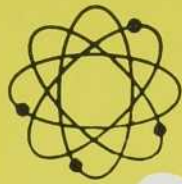


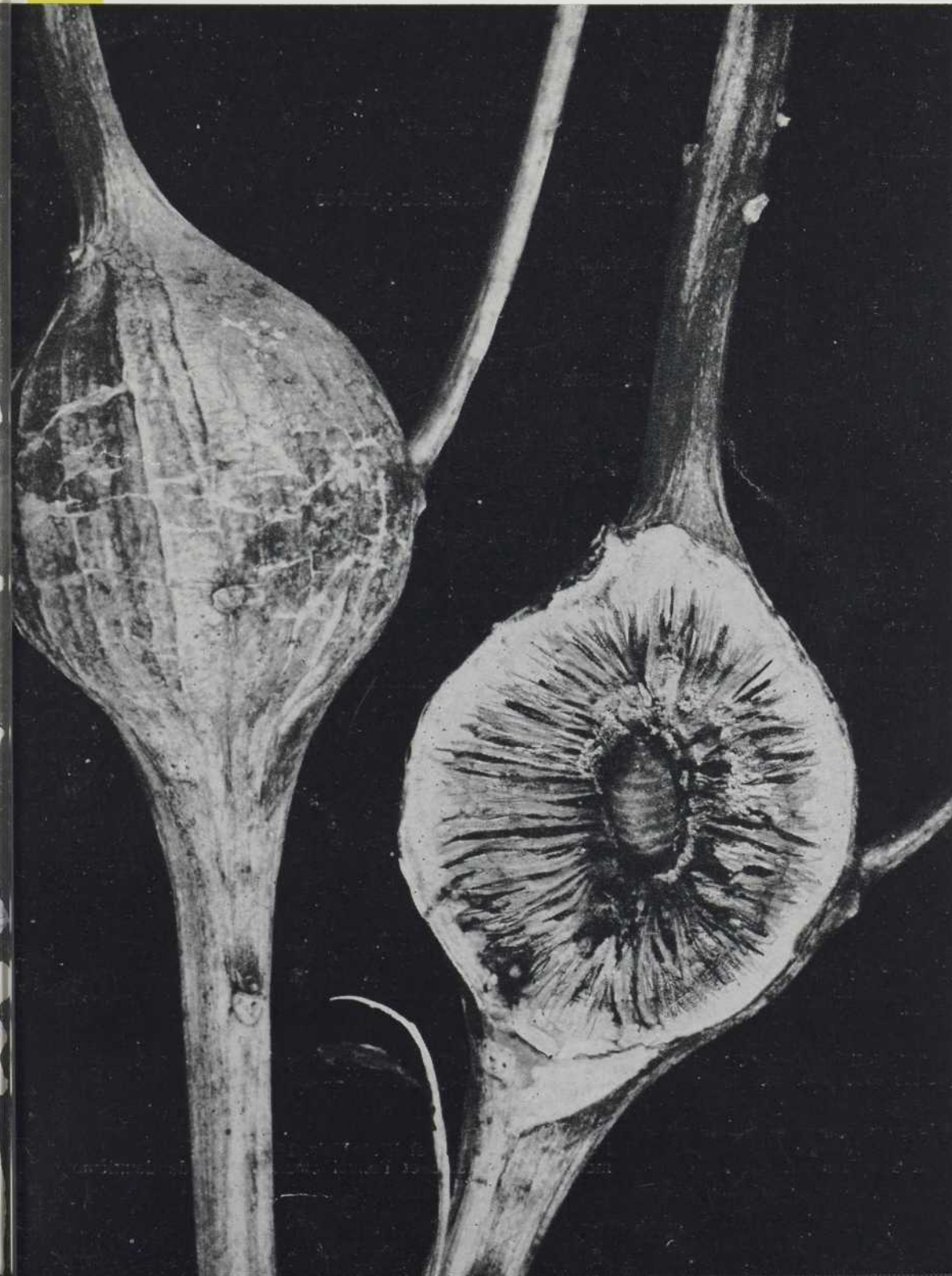
2-67
4



le jeune scientifique

PUBLICATION DE L'ACFAS

18 AOU 1965



VOLUME 3
NUMÉRO 4
JANVIER 1965



le jeune scientifique

PUBLICATION DE L'ACFAS

Le Jeune Scientifique paraît huit fois par année, d'octobre à mai. C'est une revue de vulgarisation scientifique pour les jeunes publiée par l'Association canadienne-française pour l'Avancement des Sciences (ACFAS).

RÉDACTION

Léo Brassard
directeur
Roger H. Martel
secrétaire de la rédaction

CONSEIL D'ADMINISTRATION

Maurice L'Abbé
président
Jean-M. Beauregard
administrateur
Léo Brassard
Réal Aubin
Pierre Benoit
Marc-Henri Côté
Pierre Couillard
Yves Desmarais
Odilon Gagnon
Joseph Gauthier
propagandiste
Hélène Kayler
Roger H. Martel
secrétaire
Lucien Piché
Roland Prévost

COMITÉ DE RÉDACTION

Réal Aubin
Jean-R. Beaudry
Jean-Pierre Bernier
Max Boucher
René Bureau
Jean Caron
Raymond Cayouette
Richard Cayouette
Louis-Philippe Coiteux
Gérard Drainville
Jean-Paul Drolet
Olivier Garon
Guy Gavrel
Roger Ghys
Olivier Héroux
Maurice L'Abbé
Serge Lapointe
Maurice Maeck
Michel-E. Maldague
Jacques Vanier
Léon Woué

Tarif des abonnements

Abonnement individuel, un an : \$3.00. Abonnement de groupe-étudiants, soit 15 abonnements et plus à une même adresse : \$2.00 chacun. Vente au numéro : individuel, 45 cents; groupe-étudiants, 35 cents. Abonnement à l'étranger : 3.50 dollars canadiens.

Adresses

Direction : case postale 391, Joliette, Qué., Canada. (Collège de Joliette). Tél. : code régional 514 — 753-7466.
Abonnements : case postale 6060, Montréal 3, Qué., Canada. Tél. : code régional 514 — 733-5121.

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 III, no 4

janvier 1965

SOMMAIRE

- 73 Quelques "galles" chez les plantes
- 80 L'Ornithologie — loisir
- 81 La réalisation de la bombe atomique: 2 — Hiroshima, réponse à la question posée quarante ans plus tôt par Pierre Curie
- 84 L'énergie nucléaire au service de l'homme: industrie, recherches, médecine, etc.
- 87 Documentation sur la physique nucléaire
- 88 Minéralogie pratique; 4e article: caractéristiques des minéraux, suite; systèmes de cristallisation
- 94 Nouvelles et commentaires: pour vos projets d'hiver, l'étude des minéraux, le futur Observatoire du Canada

Photo-couverture : une « galle ronde de la Verge d'or », vue de l'extérieur et vue en coupe, montrant la larve de l'insecte qui provoque le développement de cette tumeur ou « galle ». Un article décrit quelques galles communes chez nos végétaux, en pages 73-79 de ce numéro. Photo Louis-Philippe COITEUX, Département de Biologie, Université de Sherbrooke.

Quelques "galles" chez les végétaux

par Richard B. FISCHER



Les galles « pommes de Cèdre » sur un thuya ou « cèdre » causées par un champignon.

Plus d'une personne, en parcourant ses paysages naturels préférés, s'est demandé si ces objets étranges qu'elle voyait sur les saules étaient réellement des « cônes de pin ». Et si ces pommes sèches et brunes appartenaient à ce chêne. Peut-être vous êtes-vous vous-même posé la question, « qu'est-ce que cette touffe de « mousse » sur mes rosiers? »

Vous avez probablement déjà observé l'une de ces milliers d'excroissances sur les plantes, connues sous le nom de « galles ».

Ces singuliers gonflements peuvent se présenter sur plusieurs parties d'une plante : les bourgeons, les feuilles, les fleurs, les brindilles, sous l'écorce, même sur les racines qui peuvent en être affectées. Ces excroissances sont produites par une impressionnante collection de petits organismes allant des insectes et des acariens jusqu'aux nématodes, aux champignons et bactéries. Ils ont tous réussi le même tour de force : chacun peut provoquer un renflement dans la partie d'une plante pour procurer à la fois une source de nourriture et un abri contre les ennemis et la température. Bien plus, chaque agent de galles produit une forme distincte de galle. Ce monde en miniature est vraiment étonnant. Mais il est aussi complexe; il n'est pas à l'épreuve des fausses interprétations, des fausses identifications.

Nous étudierons de plus près la biologie de ces petits organismes dans les descriptions qui suivent.

Ces galles sont-elles nuisibles? Quelques-unes sont réellement laides et endommagent sérieusement des plantes, telles que les pommiers, les poiriers, les cerisiers, les épinettes d'ornement ainsi que les roses, les violettes et même les pommes de terre. L'homme a tiré profit de quelques galles. Les anciens Grecs utilisaient une galle comme combustible d'éclairage. Dans quelques marchés du Proche-Orient, elles sont même vendues comme nourriture... (Je doute que cet aliment puisse devenir populaire, ici, puisque chaque galle contient un petit être grouillant et répugnant!) A cause de leurs propriétés astringentes, on emploie certaines galles dans la préparation de quelques médicaments. A la campagne, dans l'Etat de l'Arkansas, les

fermiers font manger une galle de chêne à leurs animaux. Nous ne pourrions pas cultiver les figues de Smyrne aux Etats-Unis sans l'aide d'une guêpe importée, productrice de galles. Cependant, la plupart des galles demeurent surtout des curiosités biologiques.

Ce présent article décrit quelques galles communes dans la région de New York et ailleurs, durant la saison d'hiver. Pour tous les producteurs de galles, nous donnons des noms scientifiques, ces véritables clefs qui nous permettent d'obtenir des informations précises sur tous les êtres vivants. Commençons d'abord à décrire les galles les plus communes.

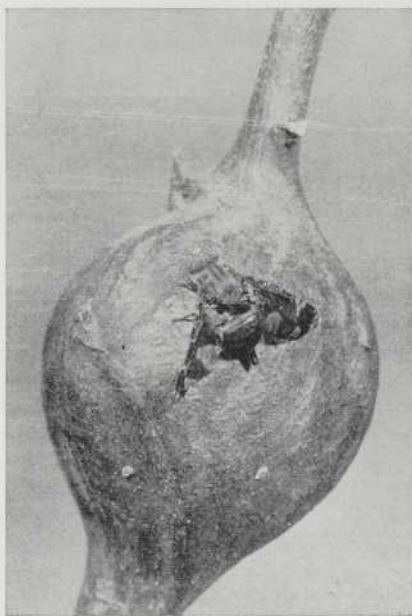
La galle ronde de la Verge d'or

Nom anglais : *Goldenrod Ball Gall*;
parasite : un insecte diptère, *Eurosta solidaginis*.

Partout où croît la Verge d'or du Canada vous pouvez facilement trouver cette galle ou excroissance caractéristique, soit une sorte de balle ou petite sphère qui a attiré l'attention des naturalistes depuis plus d'un siècle. De l'Etat de New York et de la Nouvelle Angleterre, à l'est, jusqu'à l'Etat de l'Oregon à l'ouest, jusqu'à la Colombie-Britannique au Canada, cette galle est l'image caractéristique d'un beau paysage d'hiver. Elle est un exemple remarquable de ce que les biologistes nomment la forme-type d'une plante hôte : l'insecte qui provoque cette galle attaque seulement cette espèce de Solidage ou Verge d'or, même si beaucoup de plantes d'espèces voisines croissent aux environs. Cette galle étant commune, nous lui consacrerons plus d'espace que les autres.

C'est une galle que vous aurez beaucoup de plaisir à examiner en toutes saisons, mais la saison d'hiver est plus favorable pour commencer les observations. Lors de votre prochaine excursion, apportez un canif bien aiguisé pour en ouvrir quelques-unes. Pratiquez une coupe parallèle à la tige et ouvrez un côté de la galle. Si l'insecte gallicole n'a pas été visité par un parasite, ou un prédateur (deux cas qui se présentent dans presque la moitié des galles), vous

La plus commune des galles, la « galle ronde de la Verge d'or ». On voit la mouche qui provoque le développement de cette galle; c'est un insecte diptère nommé *Eurosta solidaginis*.



trouverez un petit ver blanc, long d'un quart de pouce et de couleur crème, dans une petite cellule à l'intérieur de la galle. Tenez le petit ver dans votre main fermée et il s'activera. Avec un peu de chance, vous découvrirez ce petit ver dans la « galle » et vous observerez ainsi l'une des plus curieuses façons d'élever une couvée. L'insecte qui surgira de cette galle en mai prochain est dépourvu de dents. Alors la « larve » (ce petit ver étant un stade de développement et non pas encore un « insecte » adulte) ou « chenille » se prépare un tunnel de sortie fermé seulement par un mince couvercle de tissu gallicole. Au printemps, la larve devenue adulte ou insecte parfait, utilise une structure spéciale (en forme de ballon, entre ses yeux) et repousse le couvercle pour se traîner vers l'extérieur.

Si vous deviez retarder vos recherches jusque vers la fin de mars, les larves se seront alors transformées en chrysalides. Elles ressembleront en quelque sorte à des grains de blé. Pourquoi n'apportez-vous pas quelques galles non ouvertes à la maison? Mettez un peu de terre dans un bocal à large ouverture, enfoncez les tiges

dans la terre et couvrez le tout avec de la gaze. Gardez la terre légèrement humide et placez le bocal dans un endroit protégé contre les rayons directs du soleil et contre la chaleur d'un radiateur. Si vous recueillez les galles en février, les adultes devraient apparaître à une certaine date en avril. Ne vous préoccupez pas de nourrir vos insectes captifs, ils ne mangent pas. Leur seule et unique mission, durant leurs quelques semaines de vie, c'est de reproduire l'espèce.

Après l'accouplement, la femelle, experte botaniste qu'elle est, cherche de jeunes tiges de Verge d'or du Canada pour y pondre ses œufs. Le Dr Lowell D. Uhler de Cornell, spécialiste américain de cette sorte de galle, nous apprend qu'elle peut infester jusqu'à 200 plantes. Ce potentiel élevé de reproduction rend l'espèce capable de survivre en dépit d'un grand nombre de parasites et de prédateurs. Ce n'est pas par fantaisie que l'artiste illustrateur a figuré un Pic mineur sur une galle ronde de la Verge d'or. Cet oiseau, en effet, peut localiser le couvercle et le tunnel de sortie puis dévorer la larve à l'intérieur. Les pêcheurs sur glace prétendent que cette larve constitue un bon appât.

La galle en touffe de la Verge d'or

Nom anglais : *Goldenrod Bunch Gall*;
parasite : une cécidomyie (diptère), *Cecidomyia solidaginis*.

C'est également une galle de la Verge d'or très répandue, l'une que vous trouverez en cherchant des galles rondes. Il est même possible de trouver les deux sortes de galles sur la même plante. Une espèce différente d'insecte cause cette galle — connue depuis une centaine d'années — mais, chose assez surprenante, nous ne connaissons que peu de détails sur son mode de vie. Ainsi, par exemple, où se réfugient les adultes en hiver? Nous savons cependant qu'ils sortent tôt à l'automne. Nous croyons que la mouche adulte pond des œufs seulement sur la Verge d'or du Canada, mais il est possible qu'elle s'attaque aussi à d'autres espèces de solidages (ou verges d'or) et à d'autres plantes. En réalité, de nombreux et difficiles problèmes at-

tendent l'étudiant gradué intéressé à la recherche dans ce domaine.

