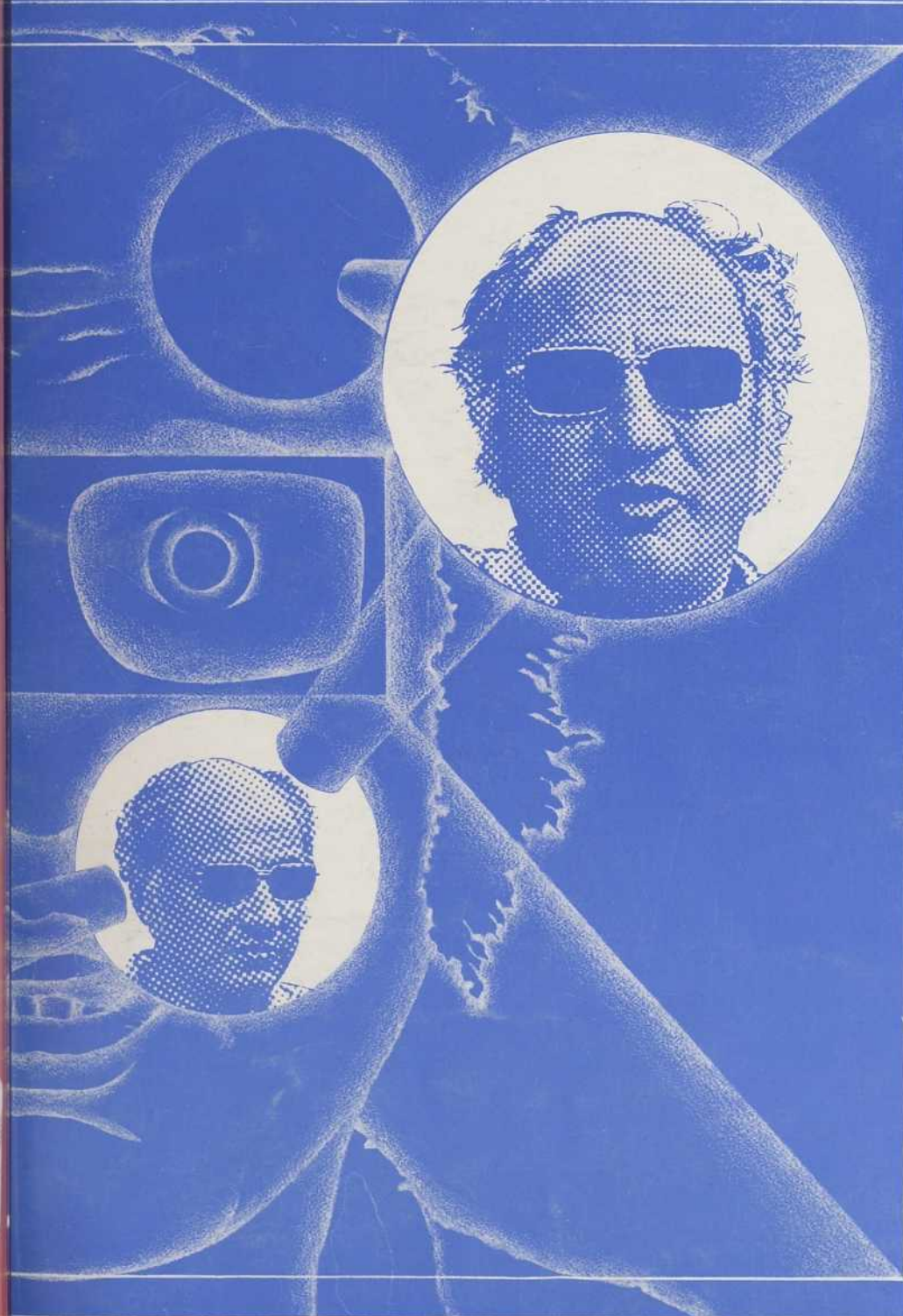


PER
J-69

Québec science

VOLUME 10 / NUMÉRO 2 / NOVEMBRE 1971 / \$0.50



LA CELLULE CONNAIT- ELLE DES EXTASES ?

DÉVELOPPEMENT ET
ACTION POLITIQUE

POISSONS EN FUITE

LES ENZYMES
GLOUTONNES

ENGRENAGES, TECHNIQUE
DE POINTE

QU'EST-CE QUE C'EST ? p.31

puq

les presses de l'université du québec



*La cellule connaît-elle des extases?
Edgar Morin, philosophe et sociologue,
pose le problème des interactions
de la biologie et de la société.*

photos: Gilbert Bériault et Richard Boileau

SOMMAIRE

- 4 **LES POISSONS EN FUITE**, par Étienne Magnin
Pourquoi les poissons migrants entreprennent-ils d'aussi longs périple et comment s'orientent-ils?
- 9 **LE DÉVELOPPEMENT APPELLE L'ACTION POLITIQUE**, par Gérald Fortin
Les pays pauvres en argent mais souvent riches en d'autres valeurs doivent présider eux-mêmes à leur développement.
- 12 **PARADOXES**, par Guy Chatillon
Les séries convergentes peuvent contribuer à résoudre les énigmes posées par le philosophe grec, Zénon d'Élée.
- 14 **UNE TECHNIQUE DE POINTE: LES ENGRENAGES**, par Clifford Nelson Baronet
Loins d'être démodés, les engrenages trouvent chaque jour de nouvelles applications.
- 16 **L'HUMANITÉ AU SEUIL D'UNE MUTATION?**, par Gilles Provost
Une entrevue avec le sociologue français Edgar Morin sur la révolution culturelle.
- 19 **LES ENZYMES À L'ASSAUT**, par Michel Boudoux et Yanick Villedieu
Bien plus que simples agents de lessive, les enzymes constituent le ferment de toute vie cellulaire.

RUBRIQUES

- 3 **Éditorial: LA SCIENCE SUR LA PLACE PUBLIQUE**, par Jocelyne Dugas
- 26 **Comment on devient — PHARMACOLOGUE**
Denise Leclerc-Chevalier interviewée par Yanick Villedieu
- 22 **L'expérience du mois: LE CHAUD ET LE FROID**, par Andrée Mathieu
- 24 **Le labo: LES OISEAUX QUI VOLENT BAS**, par Patricia Houle
- 28 **FLASH... FLASH... FLASH...**
- 35 **Échec et maths**
- 25 **A vous de jouer**
- 34 **Voulez-vous lire?**
- 35 **Vous dites?**

© Tous droits réservés 1971 — LES PRESSES DE L'UNIVERSITÉ DU QUÉBEC — Courrier de deuxième classe, enregistrement no 1052 — Dépôt légal quatrième trimestre 1971 — Bibliothèque nationale du Québec — Imprimé au Canada.

Magazine d'information scientifique publié par les Presses de l'Université du Québec en collaboration avec le ministère de l'Éducation et l'Association canadienne-française pour l'avancement des sciences (ACFAS).

Les articles de Québec Science sont répertoriés dans L'Index analytique, publié conjointement par le Centre de documentation de l'Université Laval et le Service des bibliothèques du ministère de l'Éducation. Tout écrit publié dans le magazine n'engage que la responsabilité du signataire.

