pure. Soluble à un point négligeable pratiquement au contact de l'eau pure, mais attaqué, vulnérable au contact de l'eau chargée de *gaz carbonique*. L'addition de gaz carbonique à l'eau transforme le calcaire (ou carbonate de calcium) en une substance plus soluble, le *bicarbonate de calcium*. La réaction est réversible.

Les eaux de pluie, les eaux de fonte des neiges ou des glaciers, les eaux «météoriques» sont chargées en plus ou moins grande proportion de gaz carbonique puisé dans l'atmosphère ou au contact d'autres eaux. L'eau provenant de la fonte des neiges, par exemple, sera plus efficace sur les calcaires pour les *dissoudre*, parce qu'elle contient une plus grande proportion de

gaz carbonique; elle devient plus «agressive».

Ce phénomène de dissolution des calcaires (ou «décalcification») peut se simplifier dans cette formule :

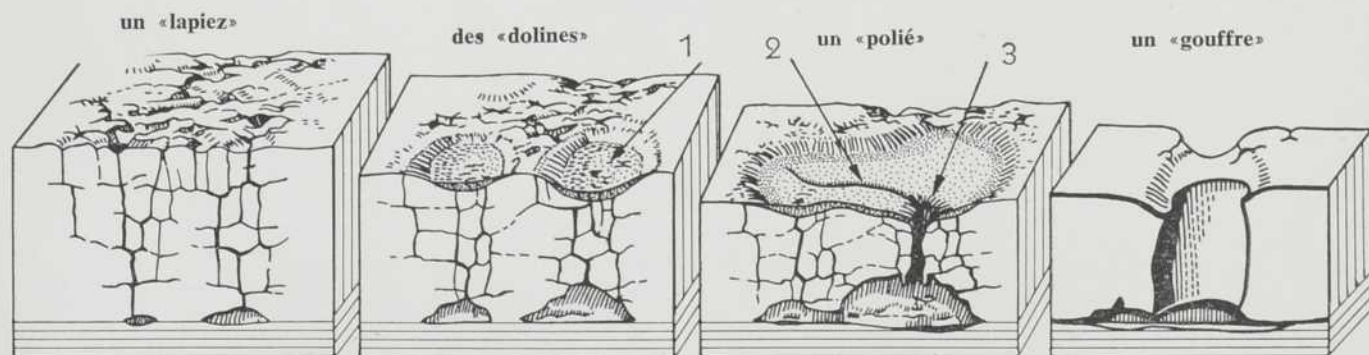


La dissolution de nombreuses roches (roches séléniteuses, roches contenant des chlorures ou des sulfates) peut aussi se réaliser, mais elle ne donne pas naissance à des cavités importantes. Les cavités s'affaissent ordinairement par tassement, accumulation des parties de la roche non vulnérables. Par contre, dans un terrain calcaire, ce travail de dissolution (ou d'*érosion chimique*) est beaucoup plus durable, constant, et il aboutit à la formation de salles souterraines, de gouffres importants.

Les eaux d'infiltration accusent donc une action décisive, importante, un véritable creusage chimique constant dans les massifs calcaires. Elles sont responsables de ces grottes ou cavernes profondes qui font la joie des spéléologues.

Il ne faudrait cependant pas négliger l'*action mécanique* de ces eaux : chargées de particules lithiques (provenant des roches) diverses, entraînées à une certaine vitesse, surtout lors des crues, elles effectuent un travail d'abrasion, d'érosion qui ajoute plus d'efficacité à leur action chimique. Elles se frayent un passage plus rapidement.

L'eau trahit encore sa présence dans la grotte par ces ornements féériques appelés *stalactites* et *stalag-*



Ces blocs-diagrammes illustrent l'action des eaux souterraines dans les fissures calcaires. L'ensemble montre l'évolution normale d'une «topographie karstique».

Un *lapiez* : les filets d'eau de pluie (ou autres) dissolvent la roche le long de leur parcours et tracent un réseau de cannelures sans cesse approfondies. Ces cannelures ou sillons sont souvent séparés par des arêtes aiguës.

Des *dolines* : des cuvettes ou vallons creusés dans le plateau pouvant atteindre plusieurs centaines de pieds de diamètre. Le sol, miné par les eaux souterraines, s'affaisse et cause ces cuvettes. Les chiffres 1 et 2 montrent les argiles de décomposition des calcaires.

Un *polié* : lorsque l'affaissement se produit tout le long du parcours d'une rivière souterraine, on obtient une plaine intérieure, fermée de tous côtés par des corniches calcaires. Une dépression beaucoup plus vaste qu'une simple doline. Le chiffre 3 indique un cours d'eau qui ruisselle sur ces argiles imperméables et qui finit souvent par s'engouffrer ou se «perdre». Un *gouffre* doit souvent son origine à ce cours d'eau de surface.

(Dessins d'après *Géographie générale*, A. Demangeon et A. Perpillou, Hachette; *Sciences d'observation*, M. Orioux, Hachette, Paris.)

mites. (3) En termes simplifiés, nous pouvons dire que ces concrétions (ou agrégats de substances en un corps solide) sont formées par le suintement de l'eau sur la voûte, pour les stalactites, puis la chute des gouttelettes sur le sol, pour les stalagmites. Chaque goutte d'eau en s'évaporant en partie, laisse une parcelle de carbonate de calcium qu'elle a dissoute. Des milliards de parcelles finissent par constituer un véritable « glaçon » de pierre, ou, un petit monticule sur le plancher. Les stalactites se développent ainsi vers le bas, par couches successives; les stalagmites se développent sur le plancher de la grotte en s'accroissant vers le haut, par couches successives.

La « croissance » de ces concrétions est très lente. Plusieurs facteurs peuvent cependant faire varier la vitesse de formation. Des observations faites dans certaines grottes ont révélé une croissance en longueur chez les stalactites variant entre 0.0002 à 3.04 pouces par année, d'après des mesures s'échelonnant entre 1 an et 102 ans, prises dans 19 grottes différentes. (Hicks, 1950, p. 70).

(3) Ces noms *stalactites* et *stalagmites* sont empruntés des mots grecs *stalaktos* et *stalagmos*, qui signifient respectivement « qui coule goutte à goutte » et « écoulement goutte à goutte ».

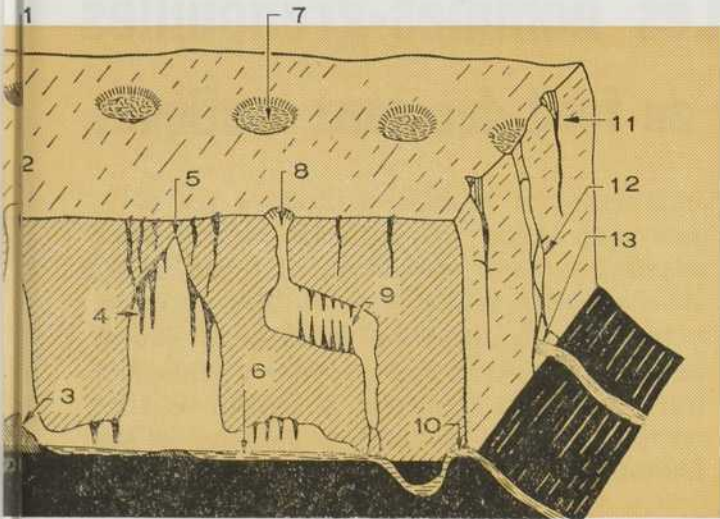
Revenons à l'action chimique des eaux sur les calcaires pour préciser que cette dissolution, sur de mêmes roches calcaires, pourra différer d'un pays ou d'une région à l'autre, suivant les conditions climatiques. Les analyses d'un géographe ont démontré, par exemple, que les calcaires seraient plus solubles au froid qu'au chaud; qu'ils seraient plus facilement érodés, plus rapidement dissous sous des climats *froids et humides* que sous des climats secs, froids ou chauds. (Corbel, 1957; surtout pp. 10, 496-500).

Avant de terminer cette question, disons un mot des grottes formées au sein des roches dures, cristallines, *ignées* ou *métamorphiques*. Nous avons vu plus haut qu'une certaine dissolution peut s'exercer, mais elle est minime. Dans ces formations géologiques les grottes seront ordinairement très réduites en amplitude. L'eau sera encore un agent actif, mais elle agira plutôt physiquement. Par exemple, elle pénétrera souvent dans des fissures, des fentes, qu'elle ouvrira ensuite sous l'effet du gel où elle augmente de volume en se cristallisant. Les blocs se détacheront un à un. Certaines cavités se forment ainsi par simple désagrégation des blocs, formant des abris s'ouvrant partiellement à la lumière. D'autres forces ou accidents naturels peuvent intervenir, comme des failles qui ont quelquefois des effets sur toute une région, des affaissements, des soulèvements, etc. Mais les grottes « classi-

Une grotte encore « active », c'est-à-dire *en voie de formation*, encore occupée par le cours d'eau qui est probablement à son origine. La largeur, la longueur de ses galeries seront sans doute modifiées au cours des années. Les parois montrent aussi que le travail d'érosion n'a pas été régulier dans le passé.



ques», les cavernes les plus communes et les plus grandes doivent plutôt se trouver en des terrains sédimentaires, plus précisément calcaires.



Un bloc-diagramme illustrant la plupart des phénomènes karstiques.

Les chiffres désignent : 1. un aven ou gouffre, puits, dans lequel se perd un cours d'eau; 2. le gouffre vu en coupe; 3. un éboulis; 4. des stalactites; 5. la voûte d'une salle ou chambre souterraine; 6. une rivière souterraine; 7. une doline ou cuvette garnie d'argile de décomposition du calcaire (ou décalcification); 8. un puits ou aven; 9. des stalagmites; 10. le siphon d'une source; 11. massif calcaire fissuré; 12. des fissures; 13. la résurgence ou retour en surface d'un cours d'eau souterrain.

(Dessins d'après *Sciences d'observation*, cl. de 4e, de Marcel Orieux, Hachette, Paris).

Qu'est-ce qu'un «karst» ou «un phénomène karstique» ?

Une question de terminologie qui nous semble importante. Il arrivera souvent que nos jeunes lecteurs entendront ces expressions dans la langue des géologues ou des spéléologues. «C'est à la région-type du karst que nous devons recourir pour comprendre le sens du terme *karst* et l'essentiel de la terminologie karstique. Dans les dialectes yougoslaves, le mot *karst* (*krst*, *kras*) désigne simplement une région calcaire.» (Corbel, 1957, p. 13). Par extension, les karsts désigneront des «grottes et terrains calcaires contenant des grottes». (Corbel, 1958, p. 193). On parlera alors des karsts de l'Est canadien, du Québec, de l'Europe, etc.

