

35¢

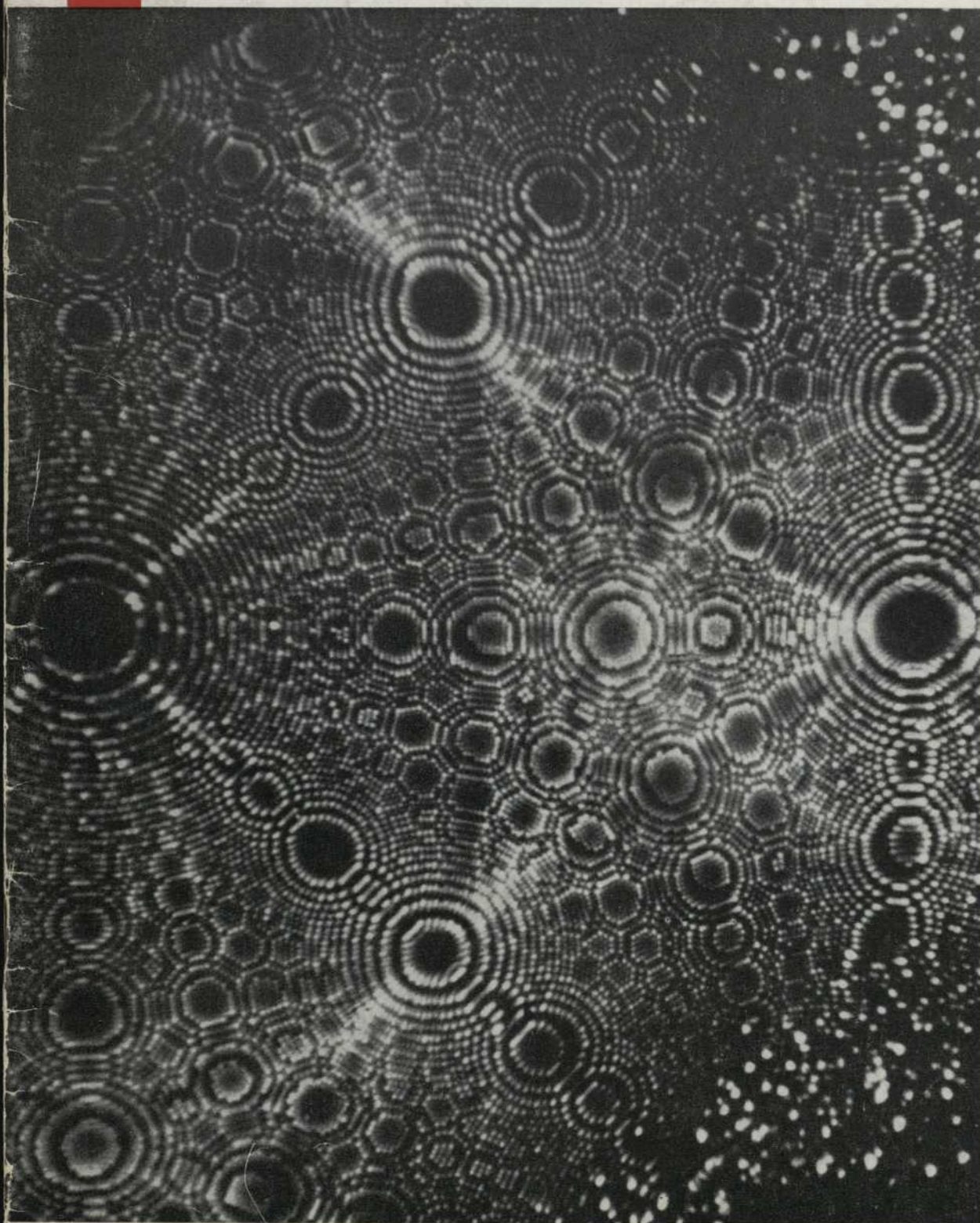
PER
J-69

9
ER



le jeune scientifique

PUBLICATION DE L'ACFAS



VOLUME 2
NUMÉRO 6
MARS 1964



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 Yves Desmarais Odilon Gagnon Hélène Kayler 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
Jean-Paul Drolet
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 6

mars 1964

SOMMAIRE

- 121 Atomique
- 126 L'hélicoptère et la cartographie; la « radioactivité » et la géologie
- 128 La chromatographie sur papier
- 130 Le dossier de l'exploration spatiale
- 132 Les Guêpes sociales du genre Vespula
- 137 L'histoire d'une découverte
- 140 Les aventuriers de la science: Berthelot et Pasteur.

Photo-couverture : cette remarquable figure est la photographie d'un cristal de platine. Chacun des milliers de points lumineux correspond à un **atome**. Pour obtenir une telle image de la structure d'un cristal de platine, il a fallu utiliser un grossissement d'environ 2,800,000 fois. — Dans ce présent numéro, nous commençons la publication d'une série de quatre articles sur l'atome et ses « particules fondamentales ».

(Photo gracieusement fournie par le Professeur Erwin MULLER, physicien, de la Pennsylvania State University, U.S.A.).

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 : 753-7466, 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.

PER
J-69
3

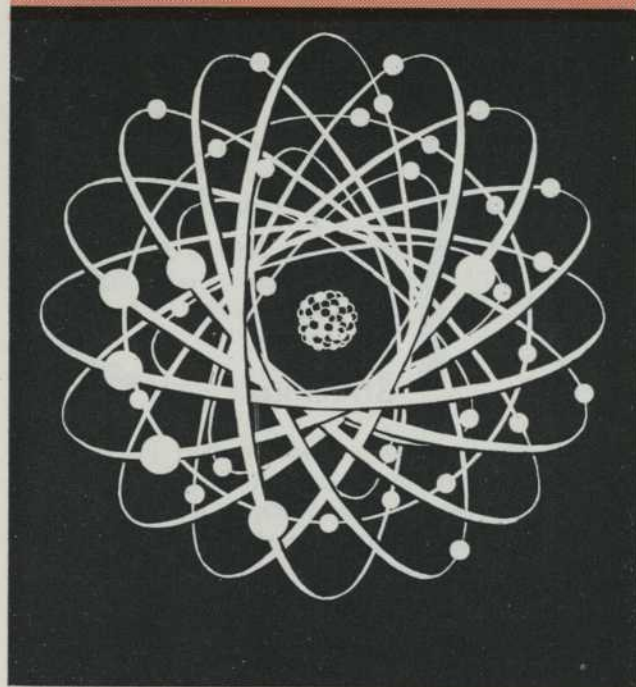


Fig. 1.

ATOMIQUE

Dans ce qui suit, le lecteur pourra trouver de brefs commentaires sur une série de douze dessins, choisis par LE JEUNE SCIENTIFIQUE, dans le but de rappeler, ou même de faire connaître au lecteur les notions fondamentales et le vocabulaire qu'on rencontre dans l'étude ou la description de l'atome.

Le titre de cet article suggère une explosion. Puisse-t-il s'en passer plusieurs, de l'ordre de la connaissance et de la découverte, dans l'esprit d'un aussi grand nombre de lecteurs que possible. C'est à cause de sa valeur suggestive que nous avons choisi le titre, ATOMIQUE. Toutefois, nous pourrions en pousser un peu plus loin la justification. En effet, l'usage a bien consacré OPTIQUE pour l'étude de la lumière, MÉCANIQUE pour l'étude du mouvement et THERMODYNAMIQUE pour l'étude de la chaleur. De là, il n'y a qu'un pas à faire afin de suggérer ATOMIQUE pour l'étude de l'atome.

par Serge LAPOINTE

L'atome, dans sa conception moderne, est avec nous depuis une cinquantaine d'années. Cinquante années d'existence en physique contemporaine, plus encore qu'en physique passée, c'est une rude épreuve. La notion d'atome, qui a survécu à ce test, est une notion sûre et bien établie. Il n'est donc pas nécessaire, il est même à mon avis nuisible, de parcourir en détails toutes les péripéties de la genèse de la notion d'atome. (Par contre, il est également vrai que l'étude de l'évolution historique de certains concepts scientifiques peut être une source d'inspiration pour un esprit scientifique déjà formé, et même parfois une source d'information pour un esprit en voie de formation.)

Il reste par conséquent devant nous deux possibilités, suivant le but qu'on se propose. La première, qui doit aussi être la première qu'on aborde au cours de ses études, consiste en une description et une explication simples du monde atomique. C'est évidemment celle que nous choisirons de suivre ici. La deuxième, plus profonde et plus définitive, c'est celle des études spécialisées. Elle consiste à considérer les uns après les autres, dans un ordre économique, tous les éléments du monde atomique, à en démontrer la cohérence et à en retracer, d'une manière critique, la source soit dans une expérience soit dans une hypothèse de nature théorique. Souhaitons ici que la lecture de ce qui va suivre laisse un grand nombre de jeunes lecteurs en appétit et qu'elle les amène à entreprendre cette seconde étude plus poussée de l'atome qui les conduira au métier de physicien.

Fidèle aux idées énoncées dans ce bref préambule, nous allons maintenant décrire, expliquer et illustrer les principaux éléments du monde atomique.

Matière

Qu'est-ce que la matière ? C'est une question vieille comme le monde. On peut l'entendre d'ailleurs de bien des façons.

Le physicien d'aujourd'hui croit, à juste titre, pouvoir donner une assez bonne réponse à cette importante question. Pour lui, la matière est composée d'atomes. Et cette réponse, comme nous allons le voir un peu, renferme tout un monde.

En revanche on peut demander, qu'est-ce qu'un atome ? Naturellement, la véritable réponse à notre première question : qu'est-ce que la matière, se trouve là, dans la réponse que nous donnerons à cette deuxième question : qu'est-ce que l'atome.

L'atome est une infime parcelle de matière. (Nous verrons plus bas ses dimensions quantitatives.) L'atome est donc très petit. Chaque grain de matière est fait d'un très grand nombre d'atomes.

Tout morceau de matière, quelle que soit son apparence physique, est composé d'atomes; encre, papier, bois, roches, métaux, tout cela est fait d'un grand nombre de minuscules atomes réunis ensemble.

Toutefois, et c'est cela qui est important, l'atome n'est pas une parcelle quelconque de matière, c'est une parcelle très spéciale.

La figure 1, en tête de cet article, représente bien l'image que le physicien se fait d'un atome assez complexe.

Imaginons qu'on prenne un morceau de cuivre rouge et qu'on le sectionne, par la pensée, en morceaux de plus en plus petits. Ces petits morceaux seront toujours du cuivre. Mais, à un moment donné, nous aurons devant nous un morceau tellement petit qu'il ne contiendra plus que quelques atomes de cuivre. L'atome de cuivre est le plus petit morceau de cuivre qui puisse exister. Le physicien, aujourd'hui, a des moyens assez puissants pour briser cet atome de cuivre; mais, s'il le brise, ce n'est plus un atome de cuivre qu'il a devant lui, ce sont d'autres atomes, plus petits.

L'atome est donc une petite sphère, ayant une structure propre, bien particulière.

Nous allons maintenant aborder la description des dimensions de l'atome, de sa structure et de ses composantes ainsi que de ses principales propriétés.

Dimensions

Les atomes sont de forme approximativement sphérique. Le diamètre d'un atome est de l'ordre de un cent millionième de centimètre, ce qui peut s'écrire $1/100,000,000$ cm, ou, en utilisant la notation exponentielle, $1/10^8$ cm, ou encore 10^{-8} cm (10 puissance

moins 8). Les longueurs de l'ordre de 10^{-8} cm se rencontrent tellement souvent dans le monde atomique qu'on a jugé utile de définir une nouvelle unité de longueur en conséquence. Ainsi on a décidé de donner le nom de un *Angstrom* (qu'on dénote par 1 Å) à une longueur de 10^{-8} cm. On voit donc que les dimensions atomiques sont de l'ordre de l'Angstrom.

Il est facile de calculer que 100,000,000 d'atomes, c'est-à-dire 10^8 atomes, placés côte à côte, constituent une file de 1 cm de long. (Voir figure 2)

Structure

Il est important de considérer dans l'atome deux régions nettement distinctes. La figure 1 représente bien ces deux régions. Au centre, au coeur de l'atome, on trouve le *noyau* atomique. A l'extérieur, en périphérie se trouvent les *électrons* atomiques.

Comme on peut le voir, le noyau forme une petite sphère très compacte. Par contre, les électrons atomiques forment cortège autour du noyau; on peut se les représenter comme tournant sur des orbites plus ou moins circulaires ou elliptiques dont les plans prennent plusieurs orientations différentes dans l'espace.

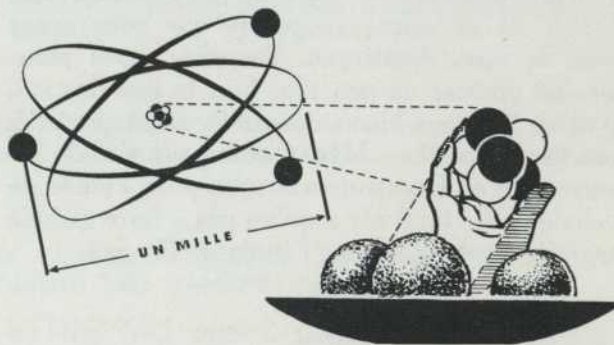
Les électrons du cortège tournent relativement vite autour du noyau. Ils décrivent donc, tous ensemble une espèce d'enveloppe ou d'écran, autour du noyau, qu'on appelle souvent le *nuage électronique* de l'atome.

Si on met à part, pour l'instant, le noyau qui est très dense et très petit, le reste de l'atome, c'est-à-dire le nuage électronique, lui, est relativement grand et pratiquement vide. Considérons, par exemple, sur la figure 3 un atome de Lithium. Essayons de nous faire une idée des dimensions relatives du noyau et des orbites électroniques. Supposons que le noyau soit gros comme une orange (environ 10 cm de diamètre);

Fig. 2. Sur une tête d'épingle de 1 cm de diamètre, on pourrait placer, côte à côte, 100,000,000 d'atomes (ou 10^8 atomes).



Fig. 3. Si le noyau de cet atome était gros comme une orange, les dimensions extérieures de l'atome seraient d'environ 1 mille.



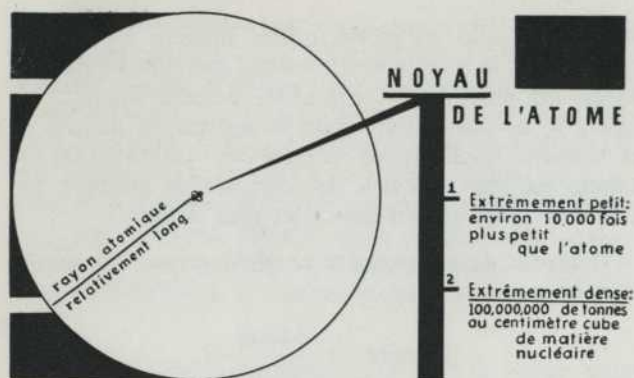


Fig. 4.

alors, les orbites électroniques, qui représentent également les dimensions extérieures de l'atome, auraient des diamètres d'environ un mille (environ 2 kilomètres, ou 2×10^3 mètres, ou 2×10^5 cm). L'atome est donc quelque dix mille fois plus grand que son noyau. Le rapport de leurs dimensions se situe entre 10^4 et 10^5 . Ceci est illustré à nouveau sur la figure 4, et rappelé au paragraphe 1 de la légende. Le paragraphe 2 de cette même légende mentionne une autre propriété du noyau sur laquelle nous reviendrons plus bas.

Il est important de remarquer que, malgré tous les efforts qu'on puisse faire, les figures ne peuvent donner qu'une idée imparfaite des dimensions relatives du noyau et de l'atome. Ainsi, la figure 4 représente un noyau 10 fois plus petit que l'atome, comme vous pourrez vous en assurer vous-même au moyen d'une règle. Cette figure vous est donc présentée comme un tremplin pour vos réflexions qui vous permettront d'imaginer ce qui se trouve dans la réalité, c'est-à-dire un noyau plus de 10,000 fois plus petit que l'atome.