Rédaction

Directrice et rédactrice en chef
Jocelyne Dugas

Secrétaire de rédaction
Jean-Marc Gagnon

Réalisation graphique et composition typographique
couthuran et amis, québec

Impression

l'éclaireur ltée, beauceville

Promotion et publicité

Daniel Choquette

Diffusion et secrétariat

Patricia Larouche

Administration

Québec Science, case postale 250, Sillery
Québec 6. Tél.: 651-7220

Abonnements

8 numéros: octobre à mai

Tarif individuel: \$3 (Canada) \$3.50 (étranger)
\$10. (de soutien)

Tarif groupe-étudiants: 15 abonnements et plus livrés à la même adresse: \$2

Vente à l'unité: \$0.50

Membres du comité d'orientation

André Beaudoin, responsable des services collectifs, ministère de l'Éducation

Louis Berlinguet, vice-président à la recherche, Université du Québec

Claude Boucher, professeur agrégé au Département de mathématique, Université de Sherbrooke

Maurice Brossard, doyen aux études graduées et à la recherche, Université du Québec à Montréal

Jacques Desnoyers, professeur agrégé en chimie, Université de Sherbrooke

Guy Dufresne, directeur des projets spéciaux, Consolidated Bathurst

Pierre Dumas, Société Radio-Canada

André Fournier, responsable de l'enseignement des sciences au secondaire, ministère de l'Éducation

Claude Frémont, directeur adjoint au Département de physique, Université Laval

Gordin Kaplan, professeur de biologie, Université d'Ottawa

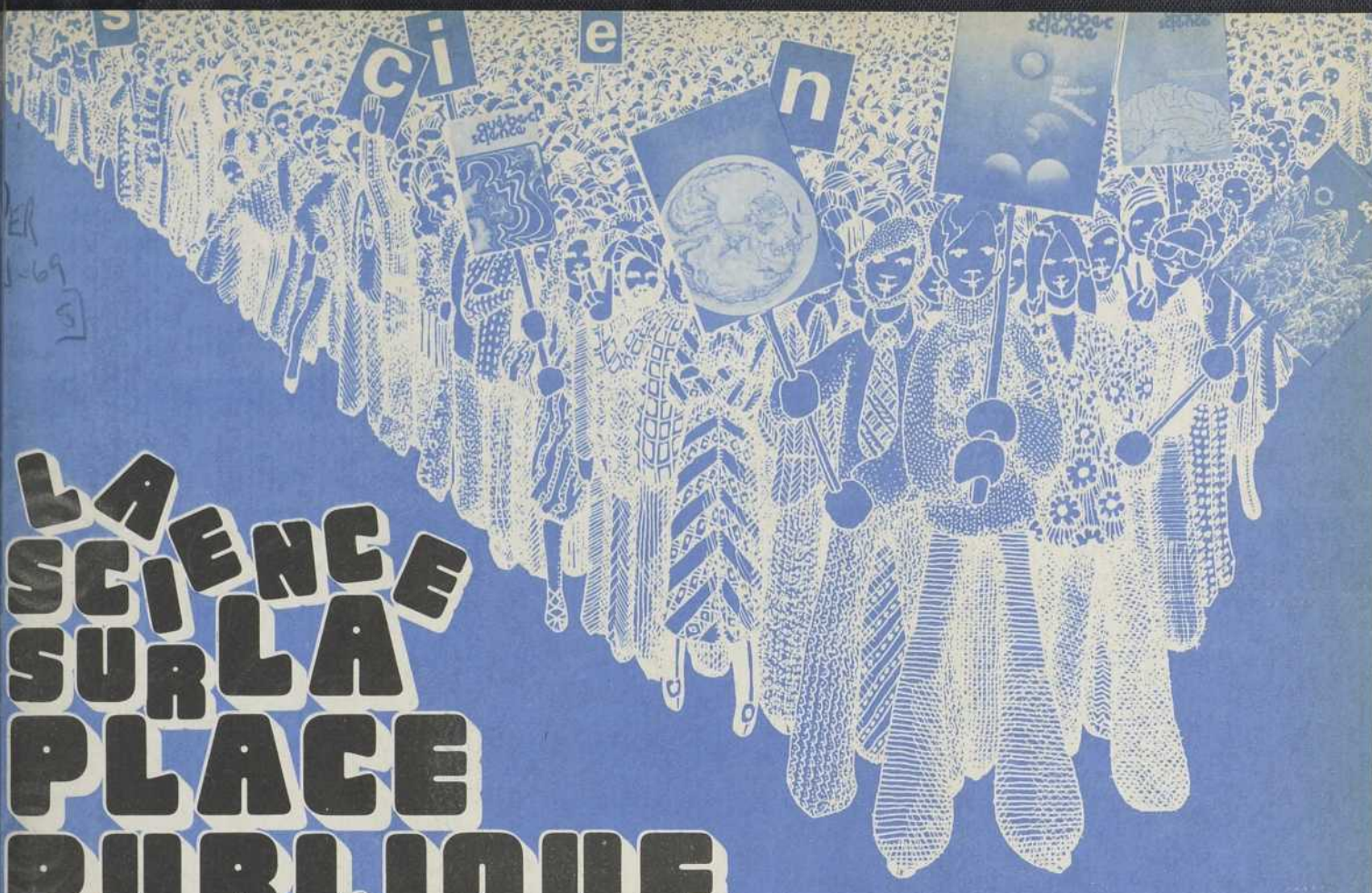
Paul Laurent, agent d'information, Service des relations publiques, Hydro-Québec

Gilles Papineau-Couture, directeur du contrôle de la qualité, Laboratoires Ayerst

Guy Rocher, professeur de sociologie, Université de Montréal

Guy Simard, étudiant, CEGEP du Vieux-Montréal

Pierre Tougas, directeur du Bureau d'aménagement scolaire, Commission des écoles catholiques de Montréal



LA SCIENCE SUR LA PLACE PUBLIQUE

par Jocelyne Dugas

Ainsi donc, vous ne croyez plus en la Science? Vous la jugez à ses fruits mauvais. Car vous êtes des purs. Car vous êtes des audacieux. Car vous voulez vous donner à une cause qui vaille la peine qu'on se batte pour elle. Qu'à cela ne tienne. La Science en est une. En 1971, au Québec et ailleurs, elle exige des héros et parfois des martyrs. Je n'exagère pas. Tout d'abord, il faut accepter de cheminer, non sans le remettre souvent en question, à travers l'interminable et obscur tunnel du système d'enseignement. Et puis, tout au long de sa formation et de sa carrière, il faut garder vivant en soi l'idéal d'une science dynamique et humaine. En même temps, il faut lutter pour ne pas devenir asséché par la spécialisation au point de se fermer aux autres préoccupations. Car il n'est pas vrai que la science est neutre, puisqu'elle s'inscrit toujours dans un contexte social et politique déterminé. Voilà pourquoi l'homme de science qui veut vraiment jouer son rôle doit faire preuve, devant les Pouvoirs, d'un courage, d'un désintéressement total. L'heure est venue de pratiquer la Science révolutionnaire qui ne se limite pas aux questions de détail, mais s'attaque aussi aux grands problèmes de la société: développement, protection de l'environnement, énergie, nutrition, maladies industrielles, recherches sur le cancer et le coeur, conquête des gènes et du cerveau. La contestation sauvage n'est rien à côté du poids d'un rapport de recherche porté à la connaissance du public. Les faits parlent d'eux-mêmes. Aussi faut-il, pour vaincre dans la jungle des opportunistes individuels et collectifs, recourir aux armes les plus efficaces: la compétence professionnelle alliée à une intelligence passionnée et lucide. En science comme dans le reste, tout est affaire de valeurs, de priorités. Mais hélas, la simple volonté de mettre en commun, par-dessus les considérations de prestige personnel ou institutionnel, les ressources matérielles et intellectuelles exige au Québec un véritable tour de force, pourtant nécessaire à notre épanouissement. Le scientifique, l'ingénieur digne de ce nom doit donc être prêt à mettre de l'avant, en toute circonstance, la notion de «service» plutôt que de «puissance». La science n'a-t-elle pas pour fin première d'améliorer la condition humaine? Il faut lui permettre d'atteindre son but en transformant par elle la structure sociale. L'homme de science responsable ne peut plus s'enfermer dans sa tour d'ivoire. Il doit être présent auprès des gouvernants, dans les grands secteurs stratégiques, afin de les éclairer quant aux meilleures orientations à prendre. En tant qu'expert il connaît les dessous des dossiers sociaux et politiques. Si les décisions qui affectent l'avenir sont tenues cachées ou prises de façon non démocratique, le savant-citoyen doit alerter à temps la communauté scientifique et apporter sur la place publique un avis technique objectif, essentiel à la compréhension des enjeux véritables. Ce devoir de critique doit constituer l'une des activités primordiales des associations «savantes», des universités «foyers de civilisation». Être un artisan conscient de la société technologique, de nos jours c'est vivre dangeureusement. C'est être prêt à risquer s'il le faut son poste, son avancement, ses subventions de recherche quand la chose s'impose. Ce geste a une plus grande portée que celui du poseur de bombes. Parce que le scientifique est un homme dont la société ne peut se passer. Et alors, la Science, vous n'y croyez toujours pas?