Les «phénomènes karstiques» désigneront souvent tous les phénomènes intéressant l'érosion, la dissolution

des calcaires : formes souterraines, vivantes (actives) ou fossiles; dépressions fermées dans les calcaires; canyons et réseaux de vallées sèches; etc. Quelques-uns de ces phénomènes réunis donneront une «topographie karstique» à une région ou localité.

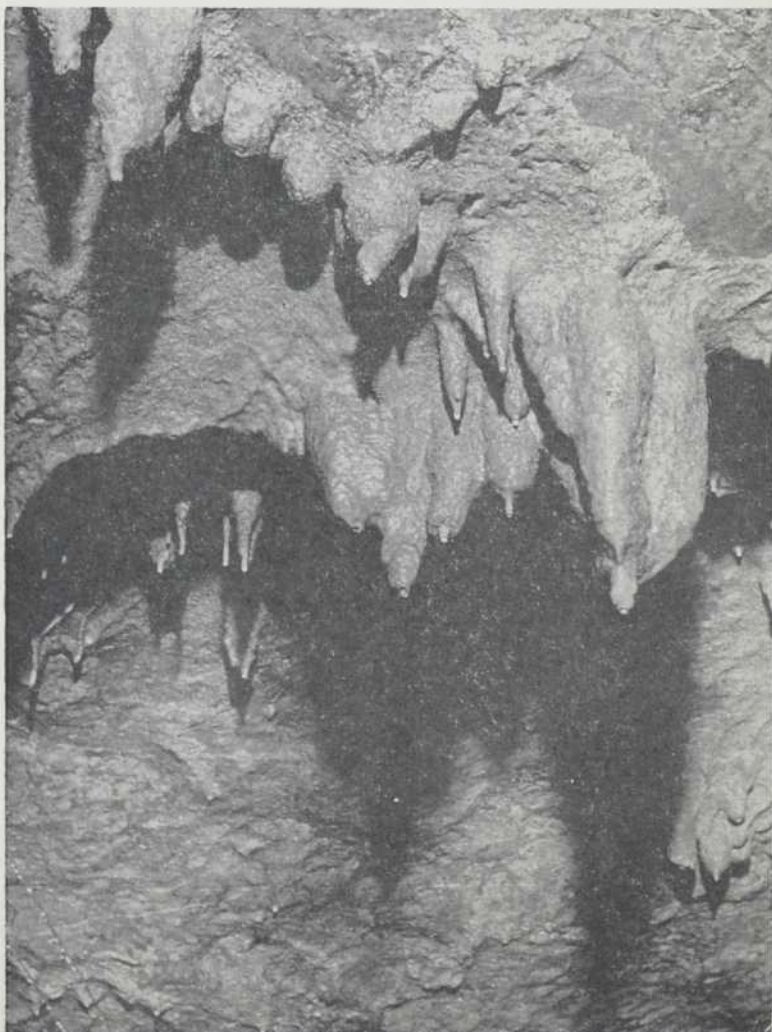
Dans le prochain numéro :

Où chercher des grottes dans le Québec ?

Liste commentée de nos principales grottes et bibliographie sur nos grottes.

BIBLIOGRAPHIE

- BRASSARD, Léo, 1949. *Excursions scientifiques au «trou de fée» de Crabtree-Mills*, in Carnets Pédagogiques, C.S.V., Joliette, no 76, février, pp. 1579-1618.
- BRASSARD, Léo, 1950. *Les grottes et les cavernes du Québec*, in Sciences et Aventures, Montréal, vol. V, no 5, mai, pp. 16-17.
- CORBEL, Jean, 1957. *Les karsts du Nord-Ouest de l'Europe et de quelques régions de comparaison*. Institut des Etudes Rhodaniennes de l'Université de Lyon. Mémoires et Documents, no 12; publ. hors-série de la Revue de Géographie de Lyon, pp. 1-541 + 100 photos hors-texte.
- CORBEL, Jean, 1958. *Les karsts de l'Est canadien*, in Cahiers de Géographie de Québec, vol. II, no 4, avril-septembre, pp. 193-216.
- HICKS, Forrest L. 1950. *Formation and Mineralogy of Stalactites and Stalagmites*, in Bulletin 12, National Speleological Society, Washington, D.C., november, pp. 63-72.





Les hommes-grenouilles au fond des eaux arctiques

Les océanographes ou limnologues qui se rendent à la mer ou aux lacs pour y poursuivre leurs recherches, pourront à l'avenir vérifier sur place, à des profondeurs données, le bon fonctionnement de leurs instruments.

Marchant sur les pas d'un groupe de géologues qui firent des recherches sous-marines sur la côte orientale du Canada, des océanographes canadiens sont à mettre au point la plongée sous-marine en eau glacée, plongée qui permettra d'entreprendre des recherches dans la mer Arctique. Une demi-douzaine d'océanographes, d'hydrographes, de techniciens ont donc quitté la chaleur confortable de leurs bureaux d'Ottawa pour se rendre sur un des nombreux lacs de la région, par un froid sous zéro, étudier sous l'eau glacée le bon fonctionnement des différents instruments qui serviront aux recherches océanographiques dans l'Arctique. Une fois les premières tentatives terminées, c'est sous la mer Arctique que les scientifiques se rendront pour y explorer le lit de cette vaste région et y voir fonctionner toutes sortes d'instruments dont des appareils photographiques.

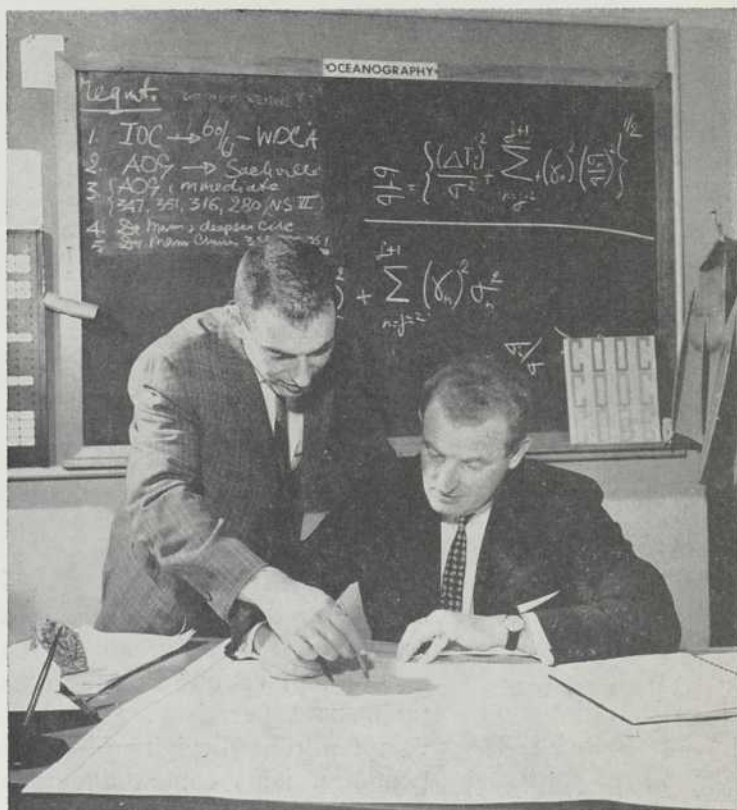
Photographies : c'est dans un des nombreux lacs de la vallée de la Gatineau, dans le Québec, que les océanographes expérimentèrent la descente en eau glacée. Une première tentative se fit dans une eau à température sous zéro.

Lors de ces premières expériences, un câble retenait le plongeur qui allait prospecter le lit du lac.

un photo-reportage de l'O.N.F.

Le technicien Blake Kelly et l'océanographe-géologue Charlie Sauer (assis) passent une partie de l'hiver à analyser des données à leurs bureaux d'Ottawa.

Ce cas particulier touchant les eaux arctiques est l'un des nombreux points d'un vaste programme de recherches océanographiques mises sur pied par le ministère fédéral des Mines et des Relevés techniques. En plus de ce vaste projet d'études scientifiques sur les côtes de l'Atlantique, du Pacifique et de l'Archipel arctique, le Canada se joindra à douze autres nations pour une étude approfondie de l'Atlantique nord-ouest. Il montre ainsi un nouvel intérêt dans le monde des recherches internationales océanographiques.



Les hommes-grenouilles de l'Arctique

Les habitants des eaux arctiques recevront bientôt la visite de personnes inattendues. Contrairement à l'habitude, ces visiteurs ne seront pas vêtus de fourrure mais de caoutchouc. Il s'agit des hommes-grenouilles du ministère fédéral des Mines et des Relevés techniques qui se rendront explorer le fond de la mer Arctique tout en se livrant à de nombreuses expériences scientifiques.

Ces océanographes-plongeurs se seront rigoureusement entraînés dans des températures sous zéro avant de se lancer dans leur aventure nordique. C'est dans les lacs des collines de la Gatineau que les scientifiques fédéraux auront éprouvé les costumes bien particuliers qui seront requis pour leurs travaux en mer Arctique. Ces costumes contiennent des milliers de petites bulles d'air qui donnent une parfaite isolation.

Le Canada ne tire donc pas de l'arrière dans les mondes internationaux de l'océanographie et de la limnologie. Après les expériences fructueuses du Porte-Dauphine dans les eaux des Grands Lacs — une initiative de l'Université de Toronto — l'on a vu s'élever récemment à Bedford, en Nouvelle-Ecosse, l'Institut fédéral d'océanographie. Puis ce seront cette année les recherches du «Baffin» dans la mer des Caraïbes, une entreprise scientifique faite en coopération avec l'Institut d'océanographie de Monaco. On parle même de l'importante participation du Canada à une prochaine réunion internationale d'océanographes d'une vingtaine de nations qui échangeront leurs points de vue sur une science appelée à révolutionner le monde sous-marin.



Les satellites artificiels

par Paul LORRAIN

dessins de Rolland BOULANGER

L'activité actuelle dans le domaine de l'Espace fait songer à la découverte de l'Amérique. Tout comme il y a cinq cents ans, notre monde est soudainement devenu plus grand. Nous sommes loin de comprendre encore tout ce qui s'ensuivra, mais les rêves les plus fantastiques sont maintenant permis... Demain nous irons sur la Lune... Bientôt nous comprendrons l'origine de notre système solaire... Avant longtemps, peut-être, nous communiquerons avec d'autres êtres intelligents de l'Univers...

Nous aurons l'occasion de discuter divers aspects des satellites artificiels au cours des prochains numéros. Pour le moment, voyons comment ces bolides peuvent rester suspendus dans l'espace pendant de très longues périodes sans retomber sur la terre.

L'attraction gravitationnelle

La légende nous dit qu'Isaac Newton découvrit l'attraction gravitationnelle en 1666, alors qu'il se reposait à l'ombre d'un pommier. Il eut soudainement l'idée que la chute d'une pomme qui se détache de l'arbre n'est que la manifestation de l'attraction des masses entre elles.