Masse

On représente souvent l'atome, à plat sur une feuille, comme sur la figure 5, plutôt qu'en 3 dimensions, comme sur la figure 1. On dessine alors les électrons sur des cercles concentriques (nous verrons plus bas la signification de ces cercles). On ne se soucie plus, dans ce genre de schéma, d'indiquer que les orbites électroniques sont beaucoup plus grandes que le noyau. La figure 5 nous rappelle une vérité importante : la masse du noyau est beaucoup plus grande que celle de tous les électrons atomiques réunis. En fait, la masse du noyau est plus de 2,000 fois plus grande que celle des électrons réunis. Par conséquent, à une partie dans deux mille près, la masse de tout l'atome (y compris le noyau cette fois) est égale à la masse du noyau.

Le nuage électronique est non seulement grand et vide, mais de plus il est aussi très léger. On dit que

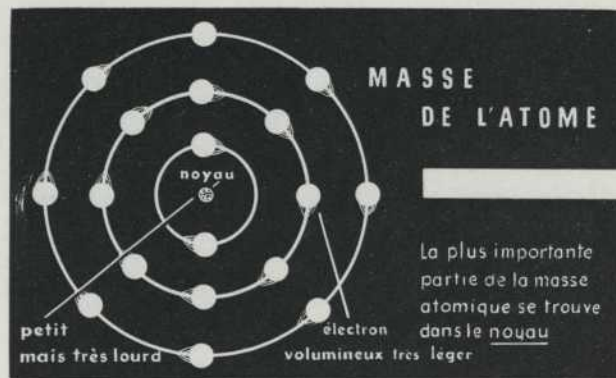


Fig. 5.

toute la masse de l'atome, pratiquement, se trouve située dans le noyau.

Propriétés

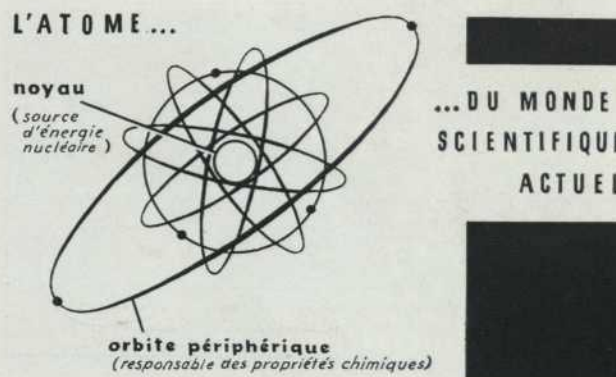
On pourrait être porté à déduire de ce qui précède que les électrons atomiques ne jouent qu'un rôle secondaire et qu'au contraire le noyau de l'atome donne à celui-ci, et à la matière qu'il compose, ses principales propriétés.

Il en est ainsi de la masse, bien entendu, comme nous venons de le voir au paragraphe précédent.

Mais pour les autres propriétés c'est plutôt l'inverse. Ce sont les électrons qui donnent à l'atome, et à la matière, toutes ses propriétés physiques et chimiques comme sa densité, son apparence, ses propriétés électriques (conducteur, semi-conducteur ou isolant), ses propriétés optiques (transparence ou opacité), ses propriétés calorifiques, mécaniques (ductilité, rigidité) etc.

En particulier, comme l'indique la figure 6, les électrons tournant sur l'orbite périphérique, la plus

Fig. 6.



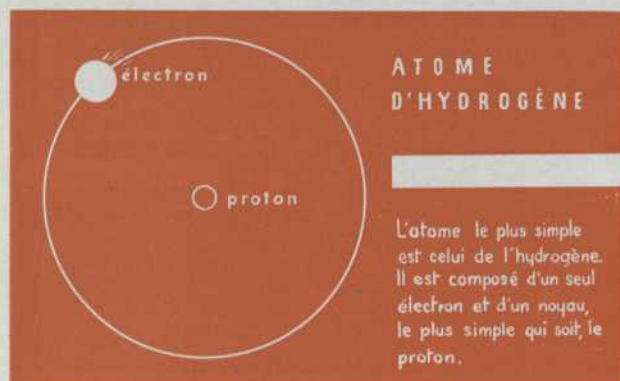


Fig. 7. L'atome le plus simple est celui de l'Hydrogène. Il est composé d'un seul électron et d'un noyau, le plus simple qui soit, auquel on donne le nom de proton.

éloignée du noyau, sont les seuls responsables des propriétés chimiques des atomes. C'est par l'intermédiaire de ces électrons que les atomes réagissent chimiquement les uns avec les autres, et qu'ils se combinent pour former des groupes d'atomes liés les uns aux autres et qu'on appelle *molécules*. L'étude de l'association des atomes en molécules ou de leur dissociation subséquente forme l'objet même de la chimie moderne.

Comme l'indique aussi la *figure 6*, une des principales propriétés du noyau est celle d'être la source de l'énergie nucléaire, qui anime les bombes ou les réacteurs nucléaires, et qu'on appelle souvent faussement énergie « atomique ». Les autres propriétés du noyau, quoique très nombreuses et très importantes, ne tombent pas sous les sens de l'honnête homme de la rue.

Matière nucléaire

On donne parfois ce nom à la matière dont est formé le noyau. Il s'agit évidemment d'une matière beaucoup

Fig. 8. L'atome d'Hélium comprend deux électrons; son noyau est formé de deux protons et de deux neutrons.



plus dense que n'importe quelle matière qu'on rencontre dans le monde des hommes, mercure liquide, or jaune ou plomb gris. En effet, comme l'indique la *figure 4*, au paragraphe 2 de la légende, la densité de la matière nucléaire se compte en 100,000,000 de tonnes par cm^3 , au lieu des dizaines de gramme par cm^3 des matières ordinaires les plus denses.

Essayons de comprendre ce phénomène. Par définition on a :

$$\text{Densité} = \frac{\text{Masse}}{\text{Volume}}$$

La densité de la matière nucléaire est donc égale à la masse du noyau divisée par son volume : c'est ce nombre qui vaut 10^8 tonnes par cm^3 .

$$D_{\text{noyau}} = \frac{M_{\text{noyau}}}{V_{\text{noyau}}} = \frac{10^8 \text{ tonnes}}{\text{cm}^3} \quad (1)$$

Par contre, la densité de la matière ordinaire est égale à la masse d'une bille de plomb, par exemple, divisée par son volume. Or la masse de la bille est égale à N fois la masse d'un atome de plomb, M atome où N est le nombre d'atomes contenus dans la bille. De même, le volume de la bille est égal à N fois le volume, V atome, de chaque atome. Par conséquent :

$$D_{\text{plomb}} = \frac{M_{\text{bille}}}{V_{\text{bille}}} = \frac{NM_{\text{atome}}}{NV_{\text{atome}}} = \frac{M_{\text{atome}}}{V_{\text{atome}}}$$

Le nombre N se simplifie au numérateur et au dénominateur, et la densité, finalement, est égale au rapport de la masse de l'atome au volume de l'atome.

Mais, comme nous l'avons vu plus haut, la masse de l'atome est égale à la masse du noyau. Par conséquent :

$$D_{\text{plomb}} = \frac{M_{\text{atome}}}{V_{\text{atome}}} = \frac{M_{\text{noyau}}}{V_{\text{atome}}} \quad (2)$$

Puisque le volume de l'atome, V atome, est beaucoup plus grand que le volume du noyau, V noyau, comme nous l'avons vu plus haut, alors on en déduit, en comparant les équations (1) et (2), que la densité du plomb, D plomb, est beaucoup plus faible que la densité de la matière nucléaire, D noyau. Ce qui s'écrit : $D_{\text{plomb}} \ll D_{\text{noyau}}$.

Éléments

Nous avons affirmé, dès le début, que chaque atome avait une structure propre. Cette structure caractéristique, comme nous sommes maintenant en mesure de le comprendre, se manifeste par la composition du noyau, que nous examinerons plus bas, et par le nombre et la position des électrons atomiques.

A chaque *configuration électronique* correspond une espèce donnée d'atome. Une collection d'atomes de la même espèce constitue un corps chimiquement pur ou un *élément*. Il est facile de comprendre cette propriété. En effet, si tous les atomes d'un ensemble sont de la même espèce, ils ont tous la même orbite périphérique et par conséquent, les mêmes propriétés chimiques. La collection possède alors un ensemble unique et bien défini de propriétés chimiques, celles de chaque atome individuel, et se comporte donc comme un corps pur.

Il est intéressant de noter aussi que la masse d'un corps pur est proportionnelle à la masse de l'atome correspondant; le facteur de proportionnalité est égal au nombre d'atomes contenus dans le corps en question.

L'élément chimique le plus simple et le plus léger est l'Hydrogène. L'atome d'Hydrogène est aussi le plus simple et le plus léger. Comme l'indique la *figure 7*, qui le représente en plan, il est composé d'un noyau, le plus simple et le plus léger qui soit, auquel on donne le nom de *proton*, et d'un seul électron qui tourne autour sur une orbite circulaire.

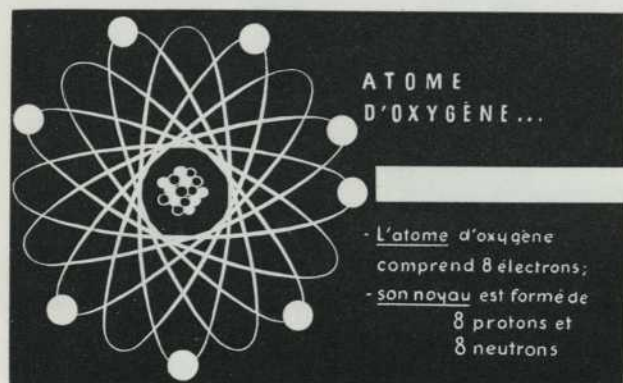
Le prochain, en ordre de complexité, est l'atome d'Hélium. (Voir *figure 8*.) Il est composé de deux électrons, qui tournent sur des orbites semblables mais distinctes. Son noyau est plus complexe aussi : il est formé de 2 protons et de 2 neutrons (voir plus bas).

La *figure 9* représente un atome encore plus complexe, celui d'Oxygène, qui est environ quatre fois plus lourd que l'atome d'Hélium.

Couches

La *figure 10* illustre comment les électrons orbitaux d'un atome peuvent être groupés schématiquement en *couches* de plus en plus grandes. L'atome d'Hydrogène compte un seul électron sur la première couche.

Fig. 9. L'atome d'Oxygène comprend 8 électrons; son noyau est formé de 8 protons et de 8 neutrons.



Dans l'atome d'Oxygène, la première couche est remplie, ou complète, avec deux électrons. Les six autres électrons doivent aller se placer sur une deuxième couche plus grande que la première.

Dans l'atome de cuivre, la première couche est complète avec ses deux électrons et la deuxième couche est complète avec ses 8 électrons; la troisième couche reçoit 18 électrons tandis qu'il reste un seul électron sur la couche extérieure.

Charge électrique

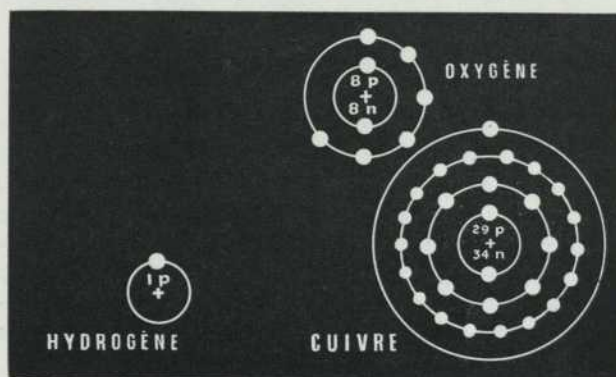
Chaque électron porte une charge électrique négative. Le proton porte une charge électrique positive. Ces deux charges s'équilibrent dans l'atome d'Hydrogène qui est électriquement neutre. (Voir *figure 7*).

Tous les atomes sont électriquement neutres et par conséquent, pour assurer cette neutralité, il faut qu'il y ait autant de protons dans le noyau qu'il y a d'électrons orbitaux autour de lui. (Voir *figure 10*; dans l'Oxygène il y a 8 protons et 8 électrons).

Regardons à nouveau l'atome de Lithium (*figure 11*). Il est électriquement neutre; les 3 électrons orbitaux, chargés négativement, annulent la charge positive des 3 protons du noyau (petites sphères blanches).

Par ailleurs, comme chacun sait, il existe une force d'attraction entre deux charges électriques de signe contraire, plus (+) et moins (-). C'est cette force, que le noyau, positif, exerce sur les électrons, négatifs, qui les fait orbiter autour du noyau comme la terre autour du soleil.

Fig. 10. Vue schématique en plan de trois atomes. Au centre de chacun la croix (+) indique l'emplacement du noyau; au-dessus et au-dessous le nombre de protons (p) et le nombre de neutrons (n) dans le noyau. Les électrons se groupent en couches autour du noyau. (Voir l'explication dans le texte).



Particules élémentaires

La matière est constituée d'atomes.

Comme nous venons de le voir, l'atome, à son tour, est composé d'un noyau, électriquement positif, entouré d'électrons négatifs, disposés en couches autour de lui.

On donne le nom de *particules élémentaires* à l'électron et au proton. Ce sont les éléments ultimes dont se

compose la matière. Ils ne sont eux-mêmes composés de rien d'autre.

En terminant, regardons de plus près le noyau de Lithium (voir *figure 12*). En plus de 3 protons, il comprend également 3 neutrons. Le neutron est une troisième particule élémentaire. Sa masse est à peu près égale à celle du proton et 2,000 fois plus grande environ que celle de l'électron. Sa charge électrique est nulle; c'est une particule neutre, d'où son nom.

Tous les noyaux contiennent des neutrons, en nombre égal ou même supérieur (dans les atomes lourds) à celui des protons.

Dans les 3 articles qui suivront, nous reviendrons sur ces particules élémentaires et nous ferons la connaissance des autres *particules fondamentales* qui habitent le monde atomique.

Fig. 11. Atome de Lithium. Les électrons sont chargés négativement; les protons (sphérules blanches) dans le noyau, sont chargés positivement. Sous l'effet de la force d'attraction qui s'exerce entre ces charges de signe opposé, les électrons orbitent autour du noyau comme la terre autour du soleil.

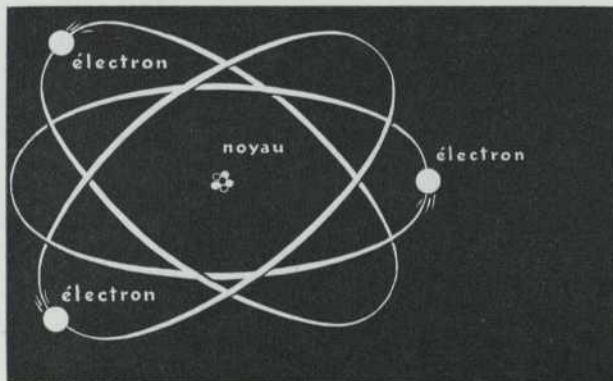


Fig. 12. Dans un noyau de Lithium, il y a 3 protons et 3 neutrons.

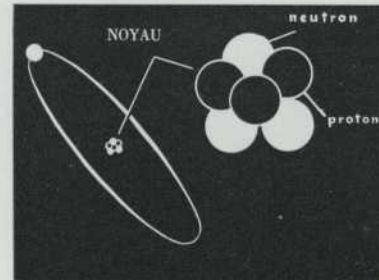


Photo-reportage de l'O.N.F.

Hélicoptère et cartographie

Il semble bien, à ce qu'en dit la direction de la Commission géologique du Canada, que l'événement capital des dix dernières années de ce service fédéral soit l'expérience tentée dans l'emploi de l'hélicoptère à des fins de cartographie géologique.

