

J-69

4

PER
J-69

S



le jeune scientifique

PUBLICATION DE L'ACFAS



Département de l'Instruction Publique
Service Provincial des
Bibliothèques Scolaires
QUÉBEC

VOLUME 2
NUMÉRO 4
JANVIER 1964

 **MINISTÈRE DES
COMMUNICATIONS**
BIBLIOTHÈQUE
ADMINISTRATIVE "H"



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).

CONSEIL

président	Jean-Jacques Lussier président de l'Acfas
administrateur	Jean-Marie Beauregard directeur général de l'Acfas
directeur	Léo Brassard
conseillers	Réal Aubin Pierre Benoît Jean Clavel Marc-Henri Côté Pierre Couillard Pierre Dagenais Yves Desmarais Odilon Gagnon Lucien Piché Roland Prévost
secrétaire	Roger H. Martel

COMITÉ DE RÉDACTION

Réal Aubin
Jean R. Beaudry
Max Boucher
Samuel Brisson
Raymond Cayouette
Richard Cayouette
Louis-Philippe Coiteux
Pierre Couillard
Aimé-Onil Dépôt
André DesMarais
Gérard Drainville
Claude Frémont
Wilfrid Gaboriault
Hector Gravel
Maurice L'Abbé
Serge Lapointe
Aurèle La Rocque
Roméo O. Legault
Paul Lorrain
Maurice Panisset
Wladimir Paskievici
Adelphe-David Poitras
Roland Prévost
Adrien Robert

Volume II, no 4

janvier 1964

SOMMAIRE

- 73 L'hydrogène, source de vie ou de mort
- 75 Actualité scientifique
- 76 A quoi sert cette conquête de l'espace ?
- 81 La Guêpe maculée et son guêpier
- 84 A la recherche des fossiles : les Graptolites
- 89 L'oeuvre de Mendel et la théorie chromosomique de l'hérédité; 2e partie : les expériences de Mendel
- 96 Actualité scientifique

Photo-couverture : L'hydrogène, du feu en puissance... L'hydrogène tient aujourd'hui un rôle de choix dans l'industrie comme dans la recherche. Récemment encore, en fin de novembre 1963, les Américains lançaient avec succès une fusée « Centaur », propulsée par de l'hydrogène liquide, agent près de 40 fois supérieur aux autres carburants de fusée. L'article de Jack FELL, en pages 73-75 de ce numéro, raconte à grands traits l'histoire de cet élément.

(Photo Roy NICHOLLS, de « La Revue Imperial Oil », juin 1963; document original gracieusement fourni par le Service des Relations extérieures de l'Imperial Oil, à Montréal.)

abonnements

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

adresses

LE JEUNE SCIENTIFIQUE, C. P. 391, Joliette, Qué., Canada. (Collège de Joliette). Tél : PL 3-7466, ext. 33
Secrétariat général de l'Acfas, C. P. 6128, Montréal 3, Canada. Tél : 733-9951, ext. 330.

notes

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

Dans l'esprit de la plupart des gens, l'hydrogène est un élément destructeur. Voilà deux siècles, dans les premières expériences de laboratoire, il provoquait de petites explosions fulgurantes. Il y a vingt-six ans, il transformait en brasier le dirigeable « Hindenburg » au-dessus de Lakehurst, N.J. Et la bombe H menace aujourd'hui de détruire toute vie sur terre.

Pourtant, l'hydrogène est l'essence même de la vie. Il compose plus de la moitié du soleil, dont la lumière et la chaleur s'imposent à la vie végétale et animale. Il entre dans la composition de l'eau qui fait partie de toute matière animale et végétale et sans laquelle nous ne pourrions vivre. Les trois cinquièmes des atomes des tissus vivants dont ceux de notre organisme, consistent en hydrogène. Et cet élément existe en infime quantité dans l'air même que nous respirons.

L'hydrogène source de vie ou de mort

par Jack FELL

Les savants sont à la veille de maîtriser la fusion de l'hydrogène—source possible d'énergie des milliers de fois plus puissante que nos sources actuelles.

Nous ignorons dans une large mesure l'hydrogène, peut-être parce que ce gaz est inodore, incolore et sans saveur. C'est le plus léger des éléments et, après l'hélium (-452° F), celui dont le point d'ébullition est le plus bas, soit -423° F, seulement 37° au-dessus du zéro absolu. Son extrême légèreté et sa forte énergie de combustion l'approprient idéalement à la poussée des fusées dans l'espace.

Toutefois, la propriété que possède l'hydrogène de se combiner volontiers à presque tous les éléments importe plus à notre existence que sa puissance propulsive.

Ainsi, l'hydrogène joue un grand rôle dans la production des engrais, des explosifs et de plusieurs produits pétrochimiques et substances de synthèse. Il aide à produire le nylon des vêtements, et on le trouve dans l'essence, l'huile de chauffage et tous les combustibles d'hydrocarbures.

Si l'aspirine soulage les maux de tête, c'est grâce à l'hydrogène, élément de tout acide. En effet, la fa-

brication de ce remède met un acide à concours.

L'hydrogène plaît aussi à l'oeil de l'homme. . . puisqu'un de ses milliers de dérivés chimiques, le peroxyde d'hydrogène, est le décolorant capillaire auquel nous devons d'admirer tant de chevelures d'or. Et Madame peut mieux garder sa ligne grâce à des aliments de création récente comme les margarines non saturées. L'hydrogène est à la base de l'hydrogénation, qui transforme les graisses naturelles en matières grasses non saturées.

De fait, l'hydrogène se rencontre partout sur notre planète. Il forme 93% de toute matière, en volume; les 7% qui restent comprennent tous les autres éléments : fer, cuivre, carbone, etc. (L'hydrogène omniprésent ne constitue toutefois que le centième environ du poids de la terre; c'est que les autres éléments présents en bonne quantité sont beaucoup plus lourds que lui.)

Sans doute parce qu'il est répandu partout, l'hydrogène est connu de l'homme depuis la seconde moitié du Moyen Age. Mais il a toujours causé des ennuis à l'homme en plus de l'aider, et c'est à la fin du XVIIIe siècle seulement qu'on l'a identifié comme élément distinct.

Auparavant, les alchimistes connaissaient l'hydrogène, mais ne s'étaient pas souciés de lui consacrer des recherches ou de le nommer. La première production expérimentale d'hydrogène dont l'histoire fasse mention remonte au milieu du XVIe siècle. Le célèbre alchimiste et médecin allemand Paracelse, qui fit fort peu pour l'avancement de la médecine, déposa un jour un morceau de fer dans l'acide sulfurique. Il nota « qu'il se produisait une poussée d'air semblable au vent ». Il en fut étonné, ignorant toutefois qu'il venait de dégager l'hydrogène de l'acide par addition d'un métal basique.

Trois siècles s'écoulèrent, la recherche devint plus scientifique et on entreprit des travaux d'importance sur l'hydrogène. Un savant du XVIIIe siècle remarqua que la combustion de ce gaz étrange donnait de l'eau. Un autre provoqua une explosion en approchant la flamme d'un mélange d'hydrogène et d'air.

Lord Cavendish devait avoir bientôt l'honneur de reconnaître en l'hydrogène un élément distinct. Ce savant, qui aimait mieux fréquenter ses éprouvettes que la noblesse anglaise dont il faisait partie, présenta un travail sur l'hydrogène à la Société Royale, en 1776. Il le décrivait comme « un air combustible intéressant ».

Si Cavendish fut le découvreur, c'est Antoine Lavoisier, père de la chimie moderne, qui créa en 1781 le nom d'hydrogène, tiré du grec « producteur d'eau ». Ce fut le deuxième élément identifié et baptisé.

Un autre Français, Jacques Charles, fut le premier à vouer l'hydrogène à des fins pratiques. Vers 1785, il s'éleva dans les airs à bord d'un ballon rempli de ce gaz plus léger que l'air, et il aida ainsi à établir un passe-temps cher aux riches de l'époque : l'ascension en aérostat. Et on en vint à rêver de gigantesques ballons d'hydrogène pour le transport en commun.

L'explosion du Zeppelin allemand « Hindenburg » en 1937 et le progrès rapide des avions, semblèrent sonner le glas de l'hydrogène en aviation. Mais la technologie moderne l'a remis en vedette dans un nouveau rôle—la propulsion des fusées et des navires spatiaux. Puissamment explosif en mélange avec l'oxygène, l'hydrogène produit une poussée plus forte que toute autre substance. Et c'est ce surcroît de poussée qui le rend si précieux pour la conquête de l'espace.

A l'état naturel, toutefois, l'hydrogène posait de rudes problèmes à cause de sa légèreté. En effet, une livre de ce gaz occupe 180 pieds cubes, et l'espace manque dans les fusées.

On a trouvé la solution dans l'hydrogène liquide. Fort comprimé, il prend moins d'espace et sa puissance de poussée est encore colossale.

Mais voici un nouveau casse-tête : l'hydrogène liquide est de manipulation difficile. Il se produit dans ses molécules un bouleversement qui dégage de la chaleur. En pareil cas, ou bien le liquide entre en ébullition et se libère à l'état gazeux, ou bien il fait exploser le contenant.

Pour liquéfier l'hydrogène et permettre de le conserver, de le manipuler et de le transporter, il faut le refroidir nettement en bas de son point d'ébullition de -423° F. Cette réfrigération poussée suscite une transformation moléculaire de l'hydrogène en parahydrogène stable; et la chaleur engendrée au cours de ce changement peut être libérée sans danger. Le travail se fait à près de -459.67° F, au voisinage du zéro absolu.

Ce problème résolu, l'utilisation de l'hydrogène en navigation spatiale ne semble plus diminuer. L'Administration de l'Aéronautique et de l'Espace songe à

l'appliquer dans une certaine mesure à tout projet d'ordre majeur. Les agents propulsifs solides ne peuvent rivaliser en poussée avec l'hydrogène liquide. Dans les fusées au stade expérimental, les carburants solides qu'on a créés brûlent inégalement, ce qui rend difficile leur régulation.

L'hydrogène connaît des applications plus humbles. La production chimique et pétrochimique, des pneus aux filés de synthèse, utilise des acides. Or il n'est pas d'acide sans hydrogène.

De fait, l'industrie pétrolière a participé au perfectionnement de la méthode la plus récente et la meilleure de fabrication d'hydrogène. Fait cocasse, ce fut un peu l'effet du hasard. Peu après le dernier conflit, des compagnies pétrolières américaines consacrèrent en commun \$80 millions à une fabrique d'essence synthétique à compter du gaz naturel. L'usine ne put donner d'essence, mais on y découvrit un nouveau mode de production d'hydrogène. Il consiste à enflammer le gaz naturel sous une pression et une chaleur extrêmes puis, à une phase donnée, à éteindre les flammes à l'eau. Il se produit de façon continue un mélange de gaz carbonique et d'hydrogène, faciles à séparer. C'est la méthode couramment utilisée de nos jours à travers le monde pour obtenir à bas prix de l'hydrogène assez pur.

En raison du nombre élevé de produits et d'entreprises qui dépendent de l'hydrogène, la consommation de ce gaz a augmenté de 230% entre 1948 et 1958. L'industrie pétrolière est le plus grand consommateur. Le brut est traité de nos jours à l'hydrogène. Et l'hydrofinage ou traitement à l'hydrogène des huiles lubrifiantes, est d'ordinaire la troisième et dernière étape dans l'élimination des impuretés. (Ce n'est pas la seule méthode, mais l'une des plus populaires. Les deux premières étapes sont le traitement des huiles au phénol et le déparaffinage à l'aide d'un solvant.) L'hydrofinage consiste à faire passer l'huile sur un catalyseur en présence d'hydrogène. Ce dernier se combine aux composés indésirables et les rend utiles à la lubrification ou tout au moins inoffensifs. A moins de subir cet ultime traitement, l'huile tend à former des composés acides et du cambouis qui corrodent le moteur.

L'Imperial Oil fut l'une des premières entreprises pétrolières au monde à bâtir une usine de traitement à l'hydrogène des huiles lubrifiantes. Elle a été érigée en 1955 à Edmonton.

Par bonheur, dans l'industrie pétrolière, l'hydrogène est un sous-produit du raffinage, notamment du *reforming* et de la polymérisation qui relèvent l'essence au niveau des exigences des moteurs modernes à forte compression.

L'hydrogène joue aujourd'hui un rôle important dans la fabrication des aspirines, teintures capillaires, engrais chimiques, explosifs, huiles et carburants pour fusées. Que dire de l'avenir ?

Il s'emploiera peut-être dans les piles combustibles qui produisent de l'électricité par combinaison d'un carburant à l'oxygène. On a déjà mis ces piles à l'essai et l'une des meilleures est la pile hydrogène-oxygène. L'heure est peut-être proche où l'hydrogène contribuera à produire de l'électricité à bon compte et en forte quantité.

Néanmoins, c'est encore la fusion atomique de l'hydrogène, si redoutable dans la bombe H, qui offre les plus belles promesses d'avenir à cet élément. Sa régulation peut révolutionner l'approvisionnement énergétique de l'humanité.

Des savants cherchent le moyen d'élever la température d'une masse d'hydrogène de telle façon que la fusion se déclenche puis se poursuive, lente et régulière.

Les problèmes techniques et scientifiques en jeu sont considérables. Porter l'hydrogène au point de fusion atomique puis maîtriser la réaction, voilà qui soulève autant de difficultés que la production d'hydrogène liquide stable. C'est un cas où l'on se bute encore aux caprices de l'élément gazeux.

Néanmoins, la technique de fusion doit réussir d'ici la fin du siècle, au témoignage de grands savants comme Isaac Asimov, professeur adjoint de biochimie à l'École de médecine de l'Université de Boston, auteur célèbre de science-fiction.