Bien que la « galle en touffe » soit aussi provoquée par une mouche, sa biologie est néanmoins tout à fait différente de celle de la « galle ronde ». Apparemment, les femelles, de la taille d'un moustique, pondent des oeufs en juin puisqu'on trouve des larves au début de juillet. La tarière abdominale (ou ovipositeur) de la femelle est fragile et trop faible pour percer les tissus de la plante; alors elle dépose tout simplement ses oeufs dans les bourgeons terminaux — ou extrémités croissantes — des Verges d'or. La galle commence à se développer lorsqu'un oeuf éclôt et que la larve sécrète une substance chimique qui détermine la réaction caractéristique de la plante. De plus, la larve est dépourvue de mâchoires; elles sont remplacées par un sternum endurci à l'aide duquel elle râpe les tendres tissus de la plante, à l'intérieur de la galle. Ceci stimule un courant de sève que la larve « mange » en l'absorbant à travers sa peau. La galle est, en effet, une tige dont on a empêché la croissance. C'est pourquoi les feuilles, qui normalement seraient apparues tout au long de la tige, se sont accumulées ensemble en une touffe.

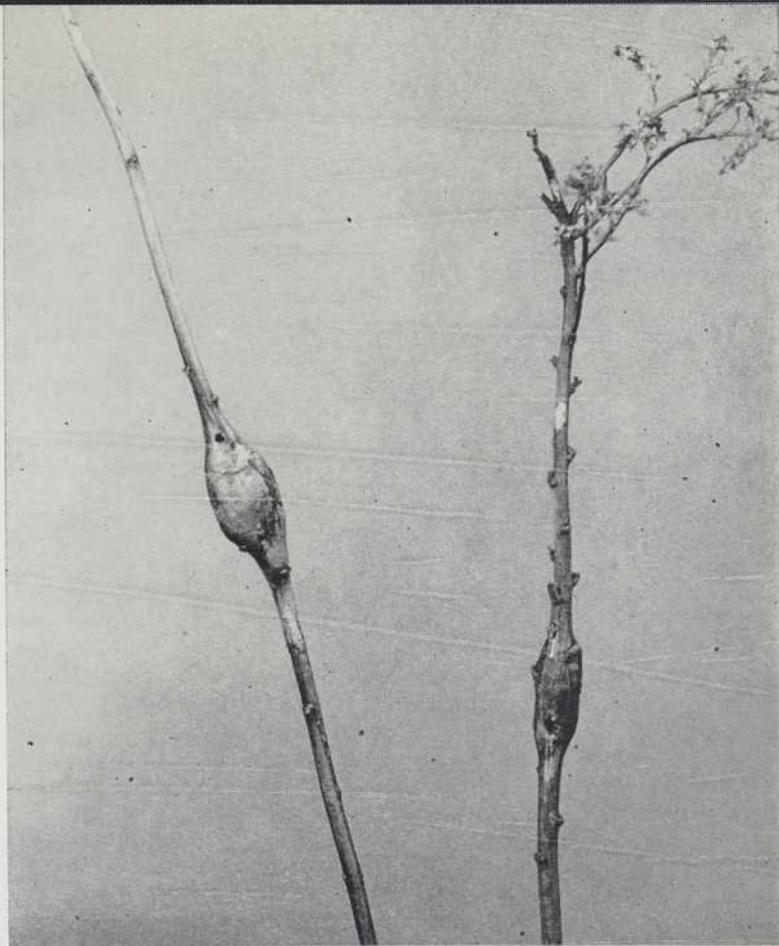
La galle cicatrisée de la Verge d'or

Nom anglais : *Goldenrod Scarred Gall;*

parasite : un minuscule papillon de nuit, *Eucosma scudderiana*.

Cette autre galle de la Verge d'or est ainsi appelée parce qu'elle ressemble vraiment à un tissu couvert de cicatrices. Selon certains auteurs, elle se rencontre sur quelques solidages, mais je ne l'ai vue que sur la Verge d'or du Canada.

Si vous en ouvrez une en hiver, vous trouverez à l'intérieur de cette galle une larve d'un demi-pouce de longueur et de couleur pâle. La figure montre une petite ouverture dans la partie inférieure de la galle. Elle marque l'endroit où la chenille s'est mâché un chemin dans la tige et, en conséquence, ce point marque le point de départ de la formation de



Deux types de galles sur la Verge d'or: à gauche, la galle en ellipse; à droite, la galle cicatrisée.

la galle. Durant son séjour à l'intérieur de la galle, la larve a scellé l'ouverture à l'aide d'une membrane soyeuse et résistante. Les papillons nocturnes, tout comme les mouches, n'ont pas d'appareil de mastication de sorte que la jeune chenille doit s'arranger pour sortir de la galle pendant qu'elle est encore à l'état de larve. A la fin de l'été, cette difficulté a été surmontée et maintenant, en hiver, vous pouvez trouver sa porte de sortie près du sommet de la galle.

Vers la première semaine de mai, cette larve se transformera en une chrysalide qui ressemble à une minuscule momie. A l'intérieur de cette enveloppe où se trouve la chrysalide, un mystérieux procédé biologique s'opère, lequel a dérouté les scientifiques pendant des siècles. Le protoplasme de la chenille se transforme complètement pour acheminer le petit animal vers la forme d'un papillon nocturne.

Apportez aussi quelques-unes de ces galles à la maison et traitez-les

de la même façon que les galles rondes. Dans quelques mois (on semble ignorer encore la période exacte de temps), les adultes sortiront. Bien qu'ils n'aient que trois huitièmes de pouce de longueur, ils sont vraiment gracieux. Mais il vous faudra renoncer à quelques heures de sommeil si vous voulez être témoin de leur sortie... qui s'opère pendant la nuit!

La galle en ellipse de la Verge d'or

Nom anglais : *Goldenrod Elliptical Gall;*

parasite : un papillon de nuit, *Gnorimoschema gallaesolidaginis*.

Tout en cherchant des galles cicatrisées, il se peut que vous trouviez un spécimen qui ressemble à une énorme galle cicatrisée, mais sans porter les marques et plis semblables à des cicatrices. La photo publiée (ci-haut) montre les deux sortes de galles, l'une près de l'autre, et aide à les identifier.

Cherchez cette galle sur la Verge d'or du Canada. Mais ne vous attendez pas à la trouver partout puisqu'elle est distribuée de façon fort variable : vous en trouverez un grand nombre dans une région donnée et pratiquement aucune à un mille plus loin. Assez curieusement, l'insecte qui produit ces galles, sort à l'automne, s'accouple, pond des oeufs sur les Verges d'or et, ensuite, meurt...

Lorsque les oeufs éclosent au printemps suivant, les chenilles émigrent vers les Verges d'or vivantes où chacune des chenilles entre dans un bourgeon en se perçant un trou, pour ensuite se frayer un chemin jusqu'à la tige. Alors seulement la galle se développe tout autour de la larve.

Le fait le plus étonnant peut-être

au sujet de cette galle est le tampon, le bouchon ou couvercle dans le trou de sortie. Ce bouchon est effilé tout comme la bonde (sorte de bouchon) d'un baril de bière, et le trou aussi se termine en pointe. De plus, ce couvercle particulier est translucide et la lumière qui le traverse jusqu'à l'intérieur de la galle dirige l'insecte lorsqu'il est prêt à s'envoler.



Quelques galles communes; explication de la photo :

1— La galle ronde de la Verge d'or (1 pouce), causée par une mouche ou insecte diptère; 2— la galle pomme de Chêne (1½ pouce), causée par des tenthrèdes, insectes hyménoptères; 3— la galle en fleur du Frêne (1 pouce), causée par un acarien (arachnide); 4— la galle en fleur du Sumac (4 à 12 pouces), causée par un acarien; 5— la galle moussue du Rosier (1 à 2 pouces), causée par un cynipe, insecte hyménoptère; 6— la galle en cône de pin du Saule (1¼ pouce), causée par une cécidomyie, insecte diptère; 7— la galle du Micocoulier (3 à 6 pouces),

causée par un acarien; 8— la galle vagabonde du Peuplier (1¼ pouce), causée par un puceron, insecte homoptère; 9— la galle noueuse du Framboisier (2 pouces), causée par un cynipe, insecte hyménoptère; 10— la galle sphérique du Chêne (½ pouce), causée par un cynipe; 11— la galle en touffe de la Verge d'or (2½ pouces), causée par une cécidomyie, insecte diptère; 12— la galle cicatrisée de la Verge d'or (¾ pouce), causée par un minuscule papillon nocturne; 13— la galle épineuse du Robinier (1½ pouce), causée par un papillon de nuit.

La galle en cône de pin du Saule

Nom anglais : *Willow Pine Cone Gall;*

parasite : une cécidomyie (diptère), *Cecidomyia strobiloides*.

Il y a trente-trois ans, notre famille dressa une tente le long de l'historique Beaver Kill sur le terrain de camping de l'état. Quoiqu'il y ait trop longtemps pour me rappeler le nombre de truites que nous avons prises, je n'ai cependant jamais oublié les « cônes de pin » qui poussaient sur les saules le long du ruisseau. Vingt années se sont écoulées avant que je n'aie appris dans un cours d'histoire naturelle au grand air, sous la direction de feu le professeur Eva L. Gordon de l'Université de Cornell, qu'elles étaient des structures nommées « galles » et qu'elles étaient causées par une très petite mouche.

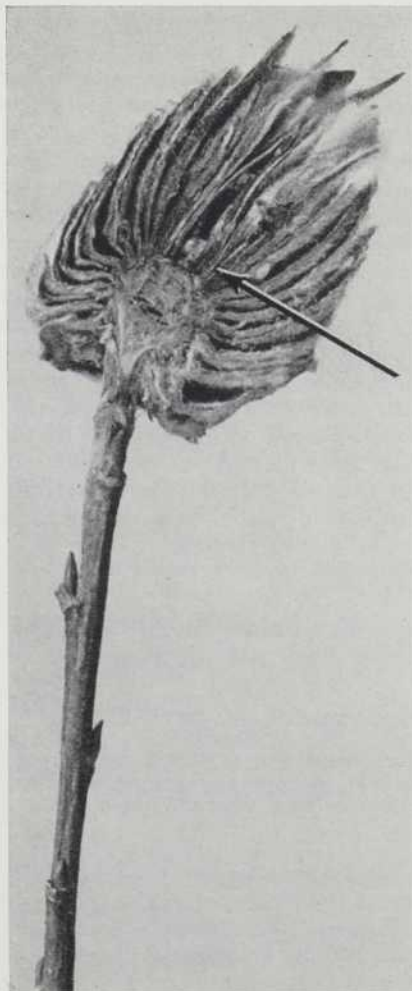
Ce producteur de galle n'est pas particulièrement spécialisé à la plante hôte: toute espèce de saule lui convient, pourvu qu'il ne soit ni un saule pleureur ni une espèce étrangère aux Etats-Unis. Comme il est un insecte volant plutôt faible, ce producteur de galle n'attaque pas les arbres dont les branches les plus basses sont à plus de 15 pieds au-dessus du sol. Ses oeufs, déposés au printemps sur les bourgeons qui s'ouvrent, se transforment en vers blancs dont les sécrétions causent le gonflement typique du cône de pin. Les larves sont toujours là présentes, si vous voulez les voir; pratiquez une coupe descendante à travers la galle avec votre couteau et cherchez un ver blanc ou asticot d'un huitième de pouce de longueur.

A l'automne, la galle ainsi qu'une partie de la tige, juste au-dessous, meurent. Au fur et à mesure que la galle se ratatine, ses « écailles » se détachent en s'écartant et c'est à ce moment que les parasites et les prédateurs peuvent y entrer. Les galles en cône de pin mortes deviennent un lieu de retraite d'hiver pour toutes sortes de petites créatures: mouches, pucerons, altises et autres minuscules insectes, araignées et même des myriapodes. Peut-être pouvez-vous en ajouter d'autres à cette liste.

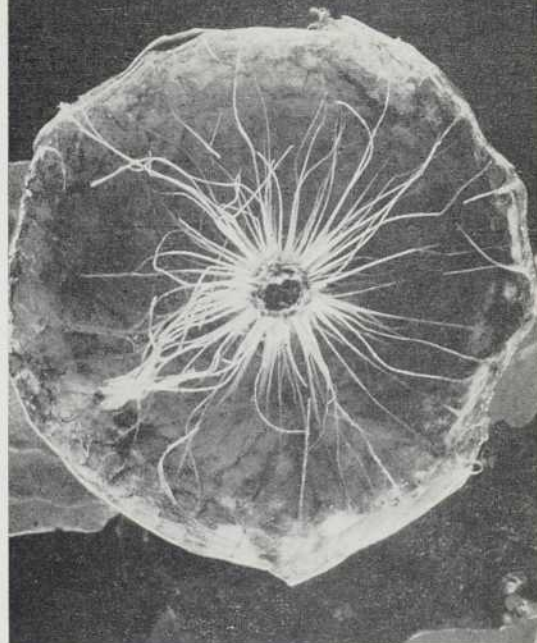
La galle pomme de Chêne

Nom anglais : *Oak Apple Gall;*
parasites : tenthrèdes (hyménoptères), *Amphibolips confluenta*, sur le Chêne blanc, *Amphibolips inanis*, sur le Chêne rouge.

Il y a quatre siècles, les cultivateurs utilisaient les galles de chêne pour prédire les résultats de la moisson. Si les galles de chêne renfermaient des insectes, ils disaient que l'année serait fructueuse et fertile. Ces galles sont probablement familières à plus de gens à travers le monde que n'importe quelles autres.



La galle en cône de pin du Saule, vue en coupe montrant la larve ou chenille d'un insecte, une cécidomyie (diptère).



Une grosse galle, la « pomme de Chêne », vue en coupe montrant l'intérieur.

Les New Yorkais en ont leur bonne part. Quelques-unes sont plus grosses que des balles de ping-pong, d'autres plus petites qu'une bille. Certaines d'entre elles tombent à l'automne tandis que d'autres demeurent attachées à l'arbre pendant toute une année et même davantage. Quelques-unes sont aussi communes et nombreuses que des fruits. Je me souviens encore du temps où je pensais avoir trouvé un pommier sauvage, dans les petits bois d'écureuils, pour finalement découvrir un Chêne rouge d'où tombaient des « pommes de Chêne ». Qu'elles soient attachées ou non à l'arbre, ces galles ressemblent vraiment à des pommes; certaines portent même des marques rougeâtres lorsqu'elles sont fraîches.

Mais comment arrive-t-on à en distinguer les différentes sortes? Elles tendent toutes à prendre la forme type, mais même lorsqu'on peut identifier tous les chênes, cela demeure encore difficile de les distinguer. Une grosse « pomme » sur un Chêne noir est ordinairement spongieuse à l'intérieur. On l'appelle tout simplement la grosse pomme de Chêne (*the Large Oak Apple*). Chez un Chêne rouge, vous pourriez trouver une « pomme » de plus grande taille, pratiquement vide à l'intérieur et désignée sous le nom un peu lourd

de « grosse pomme de Chêne vide » (*Larger Empty Oak Apple*). (Personnellement, je ne distingue aucune différence de dimension.)

Les galles sont réellement des déformations de feuilles causées par des larves de tenthrèdes. Lorsque l'insecte adulte femelle insère sa tarière abdominale (ovipositeur), en forme de râpe, dans le pétiole d'une feuille pour y déposer un oeuf, elle injecte un « irritant » qui aussitôt déclenche la formation de la galle. Le développement de la larve, avec la sécrétion qui l'accompagne, continue l'excroissance anormale jusqu'à produire un énorme gonflement — la « pomme » — et à peine trouve-t-on alors un soupçon de la feuille originale.

La galle sphérique du Chêne

Nom anglais : *Oak Bullet Gall*;
parasite : un cynipe (hyménoptère), *Disholcaspis quercus-globulus*, sur le Chêne blanc.

Les entomologistes prétendent qu'il existe environ 2.000 espèces d'organismes producteurs de galles aux Etats-Unis. De ces derniers, près de 800 environ appartiennent à une famille de guêpes, les *Cynipidae*, dont la grande majorité produisent des galles sur les chênes. L'un des éminents spécialistes de ces « intrigantes » guêpes était un scientifique qui, tard dans sa carrière, délaissa l'entomologie pour décrire le comportement de ses semblables... Son nom est Alfred C. Kinsey.