LES

Tout le monde
histoire des
leur rivière
long séjour
connaît aux
histoire des
rivières et o
s'en vont da
plein océan
environ au
Le but de c
de un nou
aventures
quelques ac
migrateurs
facteurs qu

LES

Avant d'ém
ments d'un
naissance a
pousser s'im
auquel il att
ieux et les p
ne, son comp
er de donne
sa capacité à
saineté des
général, et e
de ses gland
toutes ces d
ques fort d'i
logues ont
point.

Une mét
complète
quelques r
d'être rabi
complète
temps très
groupe de
des incorv
avoir regre
d'un certai
rime, s'ils s
peuvent pas
ment, le noc
here étant
D'autres
ment présen
conviennent
injection de
peau, man
actifs, etc.

Tout le monde connaît la merveilleuse histoire des saumons revenus frayer dans leur rivière natale après un plus ou moins long séjour en mer. Tout le monde connaît aussi la non moins extraordinaire histoire des anguilles qui vivent dans nos rivières et qui, à un moment donné, s'en vont dans la mer des Sargasses, en plein océan Atlantique, à 1 500 milles environ au large des côtes de la Floride. Le but de cet article n'est pas d'entreprendre un nouveau récit de ces étonnantes aventures; il se propose plutôt de présenter quelques aspects de l'étude des poissons migrateurs: l'orientation des poissons et les facteurs qui les poussent à se déplacer.

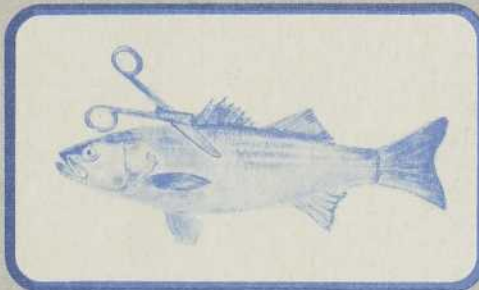
POISSONS EN FUITE

par Étienne Magnin

Avant d'entreprendre l'étude des déplacements d'un poisson migrateur, des connaissances assez précises sur la vie de ce poisson s'imposent: sa croissance, l'âge auquel il atteint la maturité sexuelle, les lieux et les périodes de "fraye", sa nourriture, son comportement. Il faut aussi disposer de données sérieuses sur sa physiologie, sa capacité d'adaptation aux variations de salinité des eaux, son métabolisme en général, et en particulier le fonctionnement de ses glandes endocrines. Pour recueillir toutes ces données, on utilise des techniques fort diverses et variées que les ichthyologistes ont pris des années à mettre au point.

Une méthode simple consiste à couper complètement une nageoire ou à en enlever quelques rayons. Ce procédé a l'avantage d'être rapide, ne demande pas d'instruments compliqués et permet de suivre pendant un temps très court le déplacement de tout un groupe de poissons. Mais il présente aussi des inconvénients. D'une part, il peut y avoir régénération des nageoires au bout d'un certain temps. D'autre part, les poissons, s'ils sont tant soit peu nombreux, ne peuvent pas tous être marqués individuellement, le nombre de marques que l'on peut faire étant relativement réduit.

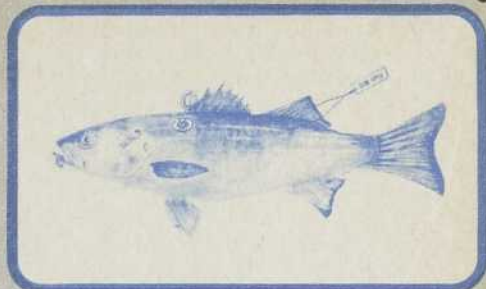
D'autres méthodes employées actuellement présentent les mêmes avantages et inconvénients que l'enlèvement des nageoires: injection de colorants ou de latex sous la peau, marquage avec des produits radioactifs, etc.



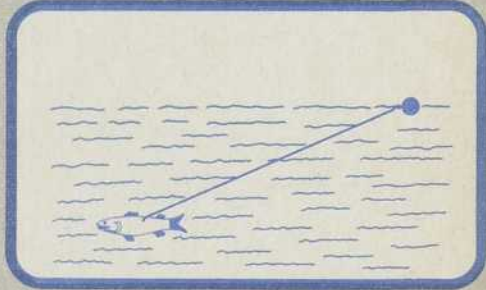
Une méthode simple de marquage: enlèvement d'un rayon de nageoire ou de la nageoire complète.

Carte d'identité ○ On peut aussi attacher à chaque poisson capturé une marque ou une étiquette numérotée. Chaque poisson est alors identifié individuellement: on note sur une fiche, véritable carte d'identité du poisson, le numéro de son étiquette, sa longueur, son poids, le lieu de sa capture. On y ajoutera ensuite son âge, une fois celui-ci déterminé en laboratoire à partir des écailles prélevées au moment du marquage. En métal ou en plastique, les étiquettes peuvent être fixées sur la mâchoire, sur une nageoire, sur les opercules ou à travers le corps au moyen d'un fil de nylon. Pour faciliter à la fois les opérations de marquage et la prise de mesures, on peut endormir le poisson avec de l'uréthane (éthyl-carbamate) ou du méthyl-penténol.

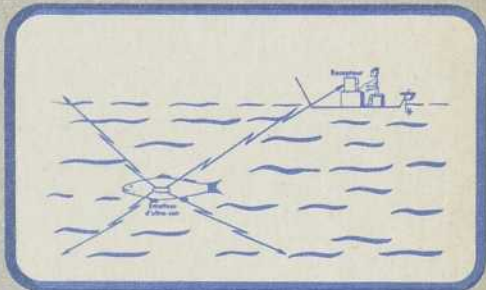
Quand on reprendra ce poisson, on retrouvera facilement sa fiche d'identité grâce au numéro. Cette fiche permettra non seulement d'évaluer si le poisson s'est déplacé, sur quelle distance et en combien de temps, mais aussi s'il a grandi et de combien depuis son marquage. Cette deuxième méthode de marquage donne donc beaucoup plus d'information que la première. Elle présente cependant des inconvénients: elle indique seulement qu'un poisson s'est déplacé d'un endroit à un autre mais non quand et comment s'est effectué le déplacement.



Étiquettes utilisées pour le marquage des poissons.



Poisson muni d'un flotteur.