En 1952, en effet, la Commission décidait de jeter un regard en arrière afin d'évaluer ses réalisations depuis sa fondation en 1842. On en conclut que les deux tiers des quatre millions de milles carrés du Canada restaient à être cartographiés géologiquement. Pour une nation dont l'économie repose pour une bonne part sur l'exploitation de son sous-sol, la situation apparaissait vraiment alarmante. Il devint donc évident, en se basant sur les travaux passés, qu'il faudrait encore un autre siècle avant que l'on puisse terminer la cartographie géologique du pays. Puis,



Une photo prise au Yukon où l'hélicoptère permet aux géographes de voyager dans des terrains fort accidentés.

comme par enchantement, le monde des transports aériens inventa une sorte de tapis magique que l'on appela l'hélicoptère.

L'hélicoptère pouvant s'élever et atterrir à la verticale vint donc solutionner le problème le plus crucial des cartographes géologues : les déplacements en des endroits des plus inaccessibles. Ce véhicule faisait donc son entrée solennelle dans le monde de la géologie tout en venant hâter d'une manière prodigieuse la totale cartographie géologique du Canada. A l'hélicoptère, il va sans dire, s'ajoutent les avions et hydravions qui viennent compléter les modes de déplacement par terre ou par eau. Il n'en reste pas moins cependant, que les scientifiques auront quand même à parcourir à pieds, chaque saison, plus de 500 milles sur le terrain.

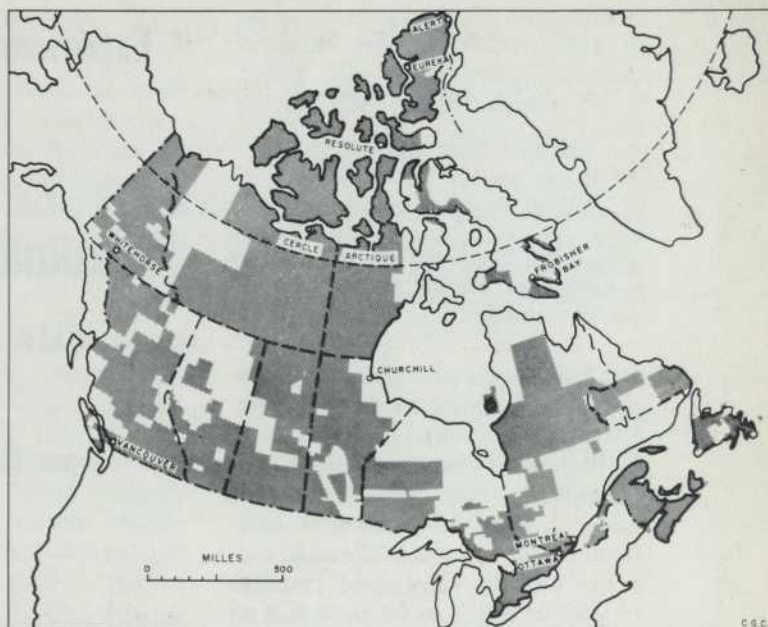
"Radioactivité" et géologie

L'on sait aujourd'hui que les principes appliqués de la radioactivité ont rendu et rendront encore de précieux services aux mondes de la chimie et de l'industrie. Les phénomènes de radioactivité tiennent une place de plus en plus importante dans la connaissance humaine. Il est peu de domaines en science où ne s'ouvre un chapitre sur la radioactivité.

Pour les géologues du Canada, ce phénomène apporte une réponse à un problème scientifique de très grande importance : la détermination de l'âge des roches. On connaît depuis longtemps les principes de la datation par l'étude des fossiles. Mais justement, voilà que le Canada possède d'immenses régions sans fossiles. Comment s'y prendra-t-on pour en établir la datation ? La radioactivité solutionne ce problème. Disons, pour simplifier une science des plus complexes, que c'est en mesurant le taux de décroissance de la radioactivité des formations rocheuses que l'on en vient à déterminer l'âge.

C'est au moyen d'un instrument assez simple en soi, appelé le *compteur Geiger*, que le scientifique débute ses recherches pour passer ensuite à des instruments beaucoup plus compliqués, dans ses laboratoires. Chose assez étrange, l'examen des plantes dans les régions aux roches radioactives pourrait également apporter de précieuses données dans le domaine de la datation (établissement de l'âge des formations rocheuses).

Les recherches des scientifiques de la Commission géologique du Canada ne seront pas sans rendre de précieux services aux leaders de l'industrie minière. Ces derniers adapteront ces découvertes à l'exploration



Les parties blanches de cette carte illustrent les régions qui ne sont pas encore cartographiées, soit près des deux tiers du Canada. La Commission géologique du Canada espère compléter cette immense tâche d'ici la prochaine décade. L'hélicoptère permet d'accélérer le travail de façon étonnante.



A l'aide d'un compteur à scintillations, un géologue d'Ottawa vérifie la radioactivité émanant d'un échantillon de roche, avant que l'on en détermine l'âge.

des gisements que renferme le sous-sol canadien. La géologie, bien avant l'établissement de la Confédération, a toujours joué un rôle des plus importants dans l'avenir économique du pays. La radioactivité vient donc s'ajouter à tout ce qui a été fait pour assurer la prospérité économique à notre pays.

Expérience à réaliser

La chromatographie sur papier

par Réal AUBIN

Une façon moderne de séparer les constituants d'une goutte d'encre ou de teinture.

L'expérience que nous vous proposons ne se contente pas d'illustrer jusqu'à quel point il est aisé de réaliser chez soi une expérience scientifique; elle veut aussi vous initier à l'une des meilleures techniques dont dispose le chimiste moderne lorsqu'il entreprend l'analyse immédiate d'une petite portion d'un mélange homogène de substances solubles.

Qu'est-ce que la chromatographie ?

Au début du vingtième siècle, Michel Tswett, botaniste russe, découvre un procédé de séparation des pigments végétaux. Il nomme cette technique « *chromatographie* », mot qui signifie *graphique à l'aide de couleurs*; ce nom est resté même si, aujourd'hui, il arrive qu'on utilise cette méthode pour isoler des substances incolores.

La chromatographie met en oeuvre deux phases : une phase *stationnaire* et une phase *mobile*. La phase stationnaire est habituellement une substance solide; la phase mobile est ordinairement un solvant liquide. On provoque le passage de la phase mobile sur la phase stationnaire : les molécules de l'échantillon à analyser se répartissent alors entre le solvant liquide et la phase solide.

Le principe de l'analyse par chromatographie est le suivant : les *différentes molécules* présentes dans l'échantillon à analyser possèdent *différents degrés d'affinité* pour la phase stationnaire. Aussi, lorsque le solvant liquide les amène au contact de la phase solide, les molécules

les présentes dans le mélange initial seront plus ou moins retenues selon leur affinité plus ou moins grande pour la phase stationnaire, celles qui ont le plus d'affinité se séparant d'abord du reste du mélange pour *s'adsorber* sur la phase solide.

La chromatographie sur papier

L'emploi du papier comme phase stationnaire débuta en Angleterre. Les principaux avantages de la chromatographie sur papier résident à la fois dans l'extrême simplicité du procédé et dans la possibilité de fractionner d'infimes quantités de mélange.

On dépose près d'un bout du papier une petite goutte du mélange qu'on veut analyser. On laisse sécher ce dépôt puis on plonge dans le solvant l'extrémité du papier la plus rapprochée du dépôt. Par *capillarité*, le solvant liquide monte dans le papier poreux, entraînant avec lui le mélange à fractionner.

Mais puisque les substances présentes dans le mélange n'ont pas toutes la même affinité pour le papier à chromatographie, elles ne se déplacent pas toutes à la même vitesse. A mesure que la frontière du solvant liquide s'élève, on voit donc apparaître sur le papier *différentes*

zones qui correspondent à autant de constituants dans le mélange initial. Les substances présentes dans la petite goutte du mélange se sont donc distribuées d'elles-mêmes dans les diverses sections du *chromatogramme développé*, selon l'ordre décroissant de leur affinité pour le papier employé.

Matériel requis

Pour cette expérience, nous n'avons besoin que du matériel suivant : bande de papier blanc et poreux, verre ordinaire ou bouteille avec bouchon, une goutte d'encre ou d'un colorant végétal, quelques onces d'eau ou d'un autre solvant liquide.

Mode opératoire

Dans du papier blanc et poreux (papier à chromatographie, papier filtre, papier buvard ou autre semblable), découper une bande d'environ 1/2 po. de largeur et 6 po. de longueur. Fixer cette bande de papier sous le bouchon d'une bouteille (Fig. 1) ou autour d'un crayon (Fig. 2) de façon que son extrémité libre touche juste le fond du récipient utilisé.

Placer avec soin une petite goutte d'encre ou de colorant au centre de la bande de papier et à environ 1 pouce et demi de l'extrémité libre. La tache de colorant ne doit pas avoir plus de 1/8 po. de diamètre.

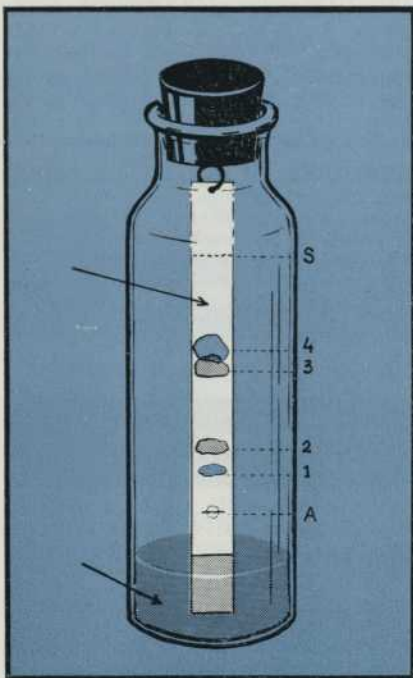
Introduire ensuite le solvant liquide (eau ou autre) dans le récipient; en mettre juste assez pour qu'une longueur d'environ 3/4 po. de la bande de papier soit immergée

dans le liquide. Observer attentivement ce qui se passe lorsque le solvant balaie la tache colorée. Laisser monter le solvant durant au moins 15 minutes avant de retirer le chromatogramme pour le mettre à sécher.

Si l'on n'observe pas des zones de différentes couleurs totalement séparées ou non, on recommencera avec une autre sorte de colorant. Avec l'encre d'un crayon à bille, on mettra de l'alcool à friction au lieu de l'eau, comme solvant liquide.

Les différentes couleurs que vous pouvez ainsi déceler sont celles qu'on a mélangées pour préparer l'encre ou le colorant dont vous vous êtes servi.

Fig. 1 : Le mélange est déposé au point A. Lorsque le solvant monte, les constituants 1, 2, 3 et 4 se déplacent à différentes vitesses et se trouvent ainsi séparés. Le solvant se rend jusqu'au niveau S. Le bouchon empêche l'évaporation du solvant volatil.

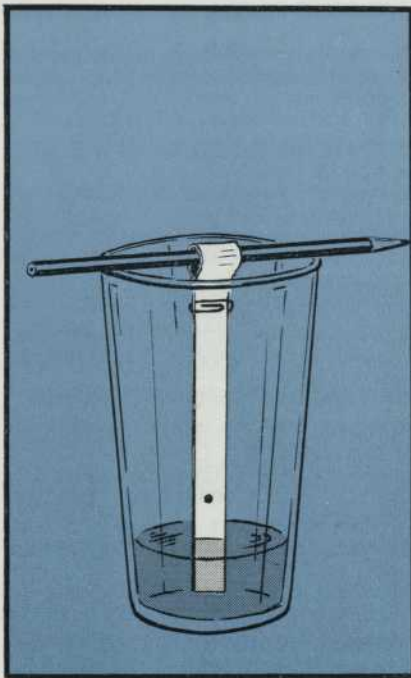


Autres suggestions

Nous vous conseillons de répéter cette expérience facile en l'appliquant à divers jus de fruits ou de légumes (betteraves, épinards, etc.) et en ayant recours à différents solvants liquides (mettant, par exemple, un peu de vinaigre blanc dans l'eau).

Un extrait des pigments des feuilles vertes obtenu en triturer ces feuilles dans un mélange (1:1) de benzène et d'éther de pétrole, donne un chromatogramme intéressant lorsqu'on utilise le même mélange de liquides comme solvant révélateur. Vous aimerez peut-être essayer de séparer un mélange à parties

Fig. 2 : Le montage le plus simplifié. Le papier est retenu par une pince autour d'un crayon qui le maintient immergé dans le verre.

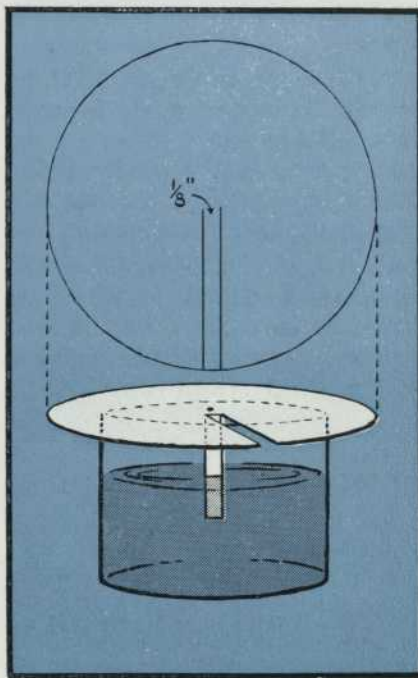


égales des substances inorganiques suivantes : nitrates de fer (III), de cuivre (II) et de cobalt, en employant l'eau comme solvant.

Vous pourrez aussi modifier votre montage. Un disque en papier avec une mèche plongeante (Fig. 3) devrait vous donner un chromatogramme à anneaux concentriques lorsque le mélange à fractionner est placé au centre du disque.

Si vous avez recours à un solvant liquide volatil (éther, alcool dénaturé, etc.), vous préviendrez son évaporation en préparant le chromatogramme en vase clos.

Fig. 3 : Le papier est un disque bien maintenu en place. Une partie du disque sert de mèche plongeante pour amener le solvant sur le disque.



Le dossier de l'exploration spatiale

Renseignements et notes compilés par Réal AUBIN

La liste que nous publions énumère les lancements les plus importants réussis du 4 oct. 1957 jusqu'à la fin de 1963.

Un astérisque (*) indique que le bolide est encore en orbite et deux (**) signifient que l'émission des signaux se poursuit. Quand c'est possible, on indique en milles la distance de l'orbite la plus rapprochée (périgée) et la plus éloignée (apogée) de la Terre, de la Lune ou du Soleil. Le temps indique la durée de la « vie » du bolide et de chaque orbite.

Par exemple, au Dossier 1957, le Sputnik I a été en orbite à partir du 4 octobre 1957; sa « vie » de satellite a cessé le 4 janvier 1958. Durant cette période, chacune des révolutions qu'il accomplissait autour de la Terre prenait 96.2 minutes.

DOSSIER 1957

SPUTNIK I (URSS) du 4 oct. 1957 au 4 janv. 1958.
Mesure de la densité et des températures de l'atmosphère.
142 - 558 milles. 96.2 minutes, par orbite.

SPUTNIK II (URSS) du 3 nov. 1957 au 14 avril 1958.
Expériences biologiques. Mesure de l'influence du soleil sur les densités de la haute atmosphère. Rayons cosmiques.
140 - 1,038 milles. 103.7 milles.

DOSSIER 1958

***EXPLORER I (E.-U.)** du 31 janv. 1958 à 1964.
Découverte de la ceinture de radiation Van Allen.
212 - 1,009 milles. 104.8 minutes, par orbite.

****VANGUARD I (E.-U.)** 17 mars 1958 - 2158
Forme en poire de la Terre. Vérification d'un véhicule et d'un satellite.
404 - 2,451 milles. 133.9 minutes.

