

Pelleter, Jr. Halvick

3

J-69



le jeune scientifique

PUBLICATION DE L'ACFAS



VOLUME 3
NUMÉRO 3
DÉCEMBRE 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).

RÉDACTION

Léo Brassard
directeur
Roger H. Martel
secrétaire de la rédaction

CONSEIL D'ADMINISTRATION

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

COMITÉ DE RÉDACTION

Réal Aubin
Jean-R. Beaudry
Max Boucher
René Bureau
Jean Caron
Raymond Cayouette
Richard Cayouette
Pierre Couillard
Aimé-Onil Dépôt
Gérard Drainville
Jean-Paul Drolet
Wilfrid Gaboriault
Olivier Garon
Roger Ghys
Maurice L'Abbé
Serge Lapointe
Maurice Maec
Michel-E. Maldague
Wladimir Paskievici
Jacques Vanier
Léon Woué

Tarif des abonnements

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

Adresses

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

Notes

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

Volume III, no 3

décembre 1964

SOMMAIRE

- 49 Minéralogie pratique; 3^e article: valeur marchande et caractéristiques des minéraux
- 56 Mousses et Fougères, étude de leur reproduction
- 60 L'évolution du cheval et les représentants actuels de la famille des Equidés
- 65 Recherches sur les Invertébrés de fond, à la Station de Biologie marine de Grande-Rivière, Gaspé
- 71 La réalisation de la bombe atomique: 1 — Dès 1905, Pierre Curie prévoyait le terrible danger du radium

Photo-couverture : une sculpture réalisée par un Esquimau dans une pierre de faible dureté, le talc (ou stéatite, *soap-stone*). Le talc, de couleur gris vert, plus ou moins foncé, présente un éclat nacré et se raye à l'ongle. Les Esquimaux qui habitent le pays glacial de la toundra sur le littoral accidenté de la côte arctique, ont pratiqué au cours des siècles l'art de la sculpture à un niveau très élevé. Comme ils manquaient de matériaux pour créer des oeuvres d'art, ils ont eu recours à la pierre pour la fabrication de leurs outils et comme moyen plastique d'expression. Le talc est la pierre la plus souvent employée pour ces sculptures. — Dans le 3^e article sur la minéralogie, aux pages 49 à 55 de ce numéro, on mentionne le talc et son rôle dans la description des minéraux. Photo Louis-Philippe COITEUX; sculpture de la Collection du Collège de Joliette.

Valeur marchande des minéraux

Caractéristiques des minéraux

ou moyens pratiques de les identifier

Quant à la valeur marchande des substances minérales, l'*Engineering and Mining Journal* (E & MJ) publie périodiquement une revue du marché des métaux et des minéraux. On y trouve la liste des prix courants pour les métaux, certains minerais, les produits de fonderies et d'affineries ainsi que les rebuts métalliques (scrap).

A titre d'exemple, voici les prix moyens de certaines substances minérales au cours de 1964 (août).

Aluminium	25½ cents, livre
Amiante	\$30 à \$1400, tonne (selon la qualité des fibres)
Antimoine	44 cents, livre
Argent	\$1.40, once troy
Cuivre	35 cents, livre
Cobalt	\$2.16, livre
Etain	\$2.00, livre
Fer (minerai à 51.5% fer)	apprx. \$11 (US), tonne forte
Magnésium	36 cents, livre
Nickel	84 cents, livre
Or	\$35 (US), once troy
Platine	\$87-\$90, once troy
Plomb	13 cents, livre
Zinc	13½ cents, livre

Dans la liste de prix offerts pour les diverses substances minérales, l'on rencontre souvent certaines abréviations, telles que : f.o.b., c.i.f. et c. & f.

L'expression f.o.b. (freight on board) signifie que le coût d'achat ou de vente comprend le coût du minerai et son chargement à bord des wagons ou des bateaux (minéraliers).

Par exemple, si l'on mentionne que le prix de l'ilménite (minerai de titane) est comme suit :

Ilménite, 1t, 60% TiO₂, f.o.b., wagons, ports Atl.,
\$23-\$26 (US)

ceci signifie que le prix du marché pour de l'ilménite contenant 60% d'oxyde de titane varie de \$23 à \$26 (US) par tonne forte, à bord des wagons, aux ports de l'Océan Atlantique.

Dans le cas de l'amiante, on aurait :

Amiante, tonne courte, f.o.b., mine, dollars canadiens, par catégories :

No. 1 brut	\$1400	5D fibre	\$142
No. 2 brut	\$ 750	6D fibre	\$ 86
3F fibre	\$ 565	7D fibre	\$ 75
4A fibre	\$ 320	8S "floats"	\$ 29

ce qui signifie que le prix du marché pour les fibres d'amiante, par tonne courte, à bord des wagons, à la

mine, en dollars canadiens, varie selon la qualité (longueur) des fibres. Il y a près de trente catégories différentes pour lesquelles des prix sont fournis.

Les fibres les plus longues (1½ à 2 pouces) qui peuvent être filées et tissées valent jusqu'à \$1400 par tonne courte. C'est ce qu'on désigne par l'amiante brut, classé lui-même en plusieurs catégories. Les fibres les plus courtes (fraction de pouce) trouvent aussi de nombreux emplois dans l'industrie de la construction lorsqu'elles sont mélangées au ciment.

Dans le cas où le contrat mentionne que les minerais sont vendus ou achetés c.i.f. (cost, insurance, freight), ceci veut dire que le prix inclut le coût des minerais, les frais d'assurance et aussi le coût du transport jusqu'à la destination indiquée au contrat.

Quant à l'expression c. & f. (cost & freight), elle représente le coût des minerais et leur transport.

Il faut donc lire attentivement ces diverses indications lors du calcul du coût d'achat ou de vente des substances minérales. Il faut aussi noter le système monétaire dans lequel les prix sont donnés; dans le cas particulier du Canada dont le principal marché d'exportation est aux Etats-Unis, le dollar canadien a rarement la même valeur que le dollar américain.

Dans les exemples précédents le prix de l'ilménite est exprimé en dollars américains tandis que celui de l'amiante est en dollars canadiens. Il faut donc faire la conversion selon le cas. Comme la valeur du dollar américain est ordinairement supérieure à celle du dollar canadien, les opérateurs de mines dont une partie de la production est exportée vers les marchés américains reçoivent un prix plus élevé. La dévaluation du dollar canadien au cours des dernières années a beaucoup favorisé les exportations des substances minérales produites au Canada.

II le chapitre

Caractéristiques des minéraux

Les minéraux ont plusieurs caractéristiques qui nous permettent de les reconnaître et de les identifier. Ces caractéristiques se divisent en deux catégories : la composition chimique du minéral et les propriétés physiques.

A) Composition chimique

Les minéraux possèdent à l'état pur une composition chimique définie. La composition chimique d'un minéral, particulièrement sa structure atomique, détermine ses propriétés optiques et la plupart de ses caractères physiques.

Ainsi le quartz est toujours un oxyde de silicium (SiO_2); la pyrite, un sulfure de fer (FeS_2); et la chalcopryrite, un sulfure de cuivre et de fer (CuFeS_2). On peut donc, au moyen de l'analyse chimique, déterminer la présence des divers éléments et ainsi identifier le minéral considéré. Dans le cas où deux minéraux ont une composition chimique presque identique, comme la marcassite et la pyrite (FeS_2), on a alors recours à certains caractères physiques, telle la forme cristalline, la dureté ou la densité, pour plus de sûreté dans l'identification.

Les minéraux sont formés d'une ou plusieurs substances appelées éléments chimiques. On connaît une centaine d'éléments différents dans la nature. Ceux-ci sont représentés par des symboles chimiques dont la liste est donnée dans les traités de chimie.

Ainsi le fer (Fe) combiné avec l'oxygène (O) forme des oxydes de fer tels que l'hématite (Fe_2O_3) et la magnétite (Fe_3O_4); le fer (Fe) et le chrome (Cr) combinés avec l'oxygène forment la chromite ($\text{FeO.Cr}_2\text{O}_3$); le cuivre (Cu) et le fer (Fe) combinés avec le soufre (S) forment la chalcopryrite

(CuFeS_2) et la bornite (Cu_5FeS_4) et ainsi de suite pour toute la série des éléments chimiques.

Les éléments chimiques les plus importants rencontrés dans la composition des minéraux et des roches de la terre sont les suivants :

Élément	Symbole chimique	Description
Oxygène	O	Gaz
Silicium	Si	Métalloïde
Aluminium	Al	Métal
Fer	Fe	Métal
Calcium	Ca	Métal
Sodium	Na	Métal
Potassium	K	Métal
Magnésium	Mg	Métal
Hydrogène	H	Gaz
Titanium	Ti	Métal
Chlore	Cl	Gaz
Carbone	C	Non-métallique
Phosphore	P	Métalloïde
Soufre	S	Métalloïde

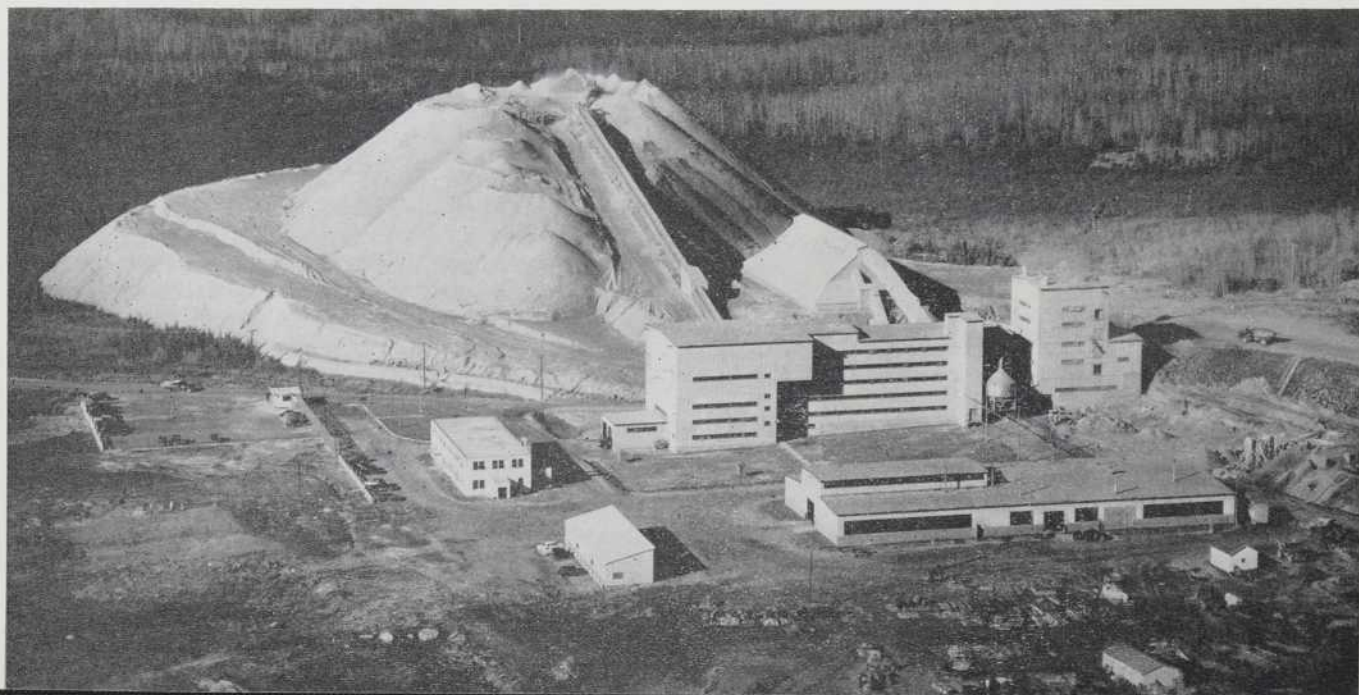
Les trois premiers éléments constituent plus de 80% de la lithosphère, à savoir l'oxygène près de 50%, le silicium plus de 25% et l'aluminium, plus de 7%. Les autres varient entre 5% et quelques dixièmes de un pour cent.

Notons en passant le rôle excessivement important joué dans la formation de l'écorce terrestre par le silicium dont la place dans le règne minéral peut se

Comme la plupart des gisements minéraux trouvés dans la nature ne contiennent qu'un faible pourcentage de substance utile, soit une fraction d'once d'or ou d'argent ou quelques livres de métal dans chaque tonne de roche dans le cas des métaux industriels — cuivre, plomb, zinc — d'énormes quantités de gangue doivent être aussi broyées et transportées au cours des opérations d'extraction des minéraux utiles. Voilà pourquoi on peut souvent voir près des mines ces

grands amoncellements de roche stérile (tailings).

La photo ci-dessus nous montre les bâtiments de surface de la mine d'amiante (crysotile) de Munro à l'est de Matheson en Ontario. La roche dont on a extrait l'amiante est mise en tas sur le carreau de la mine alors que la fibre est emmagasinée en vue de son expédition vers les marchés. L'amiante canadien et ses nombreux produits ouvrés sont exportés vers presque tous les pays du monde.



comparer à celle du carbone dans les règnes végétal et animal.

Quant à tous les autres éléments chimiques non mentionnés dans le tableau, ils forment plus de 1500 combinaisons chimiques qui comptent pour environ 1% de l'écorce terrestre jusqu'à une profondeur de dix milles.

La composition chimique des minéraux est représentée par une formule simple qui exprime le nombre proportionnel d'atomes de chaque élément chimique qui s'y trouve. La pyrite de fer est représentée par la formule FeS_2 dans laquelle Fe est le symbole de l'élément fer, et S celui du soufre. La formule signifie que la pyrite se compose de fer et de soufre dans la proportion d'un atome de fer pour deux atomes de soufre, c'est donc un bisulfure de fer.

De la même façon, l'hématite a pour formule chimique Fe_2O_3 ; elle signifie que le fer et l'oxygène sont présents dans la proportion de deux atomes de fer pour trois atomes d'oxygène et ainsi de suite pour tous les minéraux.

Ces diverses formules chimiques données aux minéraux trouvés dans la nature sont obtenues au moyen des analyses chimiques. Une telle analyse nous renseigne sur la proportion des éléments présents dans le minéral. A titre d'exemple d'un tel calcul, considérons l'analyse suivante d'un échantillon de chalcopryrite presque pur :

	Pourcentages trouvés par l'analyse chimique	Poids atomique des éléments	Rapports
Cuivre :	34.45	63.54	$\frac{34.45}{63.54} = 0.542$
Fer :	30.64	55.85	$\frac{30.64}{55.85} = 0.548$
Soufre :	34.82	32.06	$\frac{34.82}{32.06} = 1.086$
Autres :	0.09		
	100.00		

Les pourcentages trouvés par l'analyse chimique d'une substance minérale indiquent les proportions en poids des divers éléments chimiques de cette substance. Comme ces éléments ont des poids atomiques différents, il faut alors diviser le poids de chacun par son poids atomique afin de déterminer le rapport des atomes (les poids atomiques des éléments chimiques sont connus et donnés dans les traités de chimie ou de physique). Dans l'exemple précédent, le cuivre, le fer, et le soufre sont dans un rapport de 0.542 à 0.548 à 1.086 ou en chiffres ronds dans un rapport de

$$Cu : Fe : S = 1 : 1 : 2$$

La formule chimique de la chalcopryrite s'écrira donc : $CuFeS_2$ car dans les formules chimiques, on n'indique pas le chiffre 1.