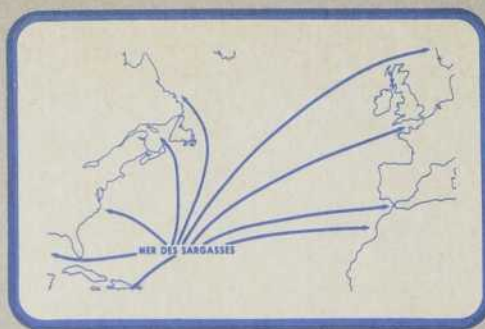
Repérage avec un émetteur d'ultra-sons.

Flotteur ○ Pour suivre le poisson dans l'eau, voici une méthode aussi simple qu'ingénieuse. On accroche au poisson une longue cordelette en nylon au bout de laquelle on attache un léger flotteur, une balle de ping-pong, par exemple. La corde doit être assez longue pour que le flotteur surnage quelle que soit la profondeur à laquelle le poisson se déplace. Cette technique a donné d'excellents résultats. La corde peut cependant s'accrocher aux plantes ou autres objets submergés ou à celle des autres poissons équipés de la même manière.

L'utilisation des ultrasons permet de contourner cet obstacle. Il s'agit d'introduire dans le tube digestif du poisson un minuscule émetteur ultrasonique. Les ondes émises sont alors captées par un récepteur placé à bord d'un bateau. Cette méthode ne permet cependant de suivre qu'un seul poisson à la fois. Assez coûteux, l'émetteur ultrasonique ne peut être utilisé sur une grande échelle.

Orientation ○ Toutes les méthodes décrites ont leurs imperfections. Néanmoins, les renseignements ainsi obtenus ont permis d'élucider certains aspects des migrations, en particulier celui de l'orientation des poissons.

A cause de la grande variété des modes des migrations, (en mer seulement, en eau douce seulement, de la mer vers l'eau douce et de l'eau douce vers la mer, les unes au moment de la reproduction, les autres apparemment pas), une telle étude s'avère fort complexe. Parmi la longue liste des poissons migrateurs, citons les cas de l'anguille et du saumon.



Parcours des larves leptocephales de la mer des Sargasses jusque sur les côtes européennes et américaines.

Larves transparentes ○ Les jeunes anguilles qui éclosent dans la mer des Sargasses ont une forme bien différente de celle des adultes: elles sont aplaties sur le côté, transparentes et très fragiles; ce sont en fait des larves appelées leptocephales. Comment ces larves arrivent-elles à franchir les distances énormes qui les séparent des côtes atlantiques de l'Amérique du Nord et de l'Europe? Il est évident qu'elles ne peuvent pas le faire par leurs propres moyens à cause de leur fragilité et de leur petite taille: elle n'atteindront tout au plus que 7 cm au bout d'un an. On admet généralement que ce sont les courants marins qui transportent les leptocephales jusqu'à l'embouchure des rivières. Cette explication semble assez valable dans le cas des anguilles européennes. Elle ne résout cependant pas le cas des anguilles qui parviennent en Amérique du Nord puisque aucun courant ne peut les y conduire. Pour le moment, le problème demeure insoluble.

Avec le soleil ○ L'orientation des poissons en mer pose des problèmes encore plus complexes. A cause de l'immensité et de la profondeur des océans, il est pratiquement impossible d'étudier directement le déplacement des poissons dans ce milieu. On a d'abord pensé que les saumons ne s'éloignaient pas beaucoup des estuaires, restaient dans les vallées sous-marines proches et retrouvaient sans difficulté leur fleuve d'origine. Mais la recapture de nombreux saumons en haute mer semble démontrer le contraire. Une hypothèse séduisante se présente alors à l'esprit: les poissons ne pourraient-ils pas, comme les oiseaux, se diriger avec le soleil? Mais comment le prouver?

Le docteur Hasler, qui a posé cette hypothèse pour la première fois, a procédé à des expériences non pas sur des poissons marins, mais sur un poisson qui effectue des migrations en eau douce: le bar blanc *Roccus chrysops*, que l'on rencontre dans le fleuve Saint-Laurent. D'autre part, ces observations ont été faites dans un lac d'assez faible dimension, le lac Mendota au Wisconsin, qui ne mesure que 39 km². Les bars viennent frayer dans deux zones éloignées d'un kilomètre et demi l'une de l'autre et situées au nord du lac. Au moment de la fraye (*), on a capturé quelques poissons sur les frayères. Une fois marqués, les bars ont été relâchés en différents points du lac. Peu de temps après, ces poissons ont été repêchés sur les frayères. Grâce aux flotteurs et par la suite aux émetteurs d'ultrasons, on a pu suivre le parcours des poissons depuis leur remise à l'eau jusqu'à leur retour aux frayères. Durant les jours ensoleillés, les bars se dirigeaient nettement vers le nord. Par contre, les jours nuageux, leur navigation était moins précise et se faisait un peu au hasard dans toutes les directions. Il semblait donc que les poissons se dirigeaient avec le soleil. Des expériences en laboratoire ont non seulement confirmé ces observations, mais aussi démontré de façon indubitable que les bars étaient capables de faire les corrections de navigation nécessaires suivant la hauteur du soleil.

Compas solaire ○ Tous les poissons migrateurs possèdent-ils une sorte de compas solaire? Le compas solaire est-il le seul guide des migrateurs en mer? Cette explication vaut-elle aussi pour le saumon et l'anguille? Comment les poissons se déplacent-ils la nuit? Car il est très bien établi que les saumons, par exemple, poursuivent leur route dans l'obscurité. Aucune réponse ferme ne satisfait encore à toutes ces questions.

Quels facteurs poussent un ensemble de poissons à se mettre en branle en même temps et dans la même direction? Le milieu aquatique lui-même et aussi des facteurs physiologiques, le premier pouvant d'ailleurs agir sur les seconds.

Milieu externe ○ On a cité de nombreux effets possibles du milieu externe sur les migrations. Certains poissons, les harengs par exemple, se déplacent pour trouver une nourriture plus abondante ou plus adaptée à leur taille. La salinité des eaux semble aussi jouer un rôle déterminant. Certains poissons éprouvent le besoin de quitter les eaux douces (les saumons, les aloses, les éperlans, certains esturgeons, les épinoches au moment de la * fraye. D'autres, par contre, éprouvent le besoin de quitter les eaux douces pour gagner la mer (les jeunes de toutes les espèces citées plus haut et les anguilles prêtes à frayer). Certaines espèces, comme les Salmonidés, semblent rechercher des eaux très oxygénées. L'action du courant importe aussi, certaines espèces s'y laissent emporter (anguilles argentées), d'autres, au contraire, luttent énergiquement contre (saumons). Les conditions atmosphériques influencent certains poissons comme les anguilles, par exemple: pression barométrique, état électrique et magnétique de l'air, direction et intensité des vents. La température et la lumière jouent aussi un rôle important dans les migrations. Une augmentation de la température provoque le déplacement des épinoches vers les eaux douces et une diminution de la température provoque la migration inverse des jeunes saumons. Quant à l'action de la lumière, on connaît déjà le rôle du soleil dans l'orientation des poissons; il faudrait aussi citer le fait que certains poissons, les jeunes saumons par exemple, sont plus actifs la nuit que le jour.

L'odeur de la rivière ○ Comment les saumons arrivés à l'embouchure des fleuves reconnaissent-ils la rivière où ils sont nés? L'odorat leur sert de guide, constatent les experts. Chaque rivière possède une odeur particulière provenant des substances minérales ou organiques en solution dans l'eau: ces substances dépendent de la nature du terrain et de la végétation du bassin hydrographique; elles seront donc relativement constantes durant de nombreuses années. L'alevin qui naît dans cette rivière sera pour ainsi dire imprégné de cette odeur caractéristique. Il en conservera le souvenir toute sa vie. Après des séjours en mer plus ou moins longs, il arrivera à reconnaître cette odeur même très diluée comme à l'embouchure des fleuves, par exemple. Il la suivra alors et remontera le courant jusqu'à son ruisseau natal, délaissant sur son passage les eaux des autres affluents.