« Une fois la fusion maîtrisée, » écrivait récemment Asimov, « nous aurons une centrale et une source d'énergie d'un genre nouveau. Le pétrole et le gaz naturel nous fourniront l'hydrogène, l'hydrogène produira le deutérium (l'un des isotopes que renferme l'hydrogène). On expédiera les réservoirs de deutérium liquide pour approvisionner les centrales nouvelles et jouer le rôle des wagons de charbon et des pétroliers—et l'homme aura mieux ainsi l'énergie voulue pour enrayer la famine et la misère et se frayer un chemin vers les étoiles ».

Corriger, s.v.p., numéro de décembre, article « L'hexagramme de Pascal » :

Faute de typographie : p. 71, 6e ligne, paragraphe « L'hexagramme mystique », lire MZ et SX, au lieu de MZ et ZX. Corrections rapportées par l'auteur, H.S.M. COXETER : p. 70, début du 3e paragraphe, enlever les mots « de Leibniz », Pascal étant réellement l'auteur de cette expression « hexagramme mystique » ; p. 72, dans la « Bibliographie », COXETER 1964 au lieu de 1963 ; p. 73, corriger l'adresse du professeur S. L. GREITZER comme suit : Rutgers State University, Newark 2, New Jersey, U.S.A.

ACTIVITÉ SCIENTIFIQUE

par Roland Prévost

L'âge de notre continent est encore à l'étude. Notre continent est âgé d'au moins 3,200,000,000 d'années, suivant l'opinion de deux équipes de Toronto et de Vancouver qui ont analysé l'âge des roches canadiennes, en particulier dans les régions de Noranda et de Cobalt. Jusqu'à présent, l'âge attribué à l'Amérique du Nord ne dépassait pas 2,700,000,000 d'années. Les chercheurs canadiens prennent soin d'ajouter que leur calcul n'est pas définitif car la technique de la datation par l'étude de la dégradation des éléments radioactifs dans les roches est nouvelle et a encore besoin d'être perfectionnée.

Bientôt, des satellites français. Au mois de mars 1964 seront livrés les deux satellites « *France I* » commandés par le Centre national d'Études spatiales; l'un sera mis en orbite en janvier 1965, l'autre restant en rechange. *France I* aura pour mission « de déterminer les propriétés caractéristiques des zones traversées, en étudiant les conditions de propagation des ondes électromagnétiques de très basses fréquences. » Le prototype définitif du *France I* est terminé; il est construit en magnésium et en dural. Le satellite sera placé en orbite à une altitude d'un peu plus de 400 milles; il aura une vitesse de rotation initiale de 180 tours à la minute, ramenée à 24 puis à 10 tours à la minute.

Les Insectes, des « êtres à part ». On ne peut d'aucune façon considérer les larves comme des formes adultes ancestrales, ni les attribuer à une « naissance prématurée », comme on le croyait auparavant, lit-on dans un ouvrage posthume de l'éminent entomologiste Robert E. Snodgrass, publié par la *Smithsonian Institution* (Washington) : *A Contribution toward an Encyclopedia of Insect Anatomy*. Dans son essai sur les ailes des Insectes, l'auteur conclut qu'il a fallu beaucoup de tâtonnements de l'évolution pour arriver à un bon mécanisme de vol. « De tous les animaux qui volent, l'Insecte est le seul dont les ailes se sont développées indépendamment, comme organes de vol. Chez tous les autres animaux volants, les ailes ont évolué à partir d'une paire de pattes ».



A quoi sert cette conquête de l'espace?

par Alphée NADEAU

C'est le 4 octobre 1957 que s'ouvrit officiellement ce qu'on a convenu d'appeler depuis « l'ère spatiale ». Il y eut en effet six ans en octobre dernier, les bulletins d'informations nous annonçaient que la fiction était devenue réalité : les Russes venaient de lancer fructueusement dans l'espace le premier satellite artificiel. L'ère spatiale vivait son premier jour avec *Sputnik I*.

Pendant que cette boule d'aluminium de 23 pouces de diamètre faisait le tour de la Terre, elle émettait d'une hauteur de 558 milles au-dessus de nos têtes un message-radio permettant de la repérer.

Des douzaines d'autres satellites artificiels furent lancés durant les mois et les années qui suivirent, les hommes de science voulant déterminer si, oui ou non, l'homme pourrait conquérir l'espace un jour avec un minimum de risque.

Les premiers cosmonautes

Après un peu moins de 4 longues années d'études au cours desquelles on avait lancé une trentaine d'autres satellites artificiels, l'homme voyagea finalement dans l'espace pour la première fois. Le 12 avril 1961,

Yuri Alekseyevitch Gagarin, premier cosmonaute russe, gravitait autour de la Terre à l'intérieur du *Vostok I* à une altitude variant entre 110 et 203 milles. Environ un mois plus tard, une fusée Redstone américaine lançait l'astronaute Alan B. Shepard, Jr. à 117 milles au-dessus de la Terre où il devint le premier homme à contrôler son véhicule spatial de l'intérieur.

Deux autres hommes furent lancés dans l'espace durant les mois qui suivirent. Ce furent Virgil I. Grissom qui répéta l'exploit de Shepard le 21 juillet 1961, et le 6 août de la même année, le cosmonaute russe Gherman S. Titov fit 17 fois le tour de la Terre en 25 heures à l'intérieur du *Vostok II*.

La première demi-décennie de cette nouvelle ère se termina le 3 octobre 1962 par l'exploit de Walter M. Schirra, Jr. Il fut le 7^{ième} homme à circumnaviguer autour de la Terre après le lancement du premier satellite russe le 4 octobre 1957. Quatre Russes et deux Américains l'avaient précédé.

L'envolée de Schirra fut marquée d'une grande activité spatiale. En effet, les radiations auxquelles il fut exposé avaient été calculées à partir de données obtenues à l'aide d'autres satellites; les conditions d'at-

terrissage, prédites à l'aide de photographies de nuages prises par le satellite météorologique *Tiros IV* et un téléreportage du lancement et de l'arrivée de Schirra transmis à l'Europe grâce au satellite de télécommunications *Telstar I*.

L'effort du Canada

Une semaine seulement avant l'envolée de Schirra, le Canada joignit ses efforts aux deux grandes puissances mondiales dans le domaine de la recherche spatiale. Le 29 septembre 1962, « Alouette », le premier satellite canadien, fut mis en orbite autour de la Terre grâce à la collaboration des hommes de sciences américains.

Au Canada revint ainsi l'honneur d'avoir lancé dans l'espace le satellite artificiel muni de l'antenne télescopique la plus longue. Celle-ci, une fois le satellite rendu sur orbite, se déroule et reprend sa longueur normale qui est de 150 pieds. Une innovation entièrement canadienne, cette antenne fut développée par la compagnie *De Havilland Aircraft* à Downsview, Ontario. Alouette transporte en plus bien d'autres instruments destinés à des expériences de physique dont, en particulier, un détecteur de particules nucléaires des laboratoires de la compagnie RCA Victor.

Enfin le 14 décembre 1962, le satellite américain *Mariner II* compléta avec succès le premier voyage interplanétaire lorsqu'il passa à 22,000 milles seulement de Vénus. Seul un satellite russe était passé à une certaine distance de Vénus auparavant (60,000 milles le 20 mai 1961) mais sans transmettre aucun renseignement ses radios s'étant éteints le 27 février de la même année, peu de temps après son lancement.

Expériences utiles ?

On peut se demander au début de cette 7^{ième} année de l'ère spatiale quels sont les avantages que peuvent nous apporter toutes ces expériences.

Certes, en 1957, la réponse la plus pratique à semblable question aurait sans doute été celle que donna Maxwell lui-même à quelqu'un l'interrogeant sur les avantages de l'une de ses découvertes : « quelle est donc l'utilité d'un bébé ? », répondit-il.

Toutefois, aujourd'hui, après 6 ans d'études et de recherches dans le domaine spatial, une telle réponse est tout à fait inadéquate. Les nombreux avantages des satellites nous sont maintenant connus.

Par exemple, on sait que les recherches effectuées dans le domaine spatial ont apporté une multitude de sous-produits fort utiles à notre vie quotidienne. Pour la ménagère, la batterie de cuisine sera dorénavant en

« Pyrocéram », produit utilisé pour faire les cônes avant des fusées. Le Pyrocéram a cet avantage de pouvoir être placé dans la flamme la plus chaude en sortant de la réfrigération, sans risquer d'être abîmé. Pour les cardiaques, des piles au mercure — semblables à celles employées pour les satellites et qui peuvent être cousues dans le corps même du malade — permettront de maintenir le rythme du cœur constant. De semblables piles ont aussi été adaptées à d'autres appareils médicaux et, en particulier, au larynx artificiel qui permet aux muets de parler. Bien plus, l'obligation dans laquelle sont les médecins de connaître à chaque instant le rythme cardiaque, la pression sanguine, etc, des cosmonautes a conduit au développement d'instruments minuscules qui peuvent être attachés à un malade sur son lit d'hôpital et permettre ainsi de le surveiller à distance. Au moment précis où sa condition physique change, un signal lumineux est projeté sur un tableau indicatif. De nouveaux genres de verres ont en plus été inventés pour filtrer la lumière intense. Et, finalement, des plastiques mis à l'épreuve dans le vide et à des pressions extrêmement basses donneront des produits de longue durée et incassables.

Avantages d'ordre scientifique

Voilà, certes, un ensemble assez vaste d'applications d'ordre pratique pour les sous-produits des satellites artificiels. L'ensemble des avantages d'ordre purement scientifique sera, pour sa part, encore plus vaste étant donné que le satellite est avant tout un instrument d'expérience pour le physicien. Celui-ci cherchera donc à obtenir la plus grande quantité de renseignements possibles sur la Terre, sur l'air qui l'entoure et sur l'espace environnant.

C'est ainsi, que le 31 janvier 1958 à 10:40 hres de l'après-midi, *Explorer I*, le premier satellite américain, fut placé en orbite autour de la Terre transportant à son bord des instruments qui lui permettaient d'effectuer trois expériences différentes. Tout d'abord, un compteur spécial que l'on appelle compteur Geiger-Müller permettait de compter les particules électrisées provenant de l'espace; on enregistrait les températures intérieure et extérieure du satellite grâce à leur effet sur des résistances électriques et, finalement, le nombre des micro-météorites — petites particules de matière ne dépassant pas le milligramme et qui sillonnent l'espace en tout sens — était enregistré à l'aide d'un microphone à mesure qu'elles frappaient les parois du satellite.

Ces données scientifiques recueillies à l'aide d'*Explorer I* n'étaient toutefois pas les premières à être ainsi recueillies. En effet, l'étude faite par les savants américains des trajectoires de *Sputnik I* et de *Sputnik II*,

les 2 premiers satellites soviétiques, avait déjà permis d'établir que l'air est 10 fois plus dense à 140 milles au-dessus de nos têtes qu'on ne l'avait cru jusqu'à ce jour. Les savants soviétiques révéleront plus tard que cette densité varie continuellement atteignant un maximum vers midi et un minimum la nuit.

D'un autre côté, les déviations subites par *Vanguard I* le 4 ième satellite à orbiter autour de la Terre, nous ont permis de vérifier la théorie voulant que la Terre ne soit pas ronde. En effet, il fut démontré sans l'ombre d'un doute que la Terre n'est pas symétrique par rapport à l'équateur. Elle possède plutôt la forme d'une poire dont la base serait le pôle sud. Toutefois, cette déviation de la Terre par rapport à un cercle est très faible puisqu'elle n'est que de 50 pieds aux pôles. Si on considère les dimensions de la Terre, on ne peut faire autrement qu'être frappé de la précision nécessaire pour déterminer une aussi faible déviation dans sa forme. Il faut donc reconnaître la valeur scientifique des satellites et aussi, disons-le, celle des calculatrices électroniques qui permettent d'obtenir tous ces résultats en quelques heures ou semaines seulement, alors

qu'auparavant il fallait de nombreuses années à plusieurs hommes pour obtenir les mêmes résultats.

Avec *Lunik I*, satellite soviétique lancé le 2 janvier 1959, nous oublions momentanément l'étude de la Terre et de son atmosphère pour étudier des régions encore complètement inexplorées. *Lunik I*, comme son nom l'indique, eut pour mission d'étudier la Lune plus en détail. Il portait donc à son bord des appareils destinés à mesurer le champ magnétique de la Lune et la radioactivité lunaire. . . De plus, comme ce satellite fut placé en orbite autour du Soleil, contrairement à tous ceux qui l'avaient précédé, il portait aussi des appareils permettant de mesurer l'intensité des rayons cosmiques au-delà du champ magnétique terrestre, la densité des gaz qui se rencontrent dans l'espace interplanétaire et aussi les radiations solaires.

Mentionnons encore les satellites *Lunik II* et *Lunik III* qui, comme le premier du même nom, furent mis en orbite autour du Soleil, *Lunik II*, lancé le 12 septembre 1959, mérite d'être mentionné parce qu'il fut le premier satellite artificiel à frapper la Lune et, par le

Les grands types de fusées américaines



Scout

Quatre étages. Propulsion au propergol solide. Poussées aux étages : 1er, 86,000 livres; 2e, 64,000; 3e, 23,000; 4e étage, 3,000 livres. Hauteur, 65 pieds; diamètre maximum, 3,3 pieds. Capacité : lancement d'un satellite sur une orbite à 300 milles d'altitude. Premier lancement : 1er juillet 1960.



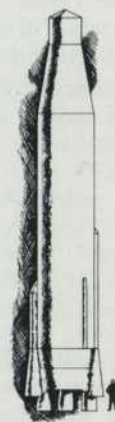
Delta

Trois étages à kérosène et oxygène liquide; 170,000 livres, 7,700 livres, 2,800 livres. Hauteur, 88 pieds; diamètre max., 8 pieds. Satellite de 800 livres sur une orbite de 350 milles. Premier lancement : 13 mai 1960.