La force d'attraction entre deux objets usuels, par exemple entre deux chaises, est extrêmement faible et ne peut être mesurée ou même décelée qu'avec des appareils extrêmement sensibles. Par contre, la force d'attraction entre une chaise et la terre n'est pas difficile à démontrer; on n'a qu'à la soupeser !



Figure 2

On a trouvé que la force d'attraction gravitationnelle est proportionnelle aux masses des deux objets considérés, et qu'elle diminue avec le carré de la distance : la force diminue par un facteur de 4 lorsqu'on augmente la distance par un facteur de 2, par un facteur de 9 lorsqu'on augmente la distance par un facteur de 3, et ainsi de suite. En haute altitude, on se trouve un peu plus éloigné du centre de la terre, et les objets sont donc un peu moins lourds.

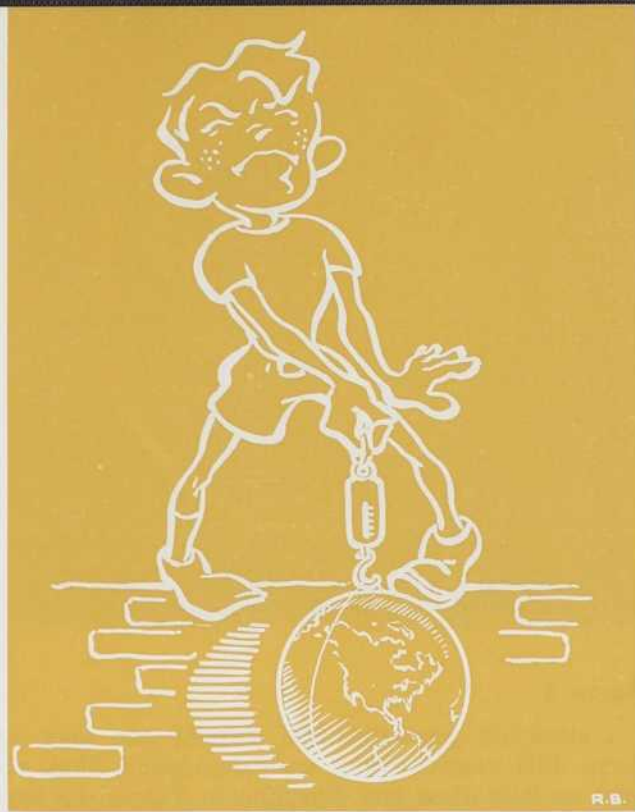
Pour deux objets ayant respectivement des masses de m et M kilogrammes et ayant entre eux une distance de r mètres, on trouve que la force d'attraction F est donnée par la relation suivante :

$$F \text{ (attraction)} = \frac{6.7}{10^{11}} \times \frac{mM}{r^2} \text{ newtons}$$

Au dénominateur, 10^{11} signifie 1 suivi de 11 zéros : 100,000,000,000 soit cent milliards. Une force de *un newton* vaut environ le dixième d'un poids de un kilogramme, soit 3.6 onces.

Figure 3

L'expression mathématique que nous venons de donner va nous permettre de calculer facilement la masse de la terre. Si l'on choisit la terre comme l'un des corps



possédant une masse M , on peut dire, en transformant légèrement l'équation précédente, que le poids W d'un objet quelconque de masse m , à la surface de la terre, est égal à :

$$W = \frac{(\text{distance au centre de la terre})^2}{(\text{Masse de la terre})} \times \frac{10^{11}}{6.7} \times 9.8 \text{ kg-force}$$

Cet poids est justement m kilogramme-force. Connaissant sa valeur numérique dans un cas particulier et sachant par ailleurs que le rayon de la terre est de 6.4 millions de mètres, on en déduit que la masse de la terre, la seule valeur qui reste à déterminer dans la dernière formule, est 6.0×10^{24} kilogrammes.

Figure 4

Les hommes qui iront sur la lune y seront attirés beaucoup moins fortement que sur la terre, la lune ayant une masse 80 fois plus petite et un rayon 4 fois plus petit, ce qui donne une force d'attraction 5 fois moins grande. La vie sur la lune aura sûrement tous les inconvénients imaginables, mais elle aura au moins cet avantage de provoquer un sentiment de légèreté inoubliable. Par exemple, on pourra y sauter verticalement cinq fois plus haut que sur la terre, avec le même effort... sans scaphandre. De toute façon, les scaphandres seront beaucoup plus légers à porter que sur la terre.



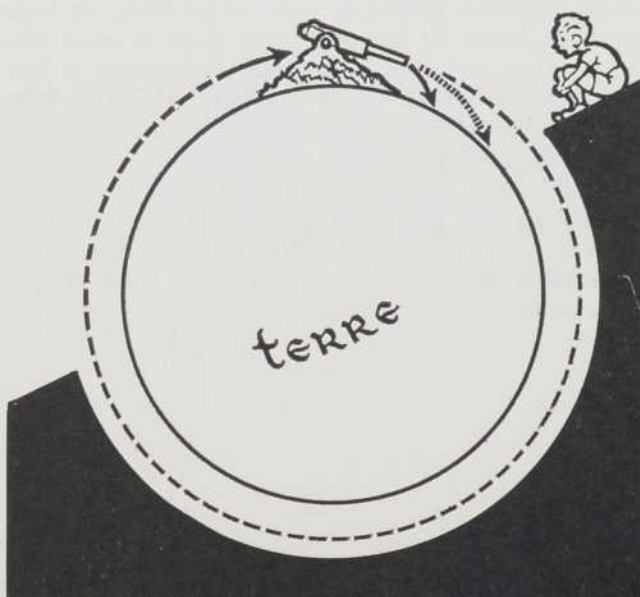
Figure 5

L'attraction gravitationnelle s'exerce sur tous les corps. Elle s'exerce même sur l'atmosphère. Nous vivons au fond d'une mer d'oxygène et d'azote. La lune n'a pas d'atmosphère, justement parce que son attraction gravitationnelle est trop faible pour retenir les gaz, sauf peut-être certains gaz très lourds.

Comment lancer un satellite

Figure 6

Tel que M. Serge Lapointe l'indiquait dans le numéro de décembre 1962, Newton avait imaginé la possibilité de lancer un satellite artificiel. L'idée est au fond très simple. On peut lancer une balle à quelques centaines de pieds. Un fusil de chasse peut lancer un boulet sur une distance beaucoup plus grande, alors qu'un canon a une portée de 5, 10 milles, ou plus. Ainsi, à mesure que la vitesse de lancement augmente, l'objet lancé peut atteindre une distance de plus en

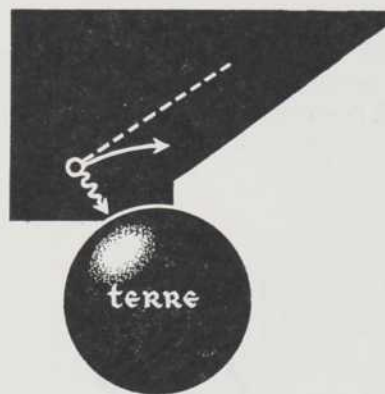


plus grande. On arrive finalement à une vitesse telle que le projectile, lancé horizontalement à une altitude appropriée, décrit un cercle complet autour de la terre. On a alors un satellite. La lune, par exemple est le satellite naturel et permanent de la terre.

Figure 7

La raison pour laquelle un bolide peut décrire un cercle autour de la terre est assez simple. S'il était libre de se déplacer à sa guise, le bolide continuerait tout droit dans l'espace et, pour une personne à la surface de la terre, il semblerait monter. Mais la terre l'attire continuellement et, pour une vitesse bien déterminée qui dépend de son altitude, la force d'attraction gravitationnelle est exactement égale à la force centripète requise pour donner la projectoire circulaire.

Si vous avez lu attentivement les comptes rendus des envolées des astronautes, vous avez vu que les forces ressenties par l'astronaute varient considérablement au cours de l'envolée. Au tout début, lors du lancement, l'astronaute se sent écrasé sur son siège. Durant le vol circulaire autour de la terre, par contre, il ne res-



sent plus aucune force et les objets flottent dans l'air à l'intérieur de la nacelle. L'explication est que la nacelle, et tout ce qu'elle contient, tombe vers la terre avec une accélération de G, tout comme une cage d'ascenseur décrochée de ses cables.

A la fin de l'envolée, à la rentrée dans l'atmosphère, l'astronaute prend soin d'orienter son véhicule de façon à ce que le freinage l'écrase de nouveau sur son siège.

Faisons un petit calcul. Mettons que le satellite pèse cent kilogrammes (220 livres) et qu'on le lance à une altitude de six cents kilomètres (400 milles). La force gravitationnelle est alors donnée par

$$\frac{6.7}{10^{11}} \times \frac{100 \times (6.0 \times 10^{24})}{(6.4 \times 10^6 + 600 \times 10^3)^2}$$

Nous avons mis au dénominateur le carré de la distance entre le satellite et le centre de la terre, soit le rayon de la terre 6.4×10^6 mètres, plus l'altitude du satellite, 600×10^3 mètres. On trouve ainsi que la force d'attraction gravitationnelle sur le satellite est d'environ 820 newtons, soit seulement 84 kilogrammes, et non pas 100.

Or la force centripète est donnée par

$$\frac{100 \times V^2}{6.4 \times 10^6 + 600 \times 10^3}$$

Comme nous ne connaissons pas la vitesse, nous pouvons seulement la représenter par la lettre V. Pour trouver la vitesse nécessaire, on n'a qu'à égaliser ces deux quantités. On trouve environ 7,600 mètres par seconde, soit 17,000 milles à l'heure.

Il est intéressant de remarquer que la masse du satellite, le cent kilogrammes, s'annule et n'intervient donc pas dans le calcul. La vitesse requise pour obtenir une trajectoire circulaire à une altitude donnée est donc la même pour tous les satellites de la terre.

Vous pouvez calculer que le temps requis pour un tour complet dans ce cas particulier est de 97 minutes.