EXPLORER III (E.-U.) du 26 mars 1958 au 27 juin 1958.
Mesure des ceintures de radiations, des chocs des micrométéorites, des températures.
117 - 1,741 milles. 114.7 minutes.

SPUTNIK III (URSS) du 15 mai 1958 au 6 avril 1960.
Pression et composition de l'atmosphère. Concentration des ions. Champs magnétiques et rayons cosmiques.
135 - 1,167 milles. 106 minutes.

EXPLORER IV (E.-U.) du 26 juillet 1958 au 23 oct. 1959.
Données sur les ceintures de radiation, les relations spatiales et le champ magnétique de la Terre.
157 - 1,388 milles. 110.1 minutes.

PIONEER I (E.-U.) du 11 oct. 1958 au 12 oct. 1958.
Radiations. Oscillations hydromagnétiques du champ magnétique terrestre. Sonde spatiale.

PIONEER III (E.-U.) du 6 déc. 1958 au 7 déc. 1958.
Seconde ceinture de radiation autour de la Terre. Sonde spatiale.

PROJECT SCORE (E.-U.) du 18 déc. 1958 au 21 janv. 1959.
Première transmission de la voix humaine à travers l'espace.
110 - 920 milles. 101.46 minutes.

DOSSIER 1959

***LUNIK I (URSS)** du 2 janv. 1959 à un temps indéfini.
Etude de la matière interplanétaire, de la radiation solaire et des champs magnétiques de la Terre et de la Lune.
Orbite solaire : 90.8 - 122.5 millions de milles. 450 jours, par orbite.

***VANGUARD II (E.-U.)** du 17 fév. 1959 à 1969
Etude du sommet des nuages.
344 - 2,052 milles. 125.4 minutes.

***PIONEER IV (E.-U.)** du 3 mars 1959 à un temps indéfini.
Radiations solaires et filature à longues distances.
91.8 - 106.2 millions de milles du Soleil.
398 jours.

EXPLORER VI (E.-U.) du 7 août 1959 à juin 1961.
Premières images télévisées d'une couche de nuages terrestres. Détection de courant électrique circulaire. Cartographie de la ceinture Van Allen et du champ magnétique terrestre.
Position exacte inconnue.

LUNIK II (URSS) du 12 sept. 1959 au 13 sept. 1959.
Contact avec la Lune. Etude des champs magnétiques de la Terre et de la Lune. Données sur les particules dans l'espace, les rayons cosmiques.

***VANGUARD III (E.-U.)** 18 sept. 1959 - entre 1989 et 1999.
Localisation de la frontière de la ceinture Van Allen. Evaluation précise des chocs des micrométéorites.
317 - 2,320 milles. 129.8 minutes.

LUNIK III (URSS) 4 oct. 1959 - mi-avril 1960.
Photographie de la face cachée de la Lune. Orbite englobant la Lune et la Terre.
24, 840 - 292,000 milles. 15 jours.

***EXPLORER VII (E.-U.)** 13 oct. 1959 - entre 1979 et 1989
Radiations et perturbations magnétiques. Détection des mouvements climatiques.
344 - 669 milles. 101.1 minutes.

DOSSIER 1960

***PIONEER V (E.-U.)** du 11 mars 1960, bon pour 100,000 ans.
Sommet dans le domaine des communications à longue portée (22,500,000 milles). Renseignements sur le flamboiement solaire, les particules et les champs magnétiques.
Orbite solaire : 74.9 - 92.5 millions de milles. 311.6 jours, par orbite.

LE JEUNE SCIENTIFIQUE, MARS 1964

***TIROS I** (E.-U.) 1 avril 1960 - entre 2010 et 2060

Prise de plus de 22,000 photographies de nuages retransmises par TV. Renseignements pour un système de satellites météorologiques.

429 - 467 milles. 99.1 minutes.

***TRANSIT I-B** (E.-U.) 13 avril 1960 - 1964

Renseignements pour l'ensemble de la navigation d'un satellite.

229 - 412 milles. 94.9 minutes.

***SPUTNIK IV** (URSS) du 15 mai 1960 au 5 sept. 1962.

Vérification des conditions de vie dans un vaisseau spatial habitable.

175 - 305 milles. 92.3 minutes.

***MIDAS II** (E.-U.) 24 mai 1960 - 1964

Essai d'un détecteur à l'infra-rouge pour les lancements de missiles.

297 - 314 milles. 94.3 minutes.

***TRANSIT II-A - GREB** (E.-U.) 22 juin 1960 - 2010

Allumage simultané de deux satellites. Renseignements pour la navigation d'un vaisseau spatial.

Transit II-A : 389 - 649 milles. 101.6 minutes.

Grebe : 381 - 657 milles. 101.6 minutes.

***ECHO I** (E.-U.) 12 août 1960 - temps indéfini.

Premier satellite récepteur de communications. Transmission de sons et de messages téléphoniques.

823 - 1,095 milles. 116.9 minutes.

***COURIER I-B** (E.-U.) 4 oct. 1960, bon pour plusieurs années.

Renseignements pour un système de communications militaires.

611 - 743 milles. 106.8 minutes.

***EXPLORER VIII** (E.-U.) 3 nov. 1960 - 1970

Données sur la composition de l'ionosphère et les micrométéorites.

262 - 1,409 milles. 112.5 minutes.

***TIROS II** (E.-U.) 23 nov. 1960 - entre 2010 et 2060

Renseignements pour un système de satellites météorologiques.

Images télévisées de nuages.

378 - 461 milles. 98.2 minutes.

DOSSIER 1961

***SAMOS II** (E.-U.) du 31 janv. 1961, bon pour une durée non déclarée.

Observations de l'espace, de la Terre et de son atmosphère.

295 - 341 milles. 94.9 minutes, par orbite.

***SPUTNIK VIII - SONDE VENUS** (URSS) du 12 fév. 1961 au 25 fév. 1961 (pour le Sputnik VIII). La Sonde Vénus est demeurée en orbite solaire pour une période indéfinie. Sonde vers Vénus lancée à partir du satellite.

66.8 - 94.7 millions de milles. 300 jours.

***DISCOVER XXI** (E.-U.) du 18 fév. 1961 au 20 avril 1962.

Etudes techniques, Rayons infra-rouges et atmosphériques. Premier rallumage dans l'espace d'un engin Agena.

154 - 516 milles. 95.5 minutes.

***EXPLORER X** (E.-U.) du 25 mars 1961 à temps indéterminé.

Renseignements sur les champs magnétiques interplanétaires.

Première orbite : 100 - 145,000 milles.

***VOSTOK I** (URSS) 12 avril 1961 - 12 avril 1961.

Vaisseau habité récupéré après une orbite. Vérification des comportements de l'homme dans l'espace. Le premier cosmonaute : Yuri Gagarine.

108.76 - 187.66 milles. 89.1 minutes.

***EXPLORER XI** (E.-U.) 27 avril 1961 - 1964.

Localisation par un télescope spécial des rayons gamma d'origine cosmique.

308 - 1,103 milles. 107.8 minutes.

***TRANSIT IV-A - GREB III et INJUN** (E.-U.)

29 juin 1961 - 16 juin 1962 (pour le Transit); 29 juin 1961 - temps indéfini (pour Greb et Injun).

Trois satellites dont deux réunis. Renseignements sur la navigation spatiale, les rayons-X solaires et les rayons cosmiques.

Orbite de Transit : 547 - 620 milles. 103.8 minutes.

Orbite de Greb et Injun : 546 - 619 milles. 103.8 minutes.

***TIROS III** (E.-U.) 12 juillet 1961 - temps indéfini.

Renseignements pour un système de satellites météorologiques. Images télévisées de nuages.

457 - 510 milles. 100.3 minutes.

***MIDAS III** (E.-U.) 12 juillet 1961 - temps indéfini.

Vérification d'un système pour la détection des bases de missiles.

2,084 - 2,197 milles. 161.5 minutes.

***EXPLORER XII** (E.-U.) 16 août 1961 - temps indéfini.

Renseignements sur les vents solaires, les champs magnétiques interplanétaires, les particules dans l'espace, les ceintures Van Allen.

165 - 47,858 milles. 26 heures et 24 minutes.

***MIDAS IV** (E.-U.) 21 oct. 1961 - temps indéfini.

Orbite polaire complétée et rejet de dipôles de West Ford.

3,507 - 3,745 milles. 166 minutes.

***DISCOVER XXXIV** (E.-U.) du 5 nov. 1961 au 12 déc. 1961.

Orbite polaire complétée.

134 - 637 milles. 97.2 minutes.

***TRANSIT IV-B** (E.-U.) 15 nov. 1961, bon pour environ 5 ans.

Deux satellites en orbite : le Transit étudie la navigation spatiale par tous les temps et s'intéresse à la forme de la Terre; le TRAAC vérifie un système pour le contrôle de l'altitude et veut analyser l'intérieur de la ceinture Van Allen.

Orbite du Transit : 582 - 700 milles. 105.6 minutes.

***MERCURY-ATLAS V (MA-5)** (E.-U.) 29 nov. 1961 - 29 nov. 1961.

Voyage de deux orbites du chimpanzé Enos. Vérification de tous les aspects du Mercury.

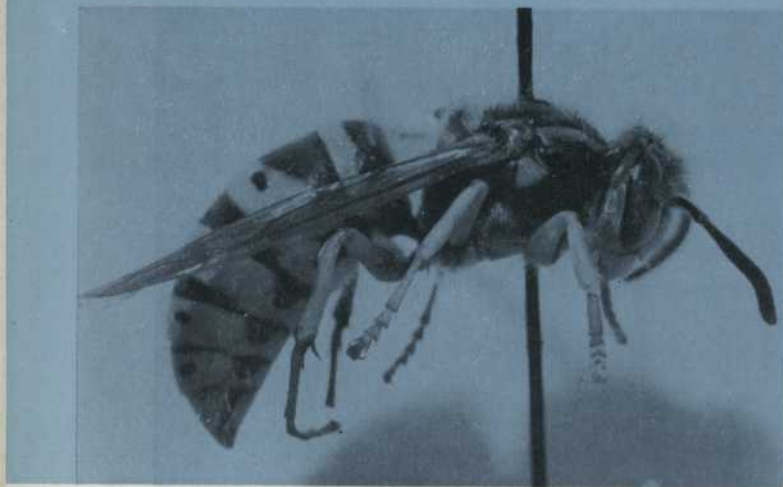
99.6 - 147.5 milles. 88.5 minutes.

Pour tous les hommes, l'« Age de l'espace » a commencé le 4 octobre 1957 avec le sillage sonore du SPUTNIK I. La sphère métallique de 184 livres que la Russie plaçait en orbite traçait la voie à d'autres expériences toujours plus étonnantes.

Dès lors, l'exploration spatiale était en marche. Chaque trouée dans l'espace devait apporter ses réponses scientifiques, ses espoirs et... ses mystères. Aujourd'hui, plus de 150 satellites et sondes ont été lancés avec succès. Le moment semble donc propice à la compilation de ces expériences. Même si nous ne sommes peut-être qu'à mi-chemin de la Lune, nous trouvons déjà dans le dossier actuel de l'exploration spatiale le bilan fabuleux des efforts les plus audacieux de l'homme à la conquête de son Univers.

Le rythme des expériences spatiales va bientôt s'accélérer. La mise en orbite d'êtres humains va tout à coup modifier considérablement la signification profonde de cette aventure titanessque.

Nous continuerons de dépouiller le dossier de plus en plus abondant de l'exploration spatiale. Dans les prochains chapitres, nous verrons se diversifier les expériences. D'autres pays interviendront. Nous verrons le génie humain arracher les voyages vers les astres et les galaxies au domaine fantaisiste de la science-fiction.



Les Guêpes sociales du genre *Vespula*

(territoire du Québec)

par Adrien ROBERT

L'article publié dans le numéro de janvier (1) vous a permis de prendre connaissance avec l'une des guêpes les plus communes et les plus redoutées dans la province de Québec. En fait, plusieurs autres guêpes d'espèces voisines sont aussi fréquentes que la Guêpe maculée et, j'allais dire, toutes aussi mauvaises.

C'est un fait connu que les guêpes n'aiment pas à être dérangées, elles n'aiment pas les visiteurs auprès de leur demeure (guêpier), encore moins ceux qui annoncent leur venue en faisant du bruit. En cela, elles imitent un peu ces gros chiens qui font la garde pour un propriétaire cossu et qui aboyent contre tout passant. Au lieu d'aboyer, les guêpes dardent les passants avec la sorte d'aiguillon dont elles sont munies à l'extrémité de l'abdomen. En un rien de temps, elles mettent en fuite quiconque ose s'approcher.

L'aiguillon des guêpes est habituellement lisse, celui des abeilles est barbelé à l'extrémité. L'aiguillon est une sorte de gaine creuse; constituée de trois ou quatre pièces jointes ensemble; extérieurement, il fait penser à une fine épingle. De même qu'on ne peut enfoncer une épingle à travers la peau sans ressentir une douleur aiguë; de même, la guêpe quand elle nous enfonce son aiguillon à travers la peau nous fait crier de douleur ou du moins nous porte à la ter-rasser au plus tôt, ou à la mettre en fuite.

Photo (ci-haut) : une reine de *Vespula maculifrons*, vue de profil. Les trois parties du corps, tête, thorax et abdomen sont bien tranchées; les pattes et les ailes s'attachent au thorax; l'abdomen est décoré de noir et de jaune.

(1) Le Jeune Scientifique, janvier 1964, pp. 81-83, « La Guêpe maculée et son guêpier ».

Il est difficile de distinguer le double effet des piqûres de guêpes; l'action de la piqûre proprement dite et l'effet du venin inoculé en même temps que la piqûre. Disons d'abord que ce venin est produit par une glande multicellulaire dont le canal excréteur est joint à l'aiguillon par l'intermédiaire d'un réservoir. Le venin contient toujours deux protéines, une apitoxine et une histamine qui provoquent un gonflement des tissus, là où se répandent ces toxines étrangères. Cette action du venin est localisée, c'est-à-dire qu'elle s'arrête à peu de distance, et d'ordinaire s'affaiblit rapidement. Ce n'est donc qu'exceptionnellement que les suites des piqûres mêmes nombreuses sont causes de troubles persistants. Aussi n'est-il pas nécessaire d'insister ici sur ces problèmes qui relèvent plutôt de la médecine.

A première vue, beaucoup d'insectes, des mouches en particulier, peuvent être pris pour des guêpes. Pour distinguer à coup sûr une guêpe, il faut d'abord bien vérifier le nombre d'ailes au corps : une paire ou deux paires. Si l'insecte examiné n'a qu'une paire d'ailes, il s'agit d'un diptère ou mouche. Les guêpes de nos climats possèdent toujours deux paires d'ailes. Toutefois, il faut savoir regarder la chose de près; s'attarder à bien voir le point d'attache des ailes au corps; si les ailes s'articulent en deux points voisins, c'est qu'il y a vraiment deux paires d'ailes.

Chez les Hyménoptères, les guêpes non exceptées, il est fréquent que les ailes postérieures (d'arrière) restent liées, même après la mort, aux antérieures (à celles d'avant) par une file de crochets microscopiques. Ainsi solidaires l'une de l'autre, les deux ailes peuvent paraître n'en former qu'une. Ce qui peut compliquer encore l'observation juste, c'est que chez les guêpes, les ailes antérieures se plient au repos dans le sens de leur longueur. Il s'ensuit qu'un examen superficiel peut facilement conduire sur une fausse route.

Il ne sera question ici que des *guêpes sociales*, c'est-à-dire de celles qui vivent en société, et uniquement de celles qui se rencontrent dans le Québec. Ces guêpes sociales construisent des nids, soit aériens comme ceux illustrés en janvier, soit souterrains ou sous un abri quelconque. Le nid est le lieu où, la fondatrice exceptée, tous les autres individus de la colonie naissent, grandissent et vivent. Comme nous le disions pour la Guêpe maculée, le nid ne sert qu'une année; personne à ce que nous croyons, n'a pu démontrer une deuxième utilisation d'un même nid, au moins sous nos climats tempérés.