De la même façon, si l'on connaît la formule chimique d'un minéral, et le poids atomique de ses éléments, il est facile de calculer le pourcentage de chaque constituant. Ainsi pour trouver le pourcentage de l'élément fer dans un échantillon d'hématite pure, Fe_2O_3 , on aura :

$$\begin{aligned} 2 \text{ parties de fer} \times 55.85 & & & \\ (\text{poids atomique du fer}) & = & & 111.70 \\ 3 \text{ parties d'oxygène} \times 16.00 & & & \\ (\text{poids atomique de l'oxygène}) & = & & 48.00 \\ \hline \text{Total des poids atomiques} & & & 159.70 \end{aligned}$$

Le pourcentage de fer dans l'hématite sera donc :

$$\frac{111.70}{159.70} \times 100 = \text{environ } 70\%$$

Ainsi une tonne de minerai de fer qui contient 50% d'hématite (Fe_2O_3) équivaut à 700 livres de fer pur, soit :

$$2000 \text{ lbs} \times \frac{50}{100} \times \frac{70}{100} = 700 \text{ livres de fer pur.}$$

Par des calculs semblables on parvient à déterminer que la chalcopryrite pure ($CuFeS_2$) contient 34.5% de cuivre; la galène (PbS) contient 86.6% de plomb; la blende (ZnS) 67% de zinc; la chromite ($FeCr_2O_4$) 46.4% de chrome; la stibine (Sb_2S_3) 71.4% d'antimoine; la molybdénite (MoS_2) 60.0% de molybdène, et ainsi de suite pour tous les minéraux et les roches que l'on trouve dans la nature.

B) Propriétés physiques

Les minéraux possèdent aussi des propriétés physiques qui facilitent leur identification. Ce sont : l'éclat, la couleur, la dureté, le poids spécifique (ou densité), le clivage, et la forme.

a) L'éclat

L'éclat est la propriété que possèdent les minéraux de refléter certains rayons de lumière. C'est l'aspect qu'offre la surface des minéraux lorsque celle-ci réfléchit la lumière; cette notion d'éclat est d'ailleurs liée au pouvoir réflecteur des minéraux. On distingue deux éclats utiles pour l'identification des minéraux, ce sont :

l'éclat métallique,

l'éclat non-métallique.

On dit qu'un minéral a un *éclat métallique* s'il reflète la lumière à la façon d'un métal poli comme l'or, l'argent, le cuivre, le fer, etc.

Tous les autres éclats sont *non-métalliques*.

Remarque : Plusieurs minéraux métalliques ont un éclat métallique : tels sont la galène, la stibine, la molybdénite, la pyrite, la chalcopryrite, le graphite, mais certains peuvent avoir un éclat non-métallique, tels sont la blende, l'hématite, la bauxite, etc.



Pour obtenir la couleur d'un minéral, il suffit de le frotter sur une plaque de porcelaine blanche non vernissée. On peut alors facilement observer le trait du minéral considéré. Dans le cas d'une particule minérale qu'il serait difficile de frotter sur la plaque, la couleur de la poudre obtenue avec le mortier peut servir d'indice.



La pointe d'un canif est un instrument très utile pour les essais de dureté des minéraux. Comme nous savons que les cinq premiers minéraux de l'échelle peuvent être rayés par le canif alors que les cinq derniers ne le sont pas, nous pouvons donc par ce simple essai identifier de nombreuses substances minérales.

Plusieurs minéraux non-métalliques présentent un éclat particulier parmi lesquels on distingue :

- l'éclat adamantin lorsque le minéral réfléchit vivement la lumière, ex : le diamant
- l'éclat vitreux lorsque le minéral réfléchit la lumière à la façon du verre, ex : le quartz
- l'éclat résineux lorsque le minéral ressemble à de la résine, ex : la blende
- l'éclat gras : lorsque la surface semble enduite d'une substance grasse ou huileuse, ex : le talc
- l'éclat soyeux lorsque le minéral ressemble à de la soie, ex : l'amiante crysolite
- l'éclat nacré lorsque le minéral a des reflets qui rappellent ceux d'une perle

Pour ce qui est des degrés d'intensité de l'éclat, on peut préciser avec les termes : très brillant, brillant, luisant ou mat.

Dans les cas douteux, il sera utile de se rappeler, que les minéraux à éclat métallique donnent ordinairement une poussière noire ou presque noire lorsqu'on les frotte sur la porcelaine non vernissée.

b) La couleur essentielle

La couleur essentielle d'un minéral se détermine en le réduisant en poussière très fine. Le meilleur moyen d'obtenir la couleur d'un minéral est de le frotter contre une surface dure et rugueuse comme celle de la porcelaine dégruée ou non vernissée; la couleur de la trace laissée est la couleur de la poussière qui est remarquablement constante pour un minéral donné. On y réfère en parlant du *trait* d'un minéral.

Les couleurs variées des minéraux sont dues à leur composition chimique ou à la présence de certaines

impuretés. Le fer, par exemple, donne aux minéraux des teintes rouge, jaune et parfois verte, tandis que les composés de cuivre donnent ordinairement une teinte bleue ou verte. Dans plusieurs cas, la couleur est due à la présence en très petite quantité de pigments minéraux ou à un effet d'optique. La couleur de la masse d'un minéral (tel qu'on le trouve dans la nature) peut différer de celle de sa poussière, car il suffit d'une légère altération en surface pour modifier la couleur d'un minéral. La couleur de la poussière varie beaucoup moins et voilà pourquoi lorsqu'on examine un échantillon, on doit toujours vérifier la couleur du trait d'un morceau du minéral fraîchement cassé. Ainsi un morceau de chalcoppyrite montre une couleur jaune métallique souvent iridescente tandis que la couleur essentielle du minéral, celle de sa poussière, est noir-verdâtre. De même, la pyrite est jaune, mais son trait est noir; l'hématite est grise ou noire, mais son trait est rougeâtre.

Certains minéraux qui ont une grande ressemblance, comme la molybdénite et le graphite, peuvent être identifiés par leur poussière; la molybdénite donne un trait noir-verdâtre, tandis que celui du graphite est gris-noir.

Comme on le verra plus loin au chapitre des suggestions pratiques pour l'identification des minéraux, la *couleur de la masse* d'un minéral (souvent différente de celle de son trait) offre dans plusieurs cas un moyen facile de détermination préliminaire, à la condition qu'il s'agisse de la couleur du minéral frais, c'est-à-dire due à une cassure ou à une face cristalline intacte et sans altération. Cette première identification devra toutefois être confirmée par d'autres propriétés caractéristiques.

On peut noter quelques couleurs importantes pour les minéraux les plus connus.

Parmi les *minéraux jaunes ou jaunâtres*, il y a l'or natif, la chalcopryrite, la pyrite de fer, la pyrrotine, la millérite, la marcassite, la scheelite, la carnotite, ainsi que le soufre, la topaze, l'ocre jaune, etc.

Parmi les *minéraux rouges ou rougeâtres*, mentionnons le cuivre natif, la bornite, l'hématite, la nickéline, le réalgar, le cinabre, le grenat, le jaspe, etc.

Les *minéraux blancs ou gris* sont assez nombreux parmi lesquels on peut nommer la chalcosine, la tétraédrite, l'argyrose, la galène, la molybdénite, l'arséno-pyrite, la smaltine et plusieurs substances non métalliques comme le marbre, le gypse, le talc, le quartz, la cryolite, la dolomie, la magnésite, la néphéline, etc.

Certains minéraux sont *bruns* comme le corindon, le zircon, la sphère et l'hématite. Il y a aussi des minéraux *bleus* comme le lapis lazuli, la sodalite, la turquoise (bleu-vert), l'azurite, le saphir, et des minéraux *verts* comme l'apatite, la malachite, l'émeraude, l'épidote, la serpentine, le jade, le péridot olivine, la turquoise (bleu-vert). D'autres sont *roses ou violets* comme certains échantillons de quartz : le quartz rose et l'améthyste. Enfin il y a les minéraux *noirs ou gris très foncé* comme la pyrolusite, la magnétite, l'hématite spéculaire, l'ilménite, la chromite, la tourmaline, l'uraninite, la chalcosine, le graphite, la blende, l'argyrose, etc.

c) La dureté

La dureté d'un minéral est la résistance qu'il offre à se laisser entamer ou rayer. On apprécie la dureté d'un minéral d'après une échelle conventionnelle formée de dix minéraux types. Cette échelle proposée par Mohs est très commode et universellement utilisée. Elle porte son nom, c'est « l'échelle de Mohs ».

L'échelle de dureté signifie qu'un minéral donné se laisse rayer par un autre minéral de dureté supérieure. Les différents nombres de l'échelle de dureté ne représentent pas des quantités, et il n'existe pas de différence constante. Ainsi il y a une différence de dureté beaucoup plus grande entre le diamant et le corindon qu'entre le corindon et le talc.

Echelle de dureté

1. Talc : Facile à rayer à l'ongle.
2. Gypse : Pas aussi facile à rayer à l'ongle.
3. Calcite : Rayée par une pointe de fer doux.
4. Fluorine : Non rayée par une pièce de monnaie de cuivre, ne raye pas le verre.
5. Apatite : Rayée par une pointe d'acier (canif), raye difficilement le verre.
6. Orthose : Rayée par le quartz, raye le verre.
7. Quartz : Raye facilement le verre, non rayé par le canif.
8. Topaze : Raye le quartz et très facilement le verre.
9. Corindon : Rayé par le diamant, mais raye assez facilement le quartz.
10. Diamant : Raye tous les minéraux et n'est rayé que par lui-même.

Remarques :

La glace, qui est aussi un minéral, a une dureté d'environ 2.

L'ongle raye les deux premiers minéraux de l'échelle, mais est rayé par les suivants : l'ongle a donc une dureté supérieure à 2.

Un sou de bronze a une dureté supérieure à 3.

Le canif raye les cinq premiers, mais est rayé par les suivants : l'acier a donc une dureté de 5½.

Le verre à vitre a une dureté un peu inférieure à 6.

La plupart des pierres précieuses ont une dureté supérieure à 6. La dureté du rubis et du saphir qui sont des variétés rouge et bleue du corindon ont une dureté de 9, tandis que celle de l'émeraude, de couleur verte varie entre 7½ et 8½, soit à peu près celle de la topaze jaune.

On désigne ordinairement la dureté par la lettre D. (en anglais, on emploie la lettre H pour Hardness).

La dureté des minéraux est une propriété très utile pour leur identification. Par exemple, la chalcopryrite (minéral de cuivre) et la pyrite (sulfure de fer souvent sans valeur) se ressemblent beaucoup. Pour les distinguer il suffit de les frotter avec la pointe d'un canif : la chalcopryrite se raye facilement (dureté de 3½ à 4) tandis qu'on ne peut rayer la pyrite de fer avec le même instrument car sa dureté est de 6 à 6¼.

Il en est de même pour l'apatite (phosphate de calcium) et le béryl (silicate d'alumine et de béryllium) dont les duretés respectives sont de 5 et de 8.

Il ne faut pas confondre la dureté des minéraux avec leur *ténacité* dont on parlera plus loin et qu'on définit comme leur résistance au choc. Un minéral dur n'est pas nécessairement tenace et inversement.

d) Poids spécifique ou densité

On appelle *poids spécifique* ou *densité* d'un minéral, le poids du minéral par rapport au poids du même volume d'eau distillée, à une température déterminée. On considère le poids spécifique de l'eau comme étant égal à 1.

Le poids spécifique d'un minéral est donc la valeur obtenue en divisant son poids par celui d'un égal volume d'eau. On désigne ordinairement cette valeur par les lettres G ou P.S.

Dire par exemple que le poids spécifique de l'or est 19.25 c'est indiquer que l'or, à volume égal, est un peu plus de dix-neuf fois plus lourd que l'eau. La plupart des minéraux ont une densité comprise entre 2 et 4; ce sont les minéraux de densité moyenne. Les minéraux légers ont une densité inférieure à 2, tandis que les minéraux lourds ont une densité supérieure à 4.

Le poids spécifique est un facteur important pour l'identification des minéraux, et bien que sa mesure exacte nécessite l'emploi d'une balance précise, on parvient assez bien avec un peu d'habitude à l'apprécier en soulevant les minéraux dans la main. A titre d'exemple, il est facile de constater la forte différence de densité qui existe entre le quartz ordinaire (P.S. = 2.65) et la galène, un minéral de plomb dont le poids spécifique est de 7.5.



D'une façon générale, on peut dire que les minéraux non-métalliques ont une densité moyenne qui varie de 2.65 à 2.75 car les minéraux les plus communs de ce groupe (quartz, calcite et feldspath) ont des densités de cet ordre de grandeur. Quant aux minéraux métalliques, leur densité moyenne est aux environs de 5.0, qui est la densité de la pyrite de fer. La méthode ordinairement employée pour calculer le poids spécifique des minéraux consiste à déterminer d'abord le poids du minéral et ensuite le poids d'un égal volume d'eau. Cette double opération peut se faire à l'aide d'une balance simple selon un procédé qui repose sur le principe d'Archimède.

On pèse d'abord le minéral dans l'air de la façon ordinaire et on trouve son poids, P (première opération); on pèse ensuite le minéral immergé dans l'eau. Cette deuxième opération peut se faire en laissant descendre dans un flacon rempli d'eau le minéral attaché à un fil sous un plateau de la balance.

Le poids du minéral dans l'eau est évidemment inférieur à son poids dans l'air, en vertu du principe d'Archimède. (Un corps plongé dans un fluide subit une poussée verticale de bas en haut égale au poids du fluide qu'il déplace). Afin d'équilibrer le poids P il faudra donc ajouter dans l'autre plateau de la balance un poids supplémentaire Q égal au poids de l'eau déplacée par le minéral dans le flacon. En divisant le poids du minéral dans l'air (P) par le poids de l'eau déplacée (Q) on obtient directement la densité ou le poids spécifique du minéral en question, on aura donc :

$$\text{Poids spécifique} = \frac{P}{Q}$$

Afin de recueillir les échantillons de roche à de grandes profondeurs, l'ingénieur des mines entreprend des travaux de sondage. Pour ce faire, il emploie des tuyaux qui mis bout à bout peuvent atteindre plusieurs centaines de pieds. A l'extrémité du dernier tuyau se trouve la couronne de diamants qui grâce à son mouvement circulaire agit comme un outil tranchant dans la roche. C'est ainsi qu'on obtient les « carottes ».

Le diamant, étant le minéral le plus dur dans la nature, trouve un très grand emploi dans la fabrication de ces couronnes où l'on n'utilise pas seulement les diamants naturels mais aussi certains diamants artificiels dont le coût est évidemment moins élevé.

Voici le résultat d'une longue campagne d'exploration et de travaux de sondage au diamant. L'ingénieur des mines ou le géologue a recueilli toutes les « carottes » qu'il a classées selon leur lieu d'origine et la profondeur à laquelle elles furent obtenues. Il peut donc maintenant les examiner, les étudier afin de connaître la nature et l'étendue de la minéralisation. Ces « carottes » offrent une image réelle des formations géologiques. L'ingénieur peut alors faire analyser ces échantillons de roche. Ordinairement les « carottes » sont cassées dans le sens de la longueur, une partie est alors transmise au laboratoire et l'autre partie est conservée pour référence future.



On trouve d'ailleurs dans le commerce des appareils dont la manipulation est très simple. Avec la balance de Jolly par exemple, on peut faire directement la lecture des valeurs P et P-Q qui sont en réalité les poids du minéral dans l'air et dans l'eau. Une simple division nous fournit le poids spécifique.