Thor-Agena B

Deux étages; 1er à kérosène et oxygène liquide et 2e diméthylhydrazine et acide nitrique; 170,000 et 16,000 livres. Hauteur, 76 pieds; diamètre, 8 pieds. Satellite de 1,600 livres sur une orbite de 300 milles. A servi au lancement de l'Alouette canadien et des satellites techniques, 1962 et 1963.



Atlas D

Un étage et demi. Trois moteurs qu'on allume dès le lancement; les 2 moteurs extérieurs tombent une fois épuisés, après quelques minutes. Kérosène et oxygène liquide; 367,000 livres au départ. Hauteur, 72 pieds; diamètre max., 10 pieds. Satellite de 2,700 livres à 100 milles. A servi aux trois premiers lancements de satellites habités : 1962, 20 février, 24 mai, 3 octobre.

fait même, le premier satellite à jamais atteindre un autre corps céleste. *Lunik III*, lancé le 4 octobre 1959, fut pour sa part le premier satellite à nous transmettre des photographies du côté obscur de la Lune.

Enfin, le satellite *Mariner II*, lancé le 27 août 1962, permit de découvrir que le plasma solaire — un gaz de particules chargées, composé en grande partie d'électrons et de protons — remplit l'espace interplanétaire. Ce fait était inconnu jusqu'à cette date.

Ces quelques exemples illustrent bien l'utilité purement scientifique du satellite artificiel. Les hommes de science n'ont jamais eu avant aujourd'hui un appareil expérimental aussi puissant, aussi malléable entre les mains. Aussi, les exemples qui précèdent ne représentent-ils qu'une fraction des mesures que les physiciens, les astronomes, les biologistes, enfin, tous les hommes de science espèrent obtenir à l'aide de ce magnifique instrument.

Voulant tirer le plus grand profit possible de celui-ci, dès le mois d'avril 1959, la *National Aeronautics and Space Administration* (NASA) établissait un pro-

gramme de recherche spatiale couvrant une période de 10 ans. Ce programme est orienté vers 5 domaines différents : l'atmosphère, l'ionosphère — c'est-à-dire la partie de l'atmosphère s'étendant de 75 à 125 milles d'altitude environ —, les particules énergétiques, l'astronomie et l'étude des champs électrique, magnétique et gravitationnel.

C'est là certes un ensemble suffisant de preuves pour conclure à l'utilité purement scientifique des satellites artificiels.

Mais si les hommes de science s'intéressent au côté purement scientifique d'une découverte, l'industrie, pour sa part, et par conséquent la nation toute entière, s'intéresse avant tout au côté technique de ces mêmes



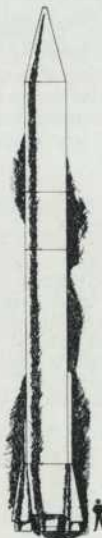
Atlas-Agena B

Deux étages; le premier est une Atlas D, le deuxième est celui de la Thor-Agena B. Hauteur, 91 pieds; diamètre max., 10 pieds. Satellite de 6,000 livres sur une orbite de 300 milles, ou satellite de 425 livres vers Mars ou Vénus. Premier lancement: 23 août 1961. Satellites techniques et missions vers la Lune.



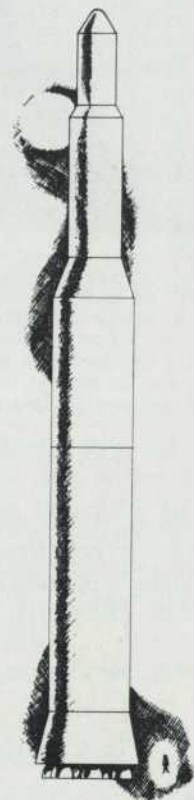
Titan II

Deux étages; diméthylhydrazine, hydrazine, etc.; 430,000 et 100,000 livres de poussée. Hauteur, 90 pieds; diamètre max., 10 pieds. Satellite de plus de 6,000 livres en orbite terrestre. Projet: lancement "Gemini" ou deux cosmonautes en orbite.



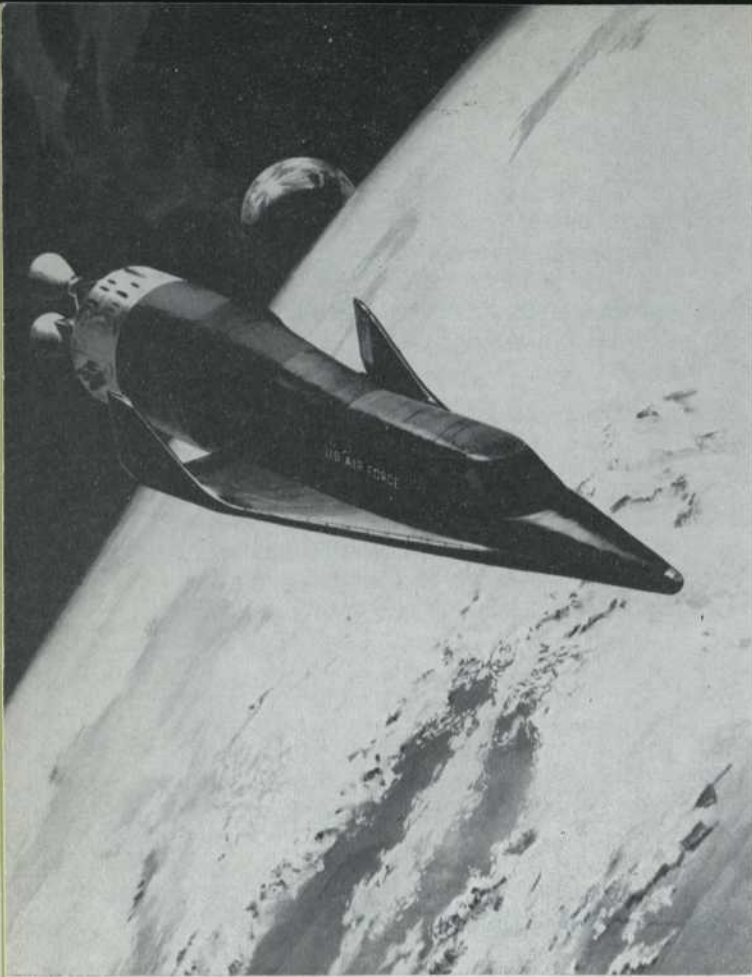
Centaur

Deux étages; le 1er est une fusée Atlas régulière. Propulsion à l'oxygène liquide et à l'hydrogène liquide; poussée de 80,000 et 367,000 livres. Hauteur, 100 pieds; diamètre, 10 pieds. Satellite de 8,500 livres sur une orbite de 300 milles, ou de 1,300 livres vers Mars ou Vénus. Premier lancement réussi: 27 nov. 1963, "un événement de haute importance pour l'avenir du programme lunaire américain." Cette fusée serait utilisée comme véhicule porteur pour placer des instruments scientifiques sur la Lune.



Advanced Saturn

Trois étages; 1er à l'oxygène liquide et au kérosène; 2e et 3e à l'oxygène et à l'hydrogène liquide. Poussée: 1er étage à 7,500,000 de livres, le 2e à 1,000,000 et le 3e à 200,000 livres. Hauteur, 280 pieds; diamètre, 33 pieds. Satellite de 240,000 livres sur une orbite de 300 milles ou satellite de 70,000 livres vers Mars ou Vénus. Lancement projeté pour 1965.



Cette photographie montre un dessin du véhicule spatial "X-20" ou le *Dyna-Soar spacecraft*, actuellement en construction à Seattle (Washington), par la *Boeing Company*. La *U. S. Air Force* a commandé ce navire spatial en vue des prochaines envolées vers la Lune. Un pilote commandera l'appareil pour sa rentrée dans l'atmosphère et son retour sur la Terre, un peu comme un avion ordinaire.

inventions. C'est ainsi que les découvertes sur l'induction et l'électromagnétisme n'ont attiré l'attention du public que quand on lui présenta la lampe à incandescence (Edison), le téléphone (Bell), la radio (Marconi), etc... Auparavant ces découvertes laissaient le public totalement indifférent.

Les "satellites techniques"

De la même façon, de nos jours, ce sont les *satellites techniques*, c'est-à-dire ceux qui rendent un service reconnu à l'humanité, qui ont permis au satellite artificiel d'obtenir ses lettres de créance. En effet, ce n'est que depuis le 10 juillet 1962 que la plupart ont compris l'importance du satellite artificiel. Cela est dû en grande partie à la propagande faite autour du satellite de télécommunication *Telstar I* lancé ce jour-là par les Etats-Unis. Celui-ci nous a permis en effet depuis sa mise en orbite de voir sur nos écrans de télévision des téléreportages transmis en direct de la

France et de l'Angleterre. Il nous a permis en outre, comme je l'ai mentionné précédemment, de suivre étape par étape le voyage dans l'espace de Walter M. Schirra, Jr. et son retour au sol.

Aux Etats-Unis on connaît maintenant trois catégories de satellites techniques. Ce sont les satellites *météorologiques*, les satellites de *télécommunication* et les satellites de *navigation*.

Convaincu au plus haut point de l'importance des satellites artificiels en général, le regretté président Kennedy approuvait, à l'automne une mesure accordant \$5,350,820,400. au programme de recherches spatiales pour le présent exercice. Le seul projet « Apollon », destiné à l'envoi d'un homme sur la Lune avant 1970, obtient des crédits de \$1,147,400,000.

Nous verrons donc d'ici 1970 l'arrivée d'un homme sur la Lune. Plus près de nous, dès l'automne prochain prévoit-on, le premier Observatoire Astronomique Orbital sera placé en orbite. Les astronomes espèrent y obtenir la meilleure vision de l'univers jamais obtenue grâce aux télescopes contenus dans ces observatoires orbitaux et évoluant au-dessus de l'atmosphère terrestre.

Enfin, le Canada prévoit lancer quatre autres satellites du type « Alouette » entre 1965 et 1969. C'est du moins ce qu'a affirmé Monsieur J. H. Chapman dans son allocution présentée devant les membres de l'Association canadienne des Physiciens lors du Congrès des Sociétés Savantes tenu à l'Université Laval l'été dernier.

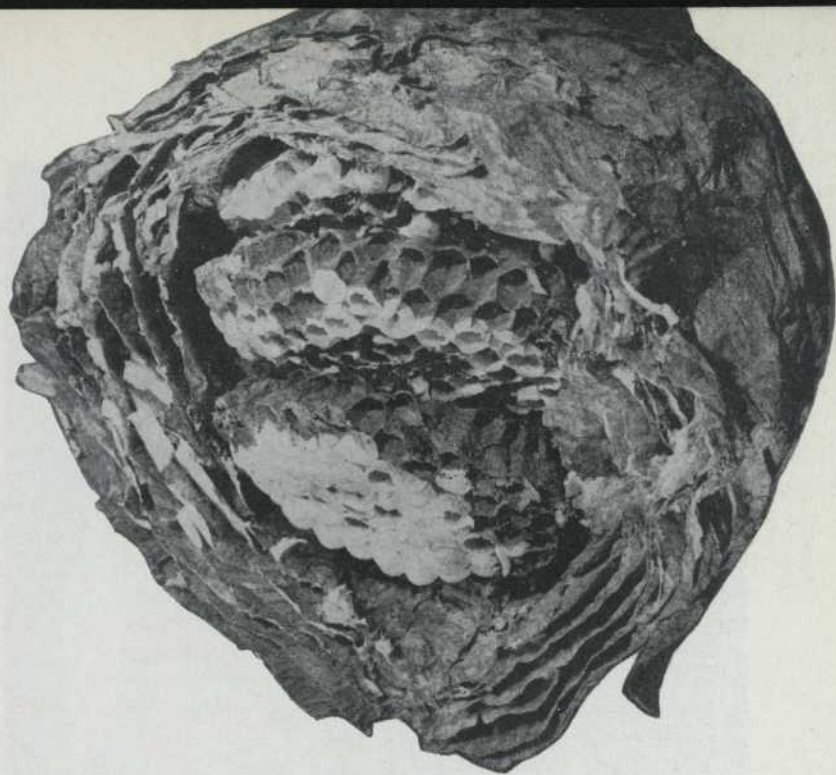
L'ère spatiale ne fait donc que débiter, ses plus grandes réalisations sont encore du domaine de l'avenir.

BIBLIOGRAPHIE

- ANDRE, R. *Les satellites artificiels et l'astronautique*, pp. 91-95.
- DUCROCQ, ALBERT. *L'homme dans l'espace*, pp. 33-45, 236-242.
- HAGEN, J.P. *International Cooperation in Outer Space*, pp. 48-54.
- JEUNE SCIENTIFIQUE, LE. Vol. I, no 1, novembre 1962, p. 23.
- JEUNE SCIENTIFIQUE, LE. Vol. I, no 3, janvier 1963, pp. 71-72.
- PHYSICS IN CANADA. Vol. 18, no 5, Hiver 1962, *Industrial Contributions to « Alouette »*, pp. 33-34.
- SCIENTIFIC AMERICAN :
 March 1958, p. 52, *Number Three*.
 July 1958, p. 44, *News from the Satellites*.
 April 1959, p. 63, *The Exploration of Space*.
 April 1961, pp. 80-91, *Weather Satellites*.
 September 1962, pp. 99-100, *Portrait of Telstar*.
 November 1962, p. 68, *The First Five Years*.
 July 1963, pp. 70-84, *The Voyage of Mariner II*.
 August 1963, pp. 29-37, *Observatories in Space*.

La Guêpe maculée et son guêpier

par Adrien ROBERT



Un nid de la Guêpe maculée (*Vespa maculata* L.), mesurant 8 pouces de hauteur et 6½ pouces de largeur. Il a été ouvert pour montrer la disposition des alvéoles ou des cellules. Une seule ouverture permet l'entrée et la sortie des guêpes; on l'aperçoit sous forme d'échancrure, au bas de la photographie, un peu à gauche. Ces nids cachent d'importants phénomènes de la vie des guêpes et pourraient certes faire l'objet d'études sérieuses durant cette période d'hiver.