En plus de décrire un grand nombre de nouvelles espèces, le docteur Kinsey nous a aidés à comprendre leurs modes de vie. Ainsi, par exemple, les galles en forme de boulets que vous voyez sur les petites branches de chêne ne représentent que la moitié du cycle de reproduction de ces insectes. Les adultes qui sortent de ces galles à l'automne sont tous des femelles. Et même si ces femelles ne s'accouplent pas avec un mâle, elles sont capables de pondre des oeufs qui pourront éclore et engendrer des petits. Les scientifiques les désignent sous le nom de femelles « agames ». L'endroit où ces femelles agames déposent leurs

oeufs demeure un mystère, chez un grand nombre de ces galles en forme de sphère. Qu'il suffise de dire que les petits issus de ces étranges femelles sont des mâles et des femelles qui se comportent de façon normale et qui produisent les remarquables galles sphériques du chêne.

La galle moussue du Rosier

Nom anglais : *Mossy Rose Gall*;
parasite : un cynipe (hyménoptère), *Diplolepis rosae*.

Jusqu'ici nous avons examiné les galles les plus remarquables et dont un grand nombre nous est connu. Pour les autres, notre exposé sera plus bref, soit parce que ces galles sont moins communes, soit parce qu'on sait encore peu de chose à leur sujet.

La galle du rosier est causée par une guêpe, une exception à la règle générale, car d'ordinaire les guêpes ne s'attaquent qu'aux chênes. Cette guêpe nous arriva d'Europe, probablement au milieu d'un chargement de plants de rosiers; elle fit d'abord son apparition à Toronto, vers les années 1860. Nommée le « bédégard de la rose » par les jardiniers européens, elle forme un objet frappant lorsqu'elle est développée, rappelant une touffe de mousse à nuance rouge. J'ai vu cette galle sur les rosiers dans nos champs incultes et on rapporte sa présence sur un certain nombre d'autres espèces incluant celles de nos jardins.

Les balais de sorcière du Micocoulier

Nom anglais : *Hackberry Witches' Broom*;
parasites : une « mite » ou acarien, *Aceria snetsingeri*; un champignon, *Sphaerotheca phytoptophyla*.

Le Micocoulier est un arbre difficile à identifier et les « balais de sorcière » compliquent encore la tâche, du moins pour un promeneur non spécialisé. Les spécialistes des plantes ne savent pas encore exactement la cause qui provoque la touffe caractéristique de petites branches ainsi que les distortions chez

cet arbre. Ils croient généralement que ces galles résultent de l'action combinée d'un acarien et d'un mildiou poudreux causée par un champignon. La recherche doit être poussée plus loin pour régler cette question.

En plus de défigurer l'arbre, les galles semblent empêcher la croissance normale des feuilles ainsi que leur distribution sur les rameaux affectés. J'avais l'habitude d'apercevoir fréquemment cette galle lorsque j'habitais dans la banlieue de New York.

La galle en fleur du Sumac

Nom anglais : *Sumac Flower Gall*;
parasite : un acarien (arachnide), *Eriophyes rhoinus*.

Lorsque vous rencontrez cette galle pour la première fois, vous croyez apercevoir une masse de fleurs brunes, desséchées, d'où le nom de cette « galle ». L'acarien qui cause cette frappante difformité attaque les feuilles. Normalement, on imagine un acarien comme un être à huit pattes, de la classe des Araignées, mais, fait étrange, cet acarien — tout comme les autres qui causent des galles — est un arachnide à quatre pattes.

Une galle du sumac de Chine, produite par un puceron, renferme tellement d'acide tannique qu'on en importait autrefois de très grandes quantités aux Etats-Unis pour les industries de teinture et de tannage.

La galle en fleur du Frêne

Nom anglais : *Ash Flower Gall*;
parasite : un acarien (arachnide), *Eriophyes fraziniflora*.

Cette galle du Frêne est aussi causée par un acarien. Dans le cas présent, le producteur de galles infeste les fleurs sur les arbres staminés (portant les étamines ou organes mâles) du Frêne blanc; les fleurs femelles ou pistillées se développent sur un frêne distinct. Les chatons floraux sont tordus de façon irrégulière et, au lieu de tomber après la période de floraison, ils restent

attachés à l'arbre durant tout l'hiver. Alors que certains prétendent que les galles défigurent les arbres, je maintiens qu'elles ajoutent une note d'intérêt aux branches qui autrement seraient stériles.

La galle vagabonde du Peuplier

Nom anglais : *Poplar Vagabond Gall*;
parasite : un puceron (homoptère), *Mordwilkoja vagabunda*.

« Ceci me rappelle les Crêtes-de-coq doubles de mon jardin », me fit remarquer un de mes amis lorsque, pour la première fois, je lui montrai cette galle. Un puceron (pou des plantes) cause cette déformation en attaquant les bourgeons des feuilles tôt au printemps. Au lieu de se développer en feuilles normales, les bourgeons se changent en grandes masses rugueuses. La galle ainsi produite paraît dure et ligneuse; pressez-en une et vous constaterez qu'elle est spongieuse et creuse à l'intérieur. Les jeunes galles sont vertes en été et se changent en brun foncé en hiver. Cherchez cette galle brune sur tous les peupliers: les Peupliers faux-tremble, Peupliers à feuilles deltoïdes, etc.

La galle noueuse du Framboisier

Nom anglais : *Raspberry Knot Gall*;
parasite : un cynipe (hyménoptère), *Diastrophus turgidus*.

Les ronces, mûriers et framboisiers sont les victimes fréquentes pour les insectes gallicoles. L'une des illustrations montre une galle de framboisier couverte de noeuds, produite par une guêpe. Cette galle vous rappellera probablement une galle semblable que vous avez observée sur des mûriers sauvages. Cette galle du mûrier et celle du framboisier sont produites par deux guêpes de la même famille. Recueillez l'une de ces galles et conservez-la dans un bocal recouvert de gaze. Un nombre étonnant de minuscules guêpes en sortiront éventuellement.

La galle épineuse du Robinier

Nom anglais : *Locust Twig Gall*;
parasite : un papillon de nuit, *Ecdyolopha inscitiana*.

Cette galle est une excroissance sur les rameaux et les jeunes branches du Robinier noir. Mais tous nos lecteurs (New York) ne la trouveront pas dans leurs voisinages parce que l'arbre n'est pas répandu dans l'état. Vraisemblablement, il n'y a que les résidents de Long Island et ceux qui demeurent dans les régions où il se trouve des dépôts glaciaires qui pourront rencontrer cette espèce d'arbre. L'insecte coupable est un papillon nocturne.

La galle charbonneuse

Nom anglais : *Black Knot Gall*;
parasite : un champignon microscopique, *Plowrightia morbosa*.

Il y a tellement de gens qui m'interrogent sur cette galle singulière que nous ferions mieux de l'inclure dans cet article. La photo reproduite dans cette page vous aidera à la reconnaître. Elle rappelle peut-être le « charbon » sur une tige de maïs ? C'est normal puisqu'elle aussi est causée par un champignon. La galle charbonneuse est un agent destructeur parce que ses fils fongueux (de champignon) pénètrent dans le système vasculaire de l'hôte et finalement le tuent. Le cerisier sauvage, le « merisier » et les pruniers sont les victimes communes de cette galle, bien qu'elle puisse aussi s'attaquer à votre cerisier ou prunier cultivé.

L'étude des galles

Si vous cherchez un sujet d'étude pour occuper vos loisirs, les plantes gallicoles sauront sûrement vous intéresser. Mais vous devrez d'abord vous procurer des documents d'étude, de lecture. L'ouvrage classique est *Plant Galls and Gall Makers* de E. P. FELT, publié en 1940 par



La « galle charbonneuse » causée par un champignon microscopique.

Comstock Publishing Company. Ce livre est actuellement épuisé, mais plusieurs bibliothèques en possèdent des exemplaires et des vendeurs de livres d'occasion en disposent quelquefois. *The Cynipid Galls of Eastern United States*, par L. H. WELD est un autre ouvrage essentiel. Vous pouvez en obtenir du Dr Weld en lui faisant parvenir la somme de \$2. à cette adresse: Dr L. H. Weld, 6613, North Washington Blvd, Arlington 13, Virginia. Une brochure intitulée *Some Plant Galls of Illinois* est en vente, à 25 cents l'exemplaire, à l'Illinois State Museum, Springfield; elle est rédigée par G. S. WINTER-RINGER. Ou, si vous préférez commencer d'une façon plus modeste, procurez-vous la brochure illustrée, édition de poche, écrite par E. L. PALMER, chez l'éditeur Slingerland-Comstock Company, Ithaca, U.S.A.

L'Ornithologie-loisir

Par Raymond CAYOUILLE

Il est indéniable que les loisirs des travailleurs prendront une part de plus en plus grande au siècle de l'automatisation. La semaine de 40 heures de travail est d'usage et déjà l'on prévoit la semaine de 35 heures.

Tous ceux qui sont convaincus de l'utilité, de la nécessité d'organiser les loisirs en vue de combler ces vides dans les activités humaines ne cessent de mettre en garde les intéressés.

Il est autant de loisirs qu'il y a d'activités humaines : pour les uns celles-ci peuvent être un travail mais pour les autres, un loisir. Camping, sports dans toutes les gammes, peinture, sculpture, collection d'objets les plus hétéroclites, chasse et pêche, voyages, alpinisme, musique, bricolage, télévision et radio, jardinage, photographie, etc., etc., sont autant d'activités que l'on peut classer dans la catégorie des loisirs, quand elles sont pratiquées comme détente après le travail commandé.

Mais il est un loisir qui englobe plusieurs de ces activités et qui en offre un éventail bien varié, c'est l'ornithologie. L'ornithologie-loisir peut être en effet un simple sport, une activité artistique ou de caractère plus banal, mais elle peut également et en même temps servir la science.

L'amateur d'ornithologie, pourvu de lunettes d'approche, d'un livre-guide, d'un carnet de notes peut entreprendre des activités fort diverses selon le temps dont il dispose, selon ses capacités physiques, son habileté manuelle et ses moyens pécuniaires. L'ornithologue peut chercher l'oiseau et essayer d'identifier les espèces qui fréquentent sa région; à l'aide de sa lunette d'approche et du livre d'identification, il cherchera à connaître ses moeurs, à percer les mystères de la vie intime de l'oiseau. Grâce à ses poursuites, à ses recherches parfois très patientes et ardues, il aiguîsiera son sens de l'observation, il perfectionnera son acuité visuelle et souvent il obtiendra le sens de l'objectivité et de la rigoureuse honnêteté scientifique.

Les espèces d'oiseaux fréquentent des habitats divers : certains sont confinés à la forêt, au champ, à la prairie ou au parc de ville, d'autres sont aquatiques, marins ou vivent retirés dans les endroits les plus inaccessibles. La plupart émigrent et apportent aux diverses localités, surtout dans nos climats tempérés ou nordiques des changements fauniques plus ou moins accentués. L'avifaune est modifiée par les saisons ou parfois la rigueur des intempéries et les oiseaux migrateurs offrent à leur passage régulier ou irrégulier un intérêt sans limite pour l'ornithologue-amateur. Le passage des oiseaux dont le pouvoir de déplacement a peu d'égal dans le monde animal apporte parfois des raretés, des présences d'espèces complètement hors de leur aire de distribution normale, au grand ébahissement et à la grande joie de l'amateur. Ces découvertes, lorsqu'elles sont bien contrôlées offrent toujours du piquant à l'observateur aussi aguerri soit-il.

Ce sport qu'est aussi l'ornithologie, offre à ses adeptes un délassement salubre; la marche au grand air, de courte ou de longue durée, plus ou moins favorable ou rude selon le terrain offre en effet au sportif énergique un excellent entraînement physique. Par contre, l'ornithologie peut se pratiquer dans une chaise-longue et donner à un patient malade, restreint à peu d'effort, un dérivatif fort salubre. On en a vu plus d'un prendre plaisir à noter et à observer les oiseaux du voisinage de sa fenêtre de chambre, ou du jardin garni d'attraits pour les oiseaux, nichoirs ou nourriture.

L'ornithologie est une activité toute naturelle pour l'adepte du camping qui, tout en voyageant économiquement, reste plus près de la nature. Les amateurs d'alpinisme, ce sport très rude, trouveront même un objet à leur activité en visitant certaines espèces d'oiseaux retirées en montagne.

L'amateur de bricolage fera sans doute des nichoirs ou maisonnettes d'oiseaux, des mangeoires pour attirer les oiseaux à son jardin et l'amateur de jardinage plantera certains arbres, arbustes ou fleurs particulièrement attrayants pour les oiseaux.

Inutile d'ajouter que les arts, dessin, peinture ou sculpture trouvent chez les oiseaux des sujets merveilleux. La photographie d'oiseaux est aujourd'hui une spécialité à laquelle s'adonnent plusieurs ornithologistes et c'est un art difficile mais passionnant.

Les oiseaux n'ont-ils pas eu un Olivier Messiaen, grand musicien con-



temporain, pour exprimer en musique leur chant?

Mais que ce soit sport pur et simple, art, attrait passager ou régulier, observation simple ou poussée à la perfection, il n'en reste pas moins que les adeptes de l'ornithologie-loisir ont tous le privilège de servir la science en apportant des renseignements fort précieux et parfois uniques.

L'ornithologie est une des rares activités en sciences naturelles qui

met l'amateur au service du scientifique. En effet, l'ornithologiste professionnel a besoin de l'amateur consciencieux qui lui procure des observations indispensables sur la distribution géographique des oiseaux, sur leurs moeurs, leurs migrations, etc. Et souvent des recherches d'envergure sont impossibles à entreprendre sans la collaboration de l'un et l'autre.

Et même s'il n'apporte rien à la science, l'amateur ornithologue qui cherche à identifier le plus d'espè-

ces possible sur le terrain jouit quand même d'un loisir très salutaire. Une émulation entre amateurs qui cherchent à atteindre une liste de 200 ou 300 espèces d'oiseaux identifiés en nature est aussi valable, que je sache, que les activités d'un philatéliste ou d'un athlète à la poursuite de quelques performances.

Nous sommes convaincu que l'ornithologie-loisir apportera à ses adeptes un dérivatif bienfaisant, une accalmie à cette vie trépidante du siècle de la machine.

Il y a 25 ans, le "projet Manhattan" préparait la réalisation de la bombe atomique. — Suite et fin.

2. - Hiroshima, réponse à la question

posée quarante ans plus tôt par Pierre Curie

par Alex ROUDÈNE

« Entre les mains des grands criminels qui entraînent les peuples vers la guerre », disait Pierre Curie en 1905, « la radioactivité ne sera-t-elle pas une connaissance nuisible » pour les hommes ?

Pierre Curie meurt en 1906, Marie en 1934. La bombe atomique n'est pas encore inventée.