Facteurs externes de déclenchement des migrations des poissons.

Réactions différentes ○ Tous ces facteurs externes exercent une action directe dans le déclenchement des migrations. Ils ne suffisent cependant pas à les expliquer. Placés dans le même milieu, les poissons réagissent différemment.

Ainsi, certains poissons vont se déplacer alors que d'autres poissons de la même espèce restent sur place, par exemple, les anguilles argentées ou bronzées se dirigent vers la mer alors que la plupart des autres de couleur jaune-brunâtre demeurent sur place.

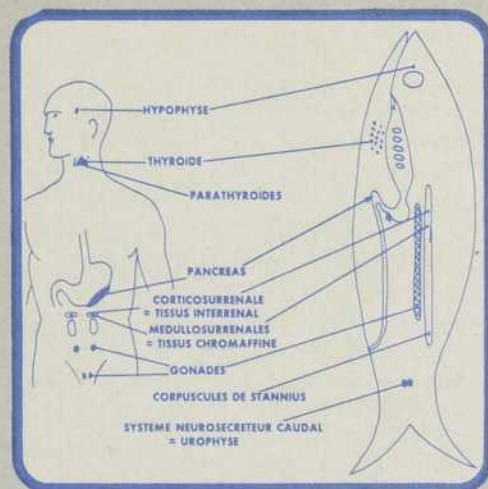
Certains poissons descendent le courant alors que d'autres de la même espèce le remontent. Les anguilles argentées vont en mer et les jeunes anguilles remontent les rivières. Les jeunes saumons se dirigent vers la mer et les saumons adultes viennent frayer en eau douce. Certaines espèces effectuent des migrations alors que d'autres de la même famille demeurent au même endroit. Il n'y a que quelques espèces de Salmonidés qui sont migratrices. Par exemple, les cyprinidés nord-américains et même des autres continents sont typiquement des poissons d'eau douce. Or il existe une espèce en Pologne et en Union Soviétique, la *Vimba vimba*, qui est migratrice.

Comment se fait-il aussi qu'au cours de leur vie ou même d'une année, les poissons d'une espèce donnée réagissent d'une façon exactement opposée aux conditions extérieures? Ainsi, au début du printemps les épinoches recherchent les eaux douces et à partir du mois de juin elles préfèrent les eaux saumâtres ou salées.

A toutes ces questions, la seule réponse possible est que les poissons migrateurs doivent se trouver dans un certain état physiologique pour être capables de répondre aux conditions externes. Les migrations sont déclenchées non seulement par des facteurs externes mais aussi par des facteurs internes.

Changement de livrée ○ Les facteurs internes qui provoquent les migrations sont de toute évidence de nature endocrinienne. Souvent les migrateurs changent de livrée et deviennent argentés: c'est le cas des jeunes saumons et des anguilles. Un lien entre les migrations et la reproduction peut être établi la plupart du temps. Une activité fébrile caractérise souvent la période qui précède le déplacement. Les conditions atmosphériques exercent alors une grande influence sur les poissons. Tous ces phénomènes manifestent un changement dans l'activité des glandes endocrines. L'hypophyse, la thyroïde, les surrénales et les gonades des poissons sont identiques aux glandes endocrines humaines, bien que leur structure anatomique ou leur disposition puissent différer. D'autres, comme les parathyroïdes, n'existent que chez les vertébrés supérieurs. Par contre, les poissons possèdent deux glandes endocrines originales: les corpuscules de Stannius et le système neuro-sécréteur caudal. La constitution chimique et l'effet biologique des hormones sécrétées par les poissons peuvent aussi différer de celles produites par les glandes semblables chez les vertébrés supérieurs.

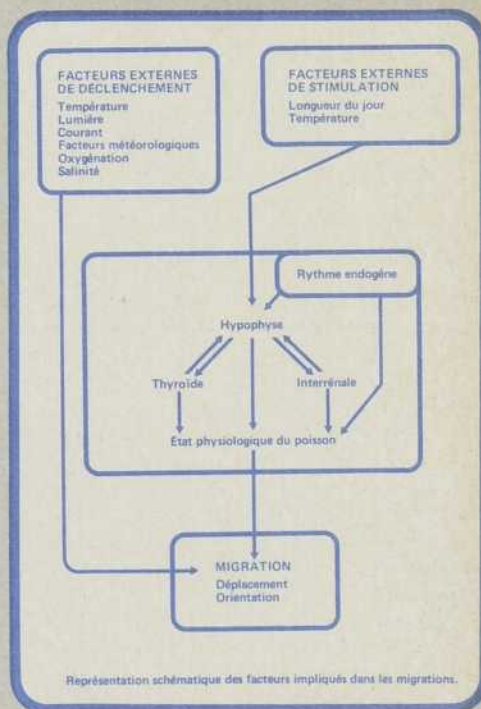
Glandes endocrines chez les poissons et chez l'homme.



Hypophyse ○ Quelles sont les glandes endocrines impliquées dans les migrations des poissons et comment agissent-elles? Les réponses données à ces questions sont diverses et quelquefois contradictoires. Chez les poissons comme chez les autres vertébrés, l'hypophyse semble orchestrer l'activité de toutes les autres. Son action sur le déclenchement des migrations est indéniable. Elle agit directement par ses hormones propres ou indirectement en provoquant la sécrétion hormonale des autres glandes endocrines, la thyroïde et l'interrénale en particulier. Cette action se traduit chez le poisson migrateur par des changements morphologiques externes, par un besoin d'activité, par une nécessité de rechercher l'eau douce ou l'eau salée, tout cela n'étant finalement que les manifestations externes d'un état physiologique particulier.

Mais sous quelle influence, à un moment précis de l'année, l'hypophyse entre-t-elle en activité? Il semble que la longueur des jours (ou photopériode) joue un rôle primordial dans l'activation de l'hypophyse. La température joue aussi un rôle certain, bien que l'on discute encore pour savoir si ce rôle est direct ou indirect: dans ce dernier cas, l'élévation de la température aurait simplement pour effet chez ces animaux à sang froid de permettre ou de favoriser l'action des enzymes. On a démontré aussi que, même si l'on maintient constantes la température et la longueur des jours, l'hypophyse agit à un moment déterminé, obéissant à un rythme endogène ou, en d'autres termes, à une véritable horloge interne.

Représentation schématique des facteurs impliqués dans les migrations.



Représentation schématique des facteurs impliqués dans les migrations.

Conflit permanent ○ Malgré sa difficulté, l'étude de la migration des poissons présente un intérêt primordial, tant au point de vue théorique qu'au point de vue pratique.

Au point de vue théorique, les poissons migrateurs nous éclairent sur les mécanismes fondamentaux de la vie. Qu'est-ce que la vie, sinon un conflit permanent entre l'organisme vivant et son milieu? (*a continuous adjustment of internal relations to external relations* — H. Spencer). Face à ce conflit, les êtres vivants ont adopté trois attitudes différentes: la lutte, l'inertie ou la fuite. Les migrateurs ont choisi la troisième solution: ils quittent les milieux qui ne leur sont pas propices. Comme exemple de la première solution, on pourrait citer les animaux à sang chaud ou homéothermes qui luttent constamment pour garder un milieu interne à température constante quelle que soit la température externe, et comme exemple de la deuxième, la marmotte et les autres hibernants qui, au lieu de lutter contre le froid, entrent en état de léthargie lorsque les conditions externes deviennent mauvaises.