Connaissant le poids spécifique d'un minéral, il est possible de déterminer le poids d'un volume donné de ce minéral. Ainsi le poids spécifique de la calcite pure est 2.7, ce qui veut dire qu'un morceau de calcite pèse 2.7 fois plus que le même volume d'eau. Comme le poids d'un pied cube d'eau est de 62.4 livres, le poids d'un pied cube de calcite sera $62.4 \times 2.7 = 168.5$ livres. De la même façon, si l'on connaît le poids d'un pied cube d'un minéral donné, on peut calculer directement son poids spécifique. Sachant par exemple qu'un pied cube de pyrite pèse 312 livres, on obtiendra son poids spécifique en divisant ce nombre par 62.4.

$$\text{P.S.} = \frac{\text{Poids d'un pied cube du minéral}}{\text{Poids d'un pied cube d'eau}}$$

$$\text{P.S.} = \frac{312}{62.4} = 5 \text{ (poids spécifique de la pyrite)}$$

Un pied cube de pyrite a donc le même poids que cinq pieds cubes d'eau, c'est-à-dire que si on place un pied cube de pyrite sur l'un des plateaux d'une balance et cinq pieds cubes d'eau sur l'autre plateau, il y aura équilibre.

Afin de récupérer économiquement les faibles quantités d'or présentes dans des formations de graviers, on emploie des dragues qui peuvent traiter plusieurs milliers de verges cubes de matériel chaque jour.

On peut voir ici l'une de ces énormes dragues électriques employées par la société Yukon Consolidated Gold Corporation Limited près de Dawson City au Yukon où l'on traite des graviers contenant des valeurs de quelques cents en or dans chaque verge cube.

A l'avant de la drague (côté gauche sur la photo), un système de convoyeur mobile avec godets peut descendre jusqu'à une profondeur de 60 à 70 pieds et transporte les graviers à l'intérieur de la drague où l'or est récupéré dans un système qui tire profit de la grande différence de poids spécifique qui existe entre les graviers (2.0) et le métal précieux (19.0). Une fois libérés de l'or qu'ils contenaient, les graviers stériles sont rejetés à l'arrière à l'aide d'un autre convoyeur mobile. L'on peut d'ailleurs voir sur la photo les amas de graviers qui ont été ainsi traités.

Remarque : Le poids spécifique de la glace s'établit à 0.9167; voilà pourquoi elle flotte sur l'eau dont le poids spécifique est l'unité. Une substance qui flotte sur l'eau a un poids spécifique inférieure à 1, mais comme la plupart des minéraux ont un P.S. plus grand que l'unité, ils s'y enfoncent. Tous les métaux, à l'exception du lithium, du sodium et du potassium, sont plus denses que l'eau. Le métal le plus lourd, l'osmium, a une densité relative de 22.48. Un pied cube d'osmium pèse donc plus de 1400 livres tandis que le même volume d'or pèse au delà de 1200 livres. Le poids du fer est aux environs de 500 livres par pied cube. Quant aux métaux légers tels que le magnésium, l'aluminium et le titane, ils pèsent respectivement 109, 168 et 281 livres (valeurs approximatives) par pied cube.

Poids spécifique moyen de quelques minéraux

Apatite	3.15	Hématite	5.2
Arsénopyrite	6.0	Ilménite	5.0
Bornite	5.0	Magnétite	5.2
Calcite	2.7	Marcassite	4.9
Chalcopyrite	4.2	Millérite	5.5
Chromite	4.6	Or	19.3
Corindon	4.0	Pyrite	5.0
Cuivre	8.9	Pyrrhotine	4.6
Diamant	3.5	Quartz	2.65
Galène	7.5	Sphalérite	4.0
Graphite	2.3	Talc	2.8





Photo A. La fougère nommée Polypode de Virginie. Cette espèce est voisine de celle décrite dans l'article, soit le Polypode vulgaire de l'Europe et des montagnes Rocheuses canadiennes.

MOUSSES et FOUGÈRES

étude de leur reproduction

Pénétrons dans l'une de ces belles forêts où règnent hêtres, chênes, charmes, érables et autres feuillus.

Au hasard de notre promenade, voici que surgissent des plantes vertes découpées en lanières. Nous y reconnaissons le *Polypode vulgaire* (*Polypodium vulgare* L.), fougère commune sous notre latitude. (1) Voir la photo A. Un pied délicatement prélevé nous en permettra l'étude en laboratoire.

(1) Dans le Québec, nous pouvons trouver facilement une fougère d'une espèce très voisine, soit le *Polypode de Virginie* (*Polypodium virginianum* L.), qui peut être utilisée ici à la place du *Polypode vulgaire* de l'Europe et des montagnes Rocheuses canadiennes.



Photo B. Un tapis de mousse, le Polytrich commun qui est décrit et analysé dans cet article.

par Léon WOUÉ et Maurice MAECK

Plus loin, notre regard curieux s'arrête sur un tapis serré de *Polytrich commun* (*Polytrichum juniperum* H.) (2) De cette mousse sortent, ça et là, des filaments rougeâtres épaissis au sommet et surmontés d'une coiffe. Voir photo B. Détachons-en une touffe qui, se joignant au pied de Polypode, constitue le matériel sur lequel nous allons entreprendre une étude plus approfondie.

(2) La mousse désignée ici *Polytrich commun* (*Polytrichum juniperum* H.) est également répandue au Canada et dans le Québec; elle se confond facilement avec une autre mousse commune du même genre, le *Polytrichum commune* Hedw. L'orthographe ordinairement employée pour la première espèce, en langue scientifique, est *Polytrichum juniperinum* Hedw.

1. Etude du Polypode

Le Polypode appartient à l'embranchement des *Ptérédophytes*, cryptogames vasculaires, à savoir des plantes sans fleurs et possédant des vaisseaux conducteurs de la sève.

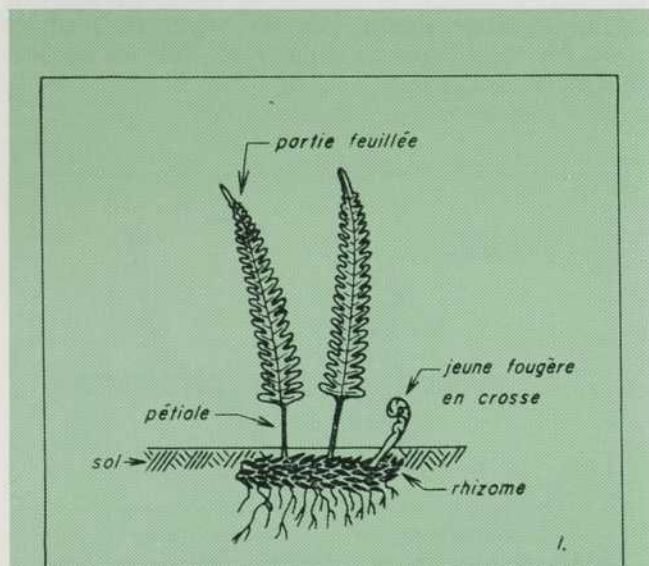
A. Description.

Examinons le dessin 1 montrant les différentes parties du Polypode composé essentiellement d'une tige souterraine (*rhizome*) portant des *racines adventives* et d'une partie aérienne feuillée. Voir le dessin 2.

A la face inférieure de la plupart des feuilles de part et d'autre des nervures secondaires sont disposés les *sores*, amas globuleux de *sporangies*. Ces derniers, arrivés à maturité, libèrent une multitude de *spores*. Voir dessins 3 et 4 et photo C.

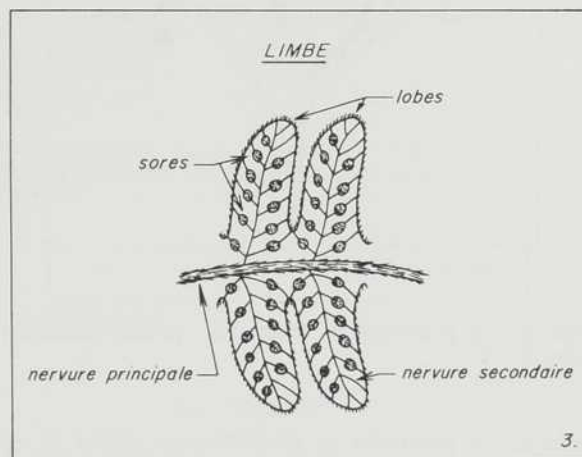
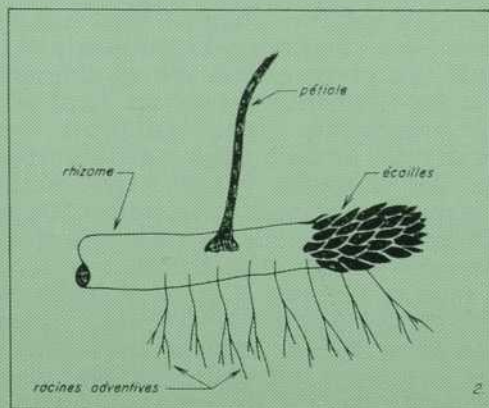


Photo C. Un limbe (feuille) de la fougère Polypode montrant les sores ou les amas de sporanges, distribués sur les lobes. Le dessin suivant (3) décrit ces parties.



Dessin 1. La fougère Polypode, au complet.

Dessin 2. La partie souterraine du Polypode.



Dessin 3.

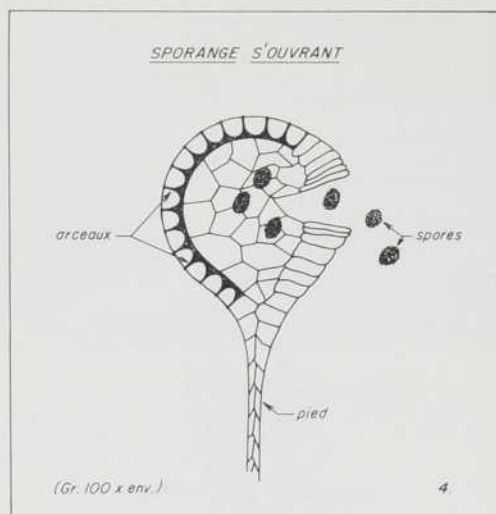
B. Reproduction.

Réalisons l'expérience suivante: quelques spores déposées sur une couche de « terre à bruyère » (vendue dans le commerce) sont abandonnées dans un endroit ombragé où règne une atmosphère tiède et humide (20° C; garder la terre légèrement humide).

Quelques semaines s'écoulent et une pellicule verdâtre se développe à la surface de notre culture. Observée au microscope, celle-ci révèle la présence de plusieurs plantules minuscules en forme de coeur (vues de face) ou de filament (vues de profil) dont les cellules sont pigmentées de *chlorophylle*. Ces organes, nommés *prothalles*, sont loin de présenter l'aspect de jeunes fougères. Voir dessin 5.

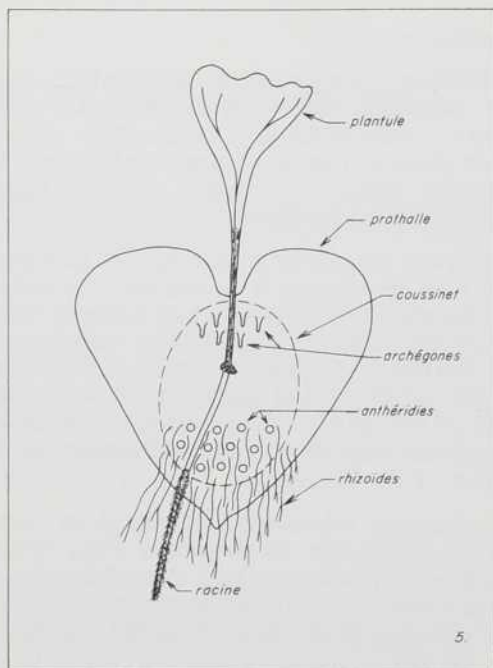
Un examen minutieux révèle, à la face inférieure du prothalle, la présence d'un épaissement, le *coussinet*, portant des *rhizoïdes* et des organes reproducteurs mâles (*anthéridies*) et femelles (*archégones*). Les rhizoïdes fixent le prothalle au sol.

Les anthéridies produisent des cellules mâles (*anthérozoïdes*) munies de deux flagelles leur permettant de nager en direction des cellules femelles (*oosphères*) issues des archégonés. Ainsi se réalise la *fécondation* qui donne un oeuf d'où sortira une jeune fougère, capable de se suffire à elle-même. La partie feuillée, enroulée en crosse, contient la chlorophylle nécessaire à la photosynthèse et une racine puise la sève brute (eau et sels minéraux) dans le sol.



Dessin 4. Un sporange de Polypode, grossi, libérant les spores.

Dessin 5. Un prothalle de fougère. Les spores se développent et produisent cette forme végétale qui, en réalité, est à la fois une jeune plante (plantule) et un support pour les éléments reproducteurs.



2. Etude du Polytric

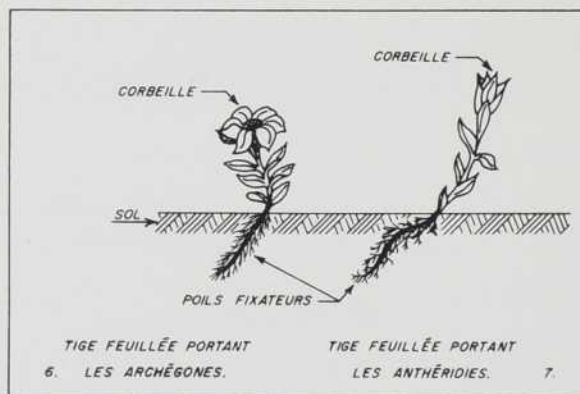
Le Polytric, une mousse commune, appartient à l'embranchement des *Bryophytes*, cryptogames vasculaires, à savoir des plantes sans fleurs et ne possédant pas de vaisseaux conducteurs de la sève.

A. Description

Les dessins nos 6 et 7 représentent les aspects du Polytric. De petits « poils » maintiennent les différents pieds au sol; les uns terminés par une corbeille de feuilles étroites et longues, les autres par une corbeille de feuilles larges.

Le filament rougeâtre (la *soie*) auquel est soudée la *capsule* forme le *sporogone* apparaissant toujours dans les corbeilles à feuilles larges. Voir la photo B.

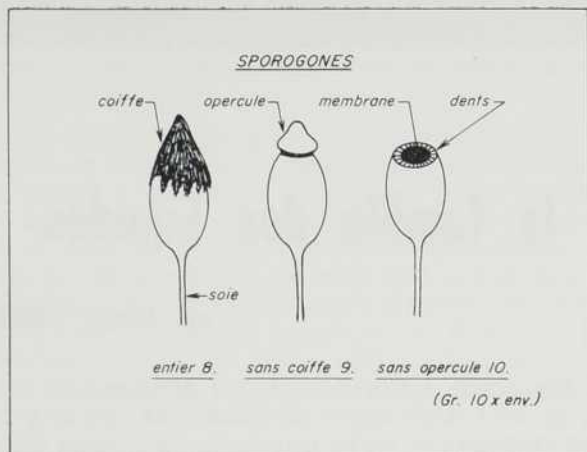
La capsule, privée de sa *coiffe*, montre l'*opercule* couvrant une fine *membrane* retenue par 64 petites dents. A maturité, cette membrane tombe et laisse s'échapper les *spores* renfermées dans les deux loges de la capsule. Voir les dessins 8, 9 et 10.



Dessins 6 et 7. La mousse Polytric.