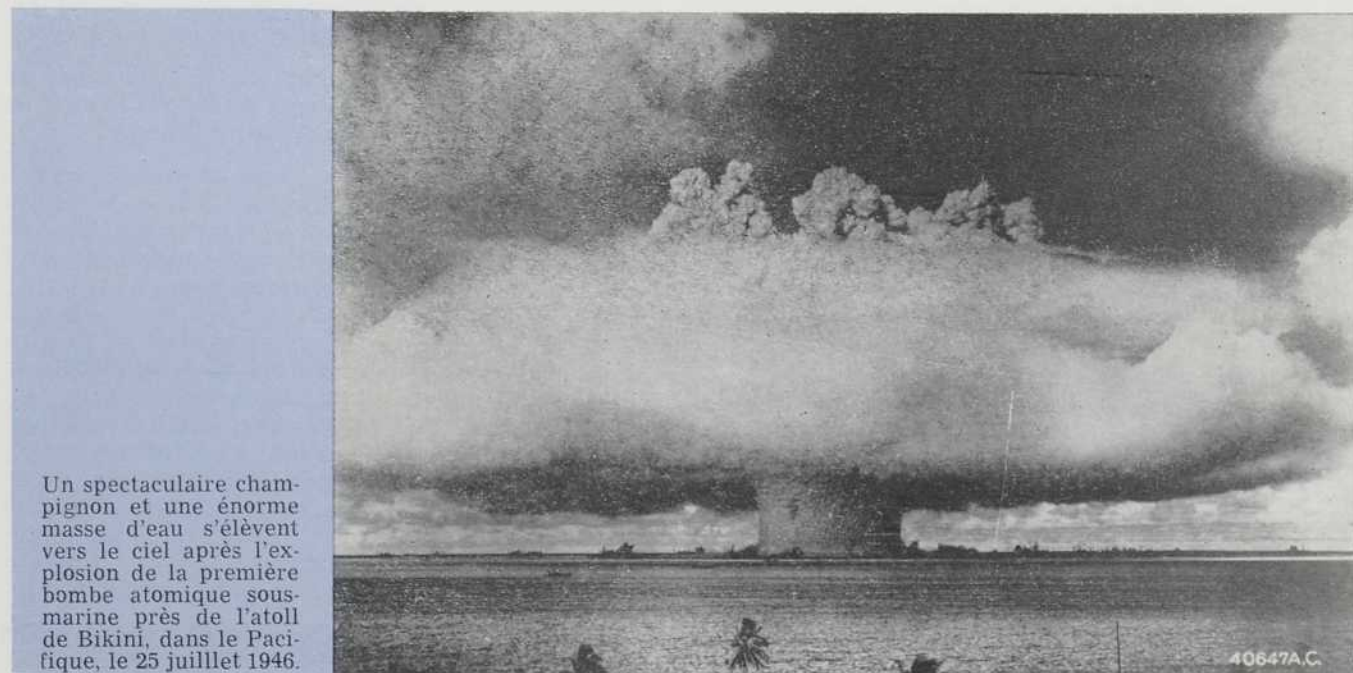
Mais, le 6 août 1945, le champignon d'Hiroshima et ses 150,000

morts donnent la réponse à la question posée, quarante ans auparavant, par Pierre Curie.

La lettre d'Einstein à Roosevelt

Depuis la nouvelle découverte de Frédéric et Irène Joliot-Curie, tout le monde avait fiévreusement travaillé.

Et l'on sait, dès les premiers jours du mois de janvier 1939, que les savants de l'Allemagne hitlérienne ont atteint un premier but très important : la fission de l'atome, c'est-à-dire son éclatement. Hahn et Strassmann ont, en effet, annoncé qu'ils ont obtenu du baryum en bombardant de l'uranium avec des neutrons. Ils ont donc dissocié les éléments constitutifs de l'atome d'uranium, ils l'ont fait éclater.



Un spectaculaire champignon et une énorme masse d'eau s'élèvent vers le ciel après l'explosion de la première bombe atomique sous-marine près de l'atoll de Bikini, dans le Pacifique, le 25 juillet 1946.

40647A.C.

Niels Bohr, l'éminent atomiste danois, quitte hâtivement Copenhague et arrive, le 16 janvier, à Princeton, où réside Einstein. Les deux hommes discutent aussitôt, avec quelques autres savants, de cet événement, qu'ils savent lourd de conséquences... La transmutation des éléments est, pour eux, un fait désormais acquis. Cette fission de l'atome d'uranium est capable de produire une énergie colossale, et une nouvelle arme de terrible destruction.

Bohr poursuit sa tournée et rencontre, à Washington, le 26 janvier, l'Italien Fermi, réfugié, lui aussi, aux Etats-Unis.

Fermi, Bohr, Szilard, Teller, cherchent comment arriver à provoquer la réaction en chaîne, entrevue par Frédéric Joliot, voici quatre ou cinq ans.

Fermi et Szilard imaginent ce qu'ils vont appeler la pile atomique, mais ils sont encore loin de la réussite, encore loin de la fameuse réaction en chaîne, ils en sont encore à près de trois ans de recherches et de tâtonnements.

Il faut de l'argent, beaucoup d'argent. L'intérêt énorme, vital, de ces travaux devrait leur valoir l'aide du gouvernement américain.

Léo Szilard entrevoit la possibilité de fabriquer une bombe sur les bases de la fission déjà réalisée en laboratoire. Il se met en campagne pour décider le gouvernement des Etats-Unis à mettre sur pied un programme de recherches atomiques.

Fermi a déjà — depuis le mois de mars 1939 — essayé d'y intéresser le Département de la Marine, et, à cet effet, il a eu des rencontres et des entretiens avec des officiers supérieurs de cette arme... Mais, jusqu'ici, nul aboutissement concret. Alors, Szilard se dit qu'il vaut mieux s'adresser au Bon Dieu qu'à ses Saints, et pense qu'il faut faire remettre une lettre au Président Roosevelt mais que cette lettre doit, pour avoir plus de poids, porter une signature prestigieuse : celle d'Albert Einstein.

Szilard demande donc, à la fin du mois de juillet 1939, à son collègue Edouard Teller — comme lui, savant

atomiste et comme lui d'origine hongroise — de le conduire en auto à Peconic Bay, dans l'état de New-York, où Einstein passe alors quelques semaines de vacances sur les bords de l'Atlantique.

Les trois hommes se rencontrent, discutent et il en sort la fameuse lettre du 2 août 1939, signée d'Albert Einstein.

« Plusieurs travaux récents me font envisager — y écrivait-il notamment — la possibilité pour l'élément Uranium de devenir une nouvelle et importante source d'énergie dans l'avenir immédiat... Ce phénomène nouveau pourrait aboutir à la fabrication de bombes... et de bombes d'une puissance jusque-là inconnue, insoupçonnée... »

La lettre est écrite. Il reste à la faire lire par Roosevelt.

Szilard et Teller connaissent un puissant banquier de New-York, Alexandre Sachs, qui, comme Bernard Baruch, mais à un échelon inférieur, est l'un des conseillers officiels du Président, l'un des membres de son *brain trust*.

Sachs, bien endoctriné, consent à se charger de remettre la lettre à Roosevelt en personne.

Les semaines passent. L'occasion ne s'est pas encore présentée.

La guerre est déclenchée et fait rage en Europe. La Pologne a déjà succombé, partagée entre les deux compères, Hitler et Staline...

Au mois d'octobre 1939, Sachs parvient à s'acquitter de sa mission. Cette lettre va, quelques semaines plus tard, déclencher la mise en route des travaux — d'abord très modestes — confiés au *Manhattan Engineer District*, et qui prendront, plus tard, le nom de *Projet Manhattan*, qui absorberont des milliards et des centaines de milliers d'hommes pour aboutir à la première Bombe A.

Au début, le budget est des plus faibles : 6,000 dollars, mis à la disposition du projet atomique par Roosevelt, au mois de février 1940, alors qu'au même moment, de l'uranium 235 pur est obtenu par le savant Alfred Nier.

De six mille à... deux milliards de dollars!

Oui, c'est bien peu que ces six mille dollars, alloués par le président des Etats-Unis pour faire avancer les recherches atomiques. Mais c'était un projet, un parmi la vingtaine de projets militaires alors adoptés.

Pendant deux ans, tout marcha au ralenti. On ne semblait pas, en haut-lieu, avoir compris l'importance de l'enjeu. Enrico Fermi n'obtint même pas que fût gardé le bâtiment de l'Université Columbia où se trouvait sa première pile atomique.

Le 6 décembre 1941, Roosevelt avait enfin promis plus de personnel et plus de crédits. Le lendemain, c'était Pearl Harbor.

Les crédits allaient s'amplifier avec le danger, à partir de 1942, tant et si bien que le *projet Manhattan* arrivera à consommer deux milliards de dollars, mais l'homme sera alors entré dans l'ère atomique.

A la fin de 1941, la pile expérimentale est transférée de l'Université Columbia dans un autre local : une espèce de *Bunker* souterrain fortement bétonné, construit sous les gradins du stade de l'Université de Chicago. Arthur Compton a la haute direction de ces travaux. Le chef de l'équipe des chercheurs est Enrico Fermi.

On savait que les Allemands ne perdaient pas de temps. Il fallait les rattraper, puis les dépasser.

Chaque jour, le nombre de personnes travaillant à la réalisation forcénée de la future bombe, augmentait, il arriva — en 1945 — à 539,000 personnes.

Craintes et scrupules!

Un jour de juin 1942, Compton entendit au bout du fil la voix anxieuse de Robert Oppenheimer, le savant chargé de la mise au point et de la construction de la bombe atomique, on avait fait une découverte troublante, disait Oppenheimer.

Compton se rend aussitôt à Los Alamos.

Là, Compton apprit une nouvelle saisissante : les savants avaient découvert la possibilité de la fusion nucléaire (qu'il ne faut pas confondre avec la simple fission). C'était le danger suprême, formidable, plein d'inconnues... L'explosion de cette bombe n'allait-elle pas provoquer l'explosion de l'hydrogène de l'eau et, peut-être, de l'azote de l'air ?

Les deux savants s'entretenaient ce matin-là. Jamais encore des hommes ne s'étaient trouvés acculés à prendre une si lourde décision.

Mais, comme il y avait moins d'une chance sur un million de pulvériser la planète, les travaux continuèrent. Trois ans plus tard, le 16 juillet 1945, le premier test décisif était effectué à Alamo-gordo, dans le nouveau Mexique. Ce fut une réussite. La bombe éclata, sans provoquer l'ultime désastre.

Mais Robert Oppenheimer n'en fut pas pour autant, délivré de ses démons !

Quand cette première explosion atomique fit jaillir un deuxième soleil dans le ciel bleu du Nouveau-Mexique, Oppenheimer — qui est un lettré et connaît la langue sanscrite — revit soudain, devant ses yeux, ces paroles de la *Bhagavad Gita* — un des livres sacrés de l'Inde brahmanique — s'inscrire au milieu du champignon : « Si la lumière de mille soleils éclatait dans le ciel, ce serait comparable à la splendeur du Tout-Puissant... Mais ce serait la mort, destructrice des mondes. »

Depuis ce jour, Oppenheimer a peur de la Bombe atomique, qu'il a contribué à inventer. C'est cette peur — fort justifiée — qui lui a fait souvent — comme à Einstein — prendre farouchement position contre les bombes atomiques, A et H, qui l'a fait taxer de sympathie pour le communisme, qui l'a longtemps fait écarter de tout poste officiel, qui l'a brouillé avec Edouard Teller, au moment où celui-ci réussissait à faire naître la superbombe, celle qui fait appel à la fusion de l'hydrogène et qu'on a appelée la *Bombe H*.

C'est tout récemment que Oppenheimer, l'un des pères de la bombe A et Teller, le père de la bombe H, se sont réconciliés et serré la main dans le bureau du successeur de Kennedy, Lyndon Johnson.

Un grand jour; le 2 décembre 1942

Ce qui est passé est passé, si regrettable cela soit-il !

Laissons donc nos craintes au vestiaire du stade de Chicago, et descendons dans le *Bunker* où ronfle la pile atomique. C'est l'après-midi du 2 décembre 1942. Fermi est là, au milieu de son équipe. Il observe les compteurs et les indicateurs de toutes sortes qui suivent la marche de la pile. Tout à coup, les feux rouges, jaunes et verts, qui s'allument ou s'éteignent, marquent la naissance du phénomène tant attendu, tant cherché : la première réaction de fission en chaîne.

Est-ce que tout va sauter ? Quelques secondes de suspense, il ne se produit pas d'accident. Hurrah ! c'est la réussite. Tous s'étreignent, se tapent joyeusement dans le dos, tous hurlent : Hip ! Hip ! Hurrah ! L'équipe de l'Université de Chicago a marqué son premier but.

Première victoire certes, mais tout n'était pas résolu, loin de là. Entre autres problèmes délicats, il y avait celui de la masse critique.

Enfin, tout fut résolu. L'Amérique avait rattrapé l'Allemagne; d'autant plus que les saboteurs de la Résistance norvégienne avaient fait sauter la grande usine d'eau lourde et détruit le stock lentement constitué, de cette matière indispensable et rare; d'autant plus que l'Allemagne venait de capituler, le 8 mai 1945; d'autant plus que des plans et des savants du 3e Reich avaient passé l'Atlantique tout comme d'autres avaient franchi ce qui allait devenir le « Rideau de Fer ». La bombe A prenait figure à Los Alamos. Elle allait servir à en finir avec le Japon.

La guerre sur le territoire Nippon promettait des lendemains qui ne chantaient pas, les « Japs » étaient coriaces. Et puis leurs avions-suicides — les Kamikaze — étaient fort dangereux pour les innombrables navires de débarquement américains, belles proies offertes à ces amateurs de *Harakiri*, motorisé et aérien...

Alors, ce fut Hiroshima, puis Nagasaki, puis la capitulation du Japon !

On ne s'arrête pas en si beau chemin...

On aurait pu s'arrêter là, dirions-nous. Eh bien ! Non ! s'arrêter est une vue de l'esprit, une utopie. La réalité était toute autre.

U.S.A. et U.R.S.S., alliés contre Hitler, se retrouvaient ennemis. L'arme atomique donnait aux Américains une supériorité qu'ils ne pouvaient gâcher et aux Russes une infériorité qu'il leur fallait rattraper, faire disparaître.

Les Américains continuèrent donc à fabriquer des bombes atomiques, celle de Nagasaki étant la troisième et dernière du premier lot.

Il y eut de nouvelles expériences : Bikini est resté dans toutes les mémoires.

Il y eut, au mois d'août 1949, une surprise désagréable pour les Yankees : l'explosion de la première bombe A, *Made in Russia*.

Il y eut l'affaire de l'espion Fuchs et Truman donna enfin le feu vert à la fabrication de la bombe H.

On aurait pu la réaliser beaucoup plus tôt, puisqu'au moment même où l'on en était encore à fabriquer la première bombe A, Edouard Teller — qui avait étudié, dès 1935, les réactions thermonucléaires dans les étoiles — avait entrevu la possibilité de faire une superbombe, utilisant précisément ces réactions. Mais le pacifisme l'avait emporté jusqu'à l'affaire Fuchs. En moins de trois ans, la première Bombe H est prête et explose, au mois de novembre 1957, pulvérisant l'atoll polynésien d'Elugelah...

Peu après, les Russes avaient aussi leur bombe H, et leurs progrès allaient être tellement rapides qu'ils devaient bientôt surpasser l'Amérique : on se souvient des menaces de K, annonçant son arme suprême de cent mégatonnes.

Puis on se remit à parler de désarmement.

L'énergie nucléaire

au service de l'homme: industrie, recherches, médecine, etc.

par Guy GAVREL

Il y a tant de besoins énergétiques à satisfaire dans le monde, en dehors de ceux de l'armement, que l'énergie nucléaire vient à son heure. Transformée en électricité dans les centrales nucléaires, utilisée sous forme de radioéléments pour de nombreuses applications techniques et employée pour la propulsion des navires, l'énergie nucléaire est appelée à un grand avenir.

Depuis 1945, l'année fatidique où les premières bombes atomiques ont été larguées sur Hiroshima et Nagasaki, la science nucléaire a fait beaucoup de progrès. Si les applications militaires des résultats obtenus au laboratoire ont été prioritaires dans les pays munis d'armements nucléaires il n'en n'est pas moins vrai que des efforts ont été faits dans le monde, et particulièrement au Canada, depuis la fin de la deuxième guerre mondiale pour utiliser l'énergie nucléaire à des fins pacifiques.