Comment reconnaître les vrais guêpes sociaux ?

Nos guêpes sociales peuvent à première vue être reconnues comme telles par tout initié. En effet, toutes allient le noir à des lignes ou à des taches jaunes ou blanches; très rares sont celles qui ajoutent l'orange. Toutefois, le systématien (celui qui s'occupe de la classification des insectes et d'attribuer le nom véritable à chaque espèce), donne plus d'importance aux caractères anatomiques qu'à la coloration. Le profil de l'abdomen des insectes du genre *Vespula* est tout différent de celui des groupes voisins, *Polistes* en particulier. Le premier anneau de l'abdomen des vraies guêpes est toujours tronqué à l'avant, c'est-à-dire coupé abruptement, alors qu'il est graduellement rétréci chez les *Polistes* et réduit à un pédicelle chez beaucoup d'Euménidés.

A ce caractère anatomique s'ajoute un trait de leurs moeurs, les vraies guêpes que nous étudions ici font toujours une enveloppe autour des rayons de couvains. Pour le vérifier il faut évidemment relier les guêpes à leur nid, ce qui n'est pas toujours facile.

Une étude récente des guêpes de l'Amérique du Nord du genre *Vespula*, (Miller, 1961) attribue onze espèces à la province de Québec sur les seize qui se rencontrent en Amérique du Nord. La majorité d'entre elles se voient partout dans le Québec habité; d'autres sont limitées aux zones les plus froides, l'Ungava en particulier, mais il arrive que ces dernières descendent aussi au sud que l'Abitibi, le lac St-Jean, la Côte-Nord du St-Laurent. La clef que nous présentons s'inspire largement des travaux de Miller (1961), Sladen (1918) et Bequaert (1932, 1935). Elle permettra sans doute de découvrir les différences principales qui existent entre les diverses espèces. Peut-être ne permettra-t-elle pas une détermination tout à fait sûre. Dans les cas douteux on pourra toujours référer au travail de Miller (1961), le plus complet et le plus à jour pour l'Amérique du nord.

La famille des Vespidés

La famille des Vespidés, telle qu'entendue de nos jours, n'est représentée dans la faune du Québec, comme d'ailleurs dans plusieurs autres pays tempérés, la France en particulier, que par les deux genres *Vespula* et *Polistes*. Les *Vespula*, ce sont les guêpes que l'on qualifie de *sociales* parce qu'elles vivent en sociétés organisées qui comprennent habituellement des mâles, des femelles et des ouvrières. Ces guêpes s'opposent à celles qu'on appelle *solitaires* et qui vivent sans s'organiser en colonies. Ces dernières forment la grande famille des Euménidés dont nous avons de multiples représentants dans le Québec.

Le genre *Vespula* est une subdivision du genre *Vespa* d'autrefois. Dans les climats tempérés, il est mieux représenté que le genre *Vespa*, qui lui compte surtout des espèces dans les climats tropicaux. Les *Vespa* et *Vespula* habitent des guêpiers avec enveloppes protectrices. Les *Polistes* se contentent de placer leurs rayons de couvains sous un abri quelconque; ils ne construisent pas tout autour d'enveloppes protectrices.

Cet article ne porte que sur le genre *Vespula*; c'est d'ordinaire à ces insectes que les gens attribuent le nom de guêpes. Sous notre climat, les guêpes sont à couleur foncière noire, mais toutes sont ornées soit de blanc, soit de jaune, parfois avec en plus quelques taches orangées.



La tête de la guêpe *Vespula maculifrons*, vue de l'avant. Les antennes s'insèrent au centre du front, les yeux sont profondément échancrés; de longs poils garnissent le tégument.

Distribution des *Vespula* dans le Québec

On connaît encore assez peu la distribution précise des diverses espèces qui apparaissent dans la clef suivante. Les collections existantes permettent, il est vrai, d'entrevoir la zone habitée par chaque espèce, mais de nombreux et vastes territoires n'ont rien fourni; personne n'y a collectionné sérieusement; personne ne s'est efforcé de réunir la totalité des espèces qui peuplent ces territoires. L'armée des Jeunes Scientifiques

pourraient apporter une aide précieuse en étiquetant bien toutes les récoltes opérées et en faisant vérifier la détermination par un systématicien reconnu. Les guêpes varient considérablement dans la coloration; aussi n'est-il pas facile à un débutant de trancher les multiples difficultés qui se présentent à l'identification des diverses espèces.

Disons que les espèces suivantes semblent répandues de l'Est à l'Ouest, c'est-à-dire de la Gaspésie à l'Abitibi : *Vespula vulgaris*, *Vespula maculifrons*, *Vespula consobrina*, *Vespula arenaria*, *Vespula norvegicoides*

et *Vespula maculata*; toutefois on aurait encore beaucoup à apprendre sur leur limite nord dans le Québec. Les espèces *Vespula acadica*, *Vespula austriaca*, *Vespula intermedia* et *Vespula arctica* ont peut-être une distribution semblable aux précédentes; les relevés de captures que nous connaissons laissent toutefois de vastes régions non couvertes; elles semblent beaucoup plus rares que les précédentes. Le *Vespula albida* a été récolté deux fois sur la Côte Nord du Saint-Laurent et en plusieurs endroits à la périphérie de l'Ungava. On ne connaît pas encore de façon précise sa limite sud.

Genre VESPULA*

Espace oculo-mandibulaire, c'est-à-dire entre l'oeil et la mandibule, plus long que l'article terminal des antennes (fig. 2) sous-genre *Dolichovespula*

Espace oculo-mandibulaire plus court que l'article terminal des antennes (fig. 1) sous-genre *Vespula*

Le sous-genre VESPULA*

1. Marge postérieure des tibias III longuement ciliée sur toute sa longueur (fig. 11) *V. austriaca* (Panzer)
Marge postérieure des tibias III longuement ciliée à la base seulement (fig. 12) 2
2. Carène occipitale présente dorsalement, interrompue ventralement; premier segment abdominal rétréci à l'avant, couvert d'une pilosité noire (fig. 4) 3
Carène occipitale complète, rejoignant la mandibule au bas; premier segment abdominal non rétréci à l'avant, couvert d'une pilosité blanchâtre (fig. 3) 6
3. Corps noir, orné de blanc 4
Corps noir, orné de jaune 5
4. Abdomen pourvu de taches orangées sur les 1er et 2e tergites abdominaux et sur les sternites; l'extrémité des segments marginée de blanc *V. intermedia* (Buysson)
Abdomen sans taches orangées; l'extrémité des segments marginée de blanc *V. consobrina* (Saussure)
5. Extrémité des segments abdominaux marginée de bandes jaunes étroites, plus ou moins sinuées antérieurement. Taches jaunes arrondies sur le fond noir des segments 2 à 5 *V. acadica* (Sladen)
6. Premier tergite abdominal orné d'ordinaire au centre d'une tache noire en forme de losange. Bord arrière des yeux en partie jaune, en partie noir (fig. 8 et 10) *V. maculifrons* (Buysson)
Premier tergite abdominal orné d'une bande jaune échancrée à son bord antérieur; bord arrière des yeux jaune (fig. 7 et 9) *V. vulgaris* (Linné)

*Le genre *Vespula* groupe deux séries d'espèces, les unes ont des joues longues. C'est le sous-genre DOLICHOVESPULA; les autres ont les joues courtes, ce sont les VESPULA proprement dites.

Le sous-genre DOLICHOVESPULA

1. Corps noir, orné de jaune 2
Corps noir, orné de blanc 3
2. Bande jaune des 1er et 2e tergites profondément incisée, ou complètement divisée au milieu; arrière de l'oeil complètement jaune *V. arenaria* (Fabricius)
Bande jaune des 1er et 2e tergites en général régulière, sans incision profonde, ni séparation sur le milieu; arrière de l'oeil en grande partie noire *V. norvegicoides* (Sladen)
3. Premier et deuxième tergites abdominaux entièrement noirs *V. maculata* (Linné)
Premier et deuxième tergites abdominaux plus ou moins ornés de blancs à l'arrière 4
4. Carène occipitale présente et très nette; tache du bord du pronotum rétrécie à l'avant et s'arrêtant court à cet endroit; bande blanche transversale des 1er et 2e tergites large et continue *V. albida* (Sladen)
Carène occipitale peu nette, parfois absente tout à fait; tache du bord du pronotum s'élargissant à l'avant et souvent prolongée vers le bas; bande blanche transversale des 1er et 2e tergites, parfois large et continue, parfois étroite et même discontinue *V. arctica* (Rohwer)

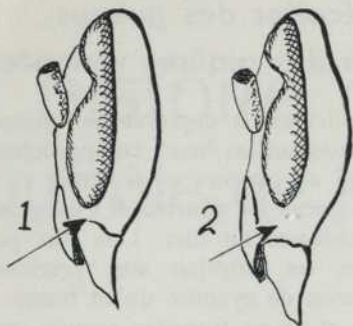


Fig. 1. Espace oculo-mandibulaire dans le sous-genre *Vespula*.

Fig. 2. Espace oculo-mandibulaire dans le sous-genre *Dolichovespula*.

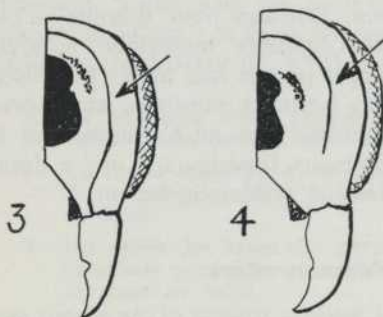


Fig. 3. Carène occipitale complète chez *V. vulgaris*, etc.

Fig. 4. Carène occipitale incomplète chez *V. consobrina*, etc.

Fig. 5. Vue antérieure de la tête de *Vespula consobrina* (sous-genre *Vespula*).

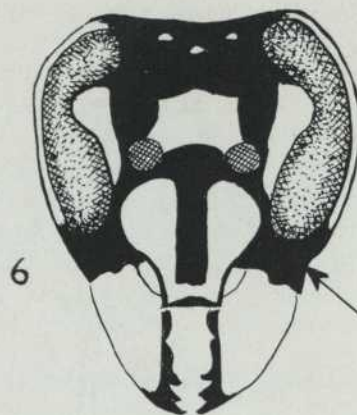
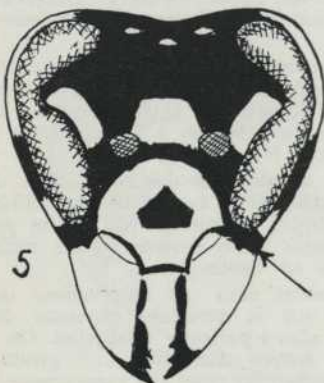


Fig. 6. Vue antérieure de la tête de *Vespula maculata* (sous-genre *Dolichovespula*).

Fig. 7. Dos de l'abdomen du mâle de *V. vulgaris*.

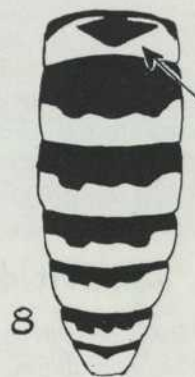
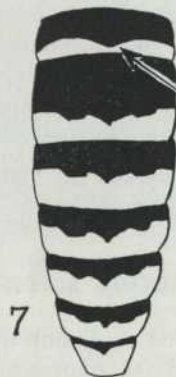


Fig. 8. Dos de l'abdomen du mâle de *V. maculifrons*.

Fig. 9. Dos de l'abdomen de la femelle de *V. vulgaris*.



Fig. 10. Dos de l'abdomen de la femelle de *V. maculifrons*.

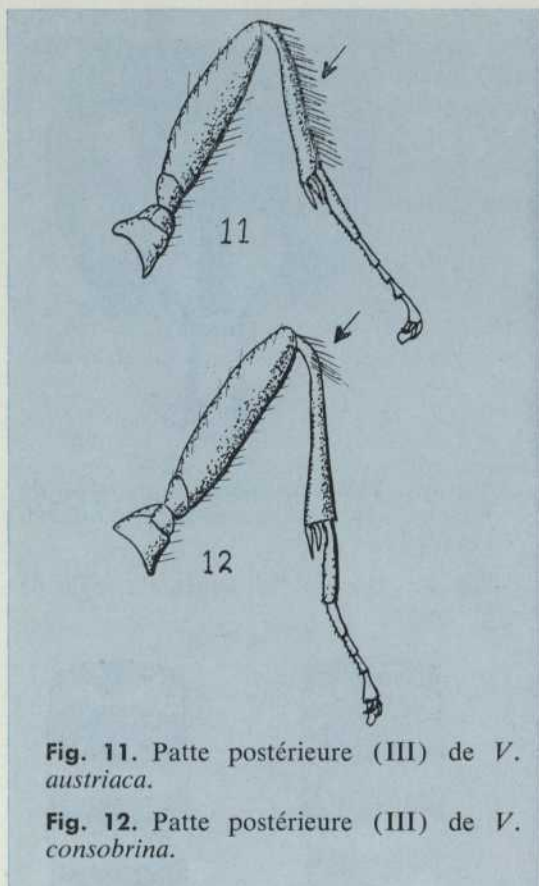


Fig. 11. Patte postérieure (III) de *V. austriaca*.

Fig. 12. Patte postérieure (III) de *V. consobrina*.

L'apport des jeunes scientifiques

Déjà, nous avons indiqué un champ d'action où l'activité scientifique des jeunes pourrait s'exercer. Récolter le plus d'espèces possible dans un territoire donné, bien les étiqueter, les faire vérifier par un spécialiste reconnu et déposer un bon échantillon de ces récoltes dans des collections permanentes d'études (Universités, Musées, etc.).

Mais il y a aussi beaucoup à apprendre sur la biologie de chacune des espèces : moment et façon de construire son nid, son agrandissement progressif, le site d'établissement du nid, sa hauteur par rapport au sol ou sa profondeur dans le sol; étendue des populations qu'on trouve dans chaque nid par rapport à ses dimensions, par rapport à la saison; les proportions d'individus de chaque caste, mâles, femelles, ouvrières, couvain; les proies capturées pour nourrir les jeunes; les guêpes qui se font héberger et les hôtes chez qui elles s'hébergent; les autres insectes qui vivent parasites des guêpes ainsi que leur cycle de reproduction, leur fréquence par nid, le moment de leurs activités; autant de points, et après réflexion on pourrait en citer bien d'autres, sur lesquels on manque de renseignements précis en ce qui regarde le territoire considéré. Il y a donc place pour de nombreuses bonnes volontés.

Comment récolter des guêpes sans s'exposer à des piqûres violentes

On réussit assez facilement à capturer des guêpes au moment de leurs visites sur les fleurs en approchant d'elles un flacon chargé au cyanure ou à l'éther et le fermant aussitôt que la guêpe y a pénétré. Il n'est guère plus difficile de les capturer au filet. Une fois prisonnières dans le filet, on introduit avec prudence l'extrémité dans un flacon de cyanure qu'on ferme le temps de les asphyxier et on les transfère ensuite avec des brucelles dans la bouteille de collections.

S'attaquer à tout un guêpier demande plus d'attention. Il est de première prudence d'attendre la nuit ou un temps frais et de bien se couvrir : vêtements épais, voile protecteur, etc. Un enfumoir, du genre de ceux qu'utilisent les apiculteurs, permet d'asphyxier la plupart des individus avant qu'ils ne s'enfuient du guêpier. On ne détruit pas un nid de guêpes sans un but scientifique précis; choisir ses objectifs parmi ceux indiqués précédemment. Détruire pour détruire, c'est aller à l'encontre de l'équilibre biologique naturel. Dans la nature, les guêpes ont un rôle utile : polliniser des fleurs, détruire des bestioles nuisibles, etc. Lorsqu'on les laisse tranquilles, elles ne s'attaquent ni à nous, ni aux autres animaux supérieurs; il n'y a donc pas de raison de les détruire systématiquement.