B. Reproduction

Quelques spores recueillies sont mises à germer dans des conditions identiques à celles du Polypode. En germant, ces spores donnent naissance à des filaments qui se ramifient pour former le *protonéma*, organe filiforme, verdâtre. Sur ce dernier croissent des poils absorbants incolores, les *rhizoïdes*, et des tiges feuillées de deux types. Les premières à feuilles larges constituent les *pieds femelles* portant les *archégonés* producteurs d'*oosphères*, tandis que les secondes, à feuilles longues et étroites renferment les *anthéridies* gorgées d'*anthérozoïdes* (pieds mâles). La fécondation, transport d'*anthérozoïdes* vers les *oosphères*, engendre un *oeuf* qui, en se développant, produit un nouveau sporogone.



Dessins 8, 9, 10. Le sporogone (ou porteur de spores) du Polytric, sous trois aspects.

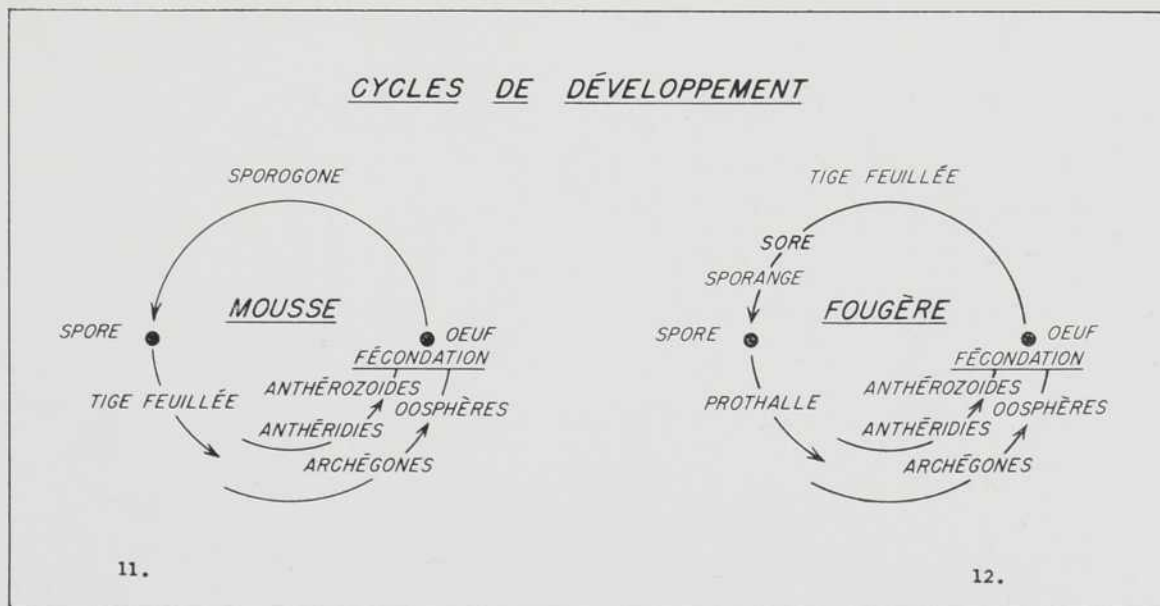
3. Comparaison des cycles de développement

L'ensemble des phénomènes participant à la reproduction des Mousses et des Fougères se nomme *cycle de développement*. Voir les dessins 11 et 12.

Dans la reproduction des Fougères interviennent deux plantes bien distinctes, la tige feuillée donnant les spores et le prothalle portant les organes reproducteurs.

Chez les Mousses, les organes reproducteurs sont portés par la plante même. La reproduction n'exige pas l'intermédiaire d'une plante indépendante présente chez les Fougères (prothalle).

Dessins 11 et 12. Comparaison des cycles de développement de la mousse Polytric et de la fougère Polypode. Chaque dessin résume l'ensemble des phénomènes qui ont participé à la reproduction de ces deux végétaux.



11.

12.

BIBLIOGRAPHIE

- GOFFART, J. *Flore de Belgique et des régions limitrophes*.
 AIGRET, C. et FRANÇOIS, V. *Flore élémentaire des Cryptogames*.
 PLANTEFOL, L. *Biologie cellulaire et végétale*.
 TERFVE, O. et TURLÔT, P. *Cours de Botanique*.
 BOURNERIAS, M., FABRE, M. et POMEROL, Ch. *Sciences naturelles*.
 SOUCY, P., CAZALAS, R. et AVEZARD, J. *Sciences naturelles*.

Note : nous ajoutons ces deux titres de manuels de botanique à l'intention de nos lecteurs du Québec.

BRASSARD, Léo, illustration de Max BOUCHER. *Les Plantes*, manuel de Botanique pour 8e et 9e années. Centre de Psychologie et de Pédagogie, 260, ouest, Faillon, Montréal 10.

SEGUIN, Fernand, et Auray BLAIN. *Le monde des Plantes*, manuel de Botanique pour 8e et 9e années. Centre de Psychologie et de Pédagogie, Montréal.

L'évolution du cheval

et les représentants actuels de la famille des Equidés

par Olivier GARON

Lorsque les Espagnols arrivèrent au Nouveau Monde, il n'y trouvèrent pas de cheval. Les Amérindiens s'étonnèrent donc à la vue de l'importation du cheval. Ce devait être une merveille analogue à celle des Romains devant les éléphants de Pyrrhus. Notre cheval tout comme le *mustang* et le *bronco* que montent les *cow boys* d'outre-frontière sont issus d'importations européennes. Aussi voit-on, sous le Régime français, débarquer côte à côte en Nouvelle France, chevaux et filles du roi...

Beaucoup ignorent que les ancêtres du cheval se sont développés en Amérique, qu'ils y furent florissants, qu'ils ont évolué au cours d'une période longue de cinquante millions d'années. Le cheval a donc véritablement pris forme sur notre sol. Au début, sa taille devait atteindre celle d'un renard; il a grandi au cours des millénaires et, d'omnivore qu'il était, il s'est constitué le brouteur d'herbe et le coureur que nous connaissons aujourd'hui.

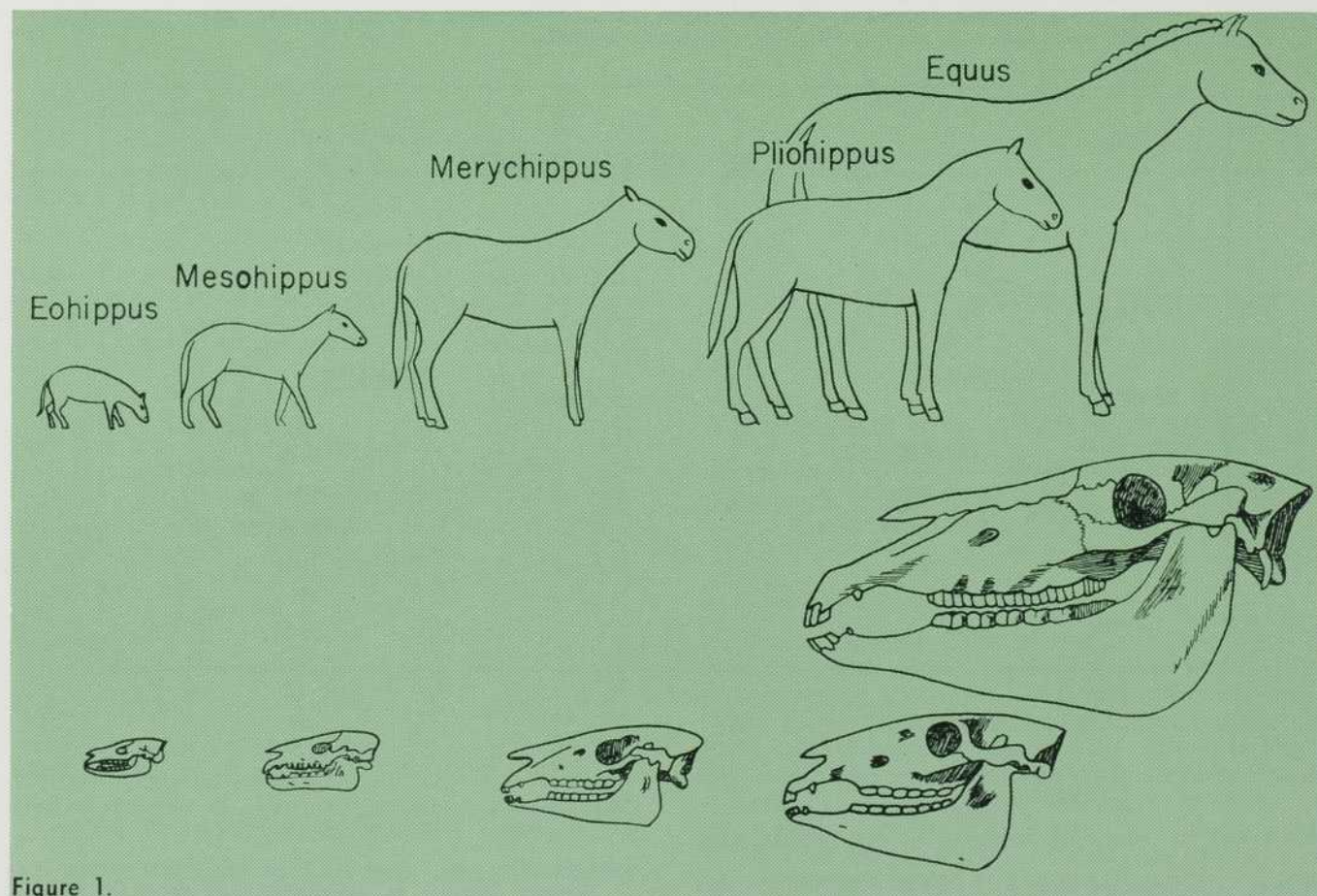


Figure 1.

En haut : on observe l'évolution progressive de la taille. L'*Eohippus* avait la taille d'un petit chien ou mieux d'un renard.

En bas : l'augmentation progressive du crâne reflète l'augmentation de la taille. Il est possible de noter un

allongement progressif de la partie faciale, facteur important pour l'herbivore. A partir de *Pliohippus* l'orbite est complètement entourée par une lame osseuse (l'apophyse orbitaire de l'os frontal). Ceci est la conséquence de la réduction du muscle du crâne (le crotaphite) à l'avantage d'un muscle de la face (le masseter).

Le plus étonnant c'est que, une fois bien constitué, il soit disparu en Amérique tandis que l'Eurasie ait réussi à conserver certains de ses rameaux.

La paléontologie a en effet permis de retracer, ici en Amérique du Nord, une série continue du cheval à partir de l'*Eohippus* jusqu'au cheval actuel. « Chacune des formes de cette série est si proche, par de nombreux caractères, de celle qui la précède et de celle qui la suit immédiatement, qu'on est en droit d'admettre l'existence entre elles de rapports de filiation: les diverses formes de cette série descendent les unes des autres constituant une ligne évolutive ou phylum évolutif. » (1).

A partir de l'*Eohippus* qui date du début de l'*Eocène*, on compte les genres suivants: *Orohippus*, *Ephippus*, *Mésoshippus*, *Miohippus*, *Parahippus*, *Merychippus* et *Pliohippus*. Le genre *Equus* tel que nous le connaissons de nos jours couvre pour ainsi dire tout le Pléistocène américain. Pour des raisons qu'on ne connaît pas, le cheval s'est éteint en Amérique il y a environ un million d'années mais il a survécu en Europe et en Asie.

Le passage du genre *Eohippus* jusqu'au genre *Equus* coïncide avec une augmentation progressive de la taille et une transformation irréversible des membres.

Du point de vue taille, on voit l'animal passer progressivement de la taille d'un petit chien à celle d'un grand chien élancé, puis à celle d'un poney et enfin à celle d'un animal plus grand avant d'atteindre celle que nous lui connaissons.

Les transformations des membres ont trait aux modifications des proportions des différents segments, à l'évolution de la disposition mécanique du pied, à la réduction du nombre des doigts et à l'atrophie progressive du cubitus et du péroné.

(1) Camefort et Gama

Figure 2.

En haut, évolution des os de la main; en bas, celle des os du pied.

En haut: ce sont les os de la main. On voit qu'il y a plusieurs doigts chez *Eohippus*, les doigts latéraux régressent peu à peu et ne laissent plus comme fonctionnel chez *Equus* que le doigt médian.

En bas: les os du pied suivent le tableau de la main. Dans les deux cas, les os des doigts latéraux ne dépassent pas le tiers inférieur de l'os du doigt médian. On note aussi dans les deux cas, une augmentation progressive des rayons osseux du doigt restant.

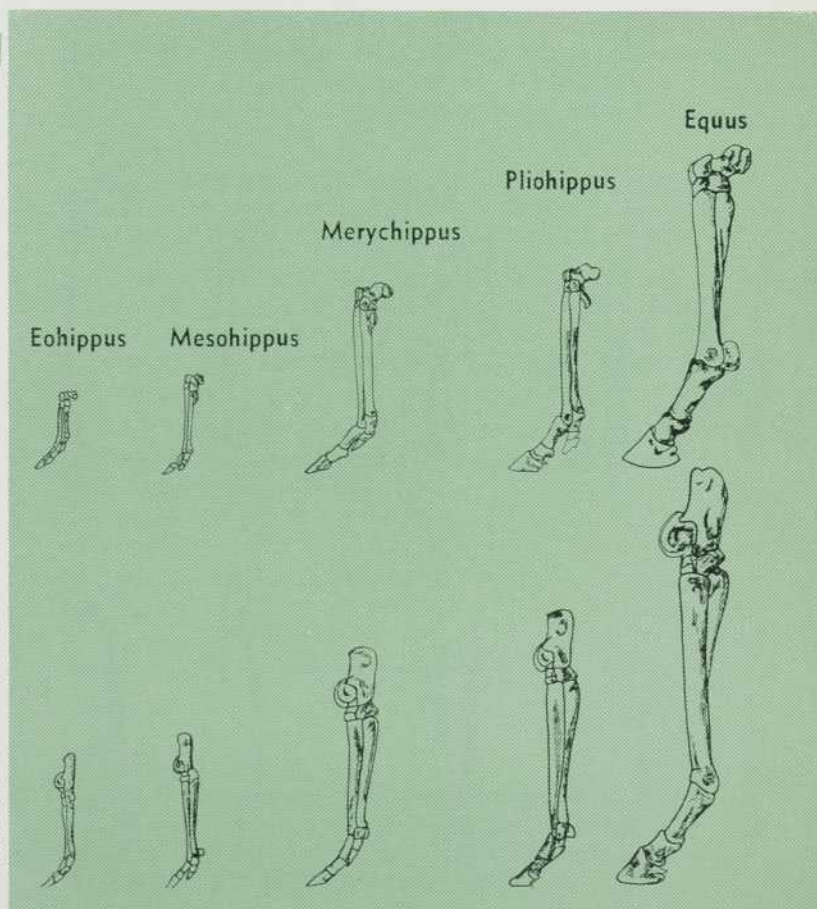
Les membres se sont allongés progressivement mais une élongation différentielle s'est faite surtout aux dépens des segments osseux terminaux, métacarpe, métatarse et première phalange. Ceci a dû permettre à l'animal, dont la masse augmentait constamment, de voir sa vitesse de déplacement augmentée ou tout au moins conservée.

Le premier ancêtre du cheval avait un pied muni de quatre petits sabots qui s'appuyaient sur un fort coussinet plantaire analogue probablement à celui qu'on retrouve chez l'éléphant. Par la suite, ce coussinet a régressé, des ligaments suspenseurs du boulet se sont développés tout en assurant souplesse et solidité. Notre cheval actuel a un coussinet mince, espèce de vestige caoutchoucteux entre la troisième phalange, la fourchette et la sole.