Même si les progrès accomplis ont été assez lents et peu spectaculaires les résultats déjà acquis permettent de grands espoirs. Les travaux de recherches et de développements sont difficiles et coûteux en ce qui concerne les utilisations de l'énergie nucléaire. D'autres sources d'énergie peuvent être exploitées à meilleur compte. Les ingénieurs et les entreprises indus-



A gauche, une photo de la centrale nucléaire de Douglas Point, à mi-chemin entre Fort Elgin et Kincardine, Ontario, sur la rive Est du lac Huron. Cette nouvelle centrale nucléo-électrique est en voie d'achèvement et elle doit entrer en fonction au cours de 1965. On aperçoit le bâtiment en forme de tour qui abritera le réacteur CANDU (ou *Canadian Deuterium Uranium*). Cette grande centrale aura une puissance électrique de 200.000 kw, c'est-à-dire 10 fois plus grande que celle de la première centrale canadienne nommée NPD (*Nuclear Power Demonstration Station*), située près de Chalk River.

rielles doivent s'adapter aux conditions nouvelles de la technologie nucléaire. Tels sont quelques-uns des facteurs qui ont retardé la mise en oeuvre des *centrales nucléaires*, des *irradiateurs* et des *navires marchands* à propulsion nucléaire.

Qu'est-ce qu'une centrale nucléaire?

C'est une usine qui fabrique de l'électricité de la même façon qu'une centrale classique sauf que *son combustible est de l'uranium*. Autrement dit, la centrale nucléaire possède un réacteur dont la chaleur sert à former de la vapeur laquelle entraîne des turbines et des génératrices. Les réacteurs employés dans les centrales nucléaires sont des « réacteurs de puissance ». Il existe, dans le monde, plusieurs « filières » de réacteurs de puissance. En France, par exemple, le réacteur de la Centrale EDF 4 consomme de l'uranium naturel et il est modéré par du graphite. Les Américains, eux, ont mis au point une filière uranium enrichi-eau bouillante. Nous allons plutôt faire appel à la filière canadienne pour comprendre comment les choses se passent dans une centrale nucléaire.

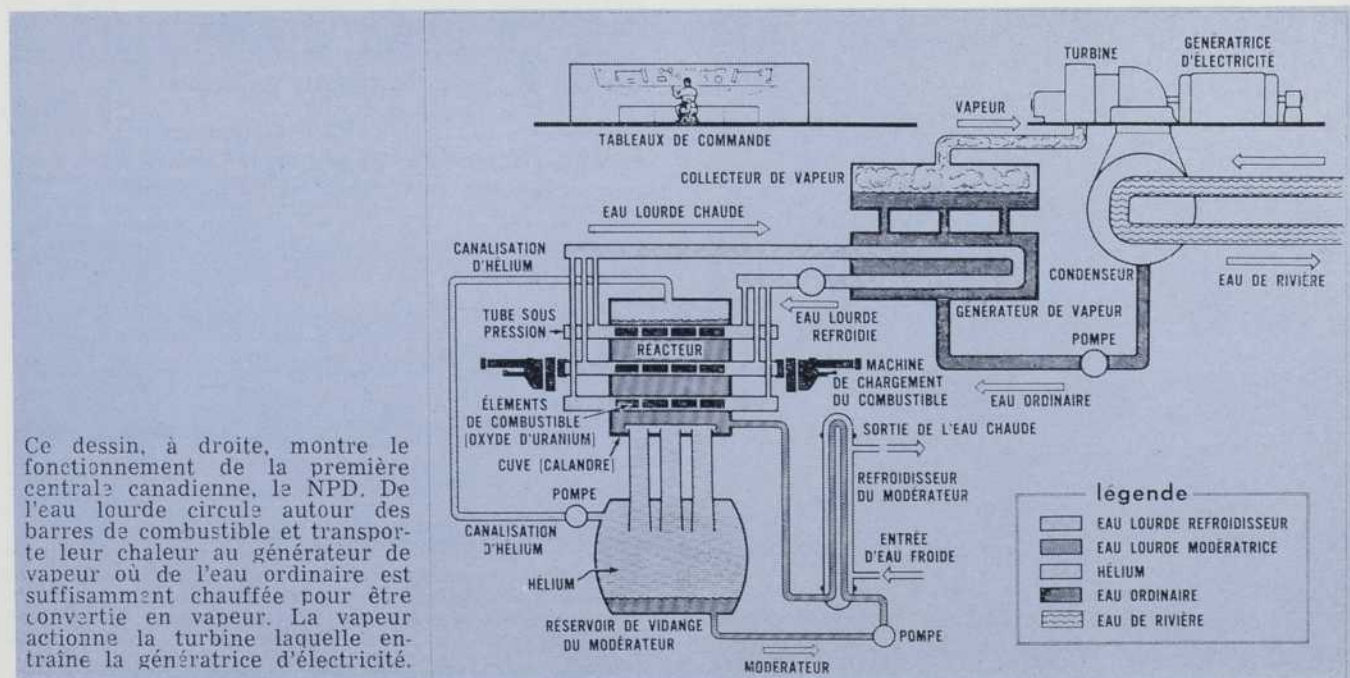
Le combustible du prototype canadien NPD est de l'uranium naturel. Il se présente sous la forme de pastilles d'oxyde d'uranium naturel enfermées dans des gaines métalliques. Des « grappes » de gaines sont insérées au moyen de machines de chargement dans les tubes qui traversent la cuve du réacteur. La mise au point

de ces grappes a exigé beaucoup d'études et d'essais dans les réacteurs de recherche. Il est vrai que le combustible des centrales nucléaires doit avoir un excellent rendement pour que celles-ci puissent rivaliser avec les centrales classiques.

Dans la filière canadienne le modérateur est de l'eau lourde. Cette eau lourde remplit la cuve lorsque le réacteur fonctionne. On l'évacue dans le réservoir de vidange quand on veut arrêter le réacteur. L'eau lourde modératrice rend la fission possible en ralentissant les neutrons rapides.

La fission dégage beaucoup de chaleur qu'on utilise pour produire de la vapeur laquelle entraîne des turbines et des génératrices tout comme le fait la « houille blanche » dans les centrales hydro-électriques. Le fluide employé dans les réacteurs pour recueillir la chaleur s'appelle maintenant « caloporteur ». Dans le NPD, le caloporteur (qu'on appelait « refroidisseur » il y a quelques années) est de l'eau lourde. D'autres types de caloporteurs (fluide organique, brouillard, etc.) sont actuellement à l'étude au Canada. Aucune filière ne s'est imposée dans le monde comme étant la plus sûre et la plus rentable. Le Canada qui se spécialise depuis 1943 dans les réacteurs modérés à l'eau lourde a donc tout intérêt à pousser plus avant ses investigations dans le but d'obtenir le système le plus économique possible.

L'eau lourde de caloportage circule en s'échauffant dans les tubes de cuve puis elle atteint des échangeurs thermiques où elle fait se



Ce dessin, à droite, montre le fonctionnement de la première centrale canadienne, le NPD. De l'eau lourde circule autour des barres de combustible et transporte leur chaleur au générateur de vapeur où de l'eau ordinaire est suffisamment chauffée pour être convertie en vapeur. La vapeur actionne la turbine laquelle entraîne la génératrice d'électricité.

transformer en vapeur de l'eau ordinaire. A partir de là les centrales nucléaires font appel à la technologie classique des centrales d'électricité.

Le NPD qui a une puissance de 20,000 kilowatts électriques a prouvé qu'il était techniquement possible de produire de l'électricité avec la filière canadienne. La deuxième étape est la grande centrale nucléaire de Douglas Point qui va produire 200,000 kilowatts électriques et qui va certainement prouver que la filière canadienne permet de produire de l'électricité à très bon compte.

Utilisation des radioéléments

Tous les éléments chimiques, sauf bien entendu ceux qui sont naturellement radioactifs comme le radium et l'uranium, peuvent de nos jours acquérir artificiellement cette propriété dans les réacteurs nucléaires. Ils deviennent alors des radioéléments (qu'on appelle aussi des isotopes radioactifs ou radioisotopes) lesquels sont de plus en plus employés à des fins scientifiques, industrielles et médicales.

Les applications des radioéléments se divisent en deux types:

- a) On utilise *l'effet* des rayonnements sur certaines matières.

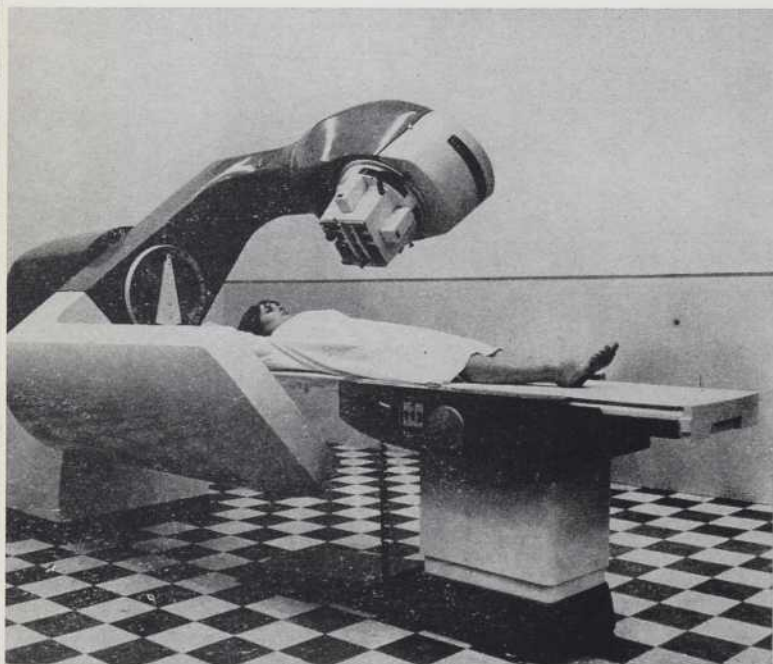
- b) On détecte la *présence* d'un élément radioactif par son rayonnement (méthode des traceurs radioactifs).

L'élimination de la germination des pommes de terre par les rayons gamma est un exemple typique du premier type d'applications. Au Canada, un irradiateur itinérant muni d'une source radioactive de cobalt-60 a traité plus de 500 tonnes de pommes de terre en 1961 l'année de sa mise en service. Cependant la « gammamisation » des aliments n'est pas encore entrée dans nos moeurs et l'Irradiateur itinérant a circulé aux Etats-Unis en 1964.

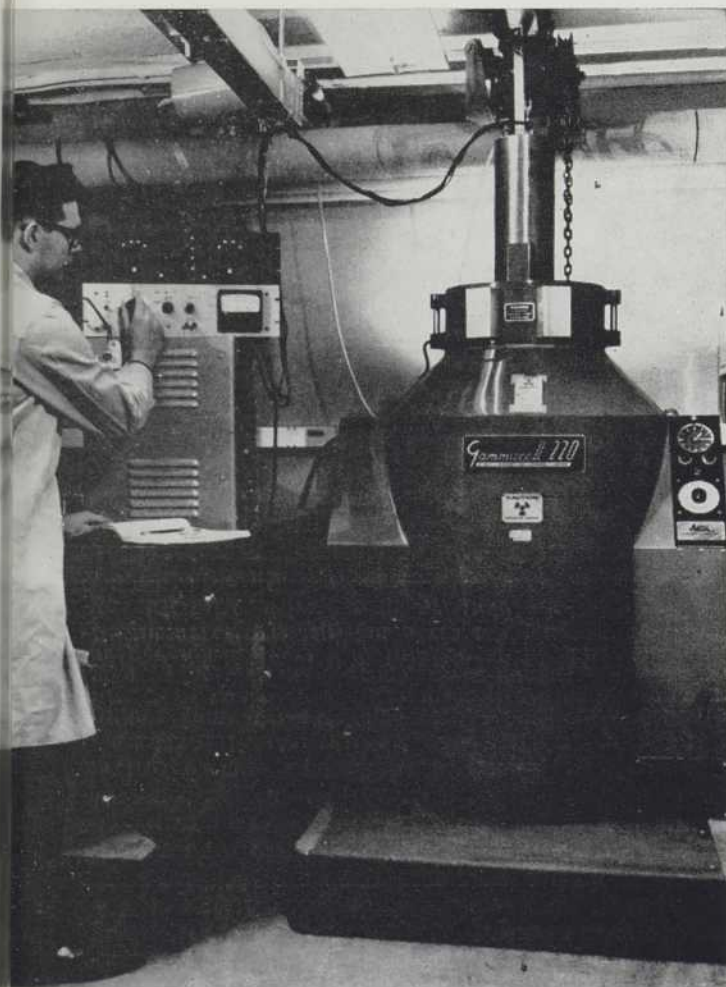
Par contre, le Canada a fait de grands progrès en ce qui concerne les appareils thérapeutiques au cobalt-60 destinés à l'irradiation externe des tumeurs cancérigènes. Plus de 200,000 malades ont été traités dans le monde entier l'année dernière grâce aux appareils fabriqués à Ottawa par la Division commerciale de AECL.*

Un troisième type d'irradiateur fabriqué au Canada est le *Gammacell* lequel a des applications scientifiques et industrielles. Ces appareils fort simples permettent d'irradier sans danger des gaz, des liquides et des solides à des intensités allant jusqu'à 2 millions de roentgens à l'heure. Ils permettent de faire des recherches fondamentales et appliquées dans des domaines aussi variés que la chimie, l'alimentation, la médecine, l'agriculture, la biologie, l'électronique, les métaux, les textiles, le verre et les plastiques. Des irradiateurs *Gammacell* et *Gammabeam* (nouvelle série) sont d'ores et déjà employés par une trentaine de centres de recherche dans douze pays différents. Ces irradiateurs sont généralement munis d'une source de cobalt-60 mais d'autres radioéléments peuvent être employés dans la *gammagraphie* (radiographie effectuée à l'aide de rayons gamma).

* AECL : Atomic Energy of Canada Limited, ou la Société canadienne de l'énergie atomique limitée.



A gauche, photo d'un appareil thérapeutique au Cobalt-60 pour le traitement des tumeurs cancérigènes. Plus de 200,000 malades ont été traités dans le monde entier, l'année dernière, grâce aux appareils fabriqués à Ottawa par la Division commerciale de la Société canadienne de l'énergie atomique (AECL).



Le Gammacell 220, ou l'un des types d'irradiateurs qui ont des applications scientifiques et industrielles. Ces appareils permettent d'irradier sans danger des gaz, des liquides et des solides à des intensités allant jusqu'à 2 millions de roentgens à l'heure.

L'emploi des traceurs radioactifs constitue le deuxième type d'application des radioéléments. Quand une substance n'est pas elle-même radioactive il est généralement possible de lui incorporer une petite quantité de radioactivité. L'élément radioactif qui lui est ajouté est appelé *indicateur radioactif* ou *traceur radioactif*. L'indicateur qui est en somme un atome radioactif peut être très facilement repéré par son rayonnement d'où les nombreuses applications possibles en hydrologie, dans l'extraction du pétrole, dans le transport de ce dernier par pipeline, dans la détection des fuites dans les canalisations, dans les études d'usure, pour marquer les microbes et les insectes, etc.

Les navires atomiques

Dans ce bref compte rendu sur l'utilisation de l'énergie nucléaire à des fins pacifiques il ne convient naturellement pas de parler des sous-marins atomiques. Nous devons, par contre, rappeler à nos jeunes lecteurs que la Russie dispose depuis quelques années d'un navire brise-glace à propulsion nucléaire, le Lénine, qui est utilisé pour ouvrir des chenaux dans l'Océan Glacial Arctique. Pour leur part, les Américains ont construit au coût de 55 millions de dollars le premier navire marchand à propulsion nucléaire qu'ils ont baptisé « Savannah ». Ce navire ultra-moderne est actuellement en croisière dans toutes les mers du monde où il fait savoir que l'atome américain peut servir à des fins pacifiques.