Références citées

- BEQUAERT, J. 1932. *A tentative synopsis of the hornets and yellow-jackets (Vespinae: Hymenoptera) of America*. Ent. Amer. XII : 71-138.
 BEQUAERT, J. 1935. *Additions and corrections to the revision of North American Vespinae*. Ent. Amer. XXX : 119-124.
 MILLER, C. D. F. 1961. *Taxonomy and distribution of Nearctic « Vespula »*. Canadian Ent. (supp. 22) 52 pp.
 SLADEN, F. W. L. 1918. *The genus « Vespa » in Canada (key to species)*. The Ottawa Naturalist 32 : 71-72.

Les abeilles sensibles aux sons. La fréquence (le nombre de vibrations par seconde) des sons émis par les abeilles varie avec leurs occupations. C'est ce que révèlent des enregistrements réalisés par F. E. Moeller, entomologiste à l'Université du Wisconsin à Madison, et par H. E. Showers, un professeur de biologie.

La plus basse fréquence se trouve dans le coin de la ruche où les abeilles se posent à leur retour des champs. Des fréquences plus élevées sont émises lorsque les abeilles scellent les rayons de miel. Enfin, on obtient le son à la fréquence la plus élevée, lorsqu'on enfume les abeilles.

D'autres expériences ont montré que des sons allant de 200 à 1.200 cycles par seconde ont la faculté de tranquilliser les abeilles. Un son qui vibre à raison de 960 cycles par seconde réduit considérablement toute l'activité d'une ruche et arrête le vol des abeilles au voisinage.

Les savants espèrent trouver dans ces observations des renseignements additionnels sur la structure physique des abeilles et sur la façon dont elles « parlent » entre elles. On y trouvera peut-être aussi un moyen d'accroître leur productivité... ou un bon sujet de recherches pour une expo-sciences !

L'histoire d'une découverte ou rôle de l'erreur en science

par Alphée NADEAU

Il n'est certes pas rare de rencontrer des lois physiques, chimiques ou autres qui ne doivent leur existence qu'au hasard. Et c'est un fait reconnu que, même de nos jours, bien des découvertes reposent sur un concours heureux ou malheureux de circonstances sans lequel elles n'eurent peut-être jamais été possibles. D'autres, par ailleurs, reposent tant sur des erreurs de calcul et d'observation que sur des erreurs d'interprétation. Telles sont les trois lois de la mécanique céleste découvertes et énoncées par Jean Képler (1571-1640) au tout début du XVII^e siècle.

1. La trajectoire d'une planète est une ellipse dont le Soleil occupe un des foyers.
2. La vitesse angulaire d'une planète est à chaque point de son orbite en raison inverse du carré de sa distance au Soleil.
3. Les carrés des temps des périodes des différentes planètes sont proportionnels aux cubes de leurs respectives distances au Soleil.

Les deux premières furent publiées initialement par Képler en 1609 dans son *Astronomia Nova*, édité aux frais de l'empereur Rodolphe II. Mais ce ne fut que le 8 mars 1618 qu'il entrevit l'existence de la troisième loi. Toutefois, égaré par une erreur de calcul, il n'y revint définitivement que le 15 mai de la même année pour la publier enfin en 1619 dans son volumineux ouvrage : *Harmonices Mundi*.

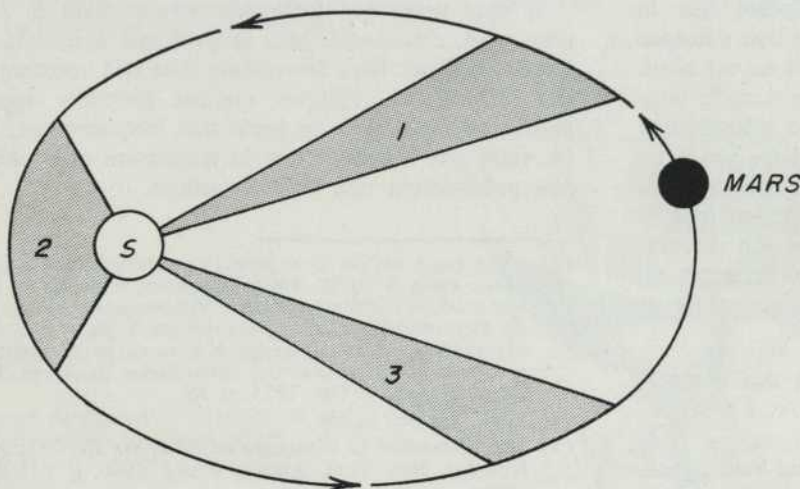
Première erreur : la théorie de solides réguliers

Précurseur de nos physiciens théoristes modernes, ce n'est qu'après s'être débarrassé du mysticisme dans lequel il était né que Képler pourra enfin attaquer l'oeuvre de sa vie : l'établissement d'une relation numérique entre les planètes.

Son mysticisme initial le poussa tout d'abord à rechercher une relation entre les solides réguliers et les six planètes connues à son époque. En effet, pour Képler, le fait qu'il n'existe que cinq solides réguliers et cinq intervalles entre les planètes était une indication de la volonté de Dieu. Aussi, dès 1597, à l'âge de 27 ans, publie-t-il un premier ouvrage, le *Mysterium Cosmographicum*, dans lequel il énonce sa théorie planétaire initiale :

« Prenez la sphère de la terre pour première mesure et circonscrivez-y un dodécaèdre régulier : la sphère qui le contient est celle de Mars. Circonscrivez à celle-ci un tétraèdre régulier, et la sphère qui le contient sera celle de Jupiter. A celle-ci encore, circonscrivez un cube, et la sphère qui le renferme sera celle de Saturne. De l'autre côté, dans la sphère de la Terre, inscrivez un isocaèdre, et la sphère inscrite sera celle de Vénus. Enfin, dans celle-ci, inscrivez un octaèdre, et la sphère inscrite sera celle de Mercure. » (1)

(1) Traduction française de G. Bigourdan, *L'Astronomie. Evolution des idées et des méthodes*. Paris, Flammarion, 1916, p. 340.



Seconde loi de Képler

On lui donne aujourd'hui le nom de « loi des aires ». (A comparer avec la seconde loi telle qu'énoncée dans le texte) : le rayon vecteur qui joint une planète au Soleil (S) balaie des aires égales en des temps égaux. (Les aires 1, 2 et 3 sont donc égales).

L'influence de Tycho Brahé

Par un concours heureux de circonstances Képler fut mis en présence trois ans plus tard de l'astronome danois Tycho Brahé et devint son élève. Il n'aurait pu choisir meilleur maître, car Tycho Brahé (1546-1601), sans doute le plus grand astronome du XVI^e siècle après Copernic, fut le premier à déterminer ses erreurs d'appréciation et à indiquer les limites de précision de ses résultats. On verra plus loin que n'eut été cette grande précision dans les mesures de Tycho, Képler n'aurait sans doute jamais découvert la trajectoire exacte des planètes. C'est pourquoi certains voient déjà « l'action de la Providence jusque dans la mort de Tycho » (2), en 1601, qui permit à Képler d'obtenir les mesures de celui-ci et de donner ainsi naissance à son second ouvrage : *L'Astronomie Nouvelle*.

C'est sous l'impulsion de Tycho que Képler entrepris l'étude des trajectoires des planètes. A ce stade de son développement, il ne considère plus comme valables que les hypothèses confirmées par les faits. C'est sans doute de cette conception qui est à la base de toute science moderne que découle le succès de ses recherches.

Calcul de l'orbite terrestre

Afin de conduire ses recherches à bonne fin, Képler entrevoit la nécessité de connaître avec exactitude l'orbite terrestre. Après en avoir calculé quelques points, il conclut que c'est un cercle dont le centre est à une distance du Soleil égale au 18/1000 de son rayon. C'est déjà là une première erreur de la part de Képler car on sait maintenant que l'orbite de la Terre est une ellipse. Cette erreur est cependant négligeable due à la faible excentricité de l'orbite terrestre.

Nouvelle erreur : le vitalisme

Poursuivant ses travaux, Képler constate que la vitesse des planètes diminue à mesure que l'on s'éloigne du Soleil. Il se demande alors pourquoi il en est ainsi. Et cette fois-ci, nouvelle erreur, il tombe dans le vitalisme. En effet, il conclut à l'existence d'une force émanant du Soleil et qui pousse les planètes sur leurs orbites. Les planètes extérieures se meuvent plus lentement parce que la force diminue en fonction inverse de la distance au Soleil. Et cette force n'a rien de semblable à la force de gravité, c'est plutôt comme un fouet qui oblige les planètes à progresser sur leurs orbites.

Donc Képler considère que la vitesse des planètes est à chaque instant proportionnelle à $1/r$. La décou-

(2) *Histoire générale des sciences*, tome II, René Taton, Paris, P.U.F., 1957, p. 82.

verte par Newton de la loi de la gravitation universelle a montré depuis que cette conception était inexacte, mais que l'erreur qu'elle introduit s'annule aux deux extrémités de l'axe de la trajectoire. Or les vérifications faites par Képler le sont précisément à ces extrémités. L'erreur qu'il commettait ne pouvait donc lui apparaître.

Etude de la trajectoire de Mars

Képler est maintenant prêt à entreprendre l'étude de la trajectoire de Mars, labour de sa vie.

Hypothèse du cercle

Il suppose tout d'abord que c'est un cercle. Cependant, après avoir calculé plusieurs points de sa trajectoire et les avoir vérifiés avec les mêmes points compilés par Tycho Brahé, il constate une erreur de 8' d'arc (3). Alors, conformément à la méthode du plus pur rationalisme expérimental qui demande que toute hypothèse contredite par les faits soit rejetée, il écrit :

« La bonté divine nous a donné, en Tycho, un observateur si fidèle que cette erreur de 8' est impossible. Il faut remercier Dieu et tirer profit de cet avantage : il faut découvrir le vice de nos suppositions... Ces 8', qu'il n'est pas permis de négliger, vont nous donner les moyens de réformer toute l'Astronomie ». (4)

Notons encore une fois le rôle du hasard qui lui fait étudier la trajectoire de Mars plutôt que la trajectoire de toute autre planète. En eut-il choisi une autre, la déviation de sa trajectoire par rapport à un cercle eut peut-être été trop faible pour être décelable et surtout n'être pas attribuable à l'imperfection des instruments d'observation de l'époque.

Hypothèse de l'ovale

Concevant maintenant que l'orbite de Mars ne saurait être circulaire, Képler reprend ses calculs, les complète et cherche quelle autre trajectoire pourrait bien représenter l'orbite réelle de cette planète.

Il opte pour une trajectoire ovale ayant la forme d'un oeuf, c'est-à-dire plus large à une extrémité qu'à l'autre (5). Pour faire ses calculs il se sert constamment des formules de l'ellipse, comme première approximation, et, quoiqu'il en parle très fréquemment, il ne lui vient pas à l'esprit que la trajectoire qu'il cherche soit précisément une ellipse parfaite.

(3) « Cet écart est dû à ce que l'excentricité de l'orbite de Mars, égale à 0.093, est relativement importante, tandis que celle de l'orbite terrestre, 0.016, s'accommodait encore de l'hypothèse circulaire, du moins à la précision des observations dont disposait Képler ». in *Causalités et accidents de la découverte scientifique* de René Taton, Paris, Masson & Cie, 1955, p. 89.

(4) Idem, Ibidem, p. 89.

(5) *The Watershed (a biography of Johannes Kepler)*, Arthur Koestler, New York, Anchor Books, 1960, p. 141 et suivantes.

Pendant un an complet, il tente de faire coïncider les différents points de l'orbite de Mars avec une trajectoire hypothétiquement ovale. Enfin, le 4 juillet 1603, il écrit à un ami qu'il est incapable de résoudre le problème géométrique que présente son « oeuf », mais que « si seulement sa forme était celle d'une ellipse toutes les réponses se trouveraient facilement dans les travaux d'Archimède et d'Apollonius » (6). Dix-huit mois plus tard il écrira au même ami que la vraie trajectoire semble être entre le cercle et l'ovale « comme si l'orbite de Mars était une ellipse parfaite. Mais, en ce qui regarde cette hypothèse, je n'ai fait aucune recherche à l'heure actuelle » (7).

Finalement, après six longues années d'efforts incessants, Képler parvient à trouver une équation mathématique décrivant l'orbite de Mars. Mais il ne se rend pas compte que cette équation est précisément celle d'une ellipse. Cela aura pour effet de le lancer encore une fois à la recherche d'une nouvelle équation car, voulant tracer l'orbite que lui donne son équation empirique, il fait une erreur de géométrie et obtient une trajectoire qui n'est nullement en accord avec l'orbite réelle de Mars (8).

Hypothèse de l'ellipse : le succès

Ainsi, par ironie du sort, une simple erreur numérique va-t-elle l'obliger à reprendre ses calculs dans le but, cette fois, de trouver l'équation d'une ellipse : équation qu'il a précisément en main mais qu'il ne sait être celle qu'il recherche depuis si longtemps. Il est toutefois convaincu maintenant que l'équation désirée n'est nulle autre que celle d'une ellipse et c'est assez rapidement qu'il la trouvera.

Il constate alors que les deux méthodes lui donnent exactement la même équation. Avec une franchise

désarmante, il écrira :

« J'ai laissé (ma première équation) de côté, et me suis tourné vers les ellipses, croyant que c'était là une hypothèse toute différente alors que les deux, comme je le montrerai dans le prochain chapitre, sont une seule et même chose... J'ai cherché jusqu'à en devenir fou une raison pour laquelle les planètes préféreraient une orbite elliptique (à la mienne)... Ah ! quel fou j'ai été ! » (9)

Énoncé de la 3^e loi

Ses soucis ne sont pas terminés pour autant. Après avoir énoncé les deux premières lois de la mécanique céleste, il part à l'aventure encore une fois. Cette fois-ci, il désire trouver une relation reliant deux planètes ensemble : autant dire *les planètes entre elles*.

Ce n'est qu'en 1618 qu'il la trouve enfin. Il l'énoncera, après s'être égaré à cause d'une erreur de calcul, de la façon suivante, en 1619, dans ses *Harmonices Mundi* :

« La proportion entre les distances moyennes de deux planètes est précisément sesqui-altère de la proportion des temps périodiques. » (10)

C'était la fin de l'héliocentrisme et l'établissement de l'astronomie nouvelle. Ce merveilleux résultat de Képler est un exemple frappant du fait que la connaissance de l'Univers ne provient pas seulement de l'observation des faits mais surtout de la comparaison des résultats théoriques avec les résultats pratiques obtenus au cours d'observations. Nous l'avons dit, Képler, sous cet aspect, avait une conception moderne de la science.

N'eut été cette conception moderne dont il a fait preuve une fois libéré de son mysticisme initial, ni hasards heureux ou malheureux, ni erreurs ne l'eussent conduit à un si beau et si grand résultat.

(6) Lettre à D. Fabricius, 4/7/1603, G.W., Vol. XIV, p. 409 et suivantes.

(7) Lettre à D. Fabricius, 18/12/1604.

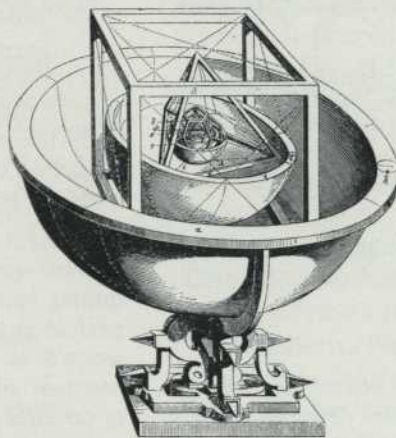
(8) Il ne faut pas trop s'en étonner puisque la géométrie analytique est née après Képler.