La plus belle transformation a trait à la réduction du nombre des doigts.

Le premier ancêtre à nous laisser ses ossements, *Eohippus*, (2), possédait quatre doigts en avant et trois doigts en arrière. Une dizaine de millions d'années plus tard on retrouve, à

(2) En 1880, au Wyoming, le Dr Wortman découvrait le premier squelette d'*Eohippus*; en 1885, le Dr Cope l'étudiait et le décrivait.



l'Oligocène, un *Mésoshippus* tridactyle mais le doigt central prédomine les deux autres. Encore une autre dizaine de millions d'années plus tard et nous arrivons au Miocène devant un *Merychippus* qui possède trois doigts mais seul le doigt central touche le sol; les doigts sis de chaque côté du doigt médian ne sont plus que de véritables ergots à peu près analogues à ceux que l'on retrouve chez le porc. Enfin moins de vingt millions d'années plus tard, au Pliocène, on retrouve un *Pliohippus* avec un seul doigt, les autres ont régressé. Les quelques millions d'années qui nous séparent du *Pliohippus* n'ont pas réussi à faire disparaître les derniers vestiges osseux des doigts latéraux. Tous les chevaux portent encore aujourd'hui deux métacarpiens latéraux rudimentaires à chaque membre antérieur et deux métatarsiens également rudimentaires au membre postérieur.

Il est frappant de voir aussi la réduction du cubitus dans sa partie distale. Seule sa portion proximale demeure véritablement fonctionnelle pour l'articulation de l'humérus et du radius, elle sert aussi de point d'attache aux masses musculaires tandis qu'inférieurement il y a complète fusion avec le radius.

Le péroné est très réduit, il ne sert plus que de point d'origine à un muscle bien secondaire dans l'extension des phalanges.

Les dents, de *Eohippus* à *Equus*, apportent une preuve indéniable que l'animal fut d'abord omnivore (3), qu'il est devenu par la suite mangeur de feuilles pour aboutir enfin au type de brouteur d'herbe avec une denture à croissance continue (4).

L'étude de la myologie (5) de l'animal laisse voir également des vestiges. Les muscles extenseurs ainsi que les fléchisseurs des phalanges portent encore la trace de divisions tantôt partielles, tantôt complètes au niveau de la partie charnue (6) et également au niveau du tendon (7). Le système musculaire des membres s'est orienté vers la même simplification que le système squelettique.

La diversification évolutive de la famille des équidés a dû se solder par un nombre incalculable de victimes au cours de cette période de cinquante millions d'années, beaucoup de rameaux de l'arbre généalogique sont disparus à chacune des époques géologiques. « Ce qui est venu jusqu'à nous des chevaux proprement dits ne constitue qu'un modeste reste. Des dix-neuf genres retrouvés par les chercheurs, un seul nous est resté: le genre *Equus*, répandu en quelques espèces... » (8).

(3) Sa dent était alors brachyodonte. Le cheval mâle actuel porte encore ses canines, vestige du type omnivore.

(4) Cette dent est alors dite hypsodonte.

(5) C'est ainsi qu'on appelle l'ensemble des muscles.

(6) Le *perforans* du membre antérieur en est une preuve éloquentes avec ses cinq subdivisions.

(7) Le muscle de Philips illustre bien ce cas.

(8) Koch-Isenburg.

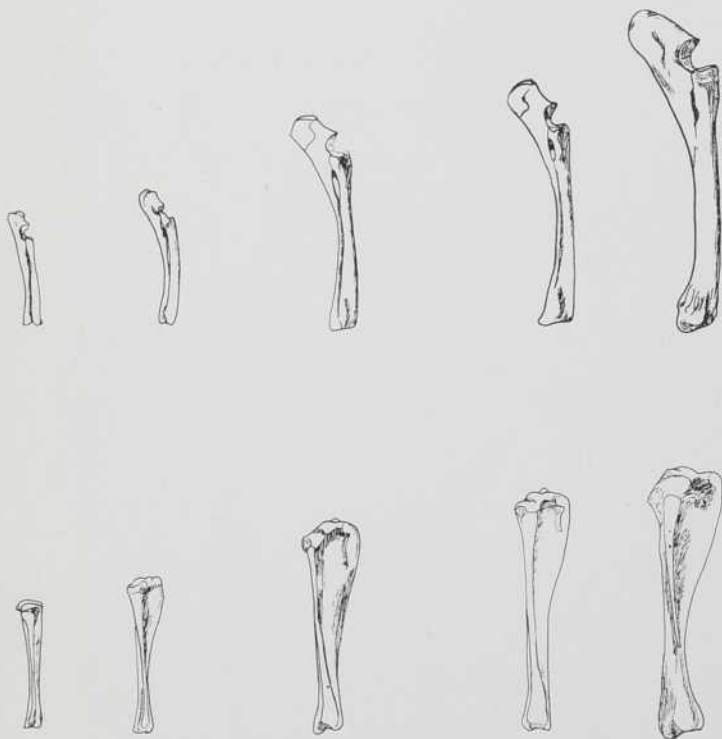


Figure 3.

En haut, évolution du cubitus; en bas, celle du péroné.

En haut: le radius et le cubitus sont deux os distincts et indépendants chez *Eohippus*. Progressivement le cubitus régresse dans sa partie inférieure et se fusionne au radius. Chez *Equus*, le cubitus ne conserve que sa première moitié et il y a fusion avec le radius inférieurement.

En bas: le péroné, comme on le voit, connaît une involution progressive encore plus marquée que le cubitus. C'est un osselet un peu costiforme et à demi-avorté chez *Equus*.

Les membres actuels de la famille

Permettez que je vous résume les espèces et quelques sous-espèces qui vivent présentement.

Il y a d'abord notre cheval qui porte le nom d'*Equus caballus* et qui compte plusieurs sous-espèces ou si l'on veut plusieurs races. Notons, en passant, que le nombre des chevaux diminue à un rythme inquiétant au Canada et dans la province du Québec en particulier (9).

Une seconde espèce chevaline, eurasiatique et sauvage, comprend l'*Equus ferus przewalskii* (10) et l'*Equus ferus britannicus* (11). Il semble bien qu'il ne reste plus maintenant du cheval de Przewalski qu'un petit troupeau au jardin d'acclimatation de Hellabrunn à Munich, quelques sujets au jardin zoologique de Rotterdam et quelques autres dans un petit nombre de jardins zoologiques. Quant à l'autre sous-espèce, dite poney d'Exmoor, la survivance d'un petit troupeau est assurée en Ecosse grâce à une famille de grands propriétaires fonciers.

Une troisième espèce du genre cheval est constituée par ce qu'on appelle les hémiones (*Equus hemionus*). Disons qu'il s'agit ici d'un animal qui tient à la fois de l'âne et du cheval. Du point de vue scientifique, on distingue six sous-espèces d'hémiones nettement différentes:

(9) Au mois de juillet 1964, il y avait 78,000 chevaux au Québec, soit 7.2% de moins qu'en juin 1963.

(10) On l'appelle le cheval de Przewalski.

(11) Il est connu sous le nom de poney d'Exmoor.

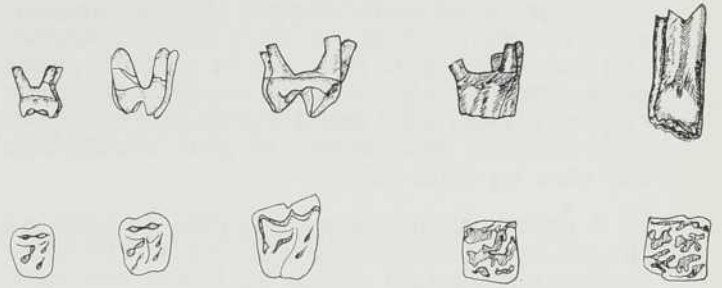


Figure 4.

Evolution des dents molaires.

La dent est de type brachyodonte (dent basse) chez *Eohippus*, *Mesohippus* et *Merychippus*; elle est de type hypsodonte (dent haute qui pousse toute la vie et dont la pousse correspond à l'usure) chez *Equus*, tandis qu'elle est de type intermédiaire chez *Pliohippus*.

On voit que la surface de la table dentaire (en bas) renferme de plus en plus de replis d'émail à mesure qu'on s'approche de *Equus*. Ces replis permettent de mouliner les grains et de triturer les herbes.

- a) l'hémione mongol ou Kulan (*Equus hemionus*); b) l'hémione perse ou onagre (*Equus onager*); c) l'hémione des Indes ou ghorkhar (*Equus khur*); d) l'hémione tibétain ou kiang (*Equus kiang*); e) l'hémione syrien ou hémihippe (*Equus hemihippus*) et f) l'hémione anatolique (*Equus anatoliensis*).

A part le cas du Kiang, on peut dire que le nombre des survivants est très restreint, on fait de constants efforts pour éviter une extinction.

L'âne (*Equus asinus*) constitue la quatrième espèce du genre cheval. Il ne reste plus que deux sous-espèces d'ânes: l'âne nubien (*Equus a. africanus*) et l'âne sauvage de Somalie (*Equus a. somalicus*).

Une cinquième espèce renferme le groupe imposant des zèbres qu'on appelle aussi hippopotris (12).

(12) Ils sont tous africains.

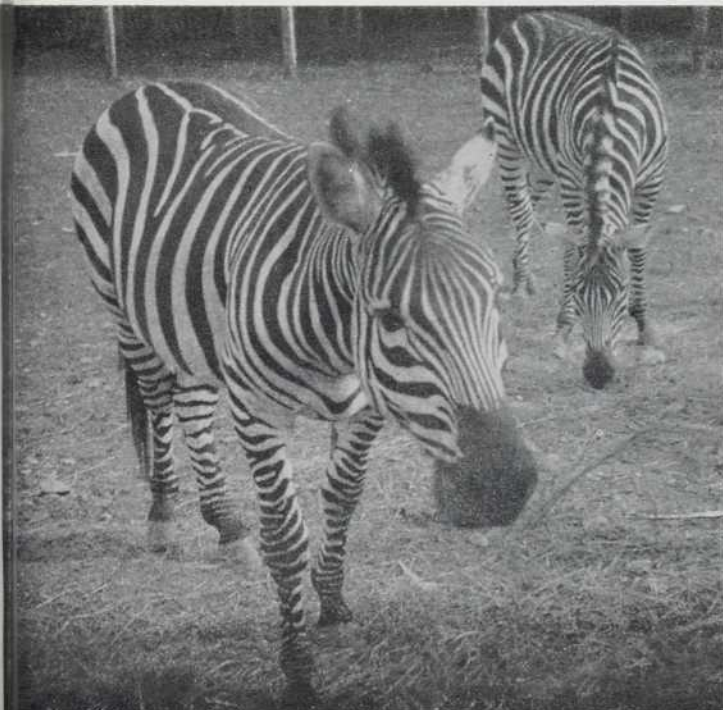


Figure 5.

Le Zèbre des montagnes (*Equus zebra*). L'aspect de ses oreilles nous suggère un peu le zèbre-âne. Ses rayures ou « zébrures » sont beaucoup plus larges que celles du zèbre de Grévy.

Ce sont le zèbre des steppes (*Equus quagga*), sorte de zèbre-cheval; le zèbre des montagnes (*Equus zebra*), plus petit que le premier et qui passe pour un zèbre-âne et le zèbre de Grevy (*Equus grevyi*) dont les zébrures sont beaucoup plus étroites, plus serrées et plus nombreuses que chez les deux autres.

A part quelques exceptions (13), le zèbre ne fut pas domestiqué. L'âne, le cheval et l'hémione le furent cependant depuis les temps très reculés. Au troisième millénaire avant Jésus-Christ, les Sumériens se servaient de l'hémione d'Asie comme bête de trait et de labour. L'ancien empire des Egyptiens avait domestiqué l'âne de Nubie. Les anciens Libyens se servaient du cheval comme bête de somme 2000 ans avant Jésus-Christ.

Il est intéressant de mentionner qu'aucune espèce de chevaux ne se croise avec une autre en liberté. Nous obtenons bien le mulet (14), le bardot (15) et le zébrule (16), mais ce sont là des hybrides d'élevage qu'on obtient le plus sou-

- (13) Hagenbeck voyageait avec un superbe attelage de six zèbres dociles et obéissants (Koch-Isenburg).
- (14) Il est issu du croisement de l'âne avec la jument.
- (15) Il vient du croisement du cheval avec l'ânesse.
- (16) C'est le produit de l'accouplement de la jument et du zèbre mâle.

vent en employant une ruse. Le comportement de l'ânesse est tout à fait différent de celui de la jument lors de l'accouplement.

L'évolution de notre civilisation aurait peut-être été bien différente si les équidés n'avaient pas évolué à partir de l'*Eohippus*. Au lieu de parler « Joual » nous parlerions peut-être *Eohippus*, peut-être aussi serions-nous disparus tout simplement, car le cheval a servi de nourriture à nos ancêtres durant des millénaires.

BIBLIOGRAPHIE

BOURDELLE E., C. BRESSOU et L. MONTANE. 1949. *Anatomie régionale des animaux domestiques, I Equidés*. J.-B. Baillière & Fils.

CAMEFORT H. et A. GAMA. 1959. *Sciences naturelles*. Librairie Hachette.

CHAUVEAU A. et S. ARLOING. 1890. *Traité d'anatomie comparée des animaux domestiques*. 4e édition. J.-B. Baillière & Fils.

KOCH-ISENBURG L. 1963. *Les cahiers bleus vétérinaires*, No 6. Farbwerke Hoechst AG.

MATTHEW W.D. and S.H. CHUBB. 1932. *Evolution of the Horse*. Am. Mus. Nat. History, Guide leaflet series No 36.

SISSON S. and J.D. GROSSMAN. 1958. *The Anatomy of Domestic Animals*, 4th Ed. W.B. Saunders Company.

La chronologie des temps et la vie animale

Ères et leur durée en %	PÉRIODES et époques (estimé de leur début en années)	Principale vie animale
GÉOZOÏQUE (4%)	QUATERNAIRE	
	Récente (20,000)	L'homme et les animaux modernes.
	Pléistocène (1 million)	L'homme primitif et les grands mammifères éteints aujourd'hui.
	TERTIAIRE	
	Pliocène (12 millions)	Certain déclin des mammifères.
Miocène (28 ")	Apogée des mammifères; carnivores.	
Oligocène (39 ")	Apparition de mammifères évolués.	
Eocène (58 ")	Extinction des mammifères archaïques.	
Paléocène (60-75 ")	Apparition des mammifères pourvus d'un placenta.	
Mésozoïque 9%	SECONDAIRE	Apparition des :
	Crétacé (120 millions)	Petits marsupiaux et des insectivores.
	Jurassique (155 ")	Poissons osseux - reptiles.
Triassique (190 ")	Apparition des premiers mammifères.	
Paléozoïque 24%	PRIMAIRE	
	Permien (215 millions)	Reptiles primitifs - Poissons cartilagineux.
	Carbonifère (300 ")	Premiers reptiles. Amphibiens.
	Dévonien (350 ")	Premiers amphibiens.
	Silurien (390 ")	Ostracodermes, araignées, scorpions.
Ordovicien (480 ")	Premiers vertébrés, coraux, vers.	
Cambrien (550 ")	Premiers fossiles marins. Invertébrés.	
Protérozoïque et Archéozoïque (63%)	PRÉ-CAMBRIEN	Possiblement animaux. Unicellulaires surtout.
	(+ 550 millions)	

Ce tableau, à gauche, permet de replacer dans le temps les ancêtres du cheval et des autres membres de la famille des équidés.