Pour conclure, notons que l'Organisation des Nations Unies est elle-même très désireuse de faciliter l'utilisation de l'énergie nucléaire, particulièrement dans les pays en voie de développement, et que dans ce but elle a récemment convoqué à Genève la troisième Conférence internationale sur l'utilisation de l'énergie atomique à des fins pacifiques.

Documentation sur la physique nucléaire

Nos lecteurs intéressés à pousser plus loin leur initiation à l'étude de la physique nucléaire, dans sa théorie ou dans ses applications, pourront utiliser cette documentation de lecture facile. En écrivant au *Service des relations extérieures, Atomic Energy of Canada Ltd, Chalk River, Ontario*, vous pouvez obtenir ces deux brochures, en langue française : « Atomic Energy of Canada Limited » (brochure no 1168 F, version française, 25 cents l'unité), et « Le NPD, première centrale nucléo-électrique du Canada » (no 1458 F, version française). Il est possible que d'autres documents soient aussi disponibles pour les étudiants ou les professeurs.

Nous profitons de l'occasion pour présenter à nos lecteurs ces excellentes petites brochures éditées par la Commission de l'Energie atomique des Etats-Unis et fournies gratuitement, sur demande, dans l'une ou l'autre de ces trois langues : anglais, français et espagnol. On se procure ces fascicules, en précisant la version désirée, à : *U.S. Atomic Energy Commission, P. O. Box 62, Oak Ridge, Tennessee, U.S.A., 37831* (code postal). Nous suggérons ces titres, en langue française : « Notre monde atomique », par C. J. Craven, « Conversion directe de l'énergie », par W. R. Corliss, « Les atomes et l'agriculture », par Th. S. Osborne, et « Le combustible nucléaire », par J. F. Hogerton; etc.

La Direction.

poids, valeur d'un gisement, systèmes de cristallisation

par Jean-Paul DROLET

Le poids spécifique (suite)

Il est aussi commode de connaître le poids spécifique de quelques *roches* typiques pour le calcul des réserves de minerai. Ces valeurs varient ordinairement de 2.5 à 3.0 (soit un poids approximatif de 155 à 190 livres par pied cube de roche), sauf dans le cas de quelques roches sédimentaires non consolidées dont les poids sont beaucoup moindres.

Comme la composition des roches varie selon la nature des minéraux qui les constituent et leurs différentes proportions, il peut arriver que le poids spécifique d'une même roche varie selon sa composition, son mode de formation, son degré d'altération et sa porosité. Les valeurs données dans le tableau suivant doivent être considérées comme des valeurs moyennes.

Poids spécifique moyen de quelques roches

| | | | |
|-------------------|------|----------------|------|
| Andésite | 2.62 | Mica schiste | 2.73 |
| Anorthosite | 2.73 | Marbre | 2.78 |
| Ardoise argileuse | 2.78 | Olivine gabbro | 2.95 |
| Basalte | 2.90 | Péridotite | 3.06 |
| Calcaire | 2.73 | Porphyre | 2.67 |
| Gabbro | 3.00 | Quartz | 2.65 |
| Granite | 2.65 | Quartz diorite | 2.79 |
| Gravier (humide) | 2.0 | Rhyolite | 2.5 |
| Grès | 2.65 | Serpentine | 2.95 |
| Hornblende gabbro | 3.05 | Syénite | 2.74 |

Dans le cas de matériaux sédimentaires non consolidés, tels que les sables ou les graviers, on utilise souvent les valeurs suivantes pour du matériel relativement sec, *non tassé*.

Sable : 100 @ 120 livres par pied cube

Gravier : 90 @ 100 livres par pied cube

Il va sans dire que ces valeurs dépendent de nombreux facteurs selon que le sable ou le gravier a été formé de roches granitiques ou de grès, selon la grosseur des grains ou granulométrie et aussi du pourcentage de vide dans le mélange. Ce qu'il est utile de se rappeler c'est que le sable pèse aux environs de 3000 livres par verge cube et que le gravier est un peu plus léger, soit aux environs de 2600 livres par verge cube pour du matériel *non tassé*. (N.B. Les ingénieurs emploient de préférence le poids par verge cube dans leurs calculs.)

Valeur d'un gisement

Calcul des quantités présentes ou réserves dans un gisement minéralisé dont on connaît le volume

En pratique, la connaissance de la valeur du poids spécifique d'un minéral ou d'une roche sert au calcul des quantités présentes dans un gisement. Un simple exemple servira à illustrer cet emploi.

Résumé des articles précédents :

Introduction. — **Chapitre I.** La minéralogie : usage des minéraux et civilisation, minéralogie dans l'antiquité, les premiers traités des mines et minéraux. (Numéro d'octobre 1964, pp. 1-7).

Chapitre I, suite. Qu'est-ce qu'un minéral, une roche, un minerai ? Les trois sortes de roches. — Comment apprécier la valeur d'un minerai ? — L'unité de poids. Valeur réelle et valeur marchande. (Numéro de novembre 1964, pp. 40-46).

Chapitre II. Caractéristiques des minéraux. A) Composition chimique. B) Propriétés physiques : éclat, couleur, dureté, poids spécifique ou densité. (Numéro de décembre 1964, pp. 49-55).

Prochain numéro : suite et fin du IIe chapitre ou propriétés physiques des minéraux. Ensuite : classification des minéraux.



Que ce soit dans une exploitation à ciel ouvert ou dans une mine souterraine, l'ingénieur des mines doit constamment prendre des mesures en vue de la mise en valeur rationnelle des gisements. Les résultats sont ensuite mis en plan et permettront d'avoir une image exacte du progrès des travaux tout en servant de base aux projets de développement futur.

On voit ici un groupe d'ingénieurs de Canadian Johns Manville Company examinant le plan de la mine principale à ciel ouvert, à Asbestos, P. Q., où l'on extrait chaque jour plusieurs milliers de tonnes de roche amiantifère.

Supposons que des travaux d'exploration exécutés sur des terrains miniers par sondage ou autrement aient indiqué la présence d'une veine de quartz minéralisé mesurant 10 pieds de largeur par 500 pieds de longueur sur une profondeur de 100 pieds.

L'analyse d'échantillons du minerai faite au laboratoire indique la présence de 0.4 d'onçe d'or par tonne. On demande de calculer le nombre de tonnes présentes et la valeur de ce gisement, c'est-à-dire l'étendue et la valeur de la minéralisation.

Les poids spécifiques des divers minéraux et roches ont été calculés à l'avance et sont donnés dans les tables minéralogiques; les valeurs pour les substances inconnues peuvent être calculées par la méthode indiquée plus haut. Dans le cas présent où il s'agit de quartz, le poids spécifique moyen est de 2.65

Le poids d'un pied cube de quartz sera donc :

$$2.65 \times 62.4 \text{ (poids d'un pied cube d'eau)} = 165.36 \text{ lbs.}$$

En multipliant le nombre de pieds cube de minerai dans le gisement par 165.36 et en divisant par 2000 (puisque'il y a 2000 livres dans une tonne) on obtiendra le nombre de tonnes présentes.

Le nombre de pieds cubes de minerai dans le cas présent est de :

$$10' \times 500' \times 100' = 500,000 \text{ pieds cubes}$$

Donc, l'étendue de la minéralisation est :

$$500,000 \times \frac{165.36}{2000} = 500,000 \times \frac{1}{12.09} = 41,340 \text{ tonnes}$$

La formule générale devient donc :

$$\text{Volume} \times \frac{\text{P.S.} \times 62.4}{2000} = \text{Nombre de tonnes}$$

Il y a donc 41,340 tonnes de minerai, et l'on sait que l'analyse chimique avait rapporté la présence de 0.4 onçe d'or à la tonne. Dans le cas où l'or vaut \$35 l'onçe, il sera facile de calculer la valeur totale du gisement en question.

$$41,340 \text{ T} \times 0.4 \text{ oz} = 16,536 \text{ onces d'or}$$

$$16,536 \text{ oz} \times \$35.00 = \$578,760. \text{ (valeur du gisement)}$$

Méthode rapide de calcul

Il existe une méthode beaucoup plus rapide de faire ces calculs. Elle consiste à diviser le nombre de pieds cubes contenus dans le gisement par le nombre 12. La réponse obtenue nous fournit directement la quantité en tonnes. Ainsi dans l'exemple précédent on aurait eu :

$$\frac{10' \times 500' \times 100'}{12} = \frac{500,000 \text{ pieds cubes}}{12} = 41,666 \text{ tonnes.}$$

Cette réponse est évidemment moins précise (erreur inférieure à 1%), mais elle donne une idée assez juste et suffisante des quantités présentes. Pour la plupart des roches (minerais siliceux) on utilise le facteur de 12 pieds cubes à la tonne, mais dans le cas des minerais plus pesants (minerais sulfurés) il est préférable de prendre 10 et même 8 pieds cubes à la tonne pour les calculs.

Dans le cas du charbon, on obtient directement le nombre de tonnes fortes (2240 livres) en divisant le nombre de pieds cubes par 24, c'est-à-dire qu'une verge cube de charbon (anthracite) pèse un peu plus qu'une tonne forte.

Par une méthode analogue, il est facile de calculer la quantité de *minerai présent par pied de profondeur* d'un gisement dont on connaît les dimensions en surface. Il est souvent utile de connaître cette quantité avant de procéder à des travaux de sondage en profondeur.

$$\frac{\text{Longueur} \times \text{largeur} \times 1}{12} = \text{Tonnes par pied de profondeur}$$

Ainsi dans le cas du présent gîte minéral mesurant 10 pieds de largeur sur 500 pieds de longueur on aura :

$$\frac{500 \times 10}{12} = 416 \text{ tonnes par pied vertical de profondeur}$$

Les ingénieurs des mines et les géologues se servent fréquemment de ces moyens simples pour calculer les quantités de minerai, surtout lorsqu'ils veulent évaluer rapidement les possibilités économiques d'un gisement, car l'un des premiers facteurs à considérer est l'étendue de la minéralisation.

Le calcul des quantités (réserves de minerai) à l'aide du facteur 12, 10 ou 8 selon le cas, est l'une de ces règles simples qu'il est bon de connaître.

Une autre « règle du pouce » permet de calculer approximativement la *capacité de l'atelier* qu'on pourra ériger pour traiter le minerai dont on connaît les quantités présentes.

Il s'agit de calculer d'abord le nombre de tonnes de minerai par pied vertical de profondeur dans le gisement et cette règle dit que « la capacité d'un atelier de traitement doit être inférieure au tiers de ce nombre ».

Ainsi dans l'exemple précédent, il y avait 416 tonnes de minerai par pied vertical de profondeur. L'atelier de traitement peut donc avoir une capacité de l'ordre de 100 à 125 tonnes *par jour*.

Il est bien évident que ces « règles du pouce » sont générales et ne peuvent pas s'appliquer dans tous les cas (les grands gisements à basse teneur par exemple s'y prêtent moins), mais elles peuvent servir de guide à l'ingénieur ou au géologue lorsqu'il examine des formations minéralisées et qu'il veut évaluer et exprimer en chiffres le résultat de ses travaux d'exploration.

Réserves de minerai

Lorsqu'il est question de réserves de minerai dans un gisement ou dans une mine, des termes différents sont employés pour indiquer les divers degrés de certitude au sujet des quantités présentes. Les expressions employées par les ingénieurs des mines et les géologues sont d'usage courant dans l'industrie minière. On parle de réserves mesurées, indiquées ou simplement présumées.

Réserves mesurées (proven ore reserves) — Ce sont les réserves déterminées d'après les dimensions obtenues par la mesure des affleurements en surface, les travaux de tranchées, les sondages en profondeur et les échantillonnages détaillés du gisement. La formation géologique est alors définie, la grandeur du gîte, sa forme et sa composition minérale bien établies. On peut alors mesurer avec assez de précision l'étendue de la minéralisation et calculer sa valeur.

Réserves indiquées (probable ore reserves) — Ce sont les réserves obtenues en partie à l'aide de mesures faites sur le gisement et en partie d'après une certaine projection raisonnable basée sur la connaissance des formations géologiques et leur structure. C'est le cas où l'on ne peut faire toutes les mesures et obtenir tous les échantillons que nécessite la délimitation exacte du gisement. Il est encore possible de calculer les quantités présentes, mais certaines hypothèses doivent être posées.

Réserves présumées (possible ore reserves) — Ce sont les réserves obtenues grâce à une connaissance générale du gisement dont on possède certaines mesures et quelques échantillons. Ces estimations sont basées sur de nombreuses hypothèses telle que le prolongement de la formation géologique ou la répétition de gisements connus d'un type analogue. Dans ce cas, les indications devront être confirmées par des travaux supplémentaires d'exploration avant qu'aucun jugement ne soit rendu concernant l'étendue de la minéralisation et sa valeur.

Il faut donc apporter une certaine attention à la lecture des rapports des sociétés d'exploration minière au chapitre des réserves de minerai, car ce terme doit être qualifié afin d'avoir une signification quelconque. Les rapports préparés par les ingénieurs des mines et les géologues indiquent ordinairement de quelles réserves il s'agit et fournissent en plus le détail des calculs.

e) Le clivage

Le clivage est la propriété que possèdent les minéraux cristallisés de se diviser facilement suivant certaines directions ou plans de résistance minimum.

On peut établir une certaine analogie entre le clivage des minéraux et la propriété que possède le bois de se fendre facilement dans une direction donnée. Le nombre des plans de clivage n'est pas constant et varie avec les minéraux; ainsi par exemple, le mica et la chlorite possèdent une seule direction de clivage, les feldspaths en ont deux, la galène, la calcite et la dolomite en présentent trois, et la sphalérite en a jusqu'à six.

La qualité du clivage n'est pas la même non plus pour tous les minéraux. Certains, comme la calcite, montrent toujours un clivage parfait, tandis que d'autres, comme le quartz, la pyrite, l'hématite, la magnétite, la serpentine, le gypse, n'en montrent peu ou aucun. Les minéraux amorphes, c'est-à-dire sans structure cristalline, comme la limonite et l'opale ne possèdent aucun clivage.

f) La plupart des minéraux affectent une *forme caractéristique*. Il y a deux formes principales sous lesquelles se présentent les minéraux : la *forme cristalline* et la *forme amorphe* ou *non cristalline*.

1 — La forme cristalline

Les minéraux se sont formés en se solidifiant à partir d'un état original liquide ou gazeux. Quand le passage de ce stade à l'état solide a été assez lent, les minéraux se sont développés sous forme de cristaux.

(Le mot « cristal » provient du grec *krystallos* qui veut dire glace, car les Anciens croyaient que le quartz cristallisé était de la glace tellement dure qu'elle ne pouvait être fondue).

Un *cristal* est un solide homogène, limité par des faces planes et lisses qui sont groupées symétriquement autour des lignes imaginaires qu'on appelle des axes. Ces axes ou lignes imaginaires relient ensemble les centres des faces opposées ou leurs arêtes (angles solides), et se recoupent en un point à l'intérieur du cristal. Les formes cristallines et leurs modifications sont très nombreuses. Il y a en effet au-delà de deux cents arrangements différents pouvant produire un motif qui peut se répéter indéfiniment dans les trois

dimensions. Ces divers groupes spatiaux possibles ont été réunis en classes qui se ramènent toutes à l'un des *six systèmes cristallographiques* fondamentaux.

L'étude particulière des cristaux et des lois qui président à leur formation fait l'objet de la *CRISTALLOGRAPHIE*.

La cristallographie s'occupe de décrire les cristaux, d'étudier leurs arrangements internes et leurs propriétés. Cette science couvre un domaine très vaste où se rencontrent les disciplines scientifiques de la physique, de la chimie, de la métallurgie et de la minéralogie. La connaissance de la cristallographie n'est pas seulement utile à l'étude et à l'identification des minéraux. Grâce aux progrès récents de cette science, tant dans le monde organique que dans celui des substances minérales, les applications scientifiques et industrielles de la cristallographie ont envahi les sphères les plus diverses.