(9) *Astronomia Nova*, IV, Chap. 58.

(10) Traduction française de G. Bigourdan in *L'Astronomie. Evolution des idées et des méthodes*. Paris, Flammarion, 1916, p. 341.

Planche du *Mysterium Cosmographicum* de Képler (Tübingue, 1596), illustrant la conception de l'auteur sur les rapports entre les 5 polyèdres réguliers et les orbites des planètes que l'on connaissait alors.

(Extrait de *Causalités et accidents de la découverte scientifique*, par R. TATON, Masson & Cie, Paris, 1955; Pl. XIX).



Berthelot, alchimiste moderne ouvre l'ère des produits de synthèse

1850-1860 ! C'est, en France, la montée du Prince Louis-Napoléon, son accession au pouvoir, et les débuts brillants, prospères, du Second Empire; c'est la guerre victorieuse contre la Russie, c'est la création du Royaume d'Italie, c'est aussi la Première Exposition Universelle de Paris, et les grands travaux d'Haussmann; mais c'est encore une glorieuse décennie pour les lettres — *Madame Bovary* de Flaubert, *les Fleurs du Mal*, de Baudelaire, *les Châtiments*, *les Contemplations* et le début de *la Légende des Siècles* de Victor Hugo — pour les arts, triomphe du réalisme avec Courbet, *Faust*, de Gounod et pour la Science...

Le triomphe de la science

Pour la Science, pour les techniques, pour les inventions, ce milieu du XIXe siècle est un moment crucial, décisif.

Nombre des découvertes de notre temps, dont nous sommes si fiers, sont en germe, en gestation dans les travaux des Savants d'il y a cent ans.

Le Palais de l'Industrie; clou de l'Exposition en 1855, marque la consécration de la construction métallique, quant aux ciments, avec Vicat, ils accomplissent des progrès décisifs.

Bessemer, en Angleterre, fait faire un pas géant à la fabrication de l'acier. Sainte-Claire-Deville, un Français, celui-là ! découvre la loi chimique de la « dissociation » et aussi le procédé pour produire industriellement ce nouveau métal, appelé à une si brillante carrière : l'aluminium.

Le chimiste Strasbourgeois Gerhardt prépare l'aspirine, mais elle ne sera utilisée qu'un demi-siècle plus tard.

Léon Foucault prouve, avec son pendule, de façon irrécusable, la rotation de la Terre et confirme les lois de la mécanique céleste; puis il invente le gyroscope.

Kirchhoff et Bunsen, deux savants d'Allemagne, trouvent l'analyse spectrale.

Foucault, encore lui, mesure la vitesse de la lumière, 298,000 km/seconde dans l'air, et seulement 221,000 dans l'eau.

Quant à Gaston Planté, il invente l'accumulateur.

Une ligne télégraphique franchit l'Atlantique, Charles Bourseul fait ses premiers essais de téléphonie,

oubliés, méconnus, au profit de Graham Bell.

Kelvin et Clausius, reprenant les travaux de Carnot, fondent la science de la thermodynamique.

Ferdinand Carré crée l'industrie du froid, suivi peu après de Charles Tellier.

Auguste Kékulé découvre la « tétravalence » du Carbone, une des colonnes de base de la chimie organique...

Claude Bernard donne ses lois à la physiologie, Louis Pasteur révèle celles de la fermentation et va bientôt pénétrer dans l'univers inconnu des microbes et des bactéries, tandis que Liebig crée et fabrique des aliments artificiels pour mieux nourrir les hommes.

Avec Pasteur et Claude Bernard, un savant domine la Science de cette période glorieuse du dernier siècle, c'est BERTHELOT...

Un savant très savant, qui a nom Berthelot

L'historien Octave Aubry a résumé l'oeuvre du chimiste en ces quelques mots : « Marcelin Berthelot, très cultivé, très habile, a, dans sa longue vie, un peu touché à tout. Ses travaux gravitent pourtant autour de deux idées principales : la synthèse des composés organiques au moyen des corps élémentaires, et la Thermochimie, qui devient, grâce à lui, une science nouvelle ».

Un savant, Camille Matignon, a mis l'accent sur l'importance de ces travaux. « La contribution de Berthelot à l'ensemble de nos connaissances dans le domaine de la chimie et de la physico-chimie dépasse de loin les apports de tous les chimistes de tous les temps et de toutes les nationalités. »

Ce géant de la chimie est né à Paris, le 25 octobre 1827, fils d'un médecin parisien. Dès ses années de collège, il fait preuve d'une prodigieuse universalité, de dons innombrables qui le font briller dans toutes les branches de l'enseignement, dans les lettres comme dans les sciences, comme dans la philosophie.

Lauréat de Concours Général, il se lie avec Ernest Renan, qui a quatre ans de plus que lui et vient de quitter le séminaire. Les deux jeunes gens descendent parfois ensemble depuis la montagne Sainte-Geneviève jusqu'à la Tour Saint-Jacques, font demi-tour et remontent au Quartier Latin, tout en devisant de Science et de métaphysique.

Parfois aussi, l'ex-séminariste enseigne les premiers rudiments de l'hébreu à son jeune ami.

Solide et durable amitié, on retrouvera Berthelot au chevet de Renan, mourant, en 1892, qui sera, plus tard évoquée par l'auteur de *l'Avenir de la Science* : « Quand je cherche à me représenter l'unique paire d'amis que nous étions, je me figure deux prêtres en surplis se donnant le bras ». Deux prêtres très laïques !

Marcelin a 24 ans quand il entre dans la carrière scientifique. Il est agrégé, en 1851, comme préparateur pour le chimiste Antoine Balard qui a découvert le bronze, et qui est alors professeur au Collège de France.

Trois ans plus tard, le jeune préparateur se fait remarquer en réalisant sa première synthèse : celle de l'alcool méthylique et de ses dérivés, en partant de l'oxyde de carbone.

Ce n'est, évidemment, pas la première synthèse réalisée par un savant. En 1828, un jeune chimiste de Göttingen, Frédéric Wöhler, a produit, dans son laboratoire, de l'urée synthétique, abolissant ainsi la frontière entre la chimie organique et la chimie inorganique, démontrant qu'en chimie organique, les substances obéissent aux seules lois physico-chimiques, aux mêmes lois que dans la chimie organique...

Wöhler a donc réussi la première synthèse organique. Il a poursuivi ses travaux, seul ou en association avec son ami Liebig, extrayant des corps organiques toute une série de produits dérivés.

Mais il demeurait, malgré toutes les démonstrations, des adversaires irréductibles, prétendant que la nature est seule capable de combiner, carbone, oxygène, hydrogène et azote pour en faire des corps organiques, tels que la benzine, la cellulose ou l'acétylène.

La synthèse de l'alcool méthylique survint à point nommé.

La renommée du jeune Marcelin Berthelot grandit aussitôt, d'autant plus qu'il ne s'arrêtait pas en si beau chemin, qu'il ne s'endormait pas sur ses lauriers.

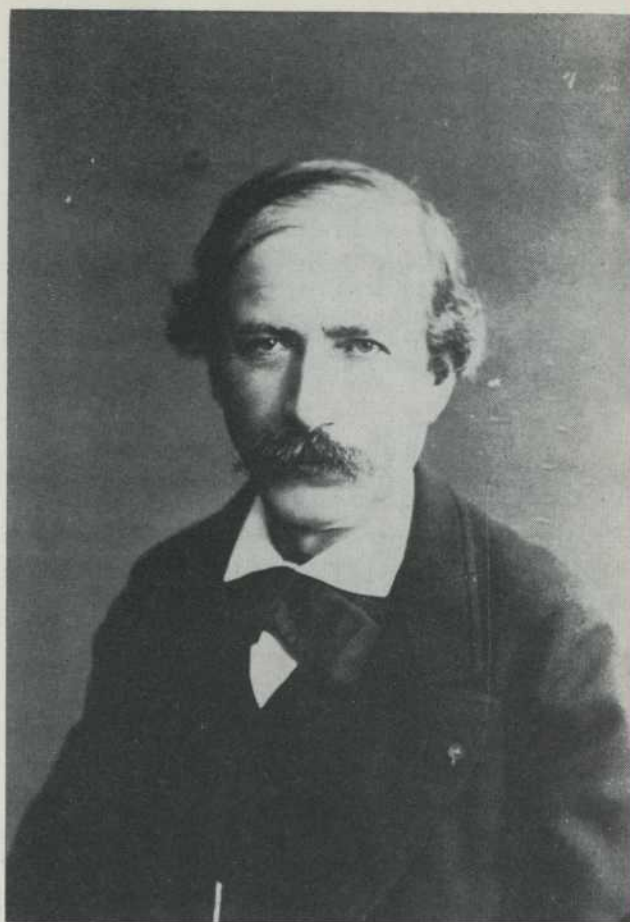
Il opère la synthèse de l'acide oxalique et de divers autres produits.

On parle de lui, dans les milieux scientifiques, même dans les salons mondains et littéraires, comme le prouve cette lettre d'une amie à Mme Edgar Quinet : « Je ne veux pas oublier de vous faire part d'un savant très savant, qui a nom M. Berthelot. On ne jure que par lui rue de l'Ouest (c'est-à-dire chez les Michelet). Mme Michelet m'a dit qu'il irait à la postérité ».

Ce savant très savant a trente ans.

**L'homme qui peut « reproduire la substance
dont l'herbe est faite »**

Nommé en 1859 professeur à l'Ecole de Pharmacie, Berthelot quitte Balard et s'installe dans son nouveau



Pierre-Eugène-Marcelin BERTHELOT (1827-1907).

laboratoire, où il poursuit avec acharnement, et succès, ses synthèses.

Après celle du camphre, le voici sur la voie de celle de l'acétylène.

Il ne se dissimule pas alors la portée pratique et philosophique de son acte prochain et fait part à son vieil et cher ami Renan de ses réflexions. On est en 1863, Renan publie sa *Vie de Jésus* qui fait scandale, Berthelot produit de l'acétylène de synthèse, en faisant simplement éclater, entre deux électrodes de charbon, une étincelle électrique dans une atmosphère d'hydrogène. Et il poursuit son oeuvre de sorcier des temps modernes. De cet acétylène, il tire de la benzine, puis de la naphthaline. La fabrication artificielle d'un corps organique ne peut plus être niée, la synthèse organique est officiellement née, en cette année 1863, il y a, à peine, un siècle...

Berthelot a démontré l'unité de la chimie, il fait figure de géant de l'intelligence, de géant de la science, cette « science, l'unique maîtresse de la vérité », comme le proclamera Renan dans un discours précisément prononcé en l'honneur du chimiste.

Quand, en 1901, Jules Lemaître le recevra à l'Académie française, il reconnaîtra aussi ses mérites immenses : « Vous n'avez pas encore fait un brin d'herbe.

Mais vous pouvez reproduire la substance dont l'herbe est faite. Votre chimie rationnelle a égalé sur quelques points, les miracles rêvés par la chimérique alchimie. Non seulement vous avez reproduit les substances naturelles, mais vous en avez produit une infinité d'autres qui, sans vous, n'auraient pas existé. »

Et cette création de produits, qui, sans Berthelot n'existeraient pas, se poursuit à un rythme de plus en plus vertigineux.

Un savant qui reçoit des honneurs

Le fait est assez rare. Pourtant, il se produit parfois : ce fut le cas pour Marcelin Berthelot.

En 1865, il quitte l'Ecole de Pharmacie pour une chaise au Collège de France, où l'on crée pour lui un laboratoire spécial. Il va y enseigner et y travailler pendant quarante ans.

C'est là qu'il fonde une science nouvelle : la *thermo-chimie* qui s'occupe de la chaleur mise en jeu dans les

réactions chimiques. Cette nouvelle voie de la chimie la rapproche de la physique, et contribue à la notion de l'unité de la Science.

Mais là ne se bornait pas l'activité de ce cerveau « polyvalent » : explosifs, chimie végétale, fabrication industrielle de l'ozone, augmentation de rendement du gaz d'éclairage, et jusqu'à des anticipations de vraie « Science-fiction », qui lui font décrire ses descendants de l'An 2000 en train de se nourrir d'une simple tablette azotée !

Sa croyance dans le progrès de l'humanité, son idéologie scientifique, le jettent dans la politique dont sa gloire lui fait rapidement gravir les degrés : Sénateur, Ministre de l'Instruction publique, puis les Affaires étrangères ; sa carrière politique égale maintenant sa carrière scientifique.

Formant un couple parfait avec sa femme, il ne devait lui survivre qu'une heure : tous deux mouraient le 18 mars 1907 ; il allait sur ses 80 ans, et tous deux allaient ensemble reposer au Panthéon.

Pasteur mène un dur et double combat contre les microbes et l'hostilité des autres savants

par Alex ROUDENE

« Mon père est tanneur à Arbois, petite ville du Jura. Mes soeurs remplacent, auprès de mon père pour les soins du ménage et du commerce, ma mère que nous avons eu le malheur de perdre au mois de mai dernier. »

« Ma famille est dans une position aisée, mais sans fortune. Tout ce que je possède, c'est une bonne santé, un bon coeur et ma position dans l'Université. »

« Je suis sorti, il y a deux ans de l'Ecole Normale, agrégé pour les Sciences physiques. Je suis Docteur depuis dix-huit mois et j'ai présenté à l'Académie des Sciences quelques travaux qui ont été très bien accueillis, le dernier surtout. Voilà, Monsieur, toute ma position présente. Quant à l'avenir, tout ce que je puis dire c'est que, sauf un changement complet, je me consacrerai à des recherches chimiques. J'ai l'ambition de revenir à Paris lorsque, par mes travaux, je me serai acquis quelque réputation. Monsieur Biot m'a parlé plusieurs fois de songer sérieusement à l'Institut... »

Ces lignes, empreintes de simplicité, mais sans fausse modestie, sont extraites de la lettre par laquelle un

jeune professeur de chimie à la Faculté des Sciences de Strasbourg demandait à son recteur sa fille en mariage.

Il allait l'obtenir et s'appelait LOUIS PASTEUR.

Pasteur ne fut pas un enfant prodige

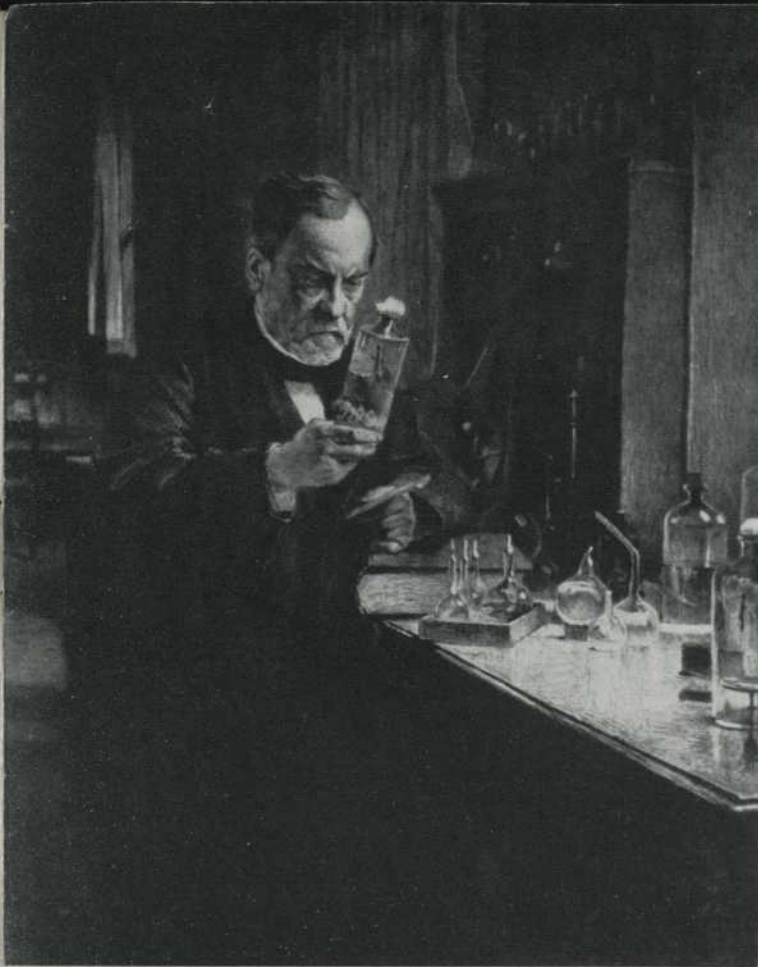
Il était né à Dôle le 27 décembre 1822.