L'intérêt pratique de ces études est peut-être encore plus évident. Tout d'abord, les poissons migrateurs sont des poissons très recherchés sur le marché: pensons par exemple aux harengs, aux morues, aux saumons, aux anguilles, aux esturgeons, aux bars, aux aloses, aux éperlans. Il est donc important de bien les connaître, non seulement pour les pêcher efficacement, mais aussi pour les protéger. Les recherches sur les poissons migrateurs ont été, d'autre part, à l'origine de découvertes très importantes: rôle de la rate, structure des protéines, action des glandes endocrines à basse température. Il faudrait ajouter enfin que les poissons migrateurs peuvent véhiculer avec eux des maladies ou des agents de pollution: entre autres, les thons radioactifs du Pacifique. ■

*Frayer: «L'ensemble des actes accomplis au cours du rassemblement sexuel est la fraie (ou fraye), terme qu'il ne faut pas confondre, malgré l'indécision habituelle à cet égard, avec celui de frai qui désigne l'ensemble des oeufs émis par une femelle». GRASSE, P.P., *Traité de zoologie*, Masson, Paris, 1958, Tome 13, fasc. 2, p.1615.

CLASSIFICATION DES POISSONS MIGRATEURS

Nous donnons ici la classification descriptive des poissons migrateurs proposée par Fage et Fontaine (1958). Nous avons ajouté, entre parenthèses, l'ancienne classification qui a été proposée par Tortonese (1949) et Meyers (1949) et qui est encore couramment utilisée. Les poissons migrateurs que nous donnerons en exemple dans les différentes catégories se trouvent tous dans les eaux du Québec.

I- Migrateurs *holobiotiques* (monodromes) qui effectuent leur migration dans le même milieu marin ou d'eau douce:

1. *Thalassobies* (océanodromes): qui se déplacent en mer seulement. Tels le hareng *Clupea harengus*, la morue *Gadus morhua* et le caplan (*Nallotes villosus*).

2. *Potamobies* (potamodromes): qui effectuent tous leurs déplacements en eau douce. C'est le cas du bar blanc *Roccus chrysops*.

II- Migrateurs *amphibiotiques* (diadromes), qui, au cours de leur migration, passent de la mer vers les eaux douces ou inversement. On distingue parmi eux les:

1. *Agamodromes*, ceux dont les migrations ne sont pas reliées à la reproduction. C'est le cas des muges (ou mulets) *Mugi cephalus*.

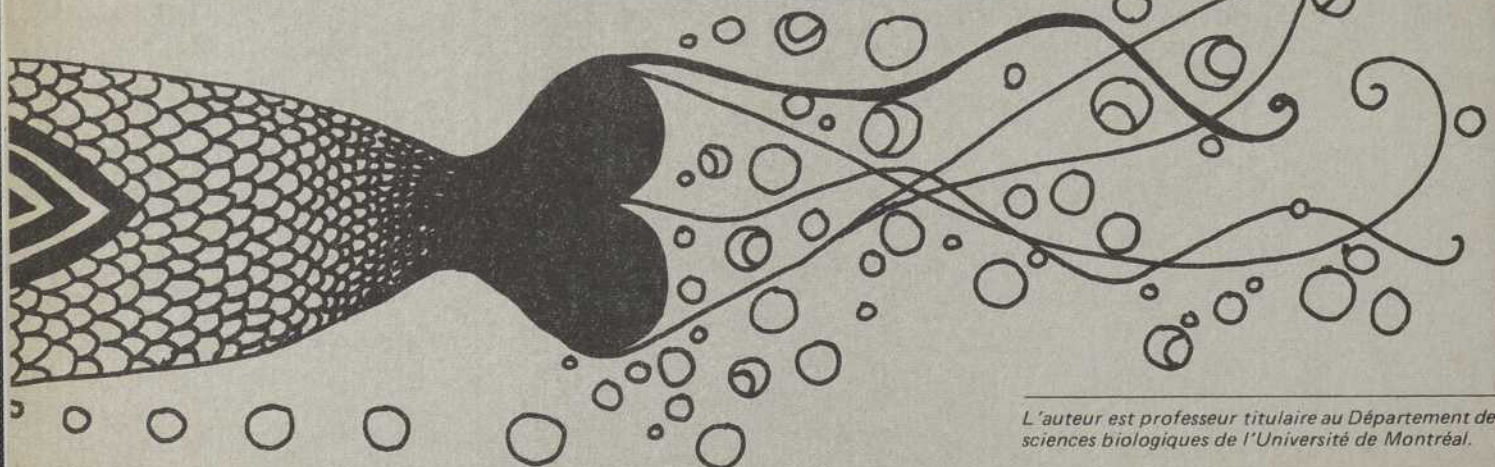
2. *Gamodromes*, ceux dont les migrations sont reliées à la reproduction. Ceux-ci se divisent à leur tour en:

a) *Thalassotoques* (catadromes), qui vont frayer en mer. C'est le cas de l'anguille.

b) *Potamotoques* (anadromes), qui vont frayer en eau douce. C'est le cas des saumons *Salmo salar*, des esturgeons de mer *Acipenser oxyrinchus*, des aloses *Alosa sapidissima*, des éperlans *Osmerus mordax*, des bars d'Amérique *Roccus saxatilis* et des épinoches *Gasterosteus aculeatus*.

BIBLIOGRAPHIE

- BANKS, J.W., A review of the literature on the upstream migration of adult Salmonids. J. Fish Biol. 1:85-136, 1969.
D'ANCONA, U., The life-cycle of the Atlantic eel. Symp. Zool. Soc. London. 1:61-75, 1960.
BAGGERMAN, B., Factors of diadromous migration in fish. Symp. Zool. Soc. London. 1:33-60, 1960.
FAGE, L. et FONTAINE, M., Migrations. Traité de Zoologie de Grassé, 13:1850-1884, 1958.
FONTAINE, M., Facteurs externes et internes régissant les migrations des poissons. Année biologique, Paris 27 (7):337-580, 1951.
FONTAINE, M., L'étude des mécanismes physiologiques des migrations et le centre d'études et de recherches scientifiques de Biarritz. Bull. Centre d'Étude Rech. Scientifiques, Biarritz, 3:343-351, 1957.
HASLER, A.D., Guideposts of migrating fishes. Science, 132:785-792, 1960.
HASLER, A.D., Underwater guideposts. Univ. Wisconsin Press, 1966.
HOAR, W.S., The evolution of migratory behaviour among juvenile salmon of the genus *Oncorhynchus*. J. Fish. Res. Bd. Canada; (15):391-428, 1958.
HOAR, W.S., Endocrine factors in the ecological adaptation of fishes. Symp. Comp. Endocrinol., J. Wiley and Sons: 1-23, 1959.



L'auteur est professeur titulaire au Département des sciences biologiques de l'Université de Montréal.

Les notions de développement et de sous-développement sont d'origine toute récente. Il a fallu l'accession à l'indépendance d'une quarantaine de colonies africaines après la seconde guerre mondiale pour que l'on se rende compte de l'écart sans cesse croissant entre les pays riches et les pays pauvres. Depuis lors, le développement est devenu un impératif pressant aux yeux de tous mais aussi une réalité mouvante selon l'angle sous lequel on analyse la situation. Témoin actif des premiers efforts de développement accomplis au Québec dans le cadre du BAEQ, l'auteur aborde le problème dans sa dimension globale et montre son évolution.