L'*Eohippus* se situe au début de l'Eocène. Le genre *Equus*, tel que nous le connaissons de nos jours, couvre tout le Pléistocène américain. Pour des raisons inconnues, le cheval s'est éteint en Amérique il y a environ un million d'années mais il a survécu en Europe et en Asie.

Recherches sur les Invertébrés de fond, à la Station de Biologie marine de Grande-Rivière, Gaspé

par Pierre BRUNEL

Depuis la prise en charge de la Station de Biologie marine de Grande-Rivière par le gouvernement du Québec, donc depuis 1951, plusieurs travaux de recherche sur les Invertébrés de fond, ou benthos, ont été entrepris. Confiés au début au Dr H.-Etienne Corbeil (1951-1954), ils étaient repris en 1956 par l'auteur.

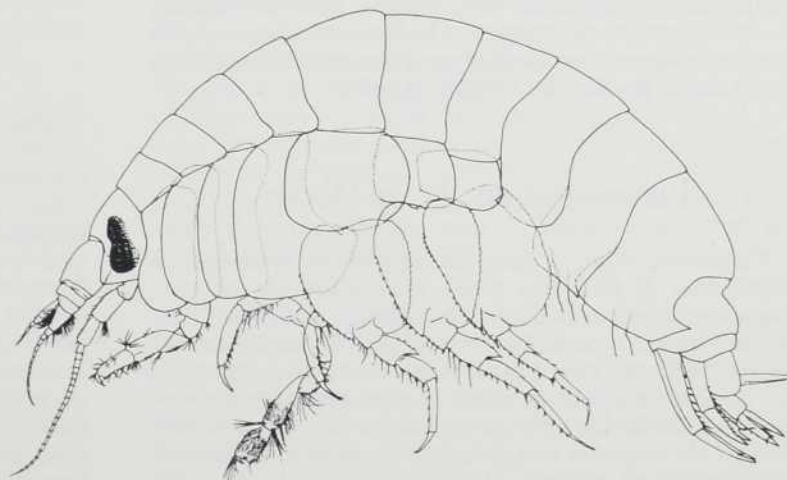
L'importance des invertébrés de fond pour la pêche commerciale — un bref article sur le sujet renseignera le lecteur à qui ces animaux sont peu familiers — se fait sentir de deux manières. Plusieurs sont exploités commercialement ou pourraient l'être : homards, crabes, crevettes, coques (« clams »), moules, bigorneaux, etc. D'autres espèces en nombre beaucoup plus considérable, ont par ailleurs une importance indirecte très grande : elles servent de nourriture aux poissons commerciaux, notamment à la Morue et aux poissons plats. Leur abondance et leur distribution sont des facteurs importants de la croissance, des migrations horizontales et verticales, de la concentration ou de la dispersion des poissons; bref, il dépend partiellement des invertébrés de fond que l'on pêche beaucoup ou peu de Morue, grosse ou petite, en un endroit donné.

Un crustacé Amphipode, *Anonyx oculatus*, de son nom scientifique. Lui et ses cousins du même genre pullulent à certains moments de l'année. La Morue s'en repait alors volontiers. Mais en revanche, des nuages de ces « puces de mer » dévorent parfois des morues mortes ou moribondes en les grugeant par l'intérieur. Ils attaquent notamment les morues immobilisées dans les filets maillants, au détriment du pêcheur.

De manière plus générale, à cause de l'importance même des Invertébrés de fond dans l'économie de la mer, l'augmentation de nos connaissances sur ces animaux permettra de résoudre des problèmes imprévus, dont l'histoire de la science regorge d'exemples, et dont celle des pêches n'est pas exempte non plus — maladies, parasites, compétiteurs ou prédateurs indésirables des poissons ou de leur nourriture, etc.

L'étude du benthos a donc sa place dans un programme visant à rationaliser éventuellement les pêches commerciales par la prédiction, le plafonnement des prises, le perfectionnement des méthodes et des agrès, et même l'augmentation de la production de poissons par la mer.

L'étude des Invertébrés de fond s'inscrit également dans les fonctions éducatives qu'on a reconnues jusqu'ici à la Station de Biologie marine. Puisque dans le monde marin le benthos compte le plus grand nombre d'espèces et de types biologiques différents, c'est souvent sur lui que se porte naturellement l'intérêt des étudiants qui viennent suivre des cours, secondaires et universitaires, ou faire des stages à la Station.



La majeure partie de nos recherches a porté sur les Invertébrés de fond en tant que nourriture des poissons. Ce choix résulte autant de la politique adoptée depuis le début par la direction de la Station et de l'importance qu'elle accorde à sa fonction éducative que de la spécialisation de l'auteur et de l'intérêt scientifique que ces animaux ont toujours éveillé chez lui, depuis ces quatre saisons d'été où il était l'assistant de M. Corbeil. Ce choix répond aussi à une nécessité pratique : éviter le plus possible l'éparpillement des efforts qui mène souvent à l'inefficacité. En conséquence, les travaux sur les invertébrés commerciaux ont porté surtout sur le Homard (Paul Montreuil et Julien Bergeron) et sur les crabes (P. Brunel). Les recherches sur le Homard des Iles-de-la-Madeleine ont déjà donné lieu à trois articles dans cette revue. ²

La plupart de nos recherches sur les Invertébrés de fond peuvent être groupées sous sept chefs, énumérés ci-dessous dans l'ordre chronologique de leur mise en oeuvre. Sont également mentionnées des saisons de travaux en mer sur lesquels ils se fondent principalement :

Etude de l'alimentation de la 1951, 1952, 1953, 1954, Morue des bancs de pêche gas- 1960, 1961, 1962
pésiens

Inventaire taxonomique des In- 1951 et années subséquen-
vertébrés de fond du golfe Saint-
Laurent vertés, au fil des autres travaux

Relevé quantitatif de la faune de 1953, 1954
fond du banc Miscou

Taxonomie des Amphipodes 1954 et années subséquen-
benthiques marins tes, surtout 1956

Distribution verticale et géogra- 1954, 1956
phique des Amphipodes de la
baie des Chaleurs, en fonction
de la température.

Relevé quantitatif de la faune de 1956, 1957, 1958, 1959,
fond de la baie de Gaspé 1960

Etude sur la biologie et la bio- 1960, 1961, 1962
métrie du crabe-araignée (*Chio-
noecetes opilio*)

La nature, les objectifs et les origines de chacun de ces projets de recherche sont exposés brièvement dans les paragraphes qui suivent. On trouvera des exposés plus techniques dans les Rapports annuels de la Station de Biologie marine de Grande-Rivière.

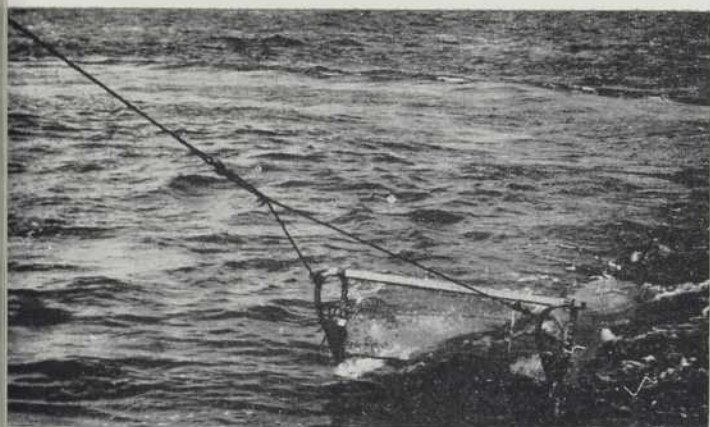
L'alimentation de la Morue

Ce projet, dont la mise en oeuvre ne visait pas à solutionner de problème précis mais à fournir des renseignements généraux sur le régime alimentaire de notre Morue, a contribué cependant à mettre en lumière l'influence des Euphausiides, ou fausses-crevettes, sur le rendement de la pêche. Leurs périodes d'abondance coïncidaient avec des périodes de mauvais rendement de la pêche à la palangre et de bon rendement de la pêche au chalut.



L'échantillonneur de fond Holme, sur le point d'être passé par-dessus bord et descendu au fond de la mer. L'appareil y prélève des échantillons de vase ou de sable contenant les petits animaux de fond dont se nourrissent les poissons. Chacun des deux godets sous l'appareil chavire et prend une bouchée de vase qui sera tamisée pour faciliter l'extraction des animaux et déterminer la texture du fond. La surface de fond échantillonnée peut être déterminée assez précisément et permet de calculer la densité numérique et pondérale des animaux et de comparer la richesse des fonds.

C'est en fonction de ce problème que nous avons orienté les travaux de 1960 à 1962. L'analyse des estomacs et l'étude des résultats, qui se poursuivent en 1964, mettent graduellement en évidence, pour la première fois de façon quantitative, croyons-nous, le rôle important des proies nageuses (Capelan et Euphausiides) à un certain moment de la saison. Leur arrivée massive semble alors distraire la Morue de ses pâturages habituels sur le fond et l'attirer au festin qui se tient entre deux eaux : ainsi diminue le rendement de la pêche de fond, notamment de la pêche à la palangre. Un tel comportement peut s'observer tant la nuit que le jour, mais il est plus intense le jour et durant les longues journées de juin, quand le soleil



Après avoir raclé le fond durant une dizaine de minutes, un petit chalut à vergue est remonté à bord. C'est essentiellement un long sac de filet assujéti à un cadre rigide servant de gueule. Il a pêché les animaux trop gros, trop dispersés ou trop bons nageurs pour être capturés efficacement par l'échantillonneur de fond. L'évaluation de la densité des animaux est beaucoup moins précise que celle fournie par ce dernier.

d'équinoxe fournit sa lumière la plus pénétrante, car la Morue chasse alors à vue.

Les résultats obtenus font entrevoir une explication, au moins partielle, des fluctuations saisonnières et annuelles de la pêche, dans les eaux locales tout au moins. Ainsi se groupent des éléments de prévision et s'élabore une théorie de contrôle rationnel. Les chiffres obtenus fourniront aussi des renseignements de base sur le rôle de la nourriture dans la croissance de la Morue durant les années étudiées. Fruit d'observations saisonnières intensives dans une région limitée, ils compléteront bien ceux que la Station biologique de St. Andrews a recueillis, moins fréquemment que nous, mais dans une aire géographique marine beaucoup plus vaste.

Ces chiffres ne se bornent pas à confirmer un phénomène déjà pressenti ou même connu; ils sont un aspect primordial de nos recherches. Ils font passer ce phénomène du domaine empirique à celui de la science.

Inventaire taxonomique des Invertébrés de fond

Ce travail considérable d'identification des nombreuses espèces d'invertébrés benthiques du golfe Saint-Laurent — 639 espèces distinguées jusqu'à maintenant — doit logiquement précéder les relevés quantitatifs de la faune de fond mentionnés plus bas. Il est également indispensable à l'étude de l'alimentation de la Morue; on peut ainsi déterminer les espèces de proies qu'elle consomme. L'inventaire doit d'ailleurs précéder nécessairement ces travaux, de nécessité pratique plutôt que logique. Le chercheur ne doit-il pas

On n'a pas encore inventé d'appareil pour extraire des graviers et débris, assortir et compter les animaux variés que rapportent pêle-mêle les chaluts et échantillonneurs de fond. L'auteur trie ici le produit d'une pêche au chalut. Ce travail de longue haleine est ordinairement confié aux assistants de laboratoire. Les étudiants qui servent d'assistants d'été peuvent y trouver une illustration concrète de leurs cours de biologie.



apprendre par lui-même à reconnaître les animaux, avec, ou plus souvent sans, l'aide de spécialistes et de manuels d'identification de la faune, l'un et l'autre étant rares et fort en demande ?

Plusieurs groupes d'animaux, notamment certains groupes renfermant peu d'espèces, et quelques grands groupes que nous avons fait étudier par des spécialistes, sont déjà inventoriés de façon assez complète, du moins pour les espèces habitant des profondeurs ne dépassant pas 100 brasses (183 mètres). Cet inventaire ne vise pas à rechercher les espèces rares, mais à identifier correctement celles que nous rencontrons au cours d'autres travaux. Etant donné l'insuffisance des prospections antérieures de la faune du golfe Saint-Laurent, nos activités dans ce domaine débouchent inévitablement, de temps à autre, sur des découvertes intéressantes pour la biogéographie marine — espèces nouvelles pour la science, pour l'Amérique du Nord ou pour le golfe Saint-Laurent.

La nécessité de maintenir à notre propre disposition et à celle des spécialistes intéressés des collections de référence bien conservées, identifiées et cataloguées, va de pair avec celle de notre travail d'inventaire. Le Musée de la Station de Biologie marine, dont le caractère est exclusivement scientifique, joue ce rôle, analogue à celui d'une bibliothèque spécialisée. Des portions

de ses collections sont régulièrement réexaminées, les identifications sont confirmées ou corrigées, tant par les biologistes de la Station que par les spécialistes à qui ils les envoient ou qui viennent les étudier à Grande-Rivière. L'inventaire taxonomique de notre faune progresse donc autant, sinon plus, par l'étude des collections existantes que par de nouvelles pêches en mer.

Ces recherches facilitent de façon concrète la tâche des chercheurs par la publication de listes, de catalogues et éventuellement de manuels d'identification qui leur permettent d'identifier leurs matériaux biologiques. Elles s'accommodent mieux de mises de fonds modestes que d'autres projets plus ambitieux. La Station de Biologie marine, à cause de ses moyens limités et de ses contacts universitaires, me paraît particulièrement bien adaptée à ce genre de recherche. Les grosses institutions fédérales de recherches marines semblent s'y prêter moins bien, mais elles en reconnaissent néanmoins et en ressentent de plus en plus la nécessité.

Le banc Miscou: un fond riche?

Le banc Miscou est un lieu de rassemblement de la Morue durant certaines périodes de la saison. Elle s'y nourrit abondamment et y fraye. C'est sur ces fonds que se détermine largement son taux de croissance qui est fonction de la quantité de nourriture consommée et permet de prévoir la taille des morues qui seront prises durant les années ultérieures. Il y a lieu de croire que le banc Miscou héberge une faune de fond abondante.

Tous les types d'animaux produits sur les fonds ne sont pas accessibles à la Morue. Et la Plie — certainement appelée à une exploitation commerciale croissante —, qui dépend encore plus étroitement des invertébrés de fond que la Morue, se nourrit de types différents d'animaux. La quantité totale et la quantité de chacun des types d'animaux de fond varie selon l'année, la saison, la profondeur, le type de fond. Ces variations, en plus d'affecter la croissance de la Morue, influencent-elles ses migrations, ses concentrations ou ses déplacements locaux, son attrait pour l'appât du pêcheur? Cette nourriture de fond est-elle à son tour ravagée par le labourage des fonds par les chaluts?³ C'est pour répondre à ces questions et à bien d'autres que la Station de Biologie marine a cru utile de connaître d'abord la distribution naturelle des quantités d'Invertébrés de fond produites par le banc Miscou.

Le Dr Corbeil a dirigé ce relevé en 1953-1954 et l'analyse des échantillons d'animaux était fort avancée à son départ de la Station de 1954. Il est essentiel de mener ce travail à terme. Il fournira des chiffres précis qui, avec d'autres, entreront éventuellement dans les équations mathématiques complexes qui permettront, nous l'espérons, de calculer la production naturelle de

poissons d'une région marine. Les résultats feront mieux connaître aussi l'habitat préféré de chaque espèce d'animal, de même que les grandes communautés animales — cousines éloignées des sociétés humaines — qui en sont la résultante. Au surplus, cette étude, comparée à celle de l'alimentation de la Morue, permet déjà de connaître quelles proies choisit la Morue et lesquelles elle n'utilise pas, de même que celles qu'elle capture entre deux eaux, absentes ou rares dans les relevés de fond. Ce sera un pas vers l'évaluation de l'efficacité avec laquelle la production marine totale se transforme en chair de poisson. Si les résultats confirment la richesse en invertébrés que nous soupçonnons, nous espérons qu'ils nous éclaireront aussi sur l'origine de cette richesse.