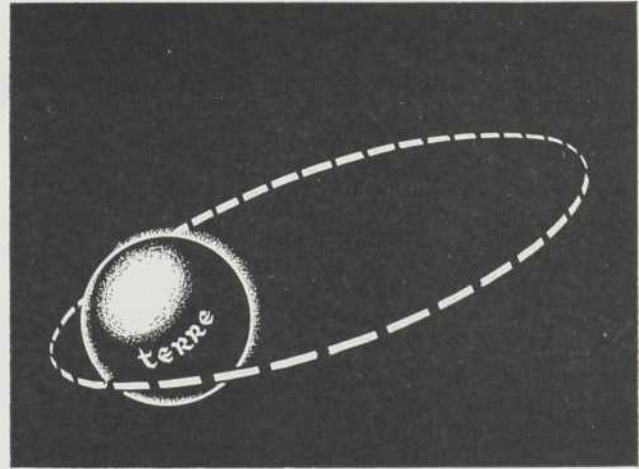
On trouve aussi que le satellite prend de plus en plus de temps pour faire un tour à mesure que l'on augmente l'altitude, si bien que, à une altitude de 36,000 kilomètres, ou 22,300 milles, il prend exactement 24 heures pour décrire un tour complet. S'il est lancé sur une orbite équatoriale, il tourne alors avec la terre comme s'il y était fixé, en restant, par exemple, toujours au-dessus d'une ville donnée. La vitesse du satellite est alors de 11,100 kilomètres par heure, soit 6,900 milles par heure.

C'était la trajectoire prévue pour le satellite Syncom lancé il y a quelques semaines. Malheureusement, le Syncom a été perdu en vol.

Figure 8

On peut aussi lancer un satellite à une vitesse supérieure à celle qui est requise pour la trajectoire circulaire. En le lançant à un angle approprié, on obtient une trajectoire elliptique.

A mesure que le satellite s'éloigne de la terre, sa vitesse diminue constamment, puis il contourne la terre et reprend de nouveau sa marche ascendante. L'apogée est la distance maximum de la terre, et le périgée la distance minimum. Dans certains cas, on choisit un périgée plutôt bas, de façon à explorer les régions voisines de la terre. Alors, chaque fois que le



satellite replonge dans l'atmosphère, il perd un peu de vitesse et, avec le temps, il finit par retomber sur la terre. Nous parlerons plus tard de la rentrée des satellites dans l'atmosphère.

D'autres satellites ont été lancés à des vitesses telles qu'ils sont devenus des satellites du soleil.

Questions

- Imaginez un satellite décrivant un cercle autour de la terre, à l'équateur, à une altitude *supérieure* à celle qui est requise pour qu'il semble fixe dans l'espace. Quel est son mouvement apparent ?
- Mars n'a qu'un dixième de la masse de la terre, et environ un tiers du rayon. Pouvez-vous démontrer que vous auriez à peu près le même poids sur Mars que sur la terre ?

A lire : Hergé, Les aventures de Tintin, *Objectif Lune* et *On a marché sur la Lune*.

Collection Que Sais-je : Charles Noël Martin, *Les satellites artificiels*.

L'éradication des maladies infectieuses est-elle possible ?

par Maurice PANISSET

Qu'est-ce que «l'éradication» d'une maladie ? — Eradication signifie ordinairement *déraciner*, extirper, arracher jusqu'à la racine. Lorsqu'il s'agit de maladie, le terme «éradication» devient un mot-clef qui signifie une lutte acharnée contre une maladie infectieuse. Le but de l'éradication est *d'éliminer, une fois pour toutes, la maladie*. Ainsi, à Mexico, en mai 1955, la 8e Assemblée Mondiale de la Santé traçait un vaste programme ayant pour objectif final *l'éradication* du paludisme dans le monde entier.

Maladies de l'Homme, des animaux et des plantes

Les microbes qui causent les maladies dites infectieuses et transmissibles menacent la santé et la vie du nouveau-né, aussi bien que de l'homme adulte. Charles Nicolle qui a découvert le mode de transmission de l'une des plus redoutables d'entre elles a pu dire que *«Les maladies infectieuses sont les compagnes fatales, constantes de notre vie.»* Les animaux que nous élevons, que nous chassons ou que nous gardons pour notre agrément, les plantes elles-mêmes ont aussi leurs maladies infectieuses qui nous atteignent de façon indirecte, mais parfois très sensible : les maladies infectieuses des animaux peuvent tuer presque tout le cheptel d'un pays et provoquer une disette de vivres, certaines d'entre elles, comme la rage, sont transmissibles à l'homme.

Les origines lointaines des immunisations

La découverte des causes exactes des maladies infectieuses ne date pas encore d'un siècle, mais nos premiers ancêtres qui voyaient mourir de leurs atteintes des milliers de leurs semblables, ainsi que leurs troupeaux les a acceptées comme une manifestation de la colère divine — il y a dans la Bible des descriptions saisissantes d'épidémies et d'épizooties —; ils n'en ont pas moins cherché très tôt et trouvé parfois, des moyens de les soigner et de les prévenir. Ainsi, bien avant l'ère chrétienne, les Chinois utilisaient pour protéger les enfants contre la variole une méthode qui dans son principe est analogue à celle qui a été découverte au XVIIIe siècle par Jenner et que nous utilisons aujourd'hui encore. Les indigènes d'Afrique occidentale savaient, bien avant les premières explorations de ces territoires par les Européens, vacciner contre la péripneumonie, maladie infectieuse qui décimait leurs troupeaux.

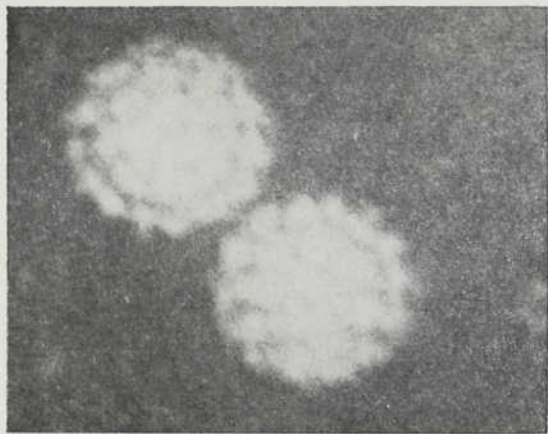
Les découvertes Pasteuriennes et la lutte contre les maladies infectieuses.

C'est, cependant, grâce aux découvertes de Pasteur, de ses précurseurs et de ses disciples que les causes des maladies infectieuses et les modes de leur transmission étant connus, il a été possible d'entreprendre une lutte systématique contre leur propagation.

Cette lutte a été menée avec des moyens divers suivant la nature des maladies, mais qui peuvent se résoudre à quelques principes très simples.

Les unes sont des mesures d'hygiène ayant pour but d'empêcher le contact des personnes, des animaux et des plantes avec les microbes de maladie : désinfection, mise en quarantaine.

Les autres sont des mesures d'immunisation. Elles permettent aux personnes et aux animaux de résister à l'action des microbes et de ne pas contracter la maladie qui atteint les sujets non immunisés.



Cette photographie montre deux particules du virus de la poliomyélite, grossies 825,000 fois, au microscope électronique.

L'éradication des maladies infectieuses

Les résultats de la lutte qui a été menée contre certaines maladies ont été tels qu'il a été possible d'envisager l'éradication de certaines maladies, c'est-à-dire, leur élimination totale de la surface du Globe. Ce but a été atteint, depuis plus ou moins longtemps, en certains pays, pour des maladies de l'homme ou des animaux. Ainsi, le choléra a depuis longtemps cessé de ravager l'Europe et l'Amérique du Nord et peu de gens savent que voilà un peu plus d'un siècle le Québec connut une terrible épidémie de choléra. Le dernier cas de variole a été vu dans notre province en 1927.

En ce qui concerne les maladies des animaux, le Canada s'est débarrassé depuis plus de soixante ans de la Morve, maladie infectieuse du cheval, transmissible à l'Homme et presque toujours mortelle.

Une épizootie de Fièvre aphteuse, infection à virus des bovins extrêmement contagieuse qui avait pris naissance en 1952 en Saskatchewan a été arrêtée en quelques semaines. Des mesures énergiques — destruction des animaux infectés — ont littéralement supprimé l'infection au Canada.

La tuberculose a été presque totalement éliminée des troupeaux de bovins, tant au Canada qu'aux États-Unis.

Méthodes radicales... d'éradication

L'éradication des maladies des animaux peut procéder par la destruction systématique des animaux infectés, méthode qui se montre, comme nous venons de le voir, très efficace et, souvent, moins coûteuse

que l'immunisation systématique qui doit être répétée tous les ans et ne supprime pas la maladie elle-même.

L'éradication des maladies de l'homme

En ce qui concerne l'éradication de certaines maladies de l'homme, il ne saurait être question d'utiliser des méthodes aussi... radicales. La connaissance des moyens de transmission et les progrès réalisés dans le traitement des maladies a permis à l'Organisation Mondiale de la Santé de commencer l'éradication de trois maladies infectieuses de l'homme, le pian, le paludisme, et la variole.