L'hiver est la période idéale pour observer dans le détail les nids de guêpes, ces chefs-d'oeuvre du savoir-faire des insectes. En effet, on ne trouve aucune guêpe dans les nids à cette période de l'année. Il n'y a donc aucune crainte à apporter à cet examen; la plupart des occupantes sont mortes de froid ou de vieillesse dès septembre ou au début d'octobre.

Seules les femelles fécondes, appelées reines, continuent à vivre blotties quelque part sous les vieux bois morts ou dans le creux des arbres rongés par les moisissures. Pourquoi ne pas profiter de la première promenade pour rapporter quelques nids de guêpes et par la suite en faire une étude sérieuse. Il vaut mieux en réunir plusieurs, cela permet des comparaisons intéressantes et peut-être de découvrir des phénomènes inusités. Les deux photos qui apparaissent ici ont été prises en studio, mais l'une et l'autre montrent des nids réels comme vous pouvez en examiner vous-mêmes. Celui qui n'est pas ouvert mesure 15 pouces de hauteur et 10½ de largeur. Il est vraiment remarquable. L'autre mesure 8 pouces sur 6½. Dans chacun de ces nids vivait une même espèce de guêpes. C'était la guêpe maculée (*Vespa maculata* L.). C'est la grosse guêpe noire ornée de blanc. Il existe dans notre province plusieurs autres espèces de guêpes.

L'arrangement du nid

La guêpe maculée place d'ordinaire son nid dans les arbres ou arbustes, mais parfois elle le fixe à nos habitations, sous les corniches du toit, sous les auvents, etc. Dans les arbres le nid est toujours intimement rattaché à une ou plusieurs branches qui traversent parfois les enceintes extérieures. Généralement il est bien dissimulé parmi le feuillage.

La grosseur du nid dépend toujours du nombre d'occupantes. C'est à la fin de l'été que l'on peut trouver les plus volumineux quand la famille est devenue très nombreuse, constituée alors de plusieurs centaines d'individus. Le nid ne montre qu'une seule ouverture qui sert aussi bien pour l'entrée que la sortie des guêpes; parfois cette ouverture est juste en-dessous, parfois elle est rejetée sur le côté comme vous le remarquez dans la figure.

L'examen de la paroi du nid révèle une série d'enveloppes bien séparées les unes des autres, de façon à réaliser autant de chambres à air. Cela fait penser aux trucs compliqués utilisés de nos jours pour obtenir des chambres à températures uniformes, réfrigérateurs, etc.

Une série de rayons, tous rattachés à la partie supérieure du nid, pendent horizontalement au centre des enveloppes. Il n'y a d'alvéoles qu'en-dessous des rayons. Un examen attentif permet de constater la forme hexagonale de ces cylindres. Le matériel qui sert à fabriquer les alvéoles est parfois le même que celui des parois, mais souvent, dans les vieux nids, presque tous les alvéoles sont tapissés à l'intérieur d'un tissu plus résistant et en même temps plus blanc. Ce revêtement pâle provient d'une sécrétion des glandes salivaires des larves âgées, ou encore de la reine elle-même quand elle a commencé à construire les premiers alvéoles du nid.

Dans le nid ouvert montré ici, plusieurs alvéoles possèdent encore leur couvercle soyeux, c'est qu'au dedans les nymphes qui étaient en train de se transformer en adultes sont mortes au moment des premières gelées blanches; d'autres renferment des adultes qui sont morts avant d'ouvrir leur cellule.

La composition de la famille

Chez la plupart des espèces de guêpes, on rencontre trois catégories d'individus : des *reines* ou femelles aptes à pondre des oeufs, des *ouvrières* ou femelles stériles qui, en général, ne pondent pas et des *rois* ou *mâles* qui n'apparaissent que tardivement en été, en même temps que les nouvelles reines.

Les reines se distinguent des ouvrières par leur grande taille; elles sont près de deux fois aussi grosses que les ouvrières. Les mâles possèdent deux caractères externes qui permettent de ne pas les confondre avec les ouvrières malgré une taille assez semblable. Les antennes des mâles possèdent treize segments, ou anneaux, alors que celles des ouvrières et reines n'en ont que douze (on constate facilement ce caractère avec une loupe). De même l'abdomen des mâles montre sept anneaux tandis que chez les ouvrières on n'en compte que six. Cela est vrai non seulement pour la guêpe maculée mais aussi pour toutes les autres guêpes à papier.

La vie en hiver

Pour des raisons que l'on connaît extrêmement peu, seules quelques reines survivent durant l'hiver et pour ce faire elles recherchent une cachette longtemps avant l'apparition des grands froids. Dès les premières gelées blanches, on ne les voit que rarement; elles désertent bientôt le nid définitivement; elles ne fréquentent même plus les fleurs. Où vont-elles? C'est par hasard qu'on en découvre parfois une, en recherchant d'autres insectes sous de vieux bois mort ou sous les feuilles dans les forêts; à ce moment elles sont quasi engourdies, même quand la journée est chaude. Elles se préparent déjà à la longue immobilité qui ne prendra fin qu'avec les chauds rayons solaires d'avril ou mai,

Au cours de l'hiver, ces reines ne mangent pas; elles respirent à peine. Toute leur vie interne sommeille, c'est-à-dire continue mais à un rythme extrêmement ralenti. Elles ne dépensent presque pas et leurs réserves suffisent à leur garder la vie. Le printemps venu, leur vie reprend plus active et elles se remettent à manger, à voler, à travailler.

La vie au printemps et en été

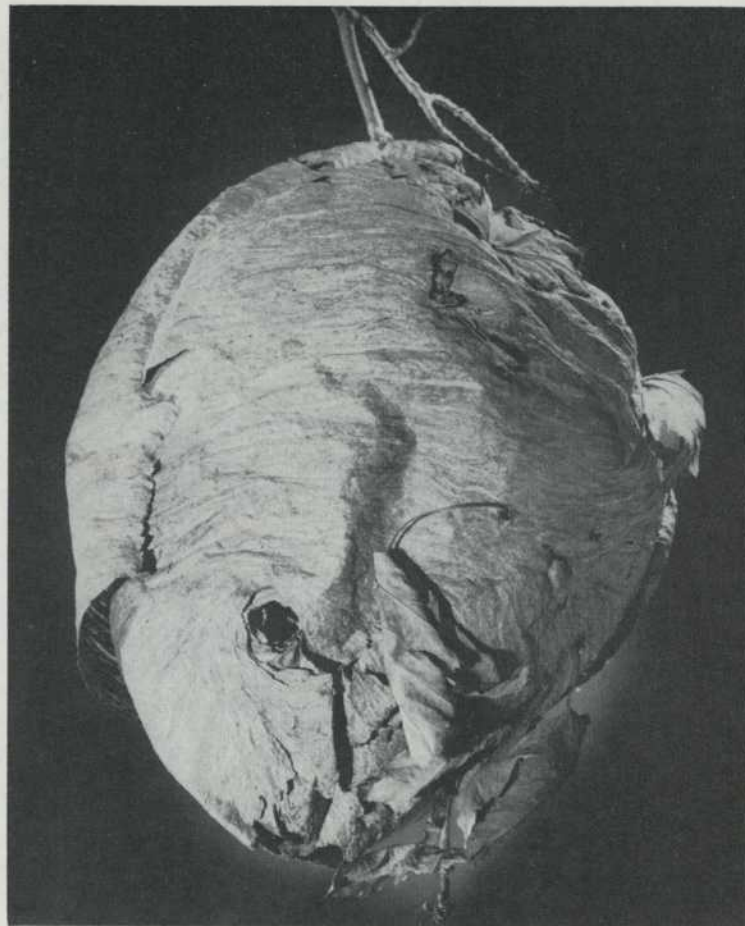
Dès l'épanouissement des premières fleurs, la reine guêpe se promène d'un vol lourd et se délecte de nectar sur les pistils nouvellement formés. Tantôt ce sont les arbres et arbustes qu'elle visite, tantôt ce sont les délicates fleurs des sous-bois. Elle attrape aussi des insectes qu'elle aime dévorer.

Bientôt une demeure s'impose, car les oeufs mûrissent et il faut un gîte pour les placer. La reine préfère généralement bâtir son propre nid plutôt que d'utiliser de vieux nids délaissés l'automne précédent. Les matériaux pour la confection de son nid, elle va les chercher sur de vieux arbres; elle arrache des fibres ou longues lanières qu'au besoin elle humecte de sa salive. L'humidité des sous-bois facilite grandement sa tâche. Quand quelques cellules sont construites et qu'un semblant de couverture se trouve au-dessus, elle commence à pondre. Un oeuf est collé au fond de chaque cellule. Tout le temps que dure l'incubation (temps pendant lequel l'oeuf se prépare à éclore) la reine poursuit l'agrandissement du nid; elle ajoute des cellules, y place des oeufs, confectionne les deux ou trois parois externes du nid; elle déploie vraiment une très grande activité. Au moment de l'éclosion des premières larves une nouvelle tâche lui revient. Les petites larves doivent être nourries, et plusieurs fois le jour, car elles sont voraces. La reine va attraper des mouches et d'autres insectes qu'elle mastique comme il faut avant de les donner aux larves, un peu comme maman grive fait à l'égard de ses petits. Quel travail quand elle a de vingt à trente estomacs à gaver!

Bientôt, cependant, elle pourra prendre quelque repos. Les premières larves provenant de ses oeufs, bien nourries par la reine, croissent rapidement. Après deux ou trois semaines, elles sont repues, elles cessent de manger et comme pour avertir leur mère qu'elles n'ont plus besoin d'elle et pour signifier qu'elles peuvent se tirer d'affaire toutes seules, elles s'enferment dans leur cellule. Quelques jours plus tard, elles abandonnent leur forme de larve pour devenir des nymphes.

Les nymphes montrent des pattes, des antennes, des ailes, le contour de la tête est celui de la guêpe adulte, mais tout cela est encore emmailloté, enveloppé d'une peau mince qui doit être rejetée avant de permettre à la vraie guêpe de s'envoler. On dit que la guêpe est en train de se métamorphoser. Cette transformation dure de 8 à 10 jours.

Un autre nid de la Guêpe maculée (*Ves-pula maculata* L.), mesurant 15 pouces de hauteur et 10½ pouces de largeur. On aperçoit l'ouverture, vers le bas, à gauche. L'examen de la paroi d'un nid révèle une série d'enveloppes distinctes, bien séparées les unes des autres, de façon à réaliser autant de chambres à air. Une technique que les Guêpes utilisent instinctivement, semblable à celle que nous employons pour obtenir des chambres à température uniforme.



Enfin les adultes sortent de leur cellule ils ressemblent beaucoup à leur mère mais ils sont plus petits. Ce sont les ouvrières. Heureuses de vivre, les ouvrières s'empressent de rendre service à leur mère. Elles apprennent à nourrir les larves, à construire de nouvelles cellules, à agrandir le nid.

Désormais, la reine ne s'occupe plus de nourrir les larves; elle laisse ce soin aux ouvrières. Son unique occupation consiste à manger, à pondre des oeufs, à voir se multiplier sa famille. Vers la mi-juillet, quelques mâles voient le jour et bientôt de nouvelles reines. Ces dernières résultent d'une alimentation plus riche qui leur a été fournie par les ouvrières. Les mâles proviennent d'oeufs vierges. En août, plusieurs reines habitent le même guêpier et s'entendent à merveille pour faire augmenter la famille.

Les ennemis des guêpes

Les guêpes ont des ennemis, je ne parlerai pas de certains oiseaux réputés pour se nourrir de guêpes, mais plutôt de certains insectes, mouches et hyménoptères qui viennent pondre dans les cellules où déjà vi-

vent des larves de guêpes. Le petit ver qui éclôt de l'oeuf de la mouche parasite suce la larve de guêpe. Parfois même, il s'introduit à l'intérieur et finalement cause sa mort. Le parasite triomphe; il devient adulte. Plus tard il ira semer la mort dans d'autres nids de guêpes.

En général, les parasites ne sont pas nombreux. Dans la province on n'a pas encore étudié ces parasites des guêpes. Il serait dès lors très intéressant en examinant plusieurs guêpiers de rechercher ces larves parasites. Certaines ont déjà fui le nid, mais d'autres se cachent peut-être au fond des alvéoles ou entre les enveloppes.

Si vous trouvez de ces vers ou cocons parasites, placez-les dans des jarres en les manipulant délicatement. Sans doute serez-vous un jour surpris de voir voler une mouche ou un hyménoptère.

Dans un prochain article, nous présenterons les espèces de Guêpes du Québec et leurs caractéristiques.

LES GRAPTOLITES

colonies de petits animaux
qui ont marqué la pierre
de dessins fantaisistes

par René BUREAU

Vous avez peut-être déjà remarqué à la surface de certaines roches schisteuses, ⁽¹⁾ des empreintes finement dentelées qui vous ont donné l'impression d'avoir été faites au crayon. Il s'agissait là de *Graptolites*, un groupe éteint de petits animaux confinés au Paléozoïque (ère Primaire). Le mot « graptolite » vient du grec *graptos*, écrit, et de *lithos*, pierre.

Les premiers graptolites qui apparurent dans la nature se présentaient en colonies ressemblant à des buissons touffus, attachés au fond de la mer ou à des objets qui s'y trouvaient. Leur forme générale était celle d'un entonnoir. Les multiples branches de ces colonies en buissons, réunies par de fines barres ou fibres transversales (*dissépiements*), produisaient finalement une structure semblable à celle d'un filet. Ces formes particulières sont connues sous le nom de *Dendroïdes* (du grec : *dendron*, arbre), à cause de leur façon de croître qui rappelle celle qui est commune aux arbres. Leur distribution géographique restreinte est justement due à leur habitude de se fixer.

(1) Roches *schisteuses* ou roches sédimentaires qui se présentent sous forme de *schistes*, c'est-à-dire en couches minces, ressemblant quelquefois à des feuillets empilés.