La baie de Gaspé: un fond pauvre?

Le relevé quantitatif de la faune de fond de la baie de Gaspé servira de témoin à celui du banc Miscou. Réalisé selon des méthodes comparables, il permettra de comparer un fond pauvre à un fond riche. Du moins, ce sont les impressions qu'il faudra vérifier. Si elles sont confirmées, la recherche des facteurs responsables de la pauvreté ou de la richesse en Invertébrés de fond en sera facilitée. La baie de Gaspé n'est pas particulièrement poissonneuse et la majeure partie de ses fonds sont vaseux et à première vue pauvres en vie. D'autre part, les gros crabes-araignées (*Chionæetes opilio*), objets d'une exploitation commerciale commencée récemment, y sont apparemment plus abondants qu'ailleurs. S'agit-il simplement d'une forme différente de la productivité des fonds? La distribution des sédiments dans la baie forme souvent une séquence graduelle du sable vers la vase avec l'augmentation de la profondeur, séquence accompagnée de changements correspondants de la faune. Nous avons recherché particulièrement différentes séquences de ce type, afin de départager l'influence de la nature du fond de celle de la température de l'eau sur les associations dominantes d'animaux.

Les prélèvements d'échantillons de sédiments et d'animaux sont terminés, mais le tri, l'identification, le décompte et la pesée des animaux, opérations longues et laborieuses étroitement liées à notre inventaire taxonomique, requerront encore quelques années d'attention, sans parler de l'analyse et de l'interprétation des résultats.

Distribution des Amphipodes de la baie des Chaleurs

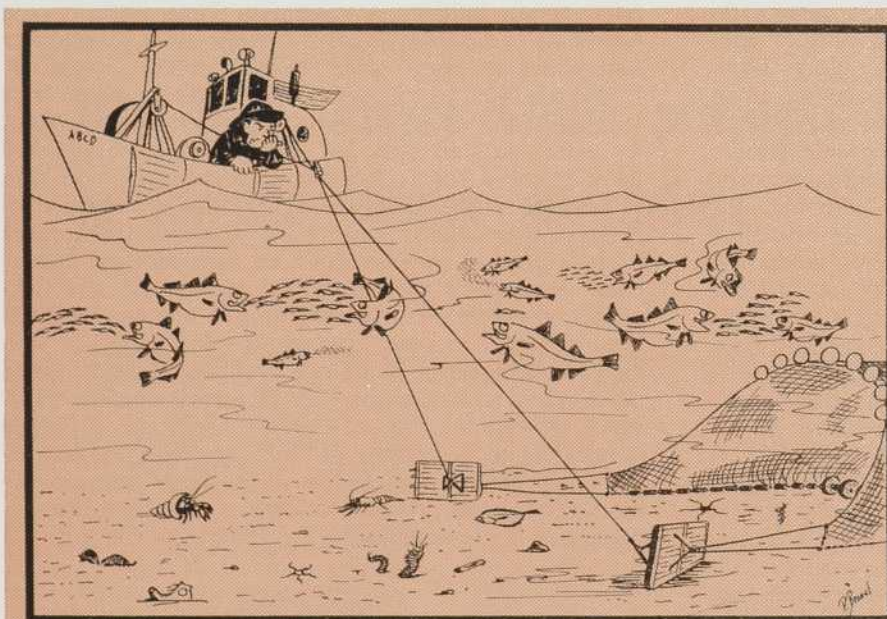
Les Amphipodes, comme les crevettes, le Homard et les crabes, sont des Crustacés, un groupe d'animaux dont l'importance dans la mer est celle des insectes sur la terre: ils sont la nourriture des plus gros. Les Amphipodes sont appelés pucerons, ou puces de mer,

par les pêcheurs. Associés au fond comme les crevettes, ils les surpassent en nombre, mais leur taille est inférieure. Ils occupent une place importante dans l'alimentation des jeunes morues, de la Plie et de la Raie. Certaines espèces sont nuisibles parce qu'elles dévorent les poissons retenus dans les filets maillants des pêcheurs.

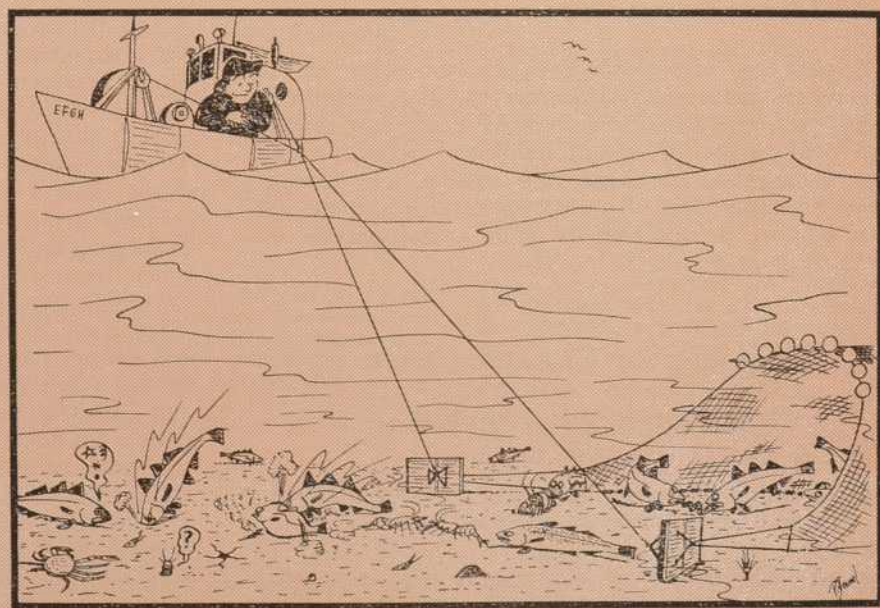
Mon travail sur ces animaux a montré que leur répartition en profondeur, dans la baie des Chaleurs, est liée à la stratification thermique prononcée qui caractérise la baie. Cette relation a sa contre-partie dans la répartition géographique des Amphipodes du sud au nord : les eaux glaciales profondes de la baie des Chaleurs hébergent surtout des espèces arctiques, plus communes dans les mers situées au nord du golfe

Saint-Laurent, tandis que les eaux littorales réchauffées en été, des espèces pour la plupart boréales, plus communes au sud du golfe. Et les amphipodes benthiques, groupe typique et dominant dans les mers polaires, sont effectivement plus abondants dans les eaux froides profondes de la baie des Chaleurs.

Ce travail, accepté comme thèse de maîtrise à l'Université de Toronto, est terminé; il sera publié sous peu. Ses résultats, en plus de fournir plusieurs informations nouvelles sur des proies importantes pour les poissons de fond, nous aide à mieux comprendre, donc à expliquer et à prédire, la répartition des autres groupes d'Invertébrés de fond selon la profondeur et la température de l'eau.



Quand la Morue est « en flotte », c'est-à-dire entre deux eaux, les pêcheurs en prennent moins. Pourquoi est-elle en flotte ? Température ? Frai ? Festin aux crevettes ? Festin au Capelan ou au Hareng ? On cherche la réponse et l'examen des estomacs est un bon moyen. Plus tard, on espère prédire quand et où la Morue sera en flotte.



Quand la Morue se tient au fond, la pêche est meilleure, au chalut et à la palangre. Pour savoir si elle est au fond, et pourquoi elle y est, on identifie et compte les proies marcheurs, rampeuses ou nageuses dans les estomacs. La pêche à différents niveaux, avec différents agrès, nous renseigne également.

Taxonomie des Amphipodes

J'ai choisi de consacrer une partie spécialisée de ma carrière à la taxonomie des Amphipodes, c'est-à-dire à l'identification précise et à la classification des espèces de ce groupe. Ces recherches, indispensables au projet précédent, représentant du même coup ma contribution originale au travail d'inventaire taxonomique des invertébrés du golfe Saint-Laurent. Les Amphipodes du golfe obtiennent naturellement la part du lion (210 espèces identifiées jusqu'à maintenant), mais ceux des mers étrangères ne sont pas exclus lorsqu'ils contribuent à préciser l'identité ou la parenté des nôtres.

La taxonomie, discipline la plus ancienne de la biologie, occupant presque toute la place au siècle dernier, a perdu de cette importance aux débuts du nôtre, par suite de l'avènement des disciplines modernes (Physiologie, écologie, génétique, etc.). L'engouement pour ces dernières a été tel, cependant, qu'on a versé dans l'excès en délaissant indûment la taxonomie, aidé en cela par la caricature que le public, même scientifique, se faisait du « collectionneur de bébittes ». Non sans raison, il faut l'admettre. La taxonomie s'est replacée depuis au rang de discipline scientifique authentique, d'après les critères modernes, par la fécondation des autres disciplines, notamment l'écologie, la génétique et l'évolution. Mais elle n'a pas encore repris la proportion d'adeptes à laquelle lui donnent droit son nouveau statut de science authentique et la simple nécessité pratique d'identifier correctement les animaux. Cette dernière nécessité est ressentie de façon particulièrement aiguë par les écologistes — les biologistes des pêches sont de ceux-là. Il en est résulté une grave pénurie de taxonomistes à laquelle on n'a fait que commencer à remédier. Dans cette conjoncture, et notamment placés devant l'impossibilité de faire identifier précisément nombre de leurs animaux, plusieurs écologistes ont considéré de leur devoir de se faire taxonomistes à temps partiel.

Il n'est pas impossible que ces recherches sur la taxonomie des Amphipodes aient, pour de nombreux chercheurs, une utilité plus immédiate que nos recherches écologiques, et, toutes modestes qu'elles soient, fassent progresser de façon plus sensible une discipline scientifique dont les retards tiennent autant au petit nombre de ses adeptes qu'au grand nombre de ses problèmes.

Biologie du Crabe-araignée (*Chionoecetes opilio*)

L'intérêt nouveau de l'industrie de la pêche pour ce succulent animal justifiait au moins une étude préliminaire : les chalutages réguliers nécessités par l'étude sur l'alimentation de la Morue la rendaient possible. Bien que la population de crabes étudiée fût clair-

semée, les renseignements obtenus sur sa biologie ont certainement une portée générale.

Au terme de cette étude, il semble opportun d'émettre ici une opinion, si fragile qu'elle soit, sur l'avenir de la pêche au crabe, en introduisant les conclusions principales de mes recherches. Je ne crois pas que les populations de crabes des eaux gaspésiennes puissent être l'objet d'une exploitation commerciale régulière et stable. Dans quelle mesure pourraient-elles alimenter marginalement une industrie à production flexible et diversifiée ? Je l'ignore. Les raisons suivantes fondent mes opinions sur la pêche aux crabes. (1) Les crabes des eaux *gaspésiennes* habitent de préférence, en été, les fonds vaseux dans la nappe d'eau glaciale, entre quelque 30 et 100 brasses de profondeur. Or, il n'y a apparemment dans la région que trois vasières suffisamment profondes, leur étendue est relativement limitée, et seulement l'une d'elles — le bassin de la baie de Gaspé — paraît assez productrice naturellement pour avoir suscité l'intérêt initial de l'industrie. (2) La pêche devrait probablement se faire surtout la nuit et en automne (ou en hiver). En effet, les prises de nuit sont 2-3 fois meilleures que celles de jour; elles sont relativement pauvres en mai-juin, à cause de la reproduction et de la mue qui ont probablement lieu dans la vase; et la proportion de crabes à chair laiteuse, qui ont mué en mai-juin, est importante de juillet à septembre. La pêche s'est effectivement concentrée en novembre jusqu'à maintenant, mais pour d'autres raisons, semble-t-il : les pêcheurs sont en quête de poisson en été et fréquentent d'autres fonds ou d'autres profondeurs. (3) Il semble que la croissance des crabes soit très lente : si tel est le cas, le remplacement des crabes de taille commerciale par les nouvelles générations risque donc d'être pris de vitesse par la pêche, dont le rendement diminuerait sensiblement à brève échéance.

Conclusion

On l'aura probablement remarqué : tous les travaux qui viennent d'être énumérés sont déjà en oeuvre. Ils représentent la majeure partie des efforts consacrés aux Invertébrés de fond depuis une douzaine d'années à la Station de Biologie marine, sans nécessairement les inclure tous. Certains de ces travaux ont déjà donné lieu à plusieurs comptes-rendus préliminaires miméographiés ou à des notes scientifiques publiées. D'autres n'ont pas encore atteint ce stage. Deux remarques s'imposent ici, cependant : une partie très importante des efforts et des investissements de ces années a porté sur les collections en mer et l'examen du matériel animal recueilli : tri, identification, décompte. La nature même des problèmes biologiques étudiés requerrait cette accumulation de matériaux. D'autre part, aucun des écrits qui en ont résulté ne constitue encore une publication scientifique complète, rendant compte de tous les résultats et aspects importants du travail et aboutissant à des conclusions nuancées en même temps que fondées. Seules cette ampleur et une large diffusion assurée par la publication répondraient adéquatement aux mises de fonds consenties.

Afin de mettre en valeur tous ces travaux, il est maintenant important — et possible — de les mener à terme, plutôt que d'entreprendre de nouvelles recherches et risquer l'éparpillement des activités. Nous avons donc commencé à faire porter nos efforts sur l'examen des échantillons d'animaux qui restent à étudier, et surtout sur l'analyse des données qui en seront tirées; enfin viendront l'interprétation et la publication de ces résultats. C'est un travail qui doit faire appel aux techniques statistiques, à la documentation et surtout à l'imagination et à la réflexion. On ne peut le réaliser que dans une ambiance propice, largement exempte de distractions et de tracasseries administratives,

comme celle qui a heureusement prévalu jusqu'à maintenant à la Station de Biologie marine.

Références

1. BRUNEL, PIERRE (1960). *De la Diatomée à la Morue : Les Invertébrés de fond*. Actualités marines, 4(2) : 13-20.
2. ACTUALITES MARINES, 1(2) (1957), 4(3) (1960), 6(2) (1962).
3. BRUNEL, PIERRE (1962). *Les chalutiers ravagent-ils les fonds à Morue ?* Actualités marines, 6(2) : 24-28.

Il y a 25 ans, le "projet Manhattan" préparait la réalisation de la bombe atomique

1. - Dès 1905, Pierre CURIE prévoyait le terrible danger du radium

par Alex ROUDÈNE

En décembre 1895, les frères Lumière dévoilent au bon public de Paris les premières images du cinématographe et Wilhelm-Conrad von Roentgen, savant professeur allemand, présente devant les membres de la Société de Physique de Berlin une découverte qui y fait une sensation vraiment colossale : de mystérieux rayons — qu'il baptisa modestement Rayons X — traversant les corps solides et qui permettent, par exemple, de photographier les os de la main à travers peau et chair...

Le Français Henri Becquerel — autre grand savant — qui travaillait alors sur la phosphorescence de certains corps tels les sels d'uranium, se demande aussitôt s'il existe quelque relation entre cette phosphorescence et les Rayons X. Il se met au travail.