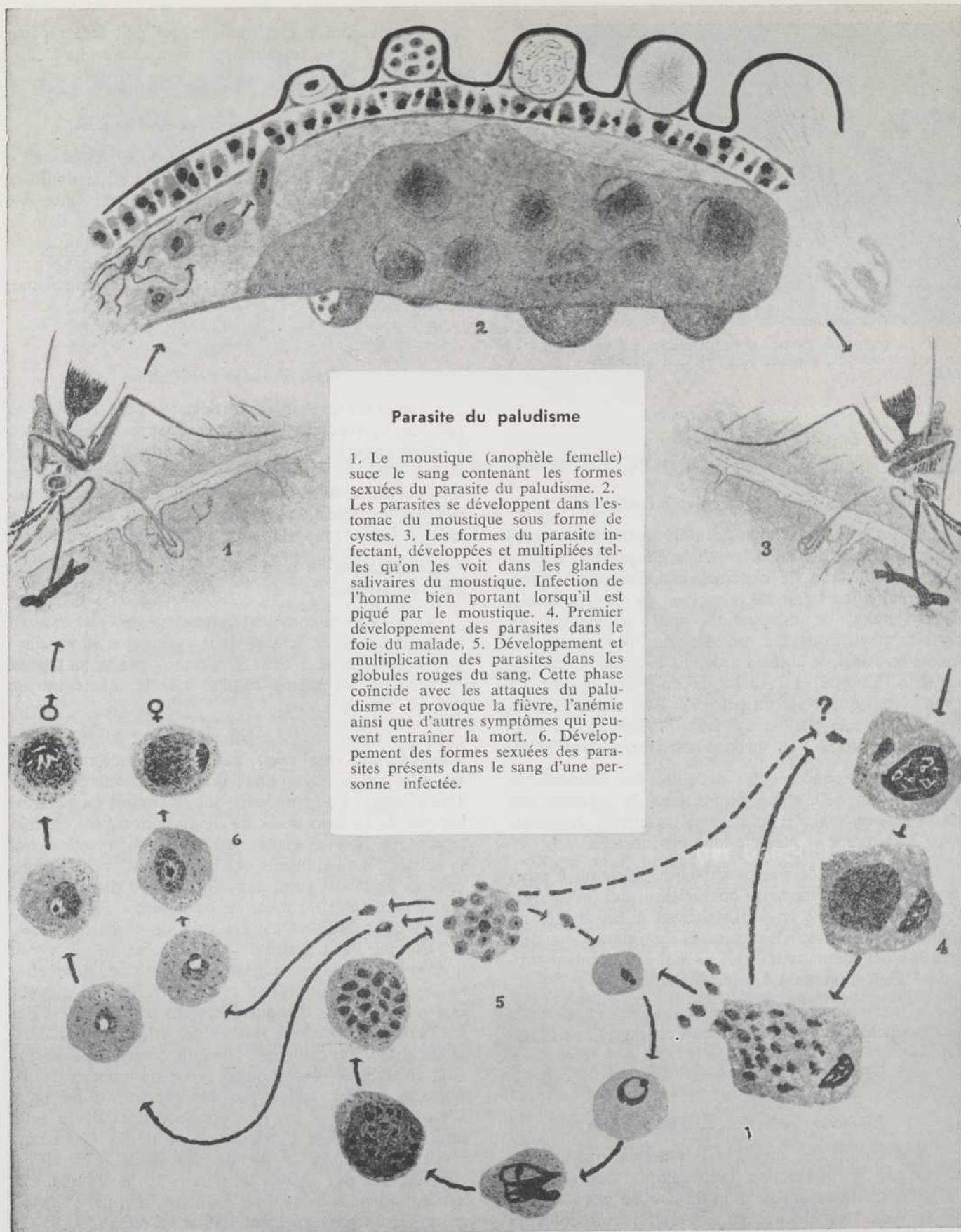
Pian, Variole, Paludisme

Le pian est une maladie tropicale due à *Treponema pertenue* qui atteint la peau et diverses localisations. Le pian cause beaucoup de ravages dans la population rurale. L'O.M.S. procède actuellement à l'éradication du pian en administrant systématiquement de la pénicilline à la population des pays où sévit la maladie. Une seule injection supprime toute infection du malade.

L'éradication du pian est en cours par exemple au Laos et à Haïti.

Nous avons vu comment la province de Québec avait pu parvenir à l'éradication de la variole par la vaccination systématique. L'O.M.S. forme le projet ambitieux de parvenir au même résultat par le même moyen dans le monde entier.

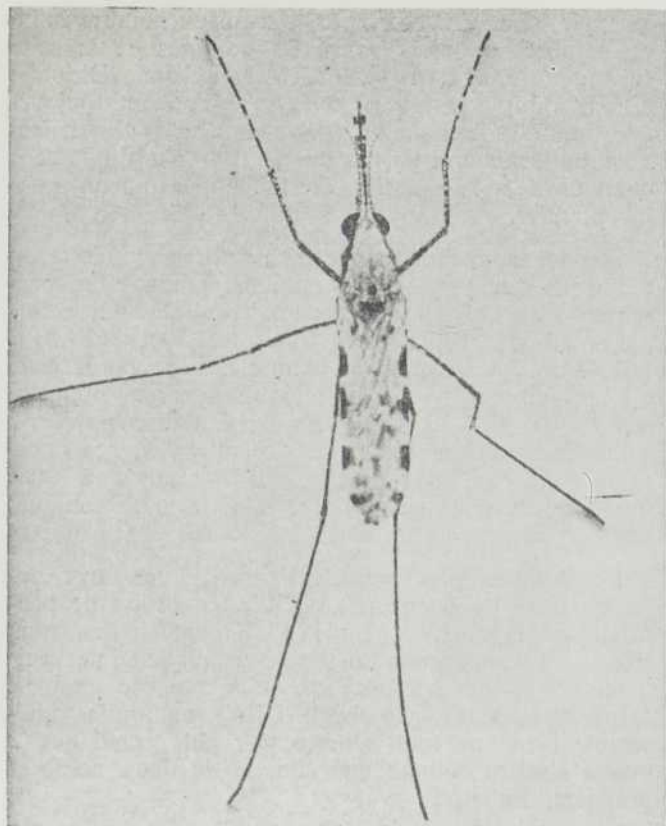
Le paludisme a été attribué pendant longtemps au «mauvais air» (mal aria), aux miasmes que respiraient les gens qui vivaient dans des régions marécageuses (paludisme). Cette maladie qui se traduit en particulier par de violents accès de fièvre périodiques est très meurtrière. Les diverses espèces d'hématozoaires qui la causent, sont transmis par la piqure d'espèces particulières de moustiques, dans l'organisme desquels l'hématozoaire subit un cycle de transformations. L'éradication du paludisme est en voie de réalisation. Elle procède par des travaux d'assainissement du sol, visant à supprimer les eaux stagnantes à la surface desquelles se reproduit le moustique et en détruisant le moustique lui-même par des pulvérisations sur les parois des habitations de produits insecticides tels que le D.D.T., la Dieldrine. Les campagnes de lutte contre le paludisme sont en train de révolutionner la vie de millions d'êtres humains en leur rendant possible une activité normale. L'un des résultats les plus spectaculaires de la lutte antipaludéenne est l'assainissement de la Campagne Romaine, inhabitable depuis des siècles et qui est devenue une des régions les plus riches de l'Italie. Cet assainissement a été réalisé, d'ailleurs, non par l'O.M.S. mais par le gouvernement italien lui-même.



Parasite du paludisme

1. Le moustique (anophèle femelle) suce le sang contenant les formes sexuées du parasite du paludisme. 2. Les parasites se développent dans l'estomac du moustique sous forme de cystes. 3. Les formes du parasite infectant, développées et multipliées telles qu'on les voit dans les glandes salivaires du moustique. Infection de l'homme bien portant lorsqu'il est piqué par le moustique. 4. Premier développement des parasites dans le foie du malade. 5. Développement et multiplication des parasites dans les globules rouges du sang. Cette phase coïncide avec les attaques du paludisme et provoque la fièvre, l'anémie ainsi que d'autres symptômes qui peuvent entraîner la mort. 6. Développement des formes sexuées des parasites présents dans le sang d'une personne infectée.

Les
 Dans d
 le problè
 maintena
 rente.
 Le pro
 l'attenti
 ment très
 vite rend
 formale si
 On peut
 (n) facil
 jours en
 permette
 en plus



Ainsi, donc, l'éradication de certaines maladies, au moins, est possible. Elle est, même relativement facile. Il est inutile de souligner tous les bénéfices qu'en retire la population.

L'éradication des maladies infectieuses est possible

Est-ce à dire que l'Homme est en train de s'affranchir de la Maladie après avoir éliminé les unes après les autres toutes les maladies qui le frappent actuellement ? Beaucoup de faits montrent qu'il n'en est rien : l'éradication d'une maladie peut avoir des conséquences qui ne sont pas toutes avantageuses et nous rappellent les réalités de notre condition humaine.

Ces conséquences de l'éradication des maladies seront le sujet d'un prochain article.

Le moustique *Anophèle Stephensii*, adulte. La femelle du moustique anophèle prend le parasite du paludisme dans le sang d'un malade, puis elle le transmet à un individu sain lorsqu'elle le pique pour se nourrir de son sang.

La vie du parasite du paludisme est décrite et illustrée en page précédente.

Les nombres premiers

3e et dernier article

par Benoît LACHAPPELLE

Dans deux articles précédents, nous avons considéré le problème de l'approximation de $\pi(n)$. Nous allons maintenant considérer des problèmes de nature différente.

Le problème de l'approximation de $\pi(n)$ a attiré l'attention des mathématiciens à cause du comportement très irrégulier de la fonction $\pi(n)$. On s'est vite rendu compte qu'il était inutile de chercher une formule simple et exacte permettant de calculer $\pi(n)$. On peut toutefois se demander s'il existe des fonctions $f(n)$ facilement calculables, telles que $f(n)$ soit toujours un nombre premier et telles que la fonction nous permette de calculer des nombres premiers de plus en plus grands.

Par exemple est-il possible de trouver un polynôme non constant, à coefficients entiers

$$p(x) = a_r x^r + a_{r-1} x^{r-1} + \dots + a_1 x + a_0$$

tel que $p(n)$ soit toujours un nombre premier quel que soit le nombre entier n ? La réponse à ce problème est très simple; il n'existe pas de tel polynôme.* On peut toutefois donner des exemples de polynômes qui, pour des valeurs de n relativement petites, donnent une série de nombres premiers.

* HARDY and WRIGHT, *The theory of Numbers* (Oxford University Press).

Par exemple $p(n) = n^2 - n + 41$ produit un nombre premier pour $n = 1, 2, 3, \dots, 39, 40$. Par contre, on voit facilement que $p(41)$ n'est pas un nombre premier. Le polynôme $p(n) = n^2 - 79n + 1601$ prend des valeurs qui sont des nombres premiers pour $n = 1, 2, 3, \dots, 78, 79$. Comme pour le polynôme précédent on voit facilement que $p(79)$ n'est pas un nombre premier.

Vers 1640, Pierre Fermat examina les nombres de la forme

$$F(n) = 2^{2^n} + 1$$

et remarqua que pour $n = 1, 2, 3$ et 4 $F(n)$ est un nombre premier, c'est-à-dire $5, 17, 257$ et $65,537$ sont des nombres premiers. Il prouva aussi que si $2^k + 1$ est un nombre premier, alors nécessairement $k = 2^n$. A partir de ces faits, il émit la conjecture : $F(n)$ est un nombre premier pour tout n . Il est bon de remarquer ici que Fermat ne fit qu'énoncer une conjecture, il n'a jamais prétendu avoir prouvé que $F(n)$ est toujours un nombre premier. Ce n'est qu'une centaine d'années plus tard que le mathématicien suisse Euler réussit à réfuter la conjecture de Fermat. En 1739, Euler réussit à décomposer en facteur $F(5)$; il obtint que

$$2^{2^5} + 1 = 641 \cdot 6,700,417$$

En 1880, Landry montra que $F(6)$ n'est pas un nombre premier; il démontra que

$$2^{2^6} + 1 = 274,177 \cdot 67,280,421,310,721$$

Maintenant on sait que pour $n = 7, 8, 9, 11, 12, 15, 18, 23, 36, 38$ et 73 , $F(n)$ est composé. Dans le cas $n = 7$ et $n = 8$, on a réussi à prouver que $F(n)$ est composé, mais sans trouver explicitement de facteurs. En fait, les seules valeurs de n pour lesquelles on sache que $F(n)$ est un nombre premier, sont les valeurs connues de Fermat $1, 2, 3$, et 4 . A ce sujet, les mathématiciens sont maintenant portés à faire la conjecture suivante : il n'y a qu'un nombre fini de nombres premiers de la forme

$$2^{2^n} + 1.$$

Soit $f(n) = n^2 + 1$. Alors il est facile de vérifier que $f(n)$ est un nombre premier pour les valeurs suivantes de n : $n = 1, 2, 4, 6, 10, 14, 16, 20, 24$. La question suivante est donc une question toute naturelle; existe-t-il un nombre infini de nombres premiers de la forme $n^2 + 1$? Malheureusement personne n'a encore pu répondre à cette question.