Fig. 1. Colonies flottantes de *Diplograptus*, genre de graptolite de l'Ordovicien moyen et supérieur. (Dessin emprunté à l'ouvrage de Moore, Lalicker et Fisher, *Invertebrate Fossils*, avec la bienveillante autorisation de l'éditeur, McGraw Hill Book Company, Inc., Toronto).

Les Graptolites sont des organismes marins qui vivaient en colonies durant le Paléozoïque ou l'ère primaire. Chaque individu vivait dans une loge ou *thèque* : voir le détail de cette organisation dans les deux figures suivantes.

D'autres formes différentes firent également leur apparition. Au lieu de se fixer, celles-ci, grâce à certains organes spéciaux appelés « flotteurs » pouvaient dériver au gré des vagues et des courants, et à compter de ce moment-là, certaines espèces connurent une distribution géographique beaucoup plus grande. Cela explique pourquoi on retrouve de nos jours dans des roches de divers pays très éloignés les uns des autres, des graptolites ayant des caractères identiques.

Il existe une grande variété de formes chez les graptolites dont certaines possèdent jusqu'à 64 branches; d'autres en ont 32, 16, 8, 4 ou 2, ou encore n'en possèdent qu'une seule. Pour simplifier davantage, on remarque chez les formes à branche unique, des denticulations alignées tantôt sur deux côtés, tantôt sur un seul côté. Quelquefois, il s'agit d'une branche simple avec denticulation unilatérale et l'ensemble est enroulé (*Rastrites*). Dans d'autres cas, le spécimen prend l'aspect d'une feuille (*Phyllograptus*); certains gisements renferment aussi des formes en Y (*Dicranograptus*).

Suivant leur catégorie, ces animaux formaient des colonies soit fixées (formes benthoniques), soit libres (formes planctoniques). Ils vivaient tous dans des loges ou thèques alignées régulièrement sur une ou plusieurs rangées le long d'un stolon qui occupait un canal axial commun non cloisonné. Le test chitineux qui abritait la colonie était élastique et flexible. Durant la

fossilisation, la chitine est devenue carbonisée, donnant à ces « squelettes » délicats, l'apparence de marques ou traits de crayon sur la roche; de là, le nom du groupe.

Un peu d'histoire

Il est intéressant de noter que déjà en 1727, Bromel, en Suède, avait observé dans certaines roches la présence de graptolites qu'il considéra alors comme étant des brindilles d'herbe fossilisées.

Dans la première édition de son « *Systema Naturae* », Linnée, en 1735, établit le genre *Graptolithus* pour désigner tout un groupe de formes soit droites ou courbées et présentant des denticulations sur un côté de leur axe central. Il plaça dans ce groupe les « brindilles d'herbe » fossilisées observées par Bromel.

Brongniart lui-même, en 1828, décrivit deux espèces de graptolites en provenance de Lévis sous les noms de *Fucoides dentatus* et *F. serra*, gardant ces formes dans le règne végétal. A la même époque, certains spécialistes du Service géologique de l'Etat de New York eurent des vues semblables sur ces restes fossiles.

Le premier à avoir rattaché les graptolites au règne animal fut Walch avant 1821, qui les décrivit comme étant des *Orthoceratites* (genre de Céphalopodes).

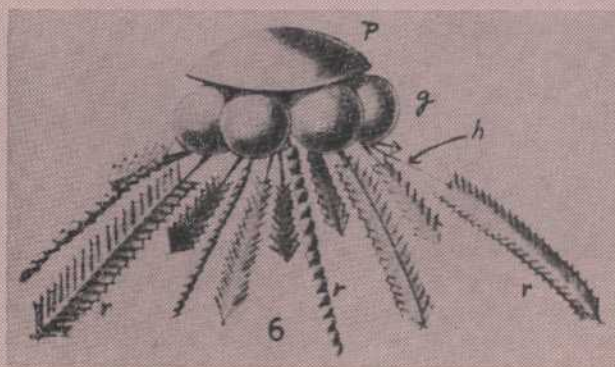
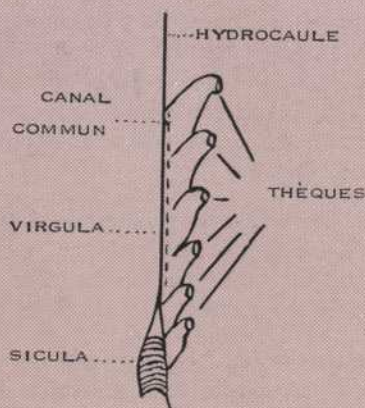


Fig. 2. Reconstitution d'une colonie flottante de *Diplograptus* (d'après Ruedemann). P - *Pneumatophore* ou sac apical; G - *Gonothèques* ou organes de reproduction; R - *Rhabdosomes* ou colonies élémentaires; H - *Hydrocaules* ou longues tiges, nues et fines. Le *pneumatophore* est une grosse vésicule qui servait de flotteur à toute la colonie.



A droite, figure théorique d'un Rhabdosome (ou colonie élémentaire) de Graptolite. On aperçoit, entre autres, les *thèques* ou loges dans lesquelles vivaient les individus de la colonie. Les thèques communiquent entre elles par un canal commun (axial), non cloisonné.

Des contemporains de Walch, tels Wahlenberg (1821), Schlotheim (1822) et autres firent de même et crurent qu'il s'agissait aussi de Céphalopodes délicats et très comprimés. Plus tard, d'autres auteurs eurent tendance à rapprocher les graptolites du groupe des Anthozoaires (coralliaires ou polypiers). Pendant longtemps, on les désigna aussi comme étant des Hydrozoaires, à cause des analogies qu'ils présentaient avec certaines formes actuelles, soit les *plumulaires* et les *sertulaires*. Ainsi, d'un auteur à un autre, et cela durant assez longtemps, on échangea des vues et des théories de toutes sortes sur la nature réelle de ces curieux fossiles. Cependant, certains travaux récents ont jeté encore plus de lumière sur ce groupe et les chercheurs modernes ont maintenant tendance à rapprocher les graptolites des Stomocordés, et plus précisément de la classe des Ptérobranches plus qu'à tout autre groupe d'animaux, et jusqu'à preuve du contraire, on les considérera comme faisant partie d'une classe à part de l'embranchement des Stomocordés : les « Graptolithidés ».

A chaque année, entre 1820 et 1859 par exemple, divers auteurs signalèrent la présence de graptolites ici ou là à travers l'univers, et suivant les vues de leurs prédécesseurs, classèrent ces fossiles d'après les tendances déjà établies. Les restes de ces graptolites qu'on avait trouvés étaient souvent à l'état fragmentaire et plutôt mal conservés, de sorte que les diagnostics ne pouvaient se faire qu'avec une certitude bien relative.

En Amérique, ce groupe des graptolites avait également attiré l'attention de plusieurs spécialistes qui s'évertuaient à trouver de jour en jour de meilleurs spécimens qui leur permettraient de pousser plus loin leurs études sur ces animaux fossiles. A un certain moment, le gisement d'Amérique qui avait fourni les graptolites les plus complets et les mieux conservés, se trouvait dans des schistes de la vallée de la rivière Hudson, aux Etats-Unis.

Au Canada, l'exploration géologique de notre vaste territoire se fit de façon systématique, à compter de 1842, alors que fut fondée la Commission géologique du Canada, dirigée au début par Sir William Logan.

Parmi les assistants de Logan se trouvait un nommé James Richardson, simple fermier établi dans la région de Beauharnois, mais qui fit ensuite partie de la Commission géologique du Canada où il ne tarda pas à s'affirmer comme un explorateur infatigable. Sous la direction de Logan, il apprit très rapidement à dresser des cartes géologiques et à compiler de nombreuses observations sur plusieurs régions du Canada. Cependant, il avait constamment recours à Logan pour la préparation de ses rapports. On lui doit entre autres choses la découverte « officielle » en 1854, du fa-

meux gisement de graptolites de la « Pointe Lévis » (Seigneurie de Lauzon), vis-à-vis Québec, d'où provenaient sans doute les deux spécimens étudiés et décrits par Brongniart en 1828. Nulle part ailleurs n'avait-on trouvé autant de spécimens aussi complets et en aussi bon état de conservation. De là, on conclut que les conditions de vie qui avaient prévalu au moment où ces graptolites vivaient dans nos parages, et au cours de leur déposition dans les sédiments qui les ont reçus, avaient dû être d'ordre exceptionnel.

De tous les gisements de graptolites connus au monde, celui de Lévis est sans contredit le plus intéressant. Il a fourni des milliers de spécimens dont un bon nombre se retrouvent présentement dans la plupart des grands musées d'Europe et d'Amérique.

On imagine facilement qu'au moment de sa découverte, James Richardson ne manqua pas d'en signaler tous les détails à son chef, Sir W. Logan. Cette trouvaille se fit évidemment avant la nomination de Elkanah Billings, en 1856, au poste de paléontologiste du Dominion du Canada. Aussi, les autorités de la Commission géologique confièrent-elles une collection des graptolites de Lévis nouvellement trouvés, au professeur James Hall, alors paléontologiste de l'Etat de New York.

Dans une lettre adressée à Sir William Logan et datée d'Albany, le 1er mars 1858, James Hall démontrait clairement l'importance de la découverte des graptolites de Lévis, en écrivant ce qui suit :

« Cette découverte - dit-il - a, pour la première fois, donné une connaissance des vraies formes et du mode de croissance de ces fossiles, dont les fragments et les branches détachées avaient pendant tant d'années, été décrits comme des types complets. Jamais, jusqu'à cette époque, ni autant que je sache, jusqu'au temps actuel, l'on a indiqué l'existence de types parfaits comme ceux-là ».

Hall publia tout d'abord, en 1855, une note préliminaire sur ses premières observations concernant ces graptolites. Finalement, il put fournir une étude détaillée de cette collection qu'il fit paraître, sans aucune illustration, dans le Rapport de Progrès de la Commission géologique du Canada pour l'année 1857, rapport publié l'année suivante. Entre temps, Hall avait cependant préparé quelques illustrations d'une espèce de graptolite provenant de Lévis, pour le numéro de juin 1858 du *Canadian Naturalist*. Par contre, la présentation définitive de son fameux travail d'ensemble sur les « Graptolites of the Quebec Group », Decade II de : « *Figures and descriptions of Canadian Organic Remains* », fut retardée pour diverses raisons jusqu'à la fin de décembre 1864, et cette étude importante fut finalement publiée en 1865. Ce travail classique, toujours très apprécié, reste encore aujourd'hui une source

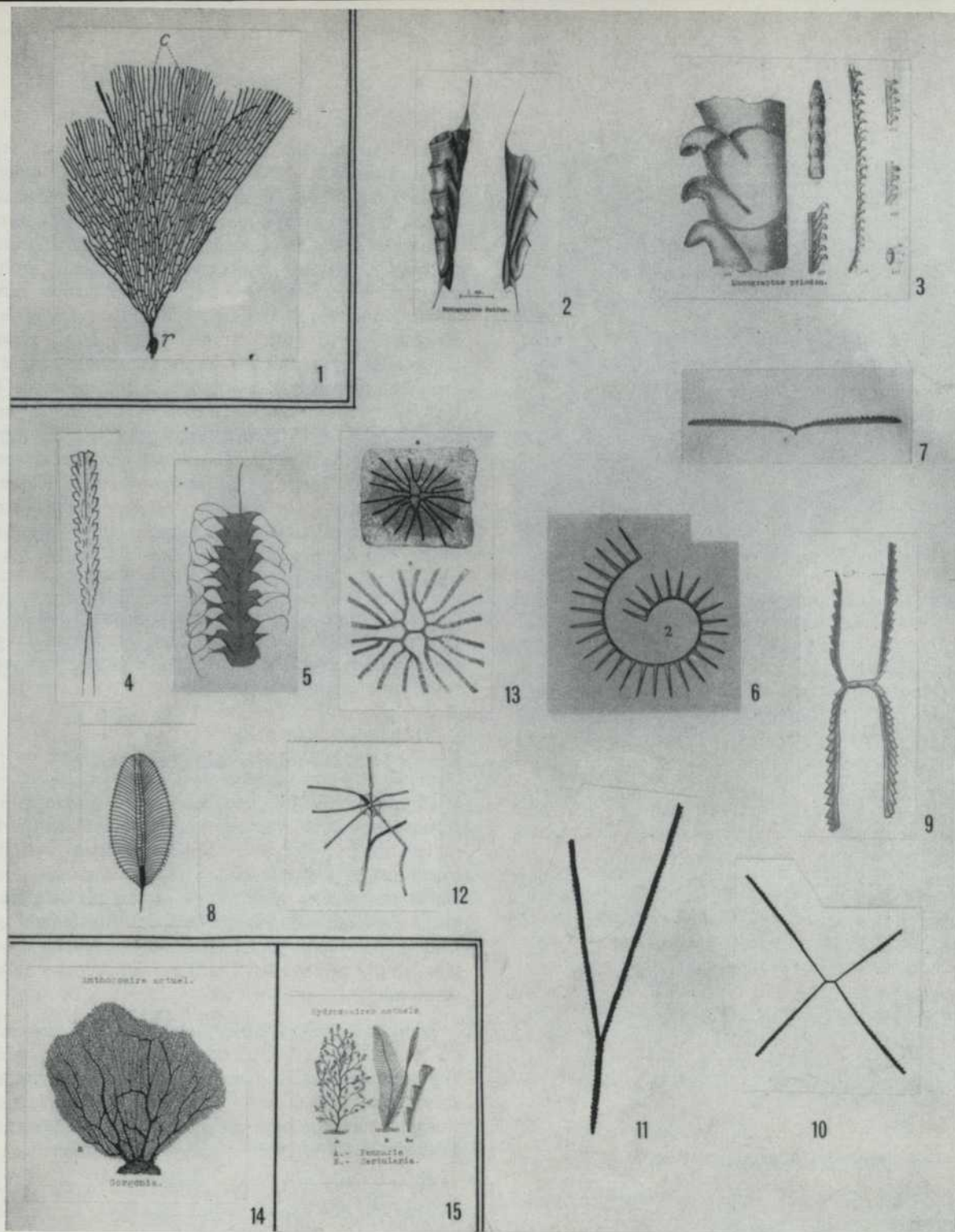


Fig. 3. Divers types et formes de Graptolites.