LE DÉVELOPPEMENT APPELLE L'ACTION POLITIQUE

par Gérald Fortin

L'idée générale contenue dans la première utilisation du concept de développement résidait dans le fait que les pays développés s'enrichissent à un rythme beaucoup plus élevé que ceux en voie de développement. En termes relatifs, les pays pauvres (dits sous-développés) s'appauvrissent de plus en plus par rapport aux riches (dits développés). Devant l'évidence que les lois normales de l'économie ne permettraient pas de faire disparaître un tel fossé, il fallait intervenir directement et contrecarrer la loi implacable de l'offre et de la demande.

\$30 À \$2 500 PAR HABITANT ● Reliés presque entièrement au niveau de vie et au degré de consommation d'une société, les critères utilisés pour mesurer le développement consistèrent d'abord à comptabiliser la quantité de nourriture, de biens et de services disponibles à l'habitant moyen d'un pays. On traduisit la capacité de consommation des citoyens en dollars constants, utilisant le revenu moyen annuel par habitant comme indice de développement. Ce procédé révélait des montants allant de \$30 à \$2 500 par habitant.

Toutefois de telles mesures demeuraient presque exclusivement économiques même si elles comprenaient parfois certains indicateurs dits sociaux mais qui restent au niveau de la consommation tels que le nombre d'hôpitaux, d'écoles et de services communautaires. Si la mesure du développement en termes de niveau de vie ou de revenu disponible permettait de saisir les écarts entre les pays, elle se limitait à une description passive et n'indiquait ni les

causes de ces disparités ni l'action à entreprendre pour remédier à la situation.

TRACTEURS ET CHARRUES ● A partir des années 50, une définition nouvelle aida à dégager au moins une partie des causes de la pauvreté et établit un lien direct entre le développement et la productivité d'un pays. Plus l'économie d'un pays manifestait un taux de productivité élevé, plus on le disait développé. Inversement un pays dit sous-développé accusait une productivité ou un gain de productivité beaucoup plus faible.

Distinct de la production, le terme «productivité» désigne la quantité de production qu'un facteur (par exemple, un homme ou un acre de terre) peut fournir dans une période de temps. L'utilisation des techniques modernes permet d'augmenter considérablement la productivité. Ainsi, par exemple, un agriculteur se servant d'un tracteur et d'une machine agricole moderne produit jusqu'à 50 fois plus que celui qui laboure à la houe ou même à la charrue de bois traînée par un boeuf.

Cette nouvelle définition du développement permettait d'établir un index de productivité comme base de comparaison entre les divers pays. Elle laissait entrevoir aussi une façon de s'attaquer au sous-développement: augmenter la productivité soit en rationalisant le travail, soit en industrialisant l'économie. De plus, même si cette définition demeurait économique avant tout, une certaine dimension culturelle commençait à paraître. En effet, rationaliser

la production implique le plus souvent rationaliser les producteurs, c'est-à-dire leur inculquer la rationalité, la façon de penser de l'économiste ou de l'ingénieur, transformant ainsi les traits culturels et le mode de vie des populations. Transformations souvent considérables, impliquant presque toute la culture d'une société y inclus la religion, les relations entre les individus et le pouvoir social.

COLONIALISME ● Ainsi présenté, le développement apparaissait comme une action délibérée en vue de transformer non seulement une économie mais une société tout entière. Comme l'a douloureusement fait sentir l'expérience des années 50, il ne suffisait pas d'envoyer des tracteurs pour que le développement s'accomplisse. Tant que l'aide technique aux pays pauvres s'est limitée à l'outillage, la machinerie est devenue inutilisable en moins d'un an.

De leur côté, les pays sous-développés se définissaient d'une tout autre manière. Sans doute acceptaient-ils jusqu'à un certain point d'être catalogués comme pauvres ou non rationnels; mais ils se considéraient davantage comme « marginaux » par rapport aux autres pays plus privilégiés, modernes et industrialisés. Le colonialisme européen en particulier s'était bien gardé d'étendre aux régions colonisées les avantages dont il bénéficiait.

Certains critères, appelés indicateurs, beaucoup plus intuitifs et par conséquent moins quantifiables que les définitions précédentes, permettaient de circonscrire la notion de marginalité. La solution au problème du sous-développement apparaissait non plus comme la transformation d'un groupe par rapport à une seule variable, la rationalité, mais comme une véritable mutation, remettant en cause un ensemble de valeurs, de normes sociales, de structures et un système d'organisation. Un changement aussi radical et profond requerrait une action autrement plus énergique que l'automatisme des mécanismes sociaux ou économiques. A cette fin, l'industrialisation, l'émigration et l'augmentation du niveau de scolarité constituaient autant de moyens pour l'intégration des pays marginaux. Mais ces mécanismes agissaient si lentement qu'une action politique s'imposait afin d'accélérer le processus de développement.

CUL DE SAC ● Désormais, le développement passe par l'action politique des pays sous-développés eux-mêmes. C'est pourquoi, aux yeux des nombreux pays d'Amérique latine et d'Afrique qui se sont affirmés sur le plan politique au cours des dix dernières années, le sous-développement est lié davantage à une situation de dépendance qu'à la marginalité. Dépendance économique d'abord mais aussi culturelle, sociale et politique ressentie avec une acuité croissante. Cette prise de conscience d'une dépendance globale, souvent interprétée comme du nationalisme, diffère totalement du nationalisme européen du XIX^{ème} siècle.

La définition du sous-développement en termes de dépendance dépasse de beaucoup celle de la marginalité. Elle implique que le modèle de développement est donné d'avance par les pays développés, plaçant ainsi le pays sous-développés dans une sorte de cul-de-sac. Le développement signifie-t-il vouloir devenir comme

les États-Unis d'Amérique ou les pays d'Europe occidentale au risque de perdre toute originalité? Non. Au contraire, les sociétés en voie de développement doivent s'affirmer et s'épanouir telles qu'elles sont, comme les adolescents cherchent à devenir adultes. Les leaders africains aussi bien que les penseurs sud-américains ont maintes fois exprimé ce problème: comment atteindre un certain niveau de consommation et une certaine productivité sans faire disparaître complètement les valeurs propres à une société historiquement valable? Toute société doit-elle, pour se développer, devenir une image plus ou moins fidèle de la société américaine ou russe? Peut-on être développé et rester Africain, Chilien, Japonais, et l'on pourrait ajouter Canadien français?

RICHESSSE ET VERTU ● L'envergure du problème soulevé dépasse largement la simple dimension économique. L'économie ne constitue qu'une valeur au sein d'un système à partir duquel il faut construire une société. Chaque société doit choisir elle-même son destin et prendre les moyens pour réaliser ses objectifs.

Dans cette optique, les sociétés les plus industrialisées ne sont pas nécessairement les plus développées. En fait, le véritable développement réside dans la capacité pour un pays de s'autocritiquer et de s'auto-déterminer. Cette réalité doit être vécue quotidiennement tant au niveau de la société elle-même qu'à celui de chacun des individus qui la composent. Paradoxalement, une société industrialisée et riche peut être décrite comme sous-développée... Cette définition du développement est beaucoup moins rassurante pour les pays riches: elle ne confond plus la richesse avec la vertu et s'appuie sur la réalité mouvante des valeurs et du politique plutôt que sur le froid calcul économique.

CHUTE LIBRE ● Le développement devient ainsi une sorte de processus de construction d'utopie au sens positif du terme, une définition ou une redéfinition constante de ce que représente une société idéale pour un groupe précis d'hommes. Tant qu'une société ne remet pas en question son système de valeurs et les choix qui en découlent, on peut dire qu'elle est en croissance ou en expansion, mais on ne peut affirmer qu'elle est en développement. En effet, les mécanismes du social et de l'économie peuvent y jouer selon leur déterminisme propre. Il s'agit alors d'une société en chute libre. Au contraire, une société en situation d'autodétermination corrige constamment ses orientations ou les change complètement le cas échéant.