Un problème du même type a été résolu en 1837 par le mathématicien allemand Lejeune Dirichlet. Soient a et b deux entiers relativement premiers, c'est-à-dire n'ayant pas de facteur commun plus grand que 1 ; alors la progression arithmétique $a + nb$ contient-elle une infinité de nombres premiers? Par

exemple, si $a = 2$ et $b = 3$, y a-t-il un nombre infini de nombres premiers parmi les nombres de la suite suivante : $5, 8, 11, 14, 17, 20, 23, \dots$? Lejeune Dirichlet réussit à prouver qu'une telle suite contient toujours une infinité de nombres premiers quels que soient a et b . Evidemment, lorsque a et b ont un facteur commun $d > 1$, alors la suite ne contient aucun nombre premier.

Si on examine une table de nombres premiers, on remarque que souvent les nombres premiers se présentent sous la forme d'une paire $(p, p+2)$. Par exemple : $(3, 5), (5, 7), (11, 13), (17, 19), (29, 31), (41, 43), \dots$ Une question naturelle à se poser est : est-ce qu'il existe une infinité de nombres premiers p tel que $p + 2$ soit aussi un nombre premier? Tous les mathématiciens qui s'occupent de ces questions sont bien convaincus que la réponse à cette question est oui, mais la question demeure toujours sans réponse.

Les nombres premiers interviennent d'une façon naturelle dans les problèmes où il est question de propriétés multiplicatives. En 1742, Goldbach dans une lettre à Euler proposa un problème qui fait intervenir à la fois la notion d'addition et de nombre premier. Dans cette lettre, Goldbach faisait remarquer qu'il semble bien que tout nombre pair plus grand que 2 puisse s'écrire comme une somme de deux nombres premiers. En effet

4 = 2 + 2	18 = 11 + 7
6 = 3 + 3	20 = 17 + 3
8 = 5 + 3	22 = 19 + 3
10 = 5 + 5	24 = 19 + 5
12 = 7 + 5	26 = 23 + 3
14 = 11 + 3	28 = 23 + 5
16 = 13 + 3	30 = 23 + 7

et il est facile de prolonger cette liste. La question de Goldbach était la suivante : est-ce que, étant donné un nombre pair n plus grand que 2 , il est possible de trouver deux nombres premiers p_1 et p_2 tels que $n = p_1 + p_2$?

La question de Goldbach resta complètement sans réponse jusqu'en 1931. En 1931, un jeune mathématicien russe Schnirelmann prouva un théorème qui ne donnait pas une réponse à la question de Goldbach, mais qui laissait voir qu'un jour peut-être on réussirait à répondre à cette question. Voici l'énoncé du théorème de Schnirelmann.

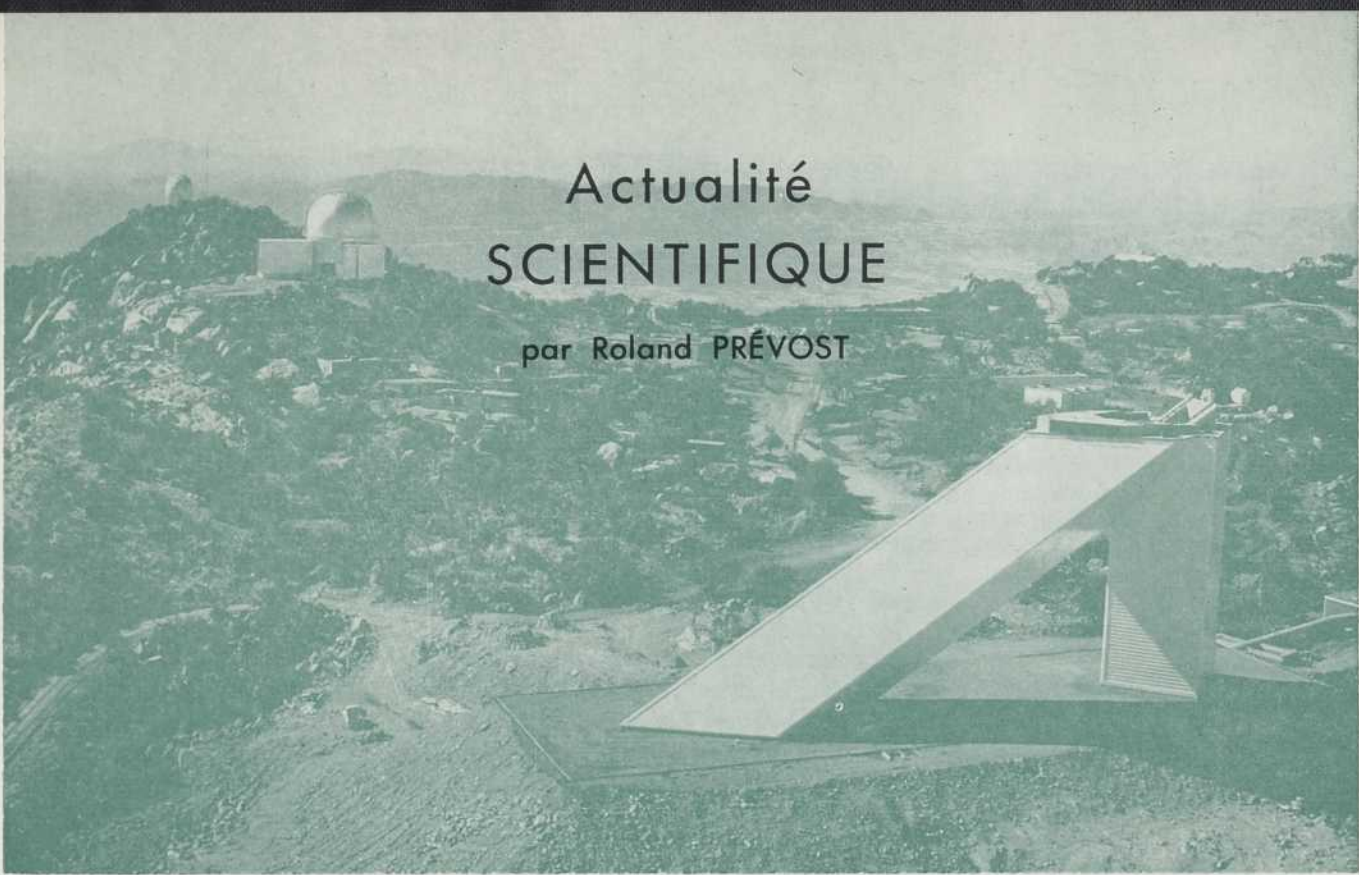
Théorème : Si n est un entier plus grand que 1 , alors il existe des nombres premiers p_1, p_2, \dots, p_r où $1 < r < 300,000$ tels que

$$n = p_1 + p_2 + \dots + p_r.$$

Le théorème de Schnirelmann nous assure donc que tout entier plus grand que 1 peut s'écrire comme une somme d'au plus $300,000$ nombres premiers. Ce théorème est donc un premier pas vers la solution du problème de Goldbach!

Actualité SCIENTIFIQUE

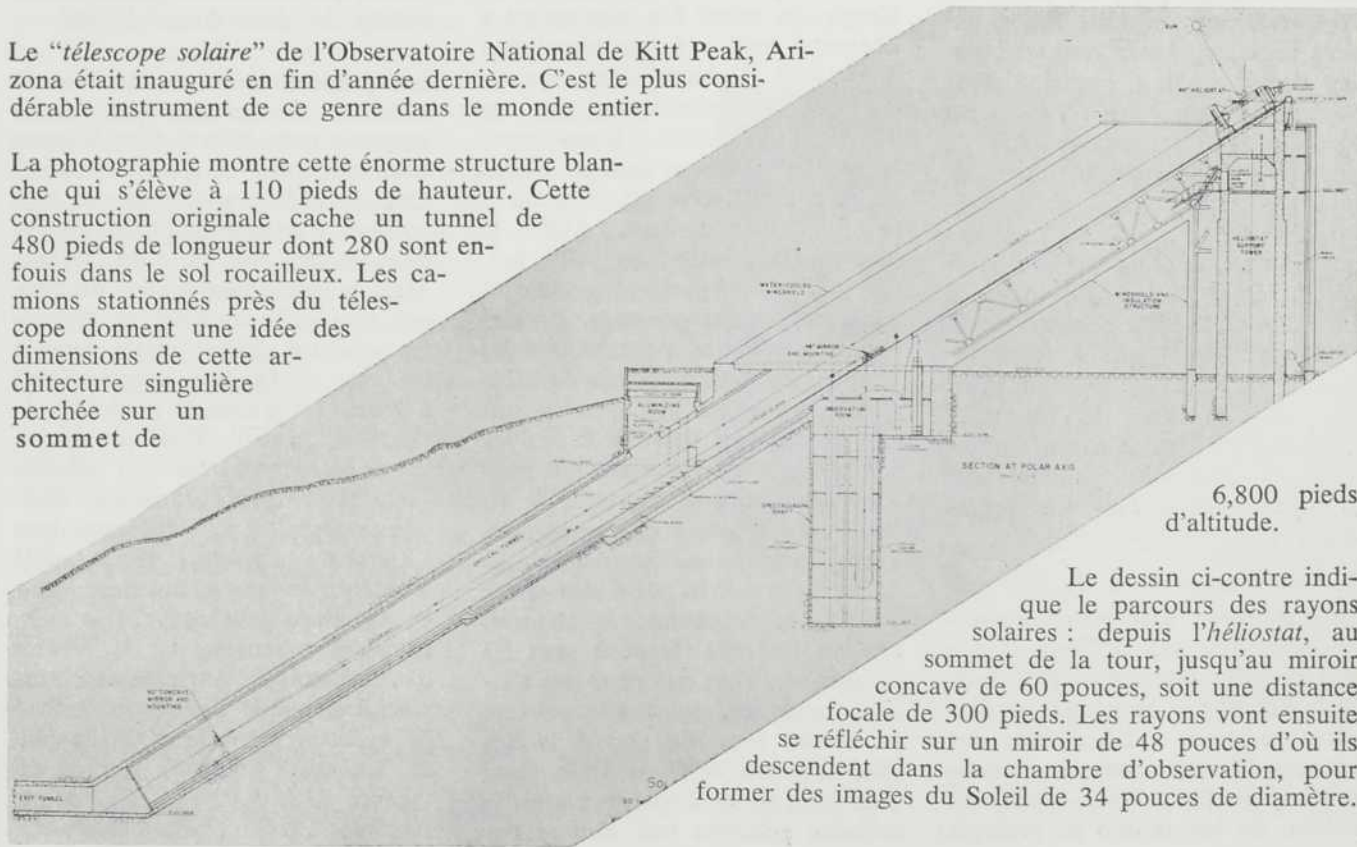
par Roland PRÉVOST



Le plus grand télescope solaire au monde

Le "télescope solaire" de l'Observatoire National de Kitt Peak, Arizona était inauguré en fin d'année dernière. C'est le plus considérable instrument de ce genre dans le monde entier.