Dans son enfance, c'était un petit garçon grave et sage qui fut d'abord attiré par le dessin et qui, au collège d'Arbois, puis au lycée de Besançon, ne semblait pas nourrir de grandes ambitions ni receler un génie scientifique.

Cependant, un professeur, un proviseur, un médecin et quelques autres personnes avisées le poussèrent à poursuivre des études de sciences. Tant et si bien que Louis Pasteur entre en 1843 — il n'avait pas encore atteint ses 21 ans — à l'Ecole Normale Supérieure. Examens et concours, brillamment subis, se succèdent à un rythme rapide.

Pasteur fait battre le coeur du vieux savant Biot

Le jeune savant a entrepris des études sur l'acide tartrique, mais se doute-t-il de ce qu'il va découvrir, de



Louis PASTEUR (1822-1895).

l'horizon immense qui va s'ouvrir devant ses yeux, devant son esprit ?

Certains cristaux, des tartrates, lui révèlent une singularité de forme, qui a échappé, jusqu'ici — jusqu'en 1848 — à ses plus illustres devanciers dans la science cristallographique : cette singularité est la dissymétrie moléculaire. Mieux qu'une simple découverte, cette dissymétrie ouvre à son esprit génial de vastes perspectives, qui déclenchent en lui, joie, enthousiasme et provoquent une scène inattendue, celle d'un jeune homme de 26 ans, à la figure romantique, qu'on prendrait plutôt pour un compositeur de musique que pour un docteur ès-sciences et qui se précipite hors d'un laboratoire de l'Ecole Normale Supérieure en bondissant joyeusement, qui embrasse dans un couloir, un appariteur oisif, lequel n'en revient pas, et qui l'entraîne, d'autorité, à son bras, jusqu'au proche jardin du Luxembourg, tout en lui confiant la découverte extraordinaire qu'il vient de faire et les conséquences illimitées qu'il en tire dans une sorte de vision anticipée; le brave employé n'y comprend rien, mais il écoute Pasteur, subjugué par son enthousiasme, par son espèce d'ivresse dionysiaque.

Ce témoin inattendu d'une grande vision scientifique en est éberlué, mais peu importe à Pasteur, qui voit et qui parle, qui parle...

Maintenant, il parle plus posément, devant Jean-Baptiste Biot, vieux et glorieux physicien, qui avait étudié les phénomènes de polarisation. Or, il s'agissait ici de l'action dissymétrique des cristaux de tartrate sur la lumière polarisée.

Puis le jeune homme refait devant Biot son expérience. Celle-ci terminée, le vieux savant prend le bras et lui dit, tout ému : « Mon cher enfant, j'ai tant aimé la science dans ma vie que cela me fait battre le cœur ! »

Mariage et acide racémique

Louis Pasteur poursuit une brillante carrière universitaire : professeur de physique à la Faculté de Dijon, puis l'année suivante, à celle de Strasbourg où il va rester cinq ans, et d'où il reviendra marié avec la fille de son recteur, car celui-ci a répondu favorablement à sa lettre.

Il a trouvé, en cette jeune fille, une épouse admirable, dont il dira, un demi-siècle plus tard : « Elle a été si parfaitement le modèle de la femme du savant que cette réussite a semblé celle d'une union prédestinée ».

Ce ne sont plus les cristaux qui le passionnent maintenant, mais l'obtention d'un insaisissable acide, l'acide racémique, variété de l'acide tartrique.

Le jeune savant y parvient, un jour, dans son laboratoire de Strasbourg, qu'il quitte en 1854 pour devenir Doyen de la Faculté des Sciences de Lille.

S'orientant peu à peu vers la biologie, Pasteur entreprend l'étude des fermentations, un nouveau terrain de recherches mal exploré jusqu'ici, celui des « infiniment petits ».

Un autre degré dans son ascension universitaire, et le voici maintenant Administrateur et Directeur scientifique de l'Ecole Normale Supérieure. Il n'a que 35 ans !

C'est dans un petit réduit qu'il fait ses grandes découvertes !

Deux petites pièces d'un grenier insalubre, vont constituer son laboratoire personnel, un laboratoire à peu près aussi minable que celui de Branly à l'Institut Catholique, que celui des Curie à l'Ecole de Physique et de Chimie, mais un de ces laboratoires d'où vont surgir de grandes, très grandes découvertes.

Malgré l'éminence de son poste à l'Ecole Normale, celle-ci n'a pas pu fournir un local plus vaste et mieux aménagé à Pasteur dont le nom et la renommée grandissent chaque jour dans le monde scientifique.

Malgré l'exiguïté de ce laboratoire, le savant y passe le plus clair de son temps, passionné par ses travaux, par ses recherches, par ses découvertes. Il y arrive dès huit heures du matin, de son pas à la fois hâtif et un peu traînant, il va aussitôt examiner les bouillons de culture en expérience, il en prépare d'autres puis s'installe devant son microscope. Il oublie

L'heure des repas, et il faudra souvent que sa femme l'envoie chercher à plusieurs reprises pour qu'il consente enfin à aller déjeuner !

On savait, quand il entrait dans son laboratoire, mais on ne pouvait prédire quand il en sortirait. C'est ainsi qu'un jour il avait promis à sa femme de l'emmener voir un défilé; il lui avait dit : « Le temps de passer au laboratoire et je reviens ». Elle l'attendit toute la journée !...

Pour et contre la génération spontanée

Son grand combat va commencer, un combat d'un quart de siècle !

Il avait fait l'expérience que voici : un liquide, même putrescible, reste pur, si on le garde à l'abri de l'air extérieur, il s'altère si la parcelle de coton qui a retenu les poussières est mise à son contact.

Après de longues et nombreuses recherches et expérimentations, il osait proclamer, en Sorbonne, au seuil de l'année 1864 : « Non, il n'y a aucune circonstance, aujourd'hui connue, dans laquelle on puisse affirmer que des êtres microscopiques sont venus au monde sans germes, sans parents, semblables à eux. Ceux qui le prétendent ont été le jouet d'illusions, d'expériences mal faites, entachées d'erreurs qu'ils n'ont su percevoir ou qu'ils n'ont pas su éviter ».

La bataille est engagée. Pour Pasteur, il n'y a pas de génération spontanée : « Tout vivant naît d'un vivant ».

La preuve est visible à l'Institut Pasteur où l'on montre, encore aujourd'hui, aux visiteurs, des ballons de bouillon scellés par le savant lui-même, demeurés inaltérés depuis trois quarts de siècle !

Pour Pasteur, ce problème de la génération non-spontanée n'est qu'un prélude à celui, plus humain, par ses conséquences heureuses, des maladies infectieuses.

Mais prudemment, il s'attaque aux maladies des vins, de la bière et des vers à soie, avant de lancer le grand et décisif assaut contre celles de l'homme.

Microbe et aseptie

« Si j'avais l'honneur d'être chirurgien pénétré comme je le suis des dangers auxquels les exposent les germes des microbes répandus à la surface de tous les objets, particulièrement dans les hôpitaux, non seulement je ne me servais que d'instruments d'une propreté parfaite mais, après avoir nettoyé mes mains avec le plus grand soin, je n'emploierais que de la charpie, des bandelettes, des éponges préalablement exposées dans un air porté à la température de 130° à 150°C, je n'emploierais qu'une eau qui aurait subi la température de 110°C à 120°C. »

Ces paroles prophétiques, qui aujourd'hui, nous semblent si naturelles, si banales, presque des lapalissades, sont du 30 avril 1878.

Pasteur menait, alors avec acharnement, la lutte pour la stérilisation et l'asepsie contre les microbes qu'il avait découverts : le Streptocoque, le Staphylocoque et leurs innombrables pères. . .

Un an plus tard, il découvrait le principe de l'immunisation par des cultures de microbes vieilles et amorties, d'où allait jaillir toute une gamme de vaccins !

Commençant, cette fois encore, par les animaux, il met au point le vaccin anticharbonneux, puis un beau jour, annonce que : « Tout fait espérer que la rage sera, elle aussi, bientôt domptée. »

Il n'y a pas que les chiens qui soient enragés ! . . .

C'est au mois de juillet de l'année 1885 que Pasteur enfin, après de très longues recherches, réussit à réaliser un vaccin contre cette terrifiante maladie et à l'expérimenter sur un enfant de 9 ans, le petit Joseph Meister, déchiqueté par quatorze morsures.

Il réussit pleinement, mais les médecins se déchaînent contre lui : comment un individu qui n'est pas docteur en médecine, se permet-il de guérir un être humain ?

Heureusement pour lui, Pasteur a des « peaux d'âne » et une haute situation officielle, sans quoi il pourrait bien aller en prison ! Heureusement pour lui encore, il a l'esprit combatif et ne se laisse jamais abattre par la besogne, les menaces et les excommunications des médiocres, des routiniers, des envieux, des jaloux. . . Il n'abandonne jamais la lutte, mais il est attristé de la haine amoncelée contre lui : « Je ne me croyais pas tant d'ennemis », dira-t-il, un jour de la fin de sa vie.

Apothéose

Heureusement aussi pour lui, beaucoup, surtout dans le peuple, parmi les non-savants, l'admiraient, le vénéraient et, malgré vents et marées de l'envie, ses dernières années furent une véritable apothéose : voyages triomphaux à Edimbourg, à Copenhague, jubilé en Sorbonne, réception à l'Académie française et, surtout, construction — grâce à l'argent d'une souscription internationale, et inauguration de « son » institut, l'Institut Pasteur.

C'est dans cette demeure de la science biologique et bactériologique, dans ce sanctuaire des vaccins, que repose le corps du grand, modeste et courageux savant, mort le 28 septembre 1895, à l'âge de 73 ans, après avoir prononcé, comme une excuse, ces derniers mots : « Je ne peux plus ! »

10e saison des Jeunes Explos

Depuis juin 1955, des étudiants de toutes les régions du Québec se réunissent au Camp des Jeunes Explos pour y étudier les diverses disciplines des sciences naturelles. Ce camp est une véritable *école d'été* où toutes les journées sont occupées aux excursions, collections, aux cours pratiques et aux travaux de laboratoire. Les Jeunes Explos sont installés au Cap Jaseux, sur les rives du fjord du Saguenay, près de Chicoutimi.

Les étudiants du cours secondaire peuvent s'inscrire après avoir complété les éléments latins ou la 8e année.

Si vous vous intéressez sérieusement à l'étude des sciences naturelles, demandez immédiatement le feuillet de propagande 1964 et tous les autres renseignements en écrivant : LÉO BRASSARD, c.s.v., directeur, Camp des Jeunes Explos, Collège de Joliette, JOLIETTE, Qué.

Les auteurs de ce numéro

Rédacteurs :

- 121 Atomique, par Serge LAPOINTE, Ph. D., professeur de Physique, Université de Montréal, actuellement en séjour d'étude à l'Observatoire de Paris, Service de Radioastronomie, à Meudon, France.
- 126 Hélicoptère et cartographie, « Radioactivité » et géologie, par Gaston LAPOINTE, photo-reportage de l'Office national du Film (O.N.F.), Ottawa.
- 128 Expérience à réaliser : la chromatographie sur papier, par Réal AUBIN, c.s.v., M. Sc. (Chimie), professeur de Chimie au Collège de Joliette.
- 130 Le dossier de l'exploration spatiale, par Réal AUBIN, c.s.v., M. Sc., professeur de Chimie, Collège de Joliette.
- 132 Les guêpes sociales du genre *Vespula*, par Adrien ROBERT, c.s.v., D. Sc., professeur, Département des Sciences biologiques, Université de Montréal.
- 137 Histoire d'une découverte ou rôle de l'erreur en science, par Alphée NADEAU, B. Sc. (Physique), professeur de Physique au Collège Saint-Louis, Edmundston, N.B.
- 140 Les aventuriers de la science, Berthelot et Pasteur, par Alex ROUDENE, article de l'Agence Parisienne de Presse (APP), droits réservés par *Le Jeune Scientifique* pour le Canada.

Dessinateurs et photographes :

- 121-126 Atomique : notions fondamentales sur l'atome, dessins de Rolland BOULANGER, Montréal.
- 126-127 Hélicoptère, radioactivité, photo-reportage de l'O.N.F., Ottawa, photos de Chris LUND et George HUNTER.
- 129 Chromatographie sur papier, dessins de Réal AUBIN, c.s.v., M. Sc.
- 132-133 La guêpe *Vespula maculifrons*, photos Jean GARNEAU, Département des Sciences biologiques, Université de Montréal.
- 135-136 Guêpes du genre *Vespula*, dessins du professeur Adrien ROBERT, c.s.v., D. Sc., Département des Sciences biologiques, Université de Montréal.
- 137 La 2e loi de Képler, dessin du professeur Alphée NADEAU, B. Sc., réalisé par Rosaire GOULET, Montréal.
- 139 Planche du *Mysterium Cosmographicum* de Képler, extraite de *Causalités et accidents de la découverte scientifique*, par R. TATON, Masson & Cie, Paris, 1955; Pl. XIX.
- 141 Berthelot, photo de *Edgar Fahs Smith Memorial Collection*, Université de Pennsylvanie, E.-U.
- 143 Pasteur, photo de la *Fisher Collection*, *Fisher Scientific Company*, Pittsburgh, Pennsylvanie, E.-U.

Information scientifique à l'adresse de « votre » revue !

Avez-vous déjà observé que « votre » revue vous offrait une source d'information scientifique de bonne qualité, couvrant un nombre imposant de thèmes et questions scientifiques ? Saviez-vous qu'un seul volume annuel du JEUNE SCIENTIFIQUE contient 192 pages, abondamment illustrées, compilant près de 70 articles rédigés par des professeurs et scientifiques compétents ?

Si vous connaissez déjà ces faits et si vous en bénéficiez déjà, pourquoi ne pas devenir propagandiste de votre revue dans votre milieu ? Demandez immédiatement des formules d'abonnement, des feuillets publicitaires, et diffusez cette source d'information scientifique dans votre collège, dans votre école. Notre société n'est sûrement pas suffisamment informée et instruite des progrès de la science. Vous collaborerez ainsi à cet important programme d'éducation.

LE JEUNE SCIENTIFIQUE vous offre encore :

la série complète du 1er volume, 1962-63 :

Le volume complet, non relié : \$ 2.50

Le volume complet, relié : \$ 5.00

une reliure-cartable pour conserver les numéros :

Un cartable préparé spécialement pour retenir ensemble, sous une même couverture solide, les 8 numéros de chaque volume. Chaque numéro peut ensuite se détacher facilement de la reliure. Cette nouvelle « reliure-cartable » avait été annoncée en novembre dernier et elle est maintenant disponible, au bureau de la revue, à \$ 1.50 l'unité.

publications du « Jeune Naturaliste » :

Numéros spéciaux, brochures et feuillets de l'ancienne revue « Le Jeune Naturaliste ». Demandez la nouvelle « liste des publications 1964 » qui facilitera vos commandes. Vous y trouverez de nombreux titres sur divers sujets de sciences naturelles.

abonnements au 11e volume, 1963-64 :

Abonnement individuel : \$ 2.50

abonnement de groupe : \$ 1.60

Pour l'abonnement de groupe, 15 ou plus à une même adresse, le responsable paie \$ 1.50 pour chaque abonnement.