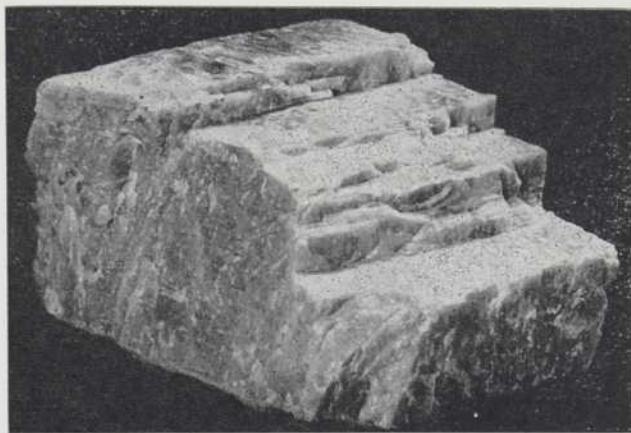
L'une des premières applications et probablement l'une des plus répandues est celle de l'emploi du cristal de roche, le quartz piézoélectrique, dans les appareils à reproduire les sons. Une autre application plus récente est celle du transistor devenu un objet familier et pour le développement duquel la cristallographie a joué un



Le mica est peut-être le minéral le plus caractéristique par les qualités de son clivage. C'est un silicate complexe d'aluminium dont le clivage parfait dans une direction permet de le distinguer facilement de tous les autres minéraux ; les paillettes et les feuilles de mica sont caractéristiques. Le mica cristallise dans le système monoclinique.

Selon sa couleur, on distingue la muscovite (mica blanc), la phlogopite (mica ambré) et la biotite (mica noir). Le mica doit son importance industrielle à ses propriétés physiques et diélectriques. Il sert surtout d'isolant dans les instruments électriques et électroniques ainsi que dans de nombreux appareils industriels et ménagers.

Le Canada produit un peu de mica (variété phlogopite, illustrée sur cette photo) et doit importer la majeure partie de la muscovite nécessaire à son industrie électrique de l'Inde et des Etats-Unis qui sont les principaux pays producteurs de ce minéral.



La microcline est un feldspath potassique qui possède un clivage parfait dans deux directions tel qu'on peut le voir dans l'échantillon représenté ci-dessus. Il cristallise dans le système triclinique.

La microcline se rencontre dans plusieurs variétés de roches dont les principales sont les pegmatites. C'est un minéral abondant dans la nature qui est surtout employé dans la production du verre, de la faïence, de la poterie et de l'émail à porcelaine alors qu'on le broie finement pour être mélangé à du kaolin, de la glaise et du quartz.

A cause de sa couleur blanche et de sa dureté, ce minéral entre aussi dans la préparation de certains savons et poudres à nettoyer ainsi que dans la fabrication de dents artificielles.

rôle de premier plan. C'est à la suite de ces nouvelles découvertes que les techniciens ont produit les calculatrices électroniques rapides, les circuits miniaturisés et les dispositifs de télécommande. Sans les transistors, les satellites artificiels autour de la terre seraient muets et aveugles.

Etant données certaines conditions de formation, presque tous les minéraux peuvent prendre des formes cristallines, et lorsqu'un minéral cristallise, c'est toujours dans un système donné. La plupart du temps cependant, ces formes cristallines ne sont pas visibles distinctement à l'œil nu, tandis qu'elles prennent parfois de grandes dimensions. Près de la mine Etta, en Dakota du Sud, on a trouvé un cristal de spodumène mesurant plus de quarante pieds de longueur.

Les cristaux prennent des formes diverses selon leur grandeur et le nombre de faces qu'ils développent. Un cristal ne peut avoir moins de quatre faces, on a alors affaire à un tétraèdre. Par contre on a déjà trouvé un cristal rare d'un minéral de mercure, l'églestonite, qui avait 482 faces distinctes et individuelles, bien que le cristal ait mesuré moins d'un vingt-cinquième de pouce. Il importe aussi de noter que les conditions favorisant le développement des cristaux ne sont pas toujours présentes lors de la formation du minéral et que par conséquent les minéraux se rencontrent ordinairement à l'état de masse irrégulière et la plupart du temps ne montrent pas de contours cristallographiques. S'ils



Voici un échantillon de sel ordinaire tel qu'on le rencontre dans la nature. Le sel est un minéral qui cristallise dans le système cubique. Il est ordinairement blanc ou sans couleur et possède, comme chacun le sait, une saveur particulière. En plus de jouer un rôle important comme condiment et dans la conservation des aliments (saumure), son emploi est très répandu dans l'industrie chimique où il entre dans la préparation de nombreux produits.

Au Canada, on extrait le sel de gisements souterrains en Nouvelle-Ecosse et en Ontario alors qu'on en obtient aussi par pompage et évaporation de la saumure en Nouvelle-Ecosse, en Ontario, au Manitoba, Saskatchewan et Alberta.

en montrent, les contours sont souvent imparfaits parce que d'autres cristaux voisins ont empêché leur développement dans certaines directions.

Quelques minéraux particuliers montrent souvent des contours cristallins; c'est ainsi que le grenat dans les roches métamorphiques et le zircon de certains granites et pegmatites apparaissent souvent sous forme de cristaux. Le quartz et ses variétés sont des minéraux que l'on rencontre fréquemment à l'état cristallisé.

Tous les minéraux connus sont groupés en systèmes cristallins, ce sont :

I — Système cubique :

Système cubique ou isométrique dont la forme géométrique la plus simple est le cube ou l'octaèdre. Ce système est caractérisé par la présence de 3 axes rectangulaires d'égale longueur.

Ex : Bornite, pyrite de fer, galène, fluorine, magnétite, blende, grenat, sel gemme, diamant.

II — Système quadratique :

Système quadratique ou quaternaire dont la forme géométrique la plus simple est le prisme droit à base carrée. Ce système est caractérisé par la présence de 3 axes rectangulaires dont 2 seulement sont d'égale longueur.

Ex : Cassitérite, rutile, zircon.

III — Système hexagonal :

Système hexagonal ou sénaire dont la forme géométrique la plus simple est le prisme droit à base hexagonale. Ce système est caractérisé par la présence de 4 axes dont l'un est perpendiculaire au plan des 3 autres; ces derniers sont d'égale longueur et symétriquement distribués.

Le système rhomboédrique se rattache au système hexagonal.

Ex : Pyrrhotine, quartz, molybdénite, corindon, béryl, calcite, sidérose, tourmaline, apatite. Les cristaux de neige appartiennent aussi au système hexagonal.

IV — Système orthorhombique :

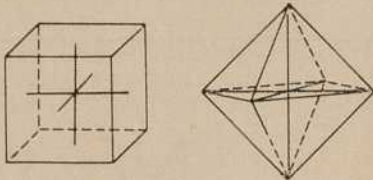
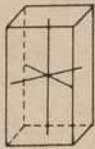
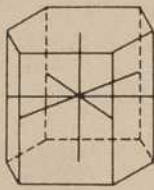
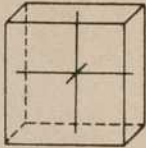
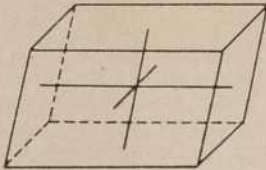
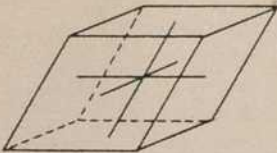
Système orthorhombique dont la forme géométrique la plus simple est le prisme droit à base rectangulaire. Ce système est caractérisé par la présence de 3 axes rectangulaires de différentes longueurs.

Ex : Barytine, talc, arsénopyrite, stibine, soufre, topaze, marcassite.

V — Système monoclinique :

Système monoclinique ou clinorhombique dont la forme géométrique la plus simple est le prisme incliné à base rectangulaire. Ce système est caractérisé par la

Systèmes de cristallisation

| SYSTÈMES | | FORMES GÉOMÉTRIQUES TYPQUES | | AXES DE RÉFÉRENCE |
|----------|--------------------------------|---|--|--|
| I | Cubique | Cube ou octaèdre |  | 3 axes rectangulaires d'égale longueur |
| II | Quadratique ou quaternaire | Prisme droit à base carrée |  | 3 axes rectangulaires dont 2 seulement sont d'égale longueur |
| III | Hexagonal ou sénaire | Prisme droit à base hexagonale |  | 4 axes dont l'un est perpendiculaire au plan des 3 autres; ces derniers sont d'égale longueur et symétriquement distribués |
| IV | Orthorhombique | Prisme droit à base rectangulaire |  | 3 axes rectangulaires de différentes longueurs |
| V | Monoclinique ou clinorhombique | Prisme incliné à base rectangulaire |  | 3 axes d'inégale longueur dont 2 des axes font entre eux un angle oblique et le troisième est perpendiculaire au plan des 2 autres |
| VI | Triclinique ou asymétrique | Parallélépipède incliné à base de parallélogramme |  | 3 axes d'inégale longueur faisant entre eux des angles obliques |

présence de 3 axes d'inégale longueur dont deux des axes font entre eux un angle oblique et le troisième est perpendiculaire au plan des 2 autres.

Ex : Gypse, orthose, spodumène, augite, hornblende, malachite, mica (muscovite, phlogopite, biotite).

D'un intérêt particulier pour les habitants de la province de Québec, où la sève d'érable coule en abondance chaque année, les cristaux de sucre d'érable appartiennent à ce système.

VI — Système triclinique :

Système triclinique ou asymétrique dont la forme géométrique la plus simple est le parallélépipède incliné à base de parallélogramme. Ce système est caractérisé par 3 axes d'inégale longueur faisant entre eux des angles obliques.

Ex : les feldspaths : labradorite, microcline, albite; la chalcocite.

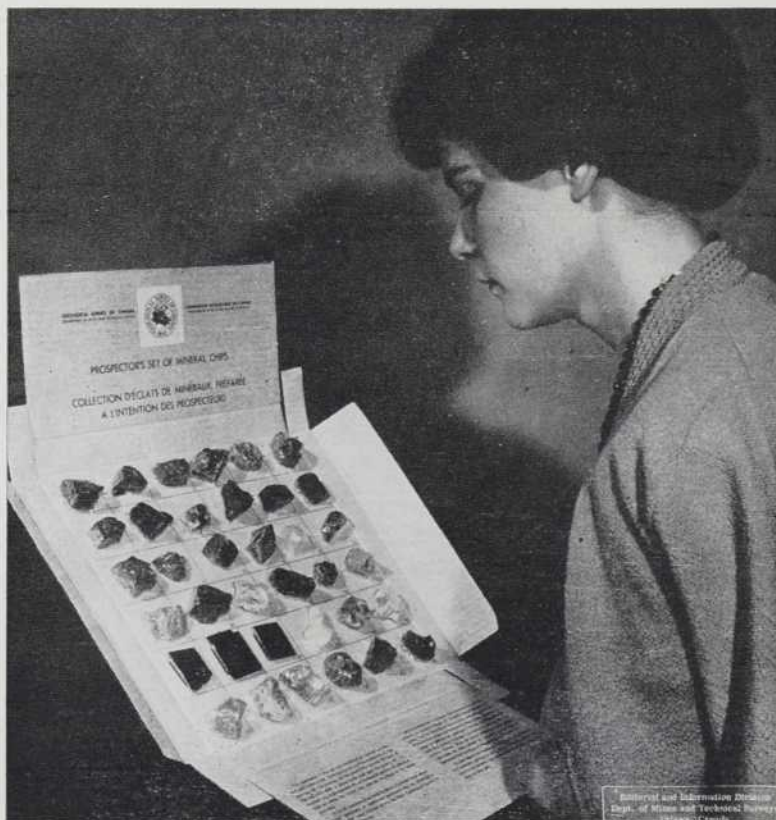
Pour vos projets d'hiver

L'étude des *plantes gallicoles* du professeur Richard B. Fischer, présentée aux pages 73-79 de ce numéro, vous présente un thème de recherche fort riche de possibilités. La saison actuelle est sans doute favorable pour vous permettre d'entreprendre un programme d'observations sur les *galles* qui sont nombreuses dans la plupart de nos régions, surtout sur la plante désignée sous le nom de « Verge d'or » ou Solidage du Canada. Cet article donne suffisamment de détails pour vous guider dans vos premiers travaux et les titres suggérés à la page 79 pourront compléter la documentation.

L'étude des minéraux

La série d'articles, *Minéralogie pratique et ressources minérales*, rédigée par notre collaborateur M. Jean-Paul Drolet, est maintenant assez engagée pour vous aider dans une étude personnelle. Cette série atteindra son premier but si elle éveille l'intérêt de nos jeunes lecteurs envers l'étude des minéraux, et, surtout, si elle permet des travaux personnels dans ce domaine chez des groupes d'étudiants, à l'aide de collections et de matériaux recueillis sur le terrain. A la suite de

Nouvelles _____ et _____ commentaires _____



notre collaborateur, nous rappelons à tous nos lecteurs qu'il est facile, pour une somme modique, d'obtenir des boîtes d'échantillons typiques des minéraux qui seront bientôt décrits dans la présente série.

A Québec ou à Ottawa, des collections de *minéraux* et de *roches* sont disponibles. La photo ci-contre montre la collection de 36 échantillons de minéraux préparée par la Commission géologique du Canada. Nous vous recommandons d'écrire à l'une de ces deux adresses pour obtenir des échantillons qui vous seront utiles pour suivre avec plus d'intérêt cette importante chronique sur nos minéraux. En écrivant à la *Commission géologique du Canada, ministère des Mines et des Relevés techniques, Ottawa, Ontario*, vous pouvez obtenir une collection de 36 échantillons de *minéraux* ou une collection de 36 échantillons de *roches* pour la somme de \$2.00 chacune. De plus, le ministère des Richesses naturelles du Québec offre également les deux collections, pour la somme de \$5.00 chacune. Mais les collections de *fragments* ou de *petits échantillons* de minéraux ou de roches sont offertes gratuitement, à ce même ministère du Québec. Pour obtenir ces collections, écrivez au *Ministère des Richesses naturelles, a/s M. N. Lamontagne, 399, 3e rue, Limoilou, Québec, P.Q.*

Un nouvel observatoire canadien

Au terme de son récent voyage au Canada, Sa Majesté la Reine Elisabeth II a pu admirer le modèle d'un télescope de \$10,000,000. qui portera son nom et que le ministère des Mines et des Relevés techniques construira bientôt dans les Rocheuses. Pour les chercheurs canadiens, la construction de « l'Observatoire Reine-Elisabeth II » prend une signification bien particulière : le nouveau centre de recherche astronomique est plus qu'un prétexte à notre fierté ; il

marque plutôt le début d'une ère nouvelle au cours de laquelle le Canada pourra collaborer plus étroitement avec les autres nations pour expliquer la genèse et l'évolution de l'Univers.

Le Canada a en effet connu sa « belle époque » dans le domaine de l'astronomie. Elle débuta en 1914, quand les autorités canadiennes décidèrent de construire ce qui devait être à l'époque le plus gros télescope au monde. Quatre ans plus tard, les astronomes du pays commençaient à scruter le ciel à l'aide d'un télescope de 72 pouces au nouvel Observatoire d'astrophysique de Victoria, en Colombie-Britannique. Et pendant près de 30 ans, le Canada allait jouer un rôle prédominant sur la scène internationale.

L'année 1935 marqua un autre jalon alors qu'on termina la construction du télescope de l'Observatoire David Dunlap de l'Université de Toronto.