La photographie montre cette énorme structure blanche qui s'élève à 110 pieds de hauteur. Cette construction originale cache un tunnel de 480 pieds de longueur dont 280 sont enfouis dans le sol rocailleux. Les camions stationnés près du télescope donnent une idée des dimensions de cette architecture singulière perchée sur un sommet de



6,800 pieds
d'altitude.

Le dessin ci-contre indique le parcours des rayons solaires : depuis l'héliostat, au sommet de la tour, jusqu'au miroir concave de 60 pouces, soit une distance focale de 300 pieds. Les rayons vont ensuite se réfléchir sur un miroir de 48 pouces d'où ils descendent dans la chambre d'observation, pour former des images du Soleil de 34 pouces de diamètre.

Le plus grand télescope solaire, suite. La *National Science Foundation* de Washington a versé la somme de 4 millions pour la réalisation d'un vaste programme dont ce télescope représente le principal projet. Il est dirigé par une association d'universités pour la recherche en astronomie (*Association of Universities for Research in Astronomy, Inc, AURA*) en contrat avec la NSF de Washington. Le télescope est situé près de Tucson, dans l'Arizona. Sur la photographie de la page précédente, on aperçoit également, à gauche, les dômes des télescopes stellaires de 84 et 36 pouces de l'Observatoire National de Kitt Peak.

Une bombe H sur la Lune ? D'après Harold C. Hurey (prix Nobel), la Lune serait un fossile des premiers âges du système solaire : elle aurait 100 millions d'années de plus que la Terre, Mercure, Vénus et Mars. Pour sa part, un autre savant américain, Edward Teller, qui aime beaucoup jouer avec les bombes depuis qu'il a participé à la création de la bombe à hydrogène, propose de faire exploser l'un de ces engins dans les profondeurs de la Lune. On pourrait ainsi, prétend-il, obtenir de l'eau pour les explorateurs de notre satellite naturel. A son avis, 1% des roches à l'intérieur de la Lune contiennent de l'eau : il suffirait d'une forte explosion pour libérer cette eau, peut-être une centaine de tonnes... Comme quoi il suffit d'être «savant reconnu» pour dire publiquement ce qu'on imagine dans son laboratoire !

Des micro-organismes de 550 millions d'années. Des micro-organismes ont vécu sur la Terre il y a plus de 550 millions d'années. Telle est la découverte annoncée ces dernières semaines à l'Académie des Sciences (Paris) dans une communication de Mlle Marie-Madeleine Roblot, du laboratoire de géologie

du Collège de France. Mlle Roblot a trouvé de ces micro-organismes dans des schistes de Saint-Lô, en Normandie, formations qui sont à la limite du Cambrien et du Précambrien. Elle a pu les isoler dans la roche même, par une série de réactifs.

"Prenez garde aux éléphants qui sont saouls", voilà l'avertissement que reçoivent les touristes de la part des agents du service d'information de l'Afrique du Sud. Il semble que les éléphants dans le parc Kruger se saoulent en mangeant des baies de marula. Ils s'attaquent alors aux voitures. Mais ce n'est là qu'un angle de l'histoire. Les conservateurs de la faune en Afrique, s'inquiètent de ce pachyderme, qu'il soit sobre ou saoul. Un éléphant mange le cinquième d'une tonne de végétation par jour, déclare la Société nationale de Géographie, et après le passage d'un troupeau d'éléphants, un parc national prend l'aspect d'une région dévastée. Dans le parc national Tsavo, au Kenya, un relevé fait récemment a démontré qu'il y a une population de 15,000 éléphants dans une région où la végétation ne peut en nourrir que 10,000. Conséquemment, il y a danger que les autres animaux herbivores en viennent à manquer de nourriture. Mais le facteur alimentation ne suffit pas, il y a d'autres problèmes soulevés par ces énormes animaux. Ils piétinent les récoltes, pourchassent les gens sur les grandes routes de l'Ouganda, la nuit, en plus d'endommager les acajous, des arbres évalués à \$750. chacun. Les éléphants peuvent dévaster une région à la vitesse de 6 milles à l'heure et peuvent courir à une vitesse de 25 milles à l'heure. Ils peuvent déterrer des patates sucrées dans les champs, craquer les noix de coco sans les écraser. Ils n'ont pas peur des souris... mais les moustiques peuvent les rendre fous, dit encore la Société nationale de Géographie. Leur peau a un pouce d'épaisseur mais la moindre gelée va leur donner des

crampes. Les cours d'eau ne sont pas des obstacles pour eux. Un éléphant africain peut traverser une rivière avec seulement le bout de sa trompe en dehors de l'eau. On a l'exemple d'un éléphant qui a nagé sur une distance de 200 milles d'une île à une autre, dans la baie de Bengale !

La civilisation dans l'Antarctique se manifeste aujourd'hui par ces deux signes qui ne sont même pas répandus dans les autres parties de l'univers habité. En premier lieu, des usines d'énergie atomique ont été érigées dans l'Antarctique pour la production d'énergie électrique. Et maintenant, des scientifiques lancent des fusées au-dessus de la calotte de glace, mesurant la température de l'air et vérifiant la direction des vents qui soufflent sur le continent. Des fusées porteuses d'instruments sont lancées à une hauteur de 40 milles et les hommes de science tentent de découvrir les mouvements de vents orientés vers le sud qui soufflent au-dessus de la calotte de glace durant l'hiver.

Les éclipses au cours de l'année 1963. — Saviez-vous que l'année courante nous réserve cinq éclipses, deux de Soleil et trois de Lune ? Que deux de ces éclipses ont déjà eu lieu, à peine perceptibles cependant, surtout pour nous du Québec. Mais la principale éclipse de l'année sera celle du Soleil le 20 juillet prochain, éclipse totale dans la province de Québec, avec le Soleil à 25 degrés d'altitude au-dessus de l'horizon ouest... Tous ces renseignements et d'autres fort intéressants pour des astronomes, amateurs ou autres, sont contenus dans l'*Almanach-graphique* 1963 publié à Québec en langue française, pour la 19e année consécutive. Il est distribué gratuitement par le Service d'Astronomie du gouvernement provincial et par le Centre de Québec de la Société royale d'Astronomie du Canada. Adresse : Centre de Québec de la S.R.A.C., 229 ouest, rue Saint-Cyrille, Québec 6.

Mes recherches sur la chitine

par Pierre BOUCHER

La *chitine* (prononcez "kitine") est une substance chimique assez complexe. Disons que c'est en quelque sorte un sucre géant, azoté, dont la dégradation conduit à la *glucosamine* ou *chitosamine*, sucre simple aminé.

La chitine, matière résineuse, constitue une substance de soutien assez répandue dans la nature. On la retrouve chez les mollusques, les arthropodes et les brachyopodes; on la rencontre aussi chez les vers. Dans le règne végétal, on a décelé la chitine dans des champignons et dans des lichens.

Dans le règne animal, la chitine se trouve notamment dans la carapace ou *cuticule* des arthropodes. Elle est un des principaux constituants chimiques de la cuticule, pellicule plus ou moins mince à la surface du corps de l'Arthropode.

La cuticule a une structure complexe qui varie légèrement d'une classe d'arthropodes à l'autre. Elle est secrétée par les cellules de l'épiderme. Chez les insectes, elle comprend à la surface une très mince lamelle, l'*épicuticule*, ne contenant pas de chitine. Au-dessous, la cuticule se partage d'ordinaire en deux couches superposées bien distinctes: l'*exocuticule* et l'*endocuticule* (Voir fig.). La chitine est abondante surtout dans l'endocuticule où elle peut atteindre 50%. Dans l'exocuticule, une autre substance chimique, la *sclérotine*, s'ajoute en quantité appréciable et donne la dureté à l'ensemble de la cuticule. Avec quelques variantes, on trouve une composition semblable de la cuticule chez les autres arthropodes: crustacés, myriapodes et arachnides (1).

Chez l'homme, la chitine est responsable pour une part de l'élasticité du cartilage. La chitine n'est pas sans rapport avec certains glucoprotéides de la salive.

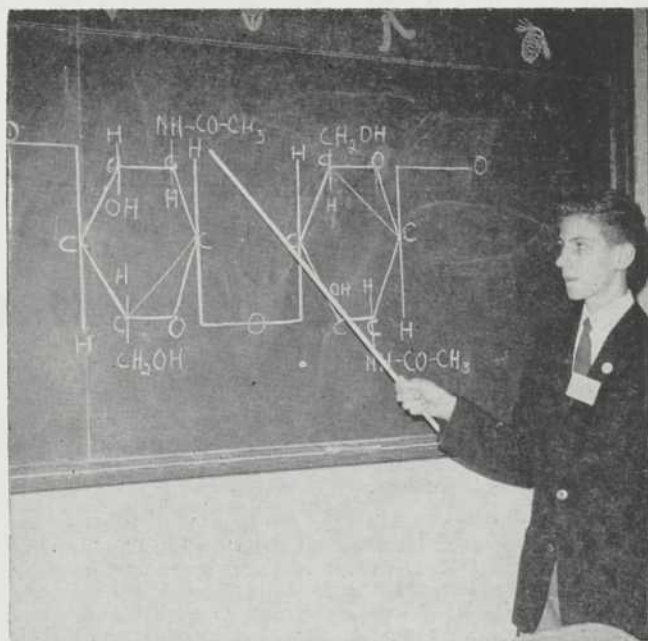
Les buts de notre recherche étaient d'isoler la chitine naturelle, d'en reconnaître les caractères chimiques

et, si possible, d'en préparer en laboratoire en vue de la transformer en un plastique.

A partir de divers insectes dont le *Silpha americana* et le *Tenebrio*, nous avons isolé la *chitine naturelle*, grâce à des extractions par solutions sélectives.

Nous connaissons l'existence d'un plastique formolé préparé à partir de l'*aniline*. Nous avons comparé cette réaction avec le produit obtenu à partir du système *acétanilide*-formol. L'*acétanilide* avait déjà été substitué au camphre pour la fabrication d'un plastique, le *celluloïde* (2).

L'*aniline* et l'*acétanilide* sont des substances chimiques aromatiques portant un groupement azoté (ou aminé) caractéristique. La chitine comporte elle aussi le groupement aminé $-NH_2$. Nous nous sommes demandé si la chitine ne pourrait pas également nous conduire à la préparation synthétique d'un plastique for-



Pierre BOUCHER présentant son étude sur la chitine lors du 1er congrès d'Histoire Naturelle tenu au Jardin Botanique de Montréal, le 3 janvier dernier. Pierre est étudiant à l'École Philippe-Perrier de Montréal.