1. Forme dendroïde, genre *Dictyonema*;
2. *Monograptus dubius*;
3. *Monograptus priodon*;
4. *Climacograptus*;
5. *Lasiograptus*;
6. *Rastrites*;
7. *Didymograptus*;
8. *Phyllograptus*;

9. *Tetragraptus*;
10. *Tetragraptus*;
11. *Dicranograptus*;
12. *Dichograptus*;
13. *Loganograptus* (?);
14. Anthozoaire actuel, *Gorgonia*;
15. Hydrozoaires actuels, *Pennaria* et *Sertularia*.

(Dessins et photos d'après divers manuels et traités de Paléontologie).



Fig. 4. Diverses formes de Graptolites dans un calcaire dolomitique de la région de Lévis-Lauzon, P.Q. (La photo est grisâtre mais il était pratiquement impossible d'en détacher mieux les traces de Graptolites, à cause de la teinte de la pierre qui se confond avec celle de ces fossiles.) On trouvera souvent des Graptolites sur des schistes noirâtres et il faudra alors beaucoup d'attention pour observer les restes de Graptolites.

précieuse à consulter pour l'identification des graptolites de Lévis.

Le travail de Hall marqua le début d'une ère nouvelle dans l'étude des graptolites. Au cours des années qui suivirent, de sérieux travaux systématiques furent entrepris sur ce groupe dans divers pays du monde. On étudia tant et si bien les formations connues qui contenaient ces restes particuliers de fossiles, que les graptolites furent dès lors considérés comme très importants dans les études de corrélation des formations géologiques de tous les continents.

Quelques ouvrages d'étude

Aujourd'hui, ceux qui veulent s'adonner à l'étude des graptolites trouvent dans les bibliothèques spécialisées une littérature abondante sur le sujet. Car, il faut dire qu'après James Hall, plusieurs autres paléontologistes se sont intéressés aux graptolites, à leur distribution géographique, à leur morphologie ainsi qu'à leur évolution. Des auteurs fameux apparaissent en tête de liste dans la littérature connue sur ce groupe d'animaux fossiles, parmi lesquels il faut bien nommer Lapworth, Miss Elles et Miss Wood en Angleterre, et plus récemment pour le même pays, le fameux Bullman. En Pologne, Kozłowski a fait des travaux merveilleux dans ce domaine. En Amérique, le nom de

Rudolf Ruedemann est bien connu et son oeuvre qui l'a immortalisé : « *Graptolites of North America* » (Mémoire 19 de la *Geological Society of America*, 1947) reste un classique pour l'étudiant intéressé aux graptolites. Plus récemment encore, les Américains ont produit un travail important, de plusieurs volumes, couvrant l'ensemble de nos connaissances actuelles sur les Invertébrés fossiles : « *Treatise on Invertebrate Paleontology* ». On trouve dans cette série un volume de plus de 100 pages et entièrement consacré aux graptolites. Ce volume, le cinquième de la série, s'intitule : « *Graptolithina, with sections on Enteropneusta and Pterobranchia* » (1955). En Europe, la librairie Masson, de Paris, est en voie de publier également un *Traité de Paléontologie*, soit quelque chose d'équivalent aux travaux des Américains. Dans le tome 3 de la série, un chapitre entier comprenant trente pages traite des graptolites tels qu'on les connaît de nos jours.

Malgré tout ce qui a été dit et écrit sur le sujet, des spécialistes continuent encore à se poser des questions sur les restes fossilisés de ces petits êtres intéressants que furent les graptolites.

Où trouver des graptolites ?

Comme je l'ai dit précédemment, il existe une littérature abondante sur les graptolites. Dans plusieurs de ces traités, volumes ou brochures, il est souvent fait mention des localités où on a trouvé de ces fossiles. En consultant les rapports et cartes géologiques couvrant certaines régions du Québec, du Canada et des Etats-Unis, vous serez suffisamment renseignés pour vous guider vers les lieux propices à la récolte de beaux spécimens.

Dans la vallée du Saint-Laurent, surtout aux endroits où les schistes d'âge « Utica » (Ordovicien supérieur) apparaissent parfois, vous trouverez des graptolites en abondance, soit le long du fleuve, dans le comté de Portneuf, à Cap-Santé par exemple, ou encore, sur la Côte de Beauré, près de la vieille capitale.

Dans la ville de Québec même, à la faveur des excavations qui ont lieu de temps en temps, il y a d'excellentes chances de trouver de beaux spécimens.

A Lévis, vis-à-vis la ville de Québec, le fameux gisement dont il a été question plus haut, et qui est d'âge Ordovicien inférieur, est situé à environ un mille à l'Est de la gare de Lévis, dans la falaise, le long du chemin de fer conduisant vers Halifax. D'ailleurs, en plusieurs autres endroits dans Lévis et Lauzon, vous pourrez, avec un peu de chance, en examinant minutieusement les affleurements de schistes dans les champs, trouver de ces fossiles si particuliers, aux formes délicates, et qui racontent un passé si étrange...

L'oeuvre de Mendel et la

THÉORIE CHROMOSOMIQUE DE L'HÉRÉDITÉ

par Jean R. BEAUDRY

2. Les expériences de Mendel

Mendel entreprit ensuite la réalisation de sept expériences distinctes, une pour chacune de sept paires de caractères différentiels nettement contrastants. Nous allons étudier une de ses expériences en nous rappelant que les sept ont donné essentiellement les mêmes résultats. Les données de cette expérience sont résumées dans la figure 9.³

Tel qu'indiqué dans cette figure, Mendel croisa une plante à tige géante, employée comme plante femelle, par une plante à tige naine, employée comme plante mâle. Cette génération à l'origine du croisement est nommée « génération des parents » ou P_1 . Les graines ainsi obtenues de la plante femelle, et semées l'année suivante, lui donnèrent la première génération filiale ou F_1 . Les plantes de cette génération avaient toutes des tiges géantes et l'autre caractère, tige naine, avait complètement disparu. Mendel qualifia de « dominant », le caractère qui s'était manifesté, et de « récessif », celui qui avait disparu.

Les graines ensuite obtenues des plantes de la F_1 furent semées l'année suivante pour produire la deuxième génération filiale ou F_2 . Dans cette génération, les deux caractères impliqués dans le croisement apparurent, mais alors qu'il y avait 787 plantes à caractère dominant, il n'y en avait que 277 à caractère récessif, soit 2.84 plantes à tige géante pour 1 plante à tige naine ou, essentiellement, 3 plantes à tige géante : 1 plante à tige naine.

Les graines obtenues de chacune des plantes de la F_2 et semées séparément, c'est-à-dire chaque plante de la F_2 contribuant une rangée, donnèrent la troisième génération filiale ou F_3 qui se présenta comme suit :

³ Les figures 9, 10, 11 et 12, qui présentent les résultats obtenus par Mendel, et les parties du texte qui concernent ces figures, sont complémentaires. La lecture du texte doit donc être faite en référant aux figures concernées.

les plantes à tige naine de la F_2 ne donnèrent que des plantes à tige naine, mais les plantes à tige géante, de la même génération, étaient évidemment de deux sortes, puisque un tiers d'entre elles ne donnèrent que des plantes identiques à elles-mêmes, c'est-à-dire à tige géante, alors que les deux autres tiers donnèrent, en moyenne, 3 plantes à tige géante pour une plante à tige naine, tout comme les plantes de la F_1 .

En même temps que le présent croisement, Mendel en fit le croisement réciproque, c'est-à-dire qu'il croisa une plante à tige naine, cette fois employée comme plante femelle, par une plante à tige géante, employée comme plante mâle, et cultiva ensuite les trois premières générations filiales correspondantes. *Les résultats obtenus furent les mêmes que dans le croisement précédent* : dominance du caractère tige géante à la F_1 ; réapparition du caractère récessif à la F_2 , et dans le même rapport; constatation à la F_3 que les plantes de la F_2 à tige géante étaient de deux sortes, etc. ..

Les six autres paires de caractères, étudiés dans les six autres croisements, lui donnèrent essentiellement les mêmes résultats : dominance d'un des deux caractères à la F_1 , etc. ..

Nous arrivons maintenant à l'interprétation de ces observations par Mendel :

(1) Il constate facilement que le rapport 3 : 1 de la F_2 n'est qu'un trompe-l'oeil, attribuable à la dominance, et que le véritable rapport de cette génération est le rapport 1 : 2 : 1, tel que le révèle la F_3 .

(2) Ce rapport 1 : 2 : 1 correspond à l'expression mathématique $1 AA + 2 Aa + 1 aa$ dont les termes sont obtenus en multipliant $A + a$ par $A + a$.

(3) Les deux caractères héréditaires impliqués, tige géante et tige naine, *doivent être déterminés par des facteurs qui sont transmis par les oeufs et les grains de pollen*, c'est-à-dire par les gamètes, puisque ce

Génération des parents (P₁):

Plante femelle
Plante à tige géante

X

Plante mâle
Plante à tige naine



Première génération filiale (F₁):

Toutes les plantes obtenues ont des tiges géantes



Deuxième génération filiale (F₂):



787 plantes à tige géante : 277 plantes à tige naine

OU

2.84 plantes à tige géante : 1 plante à tige naine

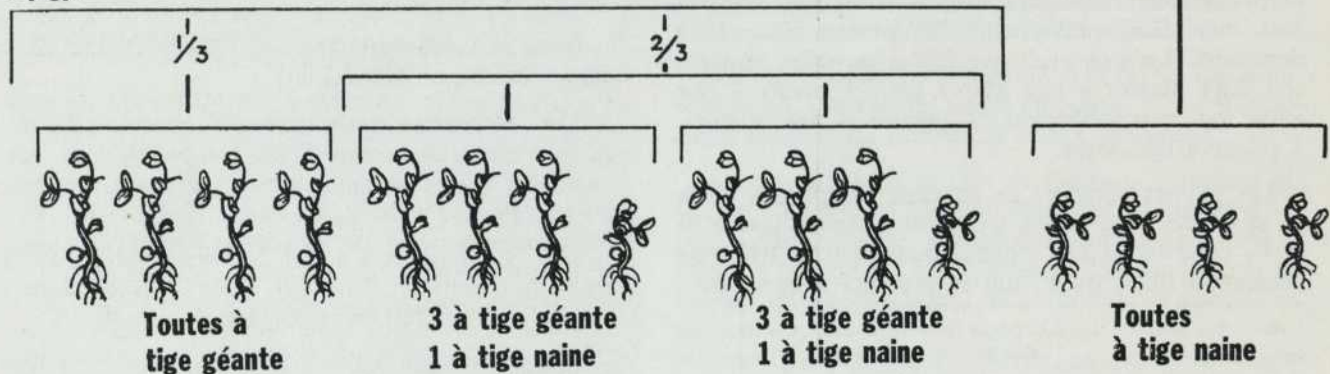
OU ESSENTIELLEMENT

3 plantes à tige géante

:

1 plante à tige naine

Troisième génération filiale (F₃):



N.B. Le croisement réciproque donne les mêmes résultats.

Figure 9

sont là les seuls liens qui unissent les générations successives.

(4) Les plantes à tige géante de la F_1 doivent contenir le facteur qui détermine une tige naine, qu'elles ont reçu de la plante à tige naine de la P_1 , parce que même si ce caractère n'apparaît pas dans la F_1 , il faut que le facteur qui le détermine ait passé par elle pour que le caractère correspondant puisse se manifester dans la F_2 , et les générations subséquentes. Ce facteur peut être représenté par « a ».

(5) Ces mêmes plantes de la F_1 contiennent évidemment aussi un facteur qui détermine une tige géante, facteur qu'elles ont reçu de la plante à tige géante de la P_1 et qui sera représenté par « A ».

(6) Les plantes de la F_1 et de la F_2 qui produisent une progéniture constituée par plus d'un type d'individus, et qu'à cause de cela on nomme hybrides, ont donc pour composition « Aa ». La différence entre elles et les plantes constantes, c'est-à-dire celles qui ne donnent dans leurs progénitures que des plantes géantes ou des plantes naines, réside dans le fait que chez ces dernières les deux facteurs en présence sont identiques, les plantes géantes constantes étant « AA » et les plantes naines « aa ».

(7) Pour qu'à partir des plantes Aa de la F_1 , on puisse obtenir la distribution 1 AA + 2 Aa + 1 aa en F_2 , il faut que les facteurs A et a soient séparés dans les oeufs et les grains de pollen, c'est-à-dire que les gamètes ne contiennent que l'un ou l'autre de ces deux facteurs, que les gamètes A et a existent en nombres égaux, et qu'au moment de la fécondation ils puissent se combiner au hasard et ainsi réaliser toutes les combinaisons possibles entre eux :

Grains de pollen	A	A	a	a	
Oeufs	A	A	a	a	
ce qui donne :	$\frac{A}{A}$	$\frac{A}{a}$	$\frac{a}{A}$	$\frac{a}{a}$	= 1 AA + 2 Aa + 1 aa,

c'est-à-dire une plante à tige géante constante : 2 plantes à tige géante hybrides : 1 plante à tige naine, toujours constante.

Figure 9 - Le croisement réalisé par Mendel entre des pois à tige géante et à tige naine. Ce diagramme présente les données du croisement et les résultats obtenus dans les trois générations issues du croisement initial. Six autres croisements, aussi effectués au moyen de plantes de pois qui ne différaient entre elles que par un seul caractère, donnèrent des résultats identiques à ceux du présent croisement. Ce sont les résultats de ces sept croisements qui permirent à Mendel de formuler sa loi de la ségrégation.