Un jour du début de 1896, « il enveloppe une plaque photographique de papier noir très épais — raconte Fernand Lot, dans *Les Jeux du Hasard et du Génie* — l'expose à la lumière solaire après avoir fixé sur la plaque, du côté offert à la lumière, un échantillon de sel d'uranium. Après une insolation de quatre heures, Becquerel développe la plaque et constate qu'elle porte une tache foncée là où l'échantillon a été appliqué. Il en conclut qu'une substance phosphorescente, telle que le sel d'uranium en question, émet, pendant son exposition au soleil, des radiations qui traversent le papier opaque et qui réduisent les sels d'argent. »

Dans les derniers jours de février 1896, il s'apprête à recommencer l'expérience avec un dispositif perfectionné. Mais le soleil ne se montrant guère, Becquerel enferme ses châssis dans le tiroir de sa table de travail en attendant des circonstances d'exposition favorable.

Le dimanche 1er mars, journée radieuse, Becquerel se hâte vers son laboratoire pour profiter aussitôt du soleil. Mais un scrupule l'arrête... Il s'avise que l'irradiation à laquelle il va procéder aura lieu plusieurs jours après que le sel d'uranium a été mis sur la plaque...

Henri Becquerel passe dans sa chambre noire; il y soumet au bain révélateur les plaques des châssis extraits du tiroir.

« Et ce fut une émouvante surprise, car une tache significative apparaissait : la plaque avait été impressionnée ! »

Les corps radio-actifs venaient de révéler leur existence. Becquerel varie alors ses expérimentations, fait de passionnantes constatations, qui sont de grandes découvertes, et, le 18 mai 1896 en fait une communication devant l'Académie des Sciences.

Marie Curie joue le troisième larron

A ce moment-là résidait à Paris une étudiante polonaise, Maria Skłodowska qui, sous les directives de son mari Pierre Curie, jeune physicien

remarquable, cherchait un sujet de thèse pour son doctorat ès-sciences.

Très intrigués par le rayonnement découvert par Henri Becquerel, les deux jeunes gens, décident de se lancer à leur tour dans cette nouvelle voie inconnue.

Le chemin est étroit, obstrué, de racines et de broussailles, mais il n'y a pas grand monde pour l'encombrer, à condition de filer grand train, d'être parmi les premiers à s'y jeter, ce que fait, avec fougue Maria.

Elle ne perd pas de temps, et va, à la fois, découvrir de nouveaux corps radioactifs, inventer précisément le mot *radioactivité*, et mettre au monde une fille. Pierre et Marie entreprennent de rechercher s'il existe d'autres corps doués des mêmes propriétés que les sels d'uranium de Becquerel.

Dans un hangar où il pleut, où il gèle l'hiver, essayant les composés de presque tous les corps simples, ils essayent de percer le mystère de tonnes et de tonnes de minerais de pechblende — mélanges complexes d'uranium et d'autres métaux : bismuth, baryum, argent, plomb, cuivre, cobalt, terres rares, etc. — Ces minerais, qui ne contiennent que 50 à 60% d'oxyde d'uranium, sont beaucoup plus actifs que cet oxyde lui-même à l'état pur.

Il doit y avoir un autre corps super-actif, mais encore caché parmi ce qu'on appelle les terres rares.

Deux ans de travail acharné, dans les conditions les plus précaires, les plus pénibles, aboutissent à une double victoire en 1898 : en juillet, le polonium (en hommage à la patrie de Maria) et, en décembre, le radium, qui dit bien qu'il est... radioactif !

En 1904, Becquerel et le couple Curie — les trois larrons de la radioactivité — se partagent le Prix Nobel.

Prescience

Les Curie ont eu, très vite, la prescience du danger futur de leurs découvertes : « On peut concevoir que, dans des mains criminelles, le radium puisse devenir très dangereux » a dit Pierre Curie à Stockholm au cours d'une conférence prononcée après avoir reçu le prix Nobel de Physique. On peut en effet se demander si l'Humanité a avantage à connaître les secrets de la nature, si elle est mûre pour en profiter ou si cette connaissance ne lui sera pas nuisible.

« L'exemple des découvertes de Nobel est caractéristique : les explosifs puissants ont permis aux hommes de faire des travaux admirables. Ils sont aussi un moyen terrible de destruction, entre les mains des grands criminels qui entraînent les peuples vers la guerre. »

Ces phrases sont de 1905, année même où un jeune physicien inconnu déclenche un grand mouvement de curiosité dans le petit monde, très fermé, de la Science. Ce physicien s'appelle Albert Einstein.

$$E = mc^2$$

Albert Einstein, jeune ingénieur de 25 ans, travaillant à l'Office fédéral des Brevets, à Berne, a longuement médité sur un nouveau problème offert aux savants : la constitution atomique de la matière. Le résultat de ces méditations se concrétise, finalement, en trois mémoires que publie la revue *Annalen der Physik* (Annales de la Physique). Cette publication suscite une grande émotion dans le monde scientifique, car les théories du jeune Einstein sont révolutionnaires : elles révèlent cette conception, toute neuve qu'on va appeler la *relativité*.

Une équation, jusque-là inconnue, y apparaît : $E = mc^2$

Ce qui signifie que l'Énergie est égale à la masse, multipliée par le carré de la vitesse de la lumière.

Elle démontrera, bientôt, que si toute l'énergie, contenue à l'état potentiel, dans une demi-livre de matière quelconque était libérée, la puissance qui en résulterait équivaudrait à la force explosive de sept millions de tonnes de T.N.T., le fameux explosif.

Un savant français oublié aujourd'hui, qui s'appelait Gustave Le Bon, avait pressenti la même puissance

enclose dans la matière quand il disait, dans les dernières années du XIXe siècle, qu'il suffirait de dégager l'énergie enfermée dans un petit sou — vous vous souvenez peut-être, du moins les plus âgés d'entre vous, lecteurs, de ces pièces de bronze, tout noirs, tout crasseux, parfois vert-de-grisés ! — pour produire une force capable de faire circuler des centaines de trains autour de la Terre.

Le Bon avait vu juste, mais il restait dans le vague, tandis qu'Einstein, avec son équation, permettait d'effectuer des calculs désormais précis.

Et, tandis que, lui, poursuivait ses études concernant la relativité, et allait, peu à peu, concevoir une nouvelle forme de l'univers, d'autres — les atomistes — continuaient leurs recherches sur la radioactivité et la désintégration de l'univers modèle réduit qu'est l'atome !

Radioactivité naturelle et radioactivité artificielle

On en arrivait à émettre des chiffres fabuleux : la fée Electricité passait au rang des vieilles fées et des vieilles lunes. Elle était périmée, dépassée.

Ne disait-on pas que l'énergie logée dans un gramme de matière quelconque serait capable de soulever un poids de 30 millions de tonnes du sol du Champ de Mars jusqu'au sommet de la Tour Eiffel ?

Ne disait-on pas encore qu'un kilo de matière entièrement converti en énergie fournirait une puissance égale à 25 milliards de kilowatts heure, alors qu'un kilo de charbon pur ne donne que 8,5 Kwh.

N'allait-on pas dire, quelques dizaines d'années plus tard — lorsque la fission de l'atome fut proche, lorsqu'on parvint aux abords de l'explosion atomique — que cette fission de l'atome d'uranium devait dégager une énergie d'environ deux cents millions d'électron-volts, et qu'une livre (anglaise, qui vaut un peu moins d'un demi-kilo) d'uranium produirait, toujours par fission, autant d'énergie que la combustion de vingt millions de livres de charbon ?

Nous n'allons pas entrer dans l'histoire détaillée des découvertes, suscitées par les mémoires du jeune Albert Einstein, entre autres celle des physiciens français Paul Langevin et Jean Perrin, qui en arrivèrent à la conclusion que, si l'énergie et la masse sont une seule et même chose, l'énergie est *pesante* et que le Soleil — comme les autres étoiles — déversant continuellement son énergie dans l'espace, puise précisément cette énergie dans la transformation de sa matière en rayonnement et perd ainsi à chaque seconde, une énorme quantité de sa masse : quatre millions de tonnes !

Passons sur vingt années de recherches et de découvertes pour nous

arrêter à une escale de toute première importance : la radioactivité peut être provoquée. C'est, après la radioactivité naturelle, découverte à peu près 40 ans plus tôt, la radioactivité artificielle.

Un jour de 1934 — raconte le grand historien de la Science, Pierre Rousseau — le couple (de Frédéric Joliot et d'Irène Curie, fille aînée de Pierre et Marie) eut la révélation d'un immense et nouvel horizon. Ils bombardèrent une feuille d'aluminium avec des corpuscules alpha. L'aluminium va naturellement se transmuter en silicium, pensaient-ils. Mais ils constatèrent avec stupeur que le corps en lequel s'était transformé l'aluminium, non seulement n'était pas du silicium, mais émettait des radiations tout comme le radium. C'est du phosphore, reconnurent-ils ensuite, du phosphore radioactif. Et ils purent découvrir le mécanisme de l'opération : l'aluminium bombardé par les corpuscules alpha, se transmutant en phosphore radioactif, en *radio-phosphore*, puis ce phosphore se désintégrant comme une substance radioactive naturelle et se transformant peu à peu en silicium inerte.

Ils multiplièrent les expériences, préparant du *radioazote*, du *radio-magnésium*, et concurent l'énorme portée de leur découverte, qui était celle des radioéléments, des futurs *radioisotopes*, et qui allait leur valoir... le prix Nobel, comme aux parents d'Irène.

Bientôt le monde se couvrit de gigantesques cyclotrons, enfouis au fin fond de caves de béton.

L'Italien Enrico Fermi s'attaqua, lui, directement au plus lourd de tous les corps connus, au dernier de la table de Mendéléev, c'est-à-dire à l'uranium lui-même.

Il put croire, quelque temps, avoir créé cinq nouveaux corps simples, plus lourds. Mais il s'était trompé ! N'importe : de cette tentative et de ses résultats, Frédéric Joliot tira une conclusion nouvelle : l'explosion de chaque noyau d'uranium libère les neutrons que contient ce noyau, lesquels neutrons servent à leur tour de projectiles, qui s'en vont démolir de nouveaux noyaux, lesquels dégagent de nouveaux neutrons et cadédi, cadéda, comme disait le Cyrano de Rostand.

« Cette série de réactions en chaîne — explique encore Pierre Rousseau — était telle que l'irruption d'un unique neutron dans une masse d'uranium était susceptible de la faire sauter tout entière, en libérant toute l'énergie de ses atomes », énergie vraiment colossale et qui ouvrait des horizons illimités. Surtout pour la destruction et pour la guerre... Or, on allait à grands pas vers la guerre entre les démocraties et l'Allemagne d'Hitler.

D'ailleurs, ce dernier pays travaillait dur sur ces questions et y tenait même la vedette.

Tarif des abonnements

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

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

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

Le Jeune Scientifique

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

Le Jeune Scientifique

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

Les auteurs de ce numéro

Rédacteurs :

pages

- 49 Minéralogie pratique et ressources minérales, 3e article, par Jean-Paul DROLET, Ing. P., sous-ministre adjoint (mines), ministère des Mines et des Relevés techniques, Ottawa.
- 56 Fougères et Mousses, étude de leur reproduction, par Léon WOUE, professeur à l'Ecole Normale Technique de La Louvière et président national des Cercles des Jeunes Naturalistes de Belgique; et Maurice MAECK, étudiant à l'Ecole Normale de Nivelles, sec.-trésorier des C.J.N. de Belgique.
- 60 L'évolution du cheval et les représentants actuels de la famille des Equidés, par Olivier GARON, D.M.V., Ph.D. (biologie), professeur à l'Ecole de Médecine vétérinaire de Saint-Hyacinthe.
- 65 Recherches sur les Invertébrés de fond, à la Station de Biologie marine de Grande-Rivière, par Pierre BRUNEL, M.Sc., biologiste, Station de Biologie marine de Grande-Rivière, Gaspé. Article reproduit de la revue *Actualités marines*, Ministère de l'Industrie et du Commerce, Québec, vol. 7, no 3, hiver 1963, pp. 3-8, avec la bienveillante autorisation de la direction et de l'auteur.
- 71 La réalisation de la bombe atomique, par Alex ROUDENE; article fourni par l'Agence parisienne de Presse (APP), droits réservés par le J. S. pour le Canada.

Photographes, dessinateurs :

pages

- 49-55 Minéralogie pratique : photos gracieusement fournies par Jean-Paul DROLET, Ing.P., sous-ministre adjoint (mines), Mines et Relevés techniques, Ottawa. Pages 50,55, George Hunter, photographe, Toronto; p. 53, Commission géologique du Canada, Ottawa; p. 54, Office national du Film, O.N.F., Ottawa.
- 56-59 Mousses et Fougères. Page 56, photos L.-P. COITEUX, Sherbrooke; pp. 57-59, photo et dessins réalisés par Léon WOUE et Maurice MAECK, laboratoire de l'Ecole Normale Technique de La Louvière, Belgique; dessins terminés par Rosaire GOULET, Montréal.
- 60-64 L'évolution du cheval; dessins gracieusement fournis par le Dr Olivier GARON, Ecole de Médecine vétérinaire, Saint-Hyacinthe; fig. 1, imitée de Storer and Usinger, fig. 2, 3, 4, imitées de Matthew and Chubb; p. 63, photo Studio La Liberté, Granby.
- 65-69 Recherches sur les Invertébrés de fond à Grande-Rivière : pp. 65, 67 (chalut), 69, photo et dessins de Pierre BRUNEL, biologiste; p. 66, photo Office du Film du Québec; p. 67 (laboratoire), photo Andras MAK, Station de Biologie marine, Grande-Rivière, Gaspé.

VIENT de PARAÎTRE:

FLORE LAURENTIENNE

par Frère MARIE-VICTORIN, E.C.

Directeur-fondateur de l'Institut botanique de l'Université de Montréal

*Deuxième édition entièrement revue et corrigée par ERNEST ROULEAU,
directeur de l'Institut botanique de l'Université de Montréal.*

Un ouvrage destiné à fournir une connaissance précise de la physionomie botanique de la vallée du Saint-Laurent : nouveau format pratique 6½ x 9½ x 1¼ pouces. 940 pages de texte, où sont décrites et commentées les espèces actuellement connues de la flore vasculaire du Québec: 637 nouvelles espèces; nombres génétiques révisés. Environ 2,800 dessins dont certains ont été retouchés, pour l'identification facile des plantes décrites. Une « Esquisse générale de la flore laurentienne », illustrée d'une carte phytogéographique du Québec et de 22 cartes en noir. Des clefs complètes conduisant aux familles, aux genres et aux espèces. D'abondantes notes encyclopédiques qui relient la science des plantes aux autres domaines de l'esprit, et qui lui donnent son immense valeur humaine. Un copieux glossaire où sont définis les termes techniques employés dans l'ouvrage. Un index alphabétique très élaboré des noms de toutes catégories (latins, français, anglais, vulgaires).

Flore laurentienne : 940 pages, 6½ x 9½ pouces ; prix de vente : \$16.50, port et emballage : \$0.25. Escompte spécial aux lecteurs du Jeune Scientifique : 10% (\$1.65).

BON de COMMANDE :

Veuillez me faire parvenir un exemplaire du volume du Frère Marie-Victorin intitulé : Flore laurentienne, annoncé dans Le Jeune Scientifique.

Ci-joint, mon chèque ou bon de poste au montant de \$15.10 à l'ordre des Presses de l'Université de Montréal, C.P. 6128, Montréal 3.

Nom :

Adresse :



LES PRESSES DE L'UNIVERSITÉ DE MONTRÉAL
CASE POSTALE 6128 - MONTRÉAL 3, CANADA