(1) Obré, Chanton et Campan, *Biologie cellulaire*, Coll. "Biologie", G. Doin, 2e éd., Paris, 1960, p. 112. Aron et Grassé, *Précis de Biologie animale*, Paris, Masson, 6e éd., 1960, p. 934.

(2) Karrer, Paul, *Traité de chimie organique*, Paris, Dunod, 1948, p. 465.

molé semblable à ceux que nous obtenons à partir de l'aniline et de l'acétanilide (3).

Nous avons repris en laboratoire la préparation du plastique obtenu à partir de l'acétanilide et nous avons constaté qu'il possède des propriétés parentes de celles que l'on attribue à la chitine.

Voici comment nous préparons au laboratoire le plastique obtenu à partir de l'acétanilide. L'acétanilide, composé aromatique, est traité par un égal volume de formaldéhyde («formol»). Le système est chauffé en présence d'acide chlorhydrique. Une couche sirupeuse se forme. On l'élimine par décantation. Le liquide sirupeux est alors concentré par chauffage au bain-marie. Il s'épaissit au cours du reflux. On obtient finalement une substance gélatineuse qui, après avoir été séchée et pulvérisée, donne un plastique lorsqu'on la presse durant deux heures à 140 °C. Cette méthode est semblable à celle que l'on emploie pour préparer un autre plastique, la bakélite (4), à partir du phénol et du formol.

Voici maintenant quelques propriétés du plastique acétanilide-formol que nous avons préparé et que nous croyons semblable, sous certains rapports, à la chitine. La couleur du produit obtenu varie de l'orangé au brun foncé. La substance plastique présente une certaine résistance aux chocs car elle possède, malgré sa dureté, une certaine élasticité. Des possibilités avantageuses dans le domaine de l'industrie électrique et d'autres propriétés sont aussi attribuables à ce plastique.

Actuellement, je continue mes recherches au laboratoire du collège des Pères Eudistes, à Montréal, avec la collaboration de M. Claude Desrosiers et sous la sur-

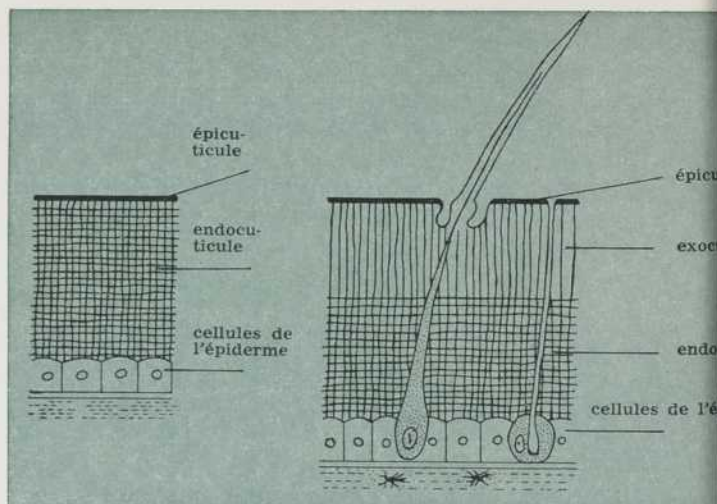
(3) Il faut noter cependant que la ressemblance est loin d'être parfaite: tandis que l'aniline et l'acétanilide sont des substances aromatiques, la chitine relève de la chimie des substances non aromatiques.

(4) Chaplet, A., *Les prodigieuses réalisations de la Chimie moderne*, Paris, Librairie Hachette, 1955, pp. 118-141.

Encore les «gaz inertes»

Dans une récente livraison de notre revue (1), nous vous présentions le Dr Neil Bartlett, de l'Université de la Colombie-Britannique, comme un pionnier dans la chimie des composés des «gaz inertes».

Notre conclusion s'appuyait sur une note parue quelques semaines plus tôt dans la revue officielle de l'Institut de Chimie du Canada (2). Dans son dernier numéro, *Chemistry in Canada* publie une lettre de John Russell, F.C.I.C., (3) sur le même sujet. Selon ce dernier, le véritable pionnier dans la chimie des composés des «gaz inertes» serait E.H. Boomer, autrefois de l'Université de la Colombie-Britannique et de l'Université McGill; ce chimiste aurait obtenu dès 1924 des composés chimiques de l'hélium. Malgré les réserves de Sidwick, John Russell croit en l'importance des travaux de Boomer et nous donne une bibliographie appropriée.



Dessins montrant, en coupe, la cuticule chez les Arthropodes, en particulier chez les Insectes: à gauche, la cuticule au niveau d'une articulation; à droite, au niveau du thorax. (D'après *Biologie Animale*, H. Boué et R. Chanton, coll. A. Obré).

Comme on le constate, cette cuticule comprend plusieurs couches. Deux de ces couches sont en partie formées de chitine: l'exocuticule en comprend environ 20% et l'endocuticule environ 50%.

veillance d'un professeur de chimie, M. Gilles Julien. De plus, la compagnie Canadian Industries Limited (C-I-L) a déjà manifesté un certain intérêt envers mes recherches.

En résumé, la chitine est une substance naturelle dont la synthèse chimique pourrait conduire à un plastique aminé. J'espère voir un jour ce plastique inscrit dans le développement de l'industrie chimique canadienne. Pour l'instant la synthèse de la chitine est pour nous au niveau de la recherche.

Note: cette communication de Pierre BOUCHER a été relue et complétée par deux collaborateurs de notre revue, Réal AUBIN et Gérard DRAINVILLE, que nous remercions sincèrement. La Rédaction.

Réal AUBIN

(1) AUBIN, R., *Le Jeune Scientifique*, I, 87 (1963).

(2) - - - *Chemistry in Canada*, 14, no 12, 6 (1962).

(3) RUSSELL, J., *Chemistry in Canada*, 15, no 2, 30 (1963).

Camp d'étude des sciences naturelles

Si vous êtes intéressé à l'étude des sciences naturelles, vous pouvez vous inscrire au *CAMP DES JEUNES EXPLORATEURS* installé sur les rives du Saguenay, près de Chicoutimi.

Depuis juin 1955, ce camp d'étude dispense son enseignement pratique durant toute la saison d'été à des groupes d'étudiants venus de toutes les régions du Québec. Des professeurs d'expérience dirigent les jeunes dans leurs travaux de laboratoire ou sur le terrain.

Les étudiants du cours classique ou du cours secondaire peuvent s'inscrire, à condition qu'ils aient terminé au moins les éléments latins ou la 8e année.

Demandez le feuillet de propagande '63 et tous les autres renseignements en vous adressant à : *Léo BRASSARD, c.s.v., directeur, Camp des Jeunes Explos, Collège de Joliette, Joliette, Qué.*

Les auteurs de ce numéro

Rédacteurs :

- 97 La vie des cavernes, par Pierre COUILLARD, Ph. D., professeur, Département des Sciences Biologiques, Université de Montréal.
- 102 Comment se forme une grotte, par Léo BRASSARD, c.s.v., directeur du Jeune Scientifique, professeur de sciences naturelles au Collège de Joliette.
- 106 Les hommes-grenouilles dans l'Arctique, reportage de l'Office National du Film, O.N.F., Ottawa.
- 108 Les Satellites artificiels, par Paul LORRAIN, Ph. D., directeur du Département de Physique, Université de Montréal, membre du Conseil National de Recherches du Canada.
- 112 L'éradication des maladies infectieuses est-elle possible ?, par Maurice PANISSET, M.D., Docteur-Vétérinaire (Paris), M.S.R.C., directeur-adjoint de l'Institut de Microbiologie et d'Hygiène de l'Université de Montréal.
- 115 Les nombres premiers, 3e article, par Benoît LACHAPPELLE, Ph. D., assistant-professeur, Département de Mathématiques, Université de Montréal.
- 116 Actualité scientifique, par Roland PREVOST, journaliste à «La Presse», Montréal.
- 119 Mes recherches sur la chitine, par Pierre BOUCHER, étudiant, Ecole secondaire Philippe-Perrier, Montréal.
- 120 Encore les «gaz inertes», par Réal AUBIN, c.s.v., M. Sc. (chimie), professeur au Collège de Joliette.

Photographes, dessinateurs :

- 98, 99, 101, 104, 105 et *couverture*: cavernes et animaux cavernicoles, photos de Charles E. MOHR, Educational Director, Kalamazoo Nature Center, Michigan.
- 100 Animaux cavernicoles, dessins de Pierre COUILLARD et Rolland BOULANGER, Montréal.
- 103 Evolution d'un relief karstique, dessins de Rosaire GOULET, Montréal.
- 105 Travail des eaux sur un plateau calcaire fissuré, dessin de Rosaire GOULET, Montréal.
- 106-107 Les hommes-grenouilles dans l'Arctique, photos de l'Office National du Film, Ottawa.
- 108-111 Les satellites artificiels, dessins de Rolland BOULANGER, Montréal.
- 113 Particules du virus de la poliomyélite, microphotographie de J. NAGINGTON, *Journal of Molecular Biology*, 1, 1959.
- 114, 115 Le parasite du paludisme et l'Anophèle Stephens, dessin et photo de *Santé du Monde*, magazine de l'Organisation Mondiale de la Santé, Genève, Suisse, numéro hors série (sur le paludisme).
- 117 Le plus grand télescope solaire, photo et dessin de la *National Science Foundation*, Washington, D.C.
- 119 Pierre Boucher, photo de «La Presse», Montréal.
- 120 La cuticule des Arthropodes, dessin de Rosaire GOULET, Montréal.

VISITerez-VOUS LES EXPO-SCIENCES ?

À Montréal

La IIIe Expo-Sciences de Montréal se tiendra au stade d'hiver de l'Université McGill, les 19 et 20 avril 1963. De nombreuses inscriptions sont attendues des écoles secondaires et collèges classiques de la région de Montréal. Plus de \$ 3,500. seront distribués en prix aux gagnants, en plus d'un trophée décerné à l'école gagnante. Les quatre meilleurs exposants individuels (deux filles et deux garçons) seront choisis, sans égard à la catégorie, pour représenter la région de Montréal à l'Expo-Sciences du Canada, à Toronto, les 3 et 4 mai 1963.

À Québec

La première exposition scientifique de Québec se tiendra au nouvel édifice de la Faculté des Sciences de l'Université Laval, les 20 et 21 avril 1963. Tous les étudiants et étudiantes des écoles secondaires et des collèges classiques du Québec métropolitain ont été invités à présenter des travaux scientifiques, des collections, des montages, etc. Plus de \$ 600. seront distribués aux gagnants des quatre catégories.