Mendel venait de formuler la première de ses deux lois, la loi de la ségrégation, qui affirme que les deux facteurs héréditaires qui constituent une paire doivent se séparer ou ségréger, puisque les gamètes mâles et femelles ne contiennent qu'un seul des deux, ainsi que l'indique le rapport 1 AA : 2 Aa : 1 aa, obtenu par le jeu de la fécondation, et qui ne peut être réalisé autrement que par l'union au hasard d'entités distinctes.

Mendel décida ensuite d'entreprendre d'autres expériences pour déterminer si la loi, qu'il venait de découvrir pour des paires de caractères distinctes, s'appliquait aussi à chacune lorsque plus d'une paire étaient réunies dans un hybride par le truchement de croisements. A cette fin, il fit deux autres séries de croisements, l'une impliquant deux paires de caractères alternatifs et l'autre trois. Arrêtons-nous seulement à la première, puisque la seconde ne fait que confirmer celle-ci, et démontrer l'extension du principe révélé par ces expériences, à tout nombre de paires de facteurs. La figure 10 résume les données de cette expérience.

Dans cette expérience Mendel croisa donc une plante ayant des graines rondes et des cotylédons jaunes par une plante ayant des graines ridées et des cotylédons verts. Toutes les graines de la F_1 , ainsi obtenues, étaient rondes et jaunes. Les caractères dominants sont donc graines rondes et cotylédons jaunes, et les récessifs graines ridées et cotylédons verts.

Par autofécondation⁴ des plantes de la F_1 , Mendel obtint une F_2 , constituée par des plantes possédant l'une ou l'autre des 4 combinaisons de caractères représentées par les nombres inscrits au tableau. De ces 4 combinaisons, 2 étaient nouvelles et réunissaient un des caractères de chacun des parents. Cette F_2 exprime évidemment le rapport suivant : 9 graines rondes-jaunes : 3 graines ridées-jaunes : 3 graines rondes-vertes : 1 graine ridée-verte.

Encore une fois, les graines obtenues de chacune des plantes des quatre catégories de la F_2 , par autofécondation, furent semées séparément pour obtenir la F_3 . Mendel constata de nouveau que le rapport de la F_2 , cette fois le rapport 9 : 3 : 3 : 1, n'était encore qu'une façade cachant un autre rapport plus complexe. En effet, cette F_3 révéla que :

⁴ L'autofécondation est un mode de reproduction qui consiste en la fécondation des cellules reproductrices (gamètes) femelles d'un individu par les cellules reproductrices mâles du même individu. Elle ne peut donc se réaliser que chez les êtres qui, comme le pois, portent les deux sexes sur le même individu. Chez les êtres qui sont unisexués seulement, comme les peupliers, les saules, le chien, le chat, etc..., l'autofécondation est donc impossible. Chez ces derniers, la reproduction se fait par fécondation croisée, c'est-à-dire par les fécondations des gamètes d'un individu femelle par les gamètes d'un individu mâle.

Figure 11

	1 AA	+	2 Aa	+	1 aa	
	1 BB	+	2 Bb	+	1 bb	
1 AABB	+	1 AAbb	+	1 aaBB	+	1 aabb
2 AaBB	+	2 Aabb	+	2 aaBb	+	
2 AABb						
4 AaBb						
9 AB		3 Ab		3 aB		1 ab

Figure 11 - Cette figure présente la preuve algébrique que le rapport 9:3:3:1, obtenu dans la deuxième génération (F₂) d'un croisement entre deux êtres qui diffèrent par deux caractères ou paires de caractères, est en réalité un rapport 1:2:2:4:1:2:1:2:1. Ce dernier résulte de la formation de toutes les combinaisons possibles, obtenues par multiplication algébrique, de deux rapports 1:2:1, l'un (1AA+2Aa+1aa) pour une paire de caractères (comme graine ronde vs graine ridée), et l'autre (1BB+2Bb+1bb) pour la seconde paire de caractères (comme cotylédons jaunes vs cotylédons verts).

Mais à cause de la dominance du facteur A sur a, et du facteur B sur b, les 9 individus qui possèdent *au moins* un A et un B (c'est-à-dire 1AABB, 2AaBB, 2AABb, et 4AaBb) ont tous des graines rondes et des cotylédons jaunes (9AB); les 3 individus qui possèdent *au moins* un A, *mais seulement*

des b (1AAbb, 2Aabb), ont tous des graines rondes et des cotylédons verts (3Ab); les 3 individus qui possèdent *seulement* des a, *mais au moins* un B (1aaBB, 2aaBb), ont tous des graines ridées et des cotylédons jaunes (3aB); et l'individu qui possède *seulement* des a et des b (1aabb), a des graines ridées et des cotylédons verts (1ab).

Figure 12 - La preuve algébrique que lorsque quatre types d'oeufs produits par un individu AaBb sont fécondés au hasard par les quatre types de grains de pollen produits par le même individu (ou par un autre individu AaBb), les rapports 1:2:2:4:1:2:1:2:1 et 9:3:3:1 de la figure 11, peuvent être réalisés.

Figure 12

	Oeufs		1 AB	+	1 Ab	+	1 aB	+	1 ab
	Grains de pollen		1 AB	+	1 Ab	+	1 aB	+	1 ab
	1 AABB	+	1 AAbb	+	1 aaBB	+	1 aabb		
	2 AaBB	+	2 Aabb	+	2 aaBb				
	2 AABb								
	4 AaBb								
	9 AB		3 Ab		3 aB		1 ab		

Figure 10

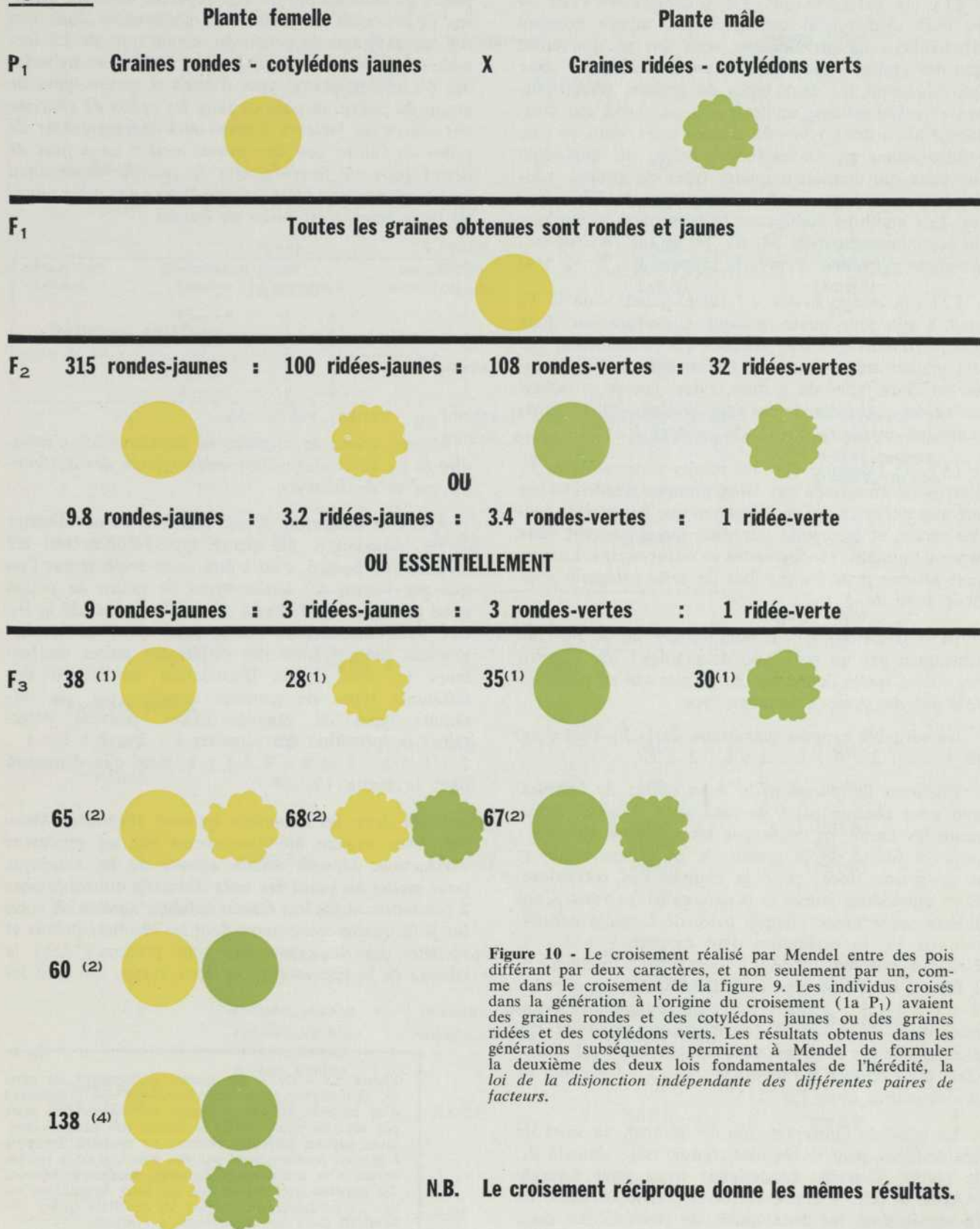


Figure 10 - Le croisement réalisé par Mendel entre des pois différant par deux caractères, et non seulement par un, comme dans le croisement de la figure 9. Les individus croisés dans la génération à l'origine du croisement (1a P₁) avaient des graines rondes et des cotylédons jaunes ou des graines ridées et des cotylédons verts. Les résultats obtenus dans les générations subséquentes permirent à Mendel de formuler la deuxième des deux lois fondamentales de l'hérédité, la loi de la disjonction indépendante des différentes paires de facteurs.

N.B. Le croisement réciproque donne les mêmes résultats.

(1) la catégorie des « 9 rondes-jaunes » de la F_2 était évidemment constituée par quatre groupes d'individus : un premier par ceux qui ne donnèrent que des graines rondes-jaunes; un deuxième par ceux qui donnèrent les deux types de graines, rondes-jaunes et ridées-jaunes; un troisième par ceux qui donnèrent aussi deux types de graines mais, dans ce cas, rondes-jaunes et rondes-vertes; enfin, un quatrième par ceux qui donnèrent quatre types de graines, rondes-jaunes, rondes-vertes, ridées-jaunes et ridées-vertes. Les nombres établissant la répartition numérique de ces quatre groupes, 38, 65, 60 et 138, étaient évidemment distribués d'après le rapport 1 : 2 : 2 : 4;

(2) la catégorie des « 3 ridées-jaunes » de la F_2 était à son tour mixte, puisque constituée par deux groupes d'individus, l'un par ceux qui ne donnèrent que des graines ridées-jaunes et l'autre par ceux qui donnèrent deux types de graines, ridées-jaunes et ridées-vertes. Les individus de ces deux groupes étaient apparemment distribués d'après le rapport 1 : 2 ;

(3) la catégorie des « 3 rondes-vertes » de la F_2 était aussi constituée par deux groupes d'individus, le premier par ceux qui ne donnèrent que des graines rondes-vertes, et le second par ceux qui donnèrent deux types de graines, rondes-vertes et ridées-vertes. Le rapport obtenu pour les groupes de cette catégorie semblait aussi de 1 : 2 ;

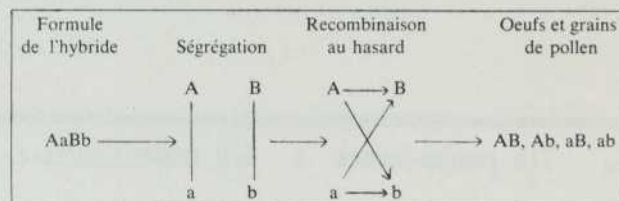
(4) la catégorie « 1 ridée-verte » de la F_2 était constituée par un seul type de graines : les 32 graines ridées-vertes donnèrent 30 plantes qui ne produisirent que des graines du même type.

Le véritable rapport numérique de la F_2 était donc de 1 : 2 : 2 : 4 : 1 : 2 : 1 : 2 : 1.

Réalisant l'implication de deux paires de facteurs, une pour chaque paire de caractères, Mendel représenta les unités en cause par les symboles suivants : pour la forme de la graine, A = graine ronde et a = graine ridée; pour la couleur des cotylédons, B = cotylédons jaunes et b = cotylédons verts. Considérée séparément, chaque paire de facteurs permettait, en F_2 , la réalisation d'un rapport 1 : 2 : 1, c'est-à-dire 1 AA : 2 Aa : 1 aa pour la première et 1 BB : 2 Bb : 1 bb pour la deuxième, et le rapport 1 : 2 : 2 : 4 : 1 : 2 : 1 : 2 : 1 ne résultait que de la réalisation de toutes les combinaisons possibles des éléments de ces deux rapports, combinaisons qui s'associent pour donner le rapport 9 : 3 : 3 : 1 à cause de la dominance (voir Fig. 11).

Le reste de l'interprétation de Mendel, au sujet de ces données, peut se résumer comme suit : dans la P_1 , le parent à graine ronde-jaune avait pour formule AABB, et celui à graine ridée-verte aabb. A cause de la ségrégation, les deux unités de chacune des deux

paires de facteurs ont dû être séparées dans les gamètes, et les oeufs du premier ne contenaient donc que AB, et les grains de pollen du second que ab. La formule des hybrides de F_1 était donc AaBb. Ces hybrides ont dû former quatre types d'oeufs et quatre types de grains de pollen, et pour ce faire les unités de chacune des paires de facteurs doivent être indépendantes de celles de l'autre (ou des autres, si il y en a plus de deux) paire de facteurs, afin de pouvoir s'unir aussi fréquemment avec l'une qu'avec l'autre des deux unités de cette paire, c'est-à-dire au hasard :



Mendel venait de formuler sa deuxième loi, c'est-à-dire la loi de la disjonction indépendante des différentes paires de facteurs.