Cette période d'efforts soutenus et de progrès remarquables a conduit à l'élaboration d'un réseau complexe d'observatoires qui s'étend d'un océan à l'autre : l'Observatoire d'Ottawa poursuit l'observation de milliers d'étoiles et les astronomes ont conçu un nouvel instrument photographique, la « lunette de passage à réflexion », qui, incidemment, est le premier du genre au monde ; les observatoires de Meanook et de Newbrook, en Alberta, se consacrent à l'étude des météorites ; la radioastronomie a franchi une importante étape à la suite de l'inauguration du radio-observatoire de Penticton, en Colombie-Britannique ; sept observatoires magnétiques enregistrent les changements du champ magnétique 24 heures par jour ; la sismologie a connu un nouvel essor alors qu'on décida en 1958, d'intensifier et de moderniser le réseau de stations sismiques.

Mais au lendemain du second conflit mondial, plusieurs nations s'intéressèrent de plus près à la construction de télescopes. Les Etats-Unis se mirent en évidence en 1949, lorsqu'ils terminèrent la construction du télescope de 200 pouces du Mont Palomar. A partir de ce moment, non

seulement le Canada allait-il marquer le pas, mais il devait céder du terrain à d'autres pays, dont l'URSS, l'Allemagne de l'Est, la Tchécoslovaquie, l'Afrique du Sud, la France et l'Australie, pour finalement se retrouver au onzième rang quant à la puissance des télescopes.

Pour les chercheurs canadiens, la situation dépassait largement les cadres d'une simple perte de vitesse et mettait en question l'avenir même de la recherche astronomique. En effet, pour assurer la participation canadienne aux explorations et aux découvertes de l'âge spatial, les astronomes avaient besoin d'un instrument quatre fois plus lumineux au moins que les télescopes existants et capable d'atteindre une distance deux fois plus lointaine et de distinguer dix fois plus d'étoiles. L'élan des hommes de science se trouvait freiné par les possibilités strictement limitées de leurs instruments, et, de plus, cette impuissance favorisait l'émigration vers d'autres pays, en particulier les Etats-Unis, des étudiants capables d'apporter une contribution valable à l'astronomie.

Le grand télescope canadien

Le nouvel observatoire sera construit sur le mont Kobau, une montagne de 6,200 pieds située dans le sud de la Colombie-Britannique. Cette entreprise coûtera \$9,671,000. et procurera une précieuse expérience à plusieurs sociétés canadiennes, particulièrement à celles qui s'occupent de génie et d'électronique.

Le télescope logera dans un bâtiment à charpente d'acier érigé sur une base massive en béton surmonté d'une coupole hémisphérique rotative. On installera les laboratoires, les ateliers et les bureaux dans des bâtiments auxiliaires assez loin de la coupole afin que les courants de convection ne troublent pas la tranquillité atmosphérique nécessaire à des observations précises. On prévoit que les télescopes utilisés à d'autres endroits pour la photométrie stellaire, l'astronomie solaire et l'é-

tude des météores seront éventuellement installés au nouvel emplacement, où leur efficacité sera grandement améliorée.

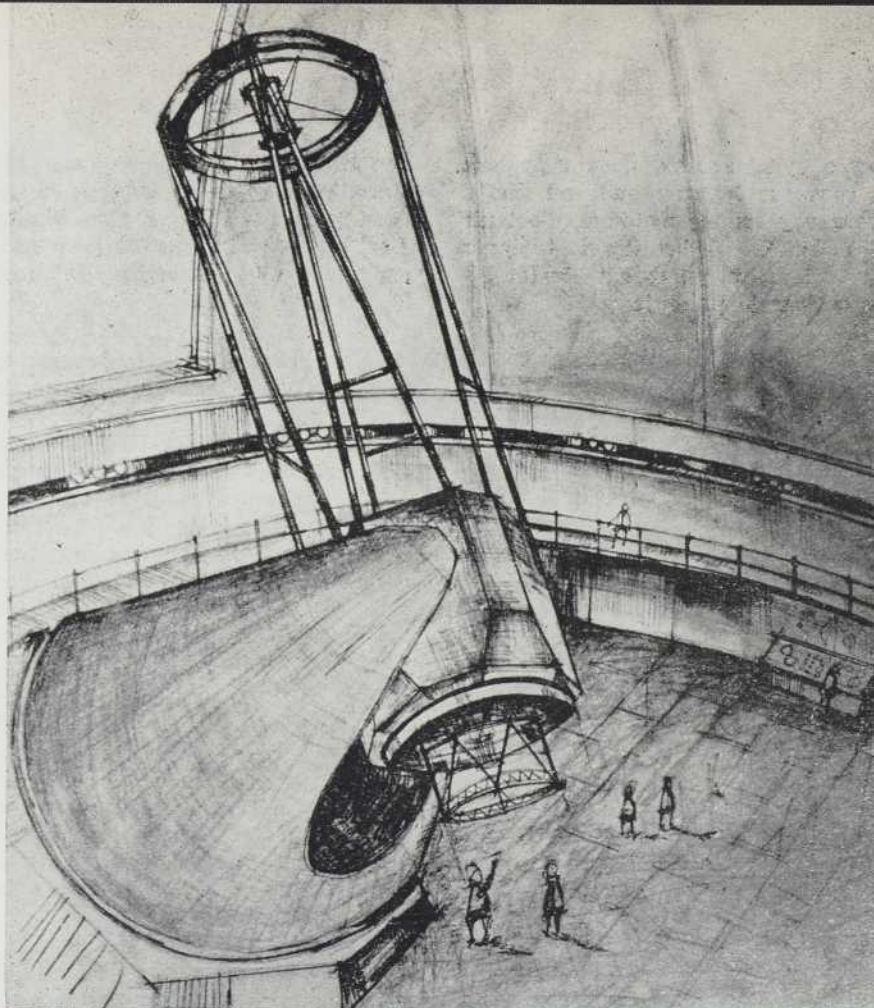
Les installations de l'observatoire seront accessibles non seulement aux chercheurs du gouvernement, mais également aux hommes de science des universités et d'autres organismes de recherche.

Les astronomes canadiens, en plus de pouvoir pousser plus avant leurs études de la lune et des planètes, l'observation des étoiles doubles, etc., pourront aussi s'engager dans deux nouvelles voies de l'astronomie moderne dont la faiblesse de leurs instruments leur interdisait l'accès : l'étude des nébuleuses extragalactiques, ainsi que la recherche sur l'origine et l'évolution des étoiles.

Le niveau des eaux des Grands lacs

Le ministre du Nord canadien et des Ressources nationales présidait récemment la cérémonie du lancement d'une nouvelle brochure intitulée *Niveau des eaux des Grands lacs*. Il s'agit d'un fascicule de 16 pages, illustré de quelques photos, d'une carte et d'un graphique, exposant cette importante question en un style clair et simple. On peut obtenir un exemplaire de cette brochure en s'adressant à la *Division des services d'information, Ministère du Nord canadien et des Ressources nationales, 85, rue Sparks, Ottawa, Ontario*.

L'étendue du territoire occupé par ces Grands lacs est de l'ordre de 95,000 milles carrés, soit une superficie qui équivaut à peu près à celle que représentent, pris en bloc, le Nouveau-Brunswick, la Nouvelle-Ecosse, l'île du Prince-Edouard et l'île de Terre-Neuve. Pour élever d'un pied le niveau du lac Supérieur, il faudrait un apport de 5,000 pieds cubes d'eau à la seconde pendant



Un croquis du télescope et de l'intérieur du nouvel « Observatoire Reine-Elisabeth II ». Le miroir de 150 pouces se trouve au bas de la cage du télescope. La cabine d'observation loge un astronome et les spectrographes. Le tableau de commande, à droite, permet de régler le mouvement du télescope et de la coupole rotative.

cinq ans et demi, sans qu'une goutte d'eau ne s'échappe par la rivière Sainte-Marie. Pour abaisser d'un pied ce même niveau, il faudrait augmenter l'écoulement du lac dans des proportions identiques, et cela pendant une période de temps identique.

Le problème complexe du niveau des eaux se pose avec toute son acuité depuis quelques années par suite d'une diminution appréciable dans les chutes de pluie et de neige. Depuis trois ans et demi, cette précipitation a été inférieure à la normale d'environ quatre pouces dans

le bassin hydrographique du lac Supérieur et de huit à douze pouces dans le reste du bassin des Grands lacs. Les périodes de faibles précipitations s'accompagnent ordinairement d'une augmentation de l'évaporation, et ces conditions de sécheresse ont un effet cumulatif qui aggrave la disette d'eau.

Tous les citoyens doivent s'intéresser à ce problème — qui nous fait redécouvrir l'importance de l'eau — qui peut même affecter notre économie en nuisant à la navigation sur l'importante Voie maritime du Saint-Laurent.

Tarif des abonnements

| | Canada | Autres pays |
|-----------------------|--------|-------------|
| individuel | \$3.00 | \$3.50 |
| groupe ⁽¹⁾ | \$2.00 | \$2.25 |

⁽¹⁾ Un abonnement de groupe-étudiants, comprend 15 abonnements ou plus à une même adresse; le responsable de ces abonnements bénéficie d'un escompte de 5% sur chaque abonnement.

Les chèques ou mandats doivent être faits en argent canadien, au nom du Jeune Scientifique, C.P. 6060, Montréal 3, Qué., Canada.

Le Jeune Scientifique

a besoin de la collaboration active de tous ses abonnés actuels pour atteindre son objectif. Son avenir repose en grande partie sur le succès de la campagne d'abonnements.

Le Jeune Scientifique

doit obtenir 30,000 abonnements pour maintenir son programme actuel, pour continuer à servir tous les étudiants intéressés aux sciences. L'an dernier, le nombre d'abonnements atteignait 8,000. Il faut donc intensifier les efforts, faire connaître la revue dans toutes les écoles, dans les collèges et aussi dans un plus grand nombre de foyers du Québec.

Les auteurs de ce numéro

Rédacteurs :

pages

- 73 Quelques « galles » chez les plantes, par le professeur Richard B. FISCHER, Département des Sciences naturelles et de la Conservation, Université Cornell, Ithaca, New York. Version française d'un article paru dans la revue *The Conservationist*, State of New York Conservation Department, vol. 18, no 4, février-mars 1964, publiée avec la bienveillante autorisation du professeur R. B. FISCHER et de l'éditeur. Traduit par Gérard LAVALLEE, ptre. Collège de Joliette, adapté par la rédaction du J. S. et revu par J. A. DOYLE, agronome-entomologiste, Ministère de l'Agriculture, Québec.
- 80 L'Ornithologie-loisir, par Raymond CAYOUEITE, conservateur de l'Avifaune, Jardin Zoologique de Québec.
- 81 La réalisation de la bombe atomique, 2e article, par Alex ROUDENE; article fourni par l'Agence parisienne de Presse (APP), droits réservés par le J. S. pour le Canada.
- 84 L'énergie nucléaire au service de l'homme, par Guy GAVREL, rédacteur scientifique au Conseil national de Recherches (NRC ou CNR), Ottawa.
- 87 Documentation sur la physique nucléaire, par la direction du Jeune Scientifique.
- 88 Minéralogie pratique et ressources minérales, 4e article, par Jean-Paul DROLET, Ing. P., sous-ministre adjoint (mines), ministère des Mines et des Relevés techniques, Ottawa.
- 94 Nouvelles et commentaires, par la direction du J. S. et Jean CARON, agent d'information, service français, ministère des Mines et des Relevés techniques, Ottawa.

Photographes, dessinateurs

pages

- 73-79 Quelques « galles » chez les plantes, photos gracieusement fournies par le professeur Richard B. FISCHER, Université Cornell, Ithaca, N.Y., excepté: p. 76, photo d'un dessin original de Wayne TRIMM, publié avec l'autorisation spéciale de l'auteur et du directeur de la revue *The Conservationist*; p. 77, la « pomme de Chêne », photo du Dr Chs-E. PALM.
- 80 L'ornithologie-loisir, photo Raymond CAYOUEITE, conservateur de l'Avifaune, Jardin Zoologique de Québec, gracieuseté de la Société Zoologique de Québec.
- 81 La bombe atomique sur Bikini, photo gracieusement fournie par l'U. S. Air Force, Washington, D. C.
- 84-87 L'énergie nucléaire au service de l'homme, photos de la Société canadienne de l'Énergie atomique limitée (AECL), Chalk River, Ontario, gracieusement fournies par Guy GAVREL.
- 88-94 Minéralogie pratique: photos et dessins gracieusement fournis par Jean-Paul DROLET, Ing. P., sous-ministre adjoint (mines), Ministère des Mines et des Relevés techniques, Ottawa. Page 89, Office national du Film, O.N.F., Ottawa; pp. 91, 92, photos *Ward's Natural Science Establishment Inc.*, Rochester, N. Y.; p. 93, dessins du ministère ci-haut mentionné, Ottawa.
- 94-95 Nouvelles et commentaires, photos gracieusement fournies par Jean CARON, Ministère des Mines et des Relevés techniques, Ottawa.

L'ACFAS

L'Association canadienne-française pour l'Avancement des Sciences.

L'Acfas est une fédération des sociétés scientifiques du Canada français. Fondée en 1923, elle groupe actuellement 45 sociétés. Elle a pour but de favoriser le développement scientifique du pays par la recherche, l'enseignement et la vulgarisation.

Il importe de souligner l'existence d'organismes semblables dans plusieurs autres pays : par exemple, l'A.F.A.S. (*Association française pour l'Avancement des Sciences*), qui a son siège à Paris; la B.A.A.S., à Londres, la plus ancienne société du genre et qui a servi de modèle aux autres; la A.A.A.S. (*American Association for the Advancement of Science*), qui est la plus considérable et qui publie la revue hebdomadaire *SCIENCE* réputée dans le monde entier.

Les activités de l'Acfas

Congrès annuel

Depuis 1933, l'Acfas a tenu son congrès chaque année. Le nombre des communications et des sections (physique, chimie, biologie, mathématiques, sciences de l'homme) s'est graduellement accru. Au début de novembre dernier, au congrès tenu à l'Université d'Ottawa, près de 1,000 personnes se sont inscrites et 270 communications ont été présentées dans les 27 sections distinctes, en plus de quelques réunions et colloques de sociétés particulières. Le Conseil national des recherches a reconnu l'importance de ce congrès en accordant une subvention spéciale à l'Acfas.

Symposium annuel

Un symposium est organisé chaque année, lors du congrès. En 1964, le colloque analysait le problème de l'évolution.

Annales de l'Acfas

Les Annales sont publiées depuis 32 ans et distribuées dans les principales bibliothèques scientifiques à travers le monde; elles contiennent surtout les résumés des communications présentées au congrès.

Le Jeune Scientifique

Une revue de vulgarisation scientifique pour les jeunes est publiée huit fois par année, d'octobre à mai, depuis l'automne 1962.

Médailles et prix

Deux médailles, Léo-Pariseau et Archambault, sont décernées annuellement à des hommes de science qui se sont particulièrement distingués. Un prix Pfizer de \$1,000 accompagne la médaille Léo-Pariseau.

Causeries scientifiques

Des conférences sont données bénévolement dans les collèges et les écoles par des professeurs d'université.

Bourses

Les bourses Pfizer et Beauchemin sont accordées à de jeunes étudiants méritants pour les aider à poursuivre un cours universitaire.

Séminars

Des rencontres entre professeurs de sciences des écoles et des universités sont organisées pour étudier surtout les méthodes d'enseignement.

Expo-Sciences

Des expositions annuelles de travaux d'étudiants des écoles et collèges sont organisées par l'Acfas en collaboration avec d'autres associations telles que l'Institut de chimie du Canada, l'Institut canadien du génie, l'Association canadienne des physiciens, la Fédération canadienne des biologistes, etc., et avec l'appui de plusieurs entreprises canadiennes.

Association des Jeunes Scientifiques

Cette association a été créée à l'automne 1963 dans le but de grouper et d'aider les étudiants particulièrement intéressés à l'étude des sciences naturelles et exactes.

Secrétariat permanent

Un bureau assure l'administration générale de l'Acfas, entretient des échanges avec divers organismes et personnes, en plus de rendre quotidiennement de nombreux services dans le domaine de l'information.