Après la formation de ces gamètes, et au moment de la fécondation, les quatre types d'oeufs ont été fécondés au hasard, c'est-à-dire aussi souvent par l'un que par l'autre des quatre types de grains de pollen pour produire les différents types d'individus de la F_2 . Ces deux mécanismes biologiques, celui de la disjonction indépendante des différentes paires de facteurs et celui de la fécondation au hasard des différents types de gamètes femelles par les différents types de gamètes mâles, peuvent déterminer la formation des rapports 1 : 2 : 2 : 4 : 1 : 2 : 1 : 2 : 1 et 9 : 3 : 3 : 1, ainsi que démontré dans la figure 12.

Voilà donc les deux lois qu'avait formulées Mendel. Elles avaient été découvertes par un processus d'induction. Mendel décida ensuite de les employer pour mettre au point des tests déductifs qui serviraient à démontrer si ses lois étaient valables ou non. A cette fin, il fit quatre croisements dont les résultats prévus et obtenus des deux premiers sont présentés dans le tableau de la Figure 13. Les deux autres, qui sont les

Figure 13 - Deux des quatre croisements du type dit des rétrocroisements (c'est-à-dire du croisement d'un hybride à l'un ou l'autre de ses parents) faits par Mendel pour étudier la nature des gamètes produits par les hybrides obtenus en croisant des pois à graines rondes-jaunes par des pois à graines ridées-vertes. Ces croisements devaient fournir à Mendel des preuves irréfutables que ses deux hypothèses ou lois permettaient de prédire les résultats qu'on obtiendrait dans des croisements à réaliser.

Premier croisement Figure 13(a)

$AaBb \text{ ♀} \quad \times \quad AABB \text{ ♂}^1$

Résultats prévus:

Oeufs	AB	Ab	aB	ab
Pollen	AB	AB	AB	AB
	1 ronde_ jaune (AABB)	1 ronde_ jaune (AABb)	1 ronde_ jaune (AaBB)	1 ronde_ jaune (AaBb)

Résultats obtenus :

F ₁	98	graines	rondes_ jaunes	
F ₂	20 rondes_ jaunes	23 rondes_ jaunes rondes_ vertes	25 rondes_ jaunes ridées_ jaunes	22 rondes_ jaunes rondes_ vertes ridées_ jaunes ridées_ vertes
Composition des plantes de la F ₁	AABB	AABb	AaBB	AaBb

Deuxième croisement Figure 13(b)

$AaBb \text{ ♀} \quad \times \quad aabb \text{ ♂}$

Résultats prévus :

Oeufs	AB	Ab	aB	ab
Pollen	ab	ab	ab	ab
	1 ronde_ jaune (AaBb)	1 ronde_ verte (Aabb)	1 ridée_ jaune (aaBb)	1 ridée_ verte (aabb)

Résultats obtenus

F ₁	31 rondes_ jaunes	26 rondes_ vertes	27 ridées_ jaunes	26 ridées_ vertes
F ₂	rondes_ jaunes rondes_ vertes ridées_ jaunes ridées_ vertes	rondes_ vertes ridées_ vertes	ridées_ jaunes ridées_ vertes	ridées_ vertes
Composition des plantes de la F ₁	AaBb	Aabb	aaBb	aabb

¹ ♀ = femelle ; ♂ = mâle.

croisements réciproques des premiers, donnèrent des résultats qui confirmèrent ceux des deux premiers, tout en établissant que les deux sexes produisaient les mêmes gamètes.

Ainsi donc, dans le premier de ces croisements, Mendel croisa un hybride AaBb, employé comme plante femelle, par une de ses formes constantes à graines rondes-jaunes, AABB. D'après ses deux lois, la F₁ de ce croisement devait être constituée uniquement de graines rondes-jaunes, ce qu'elle fut sans exception, puisque les 98 graines qu'il obtint étaient toutes rondes-jaunes. Parmi ces graines, cependant il devait exister quatre types génétiques différents, indiqués dans la figure 13 a, et distribués d'après le rapport 1 : 1 : 1 : 1. Les résultats obtenus en F₂ établirent clairement qu'il en était ainsi, puisque sur les 90 plantes obtenues à partir des 98 graines de la F₁, 20 ne produisirent que des graines rondes-jaunes (elles avaient donc pour composition AABB), 23 produisirent des graines rondes-jaunes et des rondes-vertes (elles avaient donc pour composition AABb), 25 donnèrent des graines rondes-jaunes et des ridées-jaunes (elles avaient donc pour composition AaBB), et 22 donnèrent 4 types de graines : rondes-jaunes, rondes-vertes, ridées-jaunes et ridées-vertes (elles avaient donc pour composition AaBb).

Dans le deuxième croisement, la plante femelle fut encore un hybride de même composition, mais la plante mâle était une autre des formes constantes, à graines ridées-vertes, et conséquemment de compo-

sition aabb. La F₁ issue de ce croisement devait être composée de quatre classes de graines distribuées d'après le rapport 1 à graines rondes-jaunes : 1 à graines rondes-vertes : 1 à graines ridées-jaunes : 1 à graines ridées-vertes. Ces prévisions se vérifièrent puisque la F₁ était composée de ces quatre classes, respectivement représentées par les nombres 31, 26, 27 et 26. La composition génétique prévue pour ces quatre classes de la F₁ devait être, dans le même ordre que précédemment : AaBb, Aabb, aaBb, et aabb. La F₂ obtenue établit que ces quatre classes avaient la composition génétique prévue, tel qu'indiqué dans la figure 13 b.

Ces dernières expériences fournissaient à Mendel des *preuves* de la valeur de ses hypothèses, puisqu'elles lui permettaient non seulement d'expliquer ou d'interpréter les résultats de ses premiers croisements, mais aussi de prédire ceux de croisements différents et jamais réalisés auparavant.

Il y aurait beaucoup à dire encore sur les autres travaux de Mendel, et surtout sur les corollaires qu'il tira de ses lois. Certains de ces derniers nous révèlent davantage l'extraordinaire qualité de l'intelligence de Mendel, puisqu'ils anticipèrent des découvertes qui ne devaient être faites que 50 ans plus tard. Mais ce qui précède suffit pour présenter la substance de ses grandes découvertes. Dans la troisième partie de ce travail, nous résumerons ce qui suivit la réalisation de ses expériences.

ACTUALITÉ SCIENTIFIQUE

par Roland Prévost

Le satellite canadien est encore actif.

A Ottawa, les instruments ci-contre (*photo*) analysent et centralisent les données fournies par le satellite canadien ALOUETTE pour l'étude de l'ionosphère. Il continue à envoyer des messages à 13 postes échelonnés autour de la Terre. Les informations sont gardées sur films, sous forme d'ionogrammes. A gauche (*photo*), l'ingénieur E. A. Walker, responsable de cette énorme compilation, avec son adjoint Ronald Sigston. Lancé l'an dernier par une fusée américaine, le satellite « Alouette » est encore le seul qui ait été entièrement dessiné et construit par un pays autre que les États-Unis et la Russie.

Un petit crustacé « lumineux ». Avec la collaboration — forcée, évidemment — du petit crustacé *Cy-*



pridina, le biologiste japonais Osamu Shimomura a réussi à isoler et à cristalliser, il y a quelque temps, la « luciférine », substance qui, par réaction avec l'enzyme luciférase, produit la lumière chez certains animaux. Incidemment, *Cypridina* était bien connu des soldats américains, pendant la dernière guerre mondiale : ayant moulu et asséché un grand nombre de ces crustacés, ils gardaient cette poudre sur eux ; il suffisait d'y ajouter un peu d'eau pour produire une lumière permettant la lecture d'un message ou d'une carte. Les recherches se poursuivent conjointement par des Japonais et des Américains. L'hypothèse la plus acceptée veut que cette lumière biologique ne soit qu'un aspect du processus général par lequel la cellule tire des aliments l'énergie nécessaire à sa survie.

CRI D'ALARME

La civilisation scientifique et les Canadiens français *

« A l'occasion de l'inauguration des nouveaux pavillons de la Faculté des Sciences de l'Université Laval, nous offrons à nos compatriotes ces quelques réflexions sur la place de la Science dans la société moderne »

... « Devant l'évolution rapide de cette nouvelle civilisation, il est pénible de constater que le Canada français — qui s'est toujours préoccupé de l'humanisme — a pendant longtemps boudé la science. Depuis quelques années, les gros efforts que nous déployons semblent avoir convaincu le public que nous faisons maintenant beaucoup de science et que nous y consacrons beaucoup d'argent. Malheureusement ce n'est pas vrai; non seulement nous n'avons pas comblé les déficits, mais notre taux d'investissement en recherche pure et appliquée est inadéquat »... « L'urgence est grande ».

C'est ainsi que se présente un ouvrage édité récemment aux Presses de l'Université Laval, Québec, rédigé par un groupe de quatorze professeurs de la même institution. En douze chapitres, les auteurs analysent la science en elle-même et son rôle spécifique dans notre milieu d'expression française. L'ouvrage se divise en trois grandes parties : *la science pure, la science appliquée et les Canadiens français et la science.*

Un CRI D'ALARME qui devrait être entendu puis étudié par tous les responsables de l'enseignement, à tous les degrés, et même par nos étudiants plus âgés. LE JEUNE SCIENTIFIQUE félicite les auteurs de cet important ouvrage et en recommande fortement la diffusion.

L. B.

* CRI D'ALARME, *la civilisation scientifique et les Canadiens français*, par un groupe de professeurs de l'Université Laval. Les Presses de l'Université Laval, Québec, 1963. 144 pages. \$2.00 l'exemplaire.

Les auteurs de ce numéro

Rédacteurs :

- 73 L'Hydrogène, par Jack FELL, de *La Revue Imperial Oil*, juin 1963, vol. 47, no 3, pages 19-21.
- 76 A quoi sert cette conquête de l'espace ?, par Alphée NADEAU, B. Sc. (Physique), professeur de Physique au Collège Saint-Louis, Edmundston, N.B.
- 81 La Guêpe maculée et son guêpier, par Adrien ROBERT, c.s.v., D. Sc., professeur, Département des Sciences biologiques, Université de Montréal.
- 84 Les Graptolites, par René BUREAU, conservateur-adjoint du Musée de Géologie, Département de Géologie, Université Laval, Québec.
- 89 L'oeuvre de Mendel et la théorie chromosomique de l'hérédité; 2e article: les expériences de Mendel, par Jean R. BEAUDRY, Ph. D., généticien, professeur titulaire, Département des Sciences biologiques, Université de Montréal.
- 75, L'actualité scientifique, par Roland PREVOST, journaliste
96 à *La Presse*, Montréal.

Dessinateurs, photographes :

- 76 Une nébuleuse, photo faite aux Observatoires des Monts Wilson et Palomar, gracieusement fournie par l'Office National du Film, Montréal.
- 80 Le véhicule spatial *Dyna-Soar*, gracieuseté de *The Boeing Company*, Seattle, Washington.

- 78-79 Principaux types de fusées américaines, dessins de la *National Aeronautics and Space Administration (NASA)*, Washington, D. C.
- 81,83 Nids de la Guêpe maculée, photos de Stan JOLICOEUR, photographe, Université de Montréal, gracieuseté du professeur Adrien ROBERT.
- 84 Colonies de *Diplograptus*, dessin extrait de « *Invertebrate Fossils* », by Moore, Lali ker and Fisher (1952), reproduit avec la bienveillante autorisation de l'éditeur, McGraw-Hill Book Company, Inc., Toronto; dessin fourni par René BUREAU.
- 85,87 Graptolites, dessins et photos d'après divers manuels et ouvrages de Paléontologie, fournis par René BUREAU.
- 88 Graptolites de la région de Lévis-Lauzon, photo de Roland COULOMBE, Département de Géologie, Université Laval, Québec.
- 90,93 Croisements réalisés par Mendel (fig. 9 et 10), dessins de Roland BOULANGER, Montréal, d'après les notes du professeur Jean R. BEAUDRY.
- 92,95 Les expériences de Mendel (fig. 11, 12, 13), dessins du professeur Jean R. BEAUDRY, généticien, Département des Sciences biologiques, Université de Montréal.
- 96 Satellite « Alouette », photo du Centre de recherches sur les télécommunications (DRTE), Ottawa.

LE JEUNE SCIENTIFIQUE réclame des propagandistes !

Avec ce présent numéro de janvier 1964, votre revue termine la première moitié de son deuxième volume. Quatre autres brochures seront publiées d'ici le mois de mai prochain.

Actuellement votre revue compte plus de 7,000 abonnés, mais ce chiffre devrait être porté à 10,000 en quelques mois. Cet objectif devrait être atteint pour permettre à votre publication de réaliser son programme actuel et d'entrevoir l'avenir avec une plus grande sécurité.

Nous invitons donc tous les étudiants, tous les éducateurs intéressés à l'étude des sciences de multiplier leurs efforts en vue de diffuser davantage « leur » revue de vulgarisation scientifique. Notre bureau sera heureux de vous fournir des exemplaires-spécimens et des formules d'abonnement. Présentez LE JEUNE SCIENTIFIQUE aux écoles, aux responsables de l'enseignement des sciences, à tous les étudiants et étudiantes de votre milieu !

Profitez du tarif spécial offert aux « groupes-étudiants », soit \$1.60 pour chaque abonnement d'un groupe de 15 et plus à une même adresse. Le responsable de ces abonnements bénéficie d'un escompte de 10 cents sur chaque abonnement.

Nous disposons encore des numéros d'octobre, novembre et décembre 1963, de même que des numéros du premier volume. Tous les abonnements doivent commencer avec le premier numéro de chaque volume.

Adressez votre commande :

LE JEUNE SCIENTIFIQUE,
Case postale 391, Joliette, P. Q.