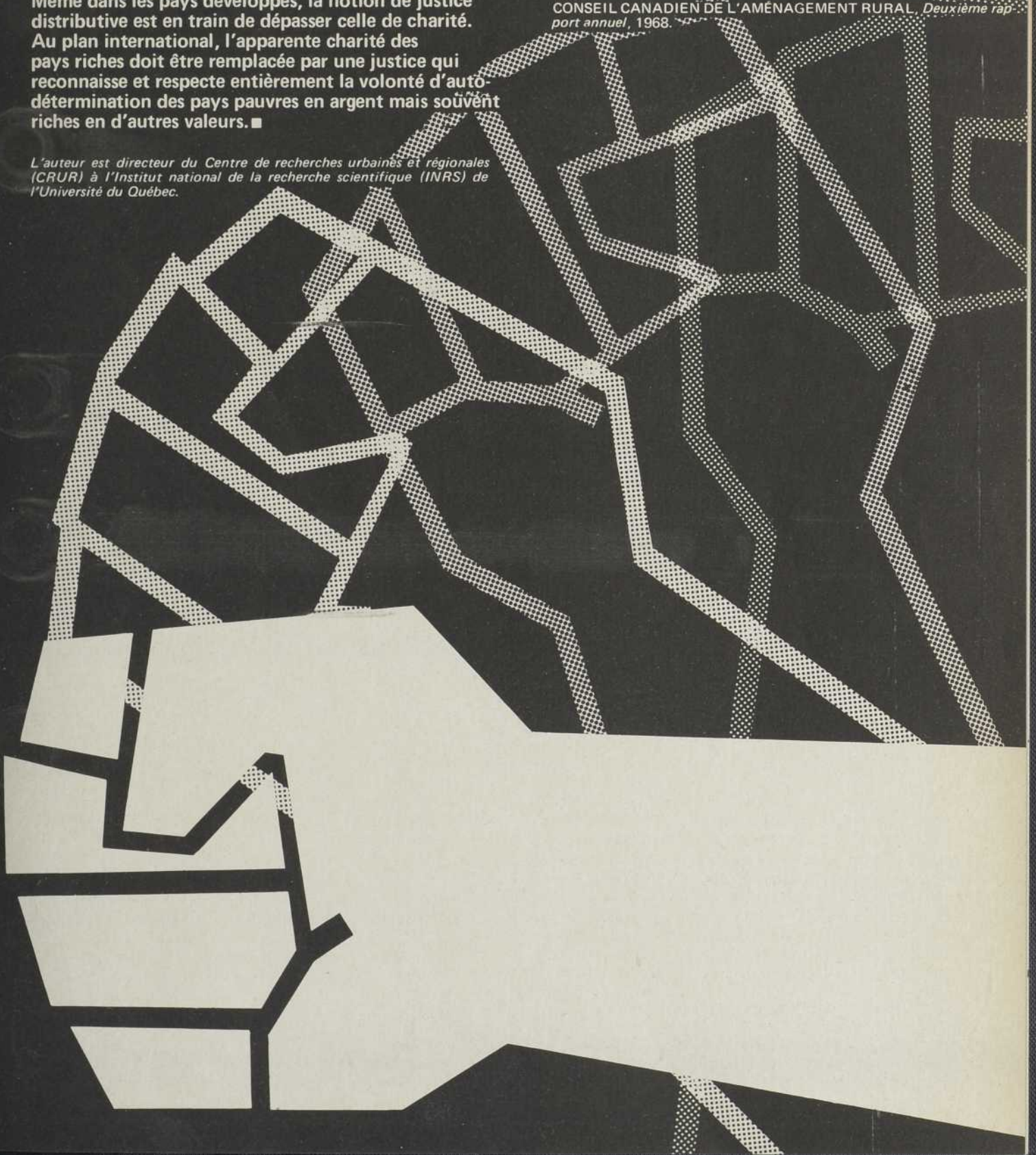
Autodétermination devient ainsi synonyme d'auto-correction. Même les critères d'évaluation sont soumis à la critique. Toute société se fonde sur un ensemble de relations de production, de classes, de groupes, de secteurs d'activités et se construit à partir d'une définition globale des relations de l'homme avec l'univers et avec la société elle-même. S'autocritiquer, c'est remettre constamment en question ces relations avec l'univers et la société, et les relations entre les divers groupes de la société. Définir une société idéale, c'est établir une image de cet ensemble de relations nouvelles.

PAUVRES MAIS... ● Alors qu'au début des années 50 on croyait régler le problème du sous-développement en envoyant du blé, des tracteurs, des capitaux et par la suite des experts, il apparaît maintenant que le sous-développement ne peut être réglé que par les pays sous-développés eux-mêmes prenant en main leur destin. La charité des pays riches à l'égard des pays pauvres n'a pas suffi à résoudre le problème. Même dans les pays développés, la notion de justice distributive est en train de dépasser celle de charité. Au plan international, l'apparente charité des pays riches doit être remplacée par une justice qui reconnaisse et respecte entièrement la volonté d'autodétermination des pays pauvres en argent mais souvent riches en d'autres valeurs. ■

L'auteur est directeur du Centre de recherches urbaines et régionales (CRUR) à l'Institut national de la recherche scientifique (INRS) de l'Université du Québec.

BIBLIOGRAPHIE

- ROSTOV, W.W., *The Economics of Take-off into Sustained Growth*, MacMillan, London, 1963.
 GALBRAITH, J.K., *The Affluent Society*, New American Library, New York, 1958.
 FORTIN, Gérald, *La société de demain: ses impératifs, son organisation*, Commission d'enquête sur la santé et le bien-être, Annexe 25, Éditeur officiel, Québec, 1970.
 FREIRE, Paulo, *Éducation, praxis de liberté*, Archives internationales de sociologie de la coopération et du développement, no 23, pp. 3-29, 1968.
 CONSEIL CANADIEN DE L'AMÉNAGEMENT RURAL, *Deuxième rapport annuel*, 1968.



PARADOXES

par Guy Chatillon

Parmi les philosophes de l'antiquité grecque, Zénon d'Élée (environ 450 ans avant J.-C.) fut l'un de ceux qui posèrent des problèmes très difficiles aux sages de son temps et des siècles postérieurs. Encore aujourd'hui, quelques-uns de ces problèmes n'ont pas vraiment reçu de réponse satisfaisante de la part des philosophes. Avec les séries mathématiques, on peut assez facilement saisir la clef de ces énigmes.

Achille et la tortue ○ Le plus connu de ces problèmes est celui d'Achille-aux-pieds-légers essayant de rejoindre une tortue en marche.

Au départ, la tortue (en A_2) a une certaine avance sur Achille (en A_1) (figure 1).

Lorsqu'Achille arrive au point A_2 où se trouvait la tortue, elle n'y est déjà plus, puisqu'elle avance. Disons qu'elle se trouve en A_3 . (figure 2)

Lorsqu'Achille arrive en A_3 , la tortue a encore progressé jusqu'en A_4 . Il ne la rejoint donc pas encore; et ainsi de suite. (figure 3)

On peut reprendre l'argument indéfiniment: lorsque la tortue se trouve en A_n , Achille est encore derrière, en A_{n-1} ; mais lorsqu'Achille arrive enfin en A_n , la tortue a progressé jusqu'en A_{n+1} , et Achille n'a donc pas encore rejoint la tortue. Zénon conclut qu'Achille ne peut en aucun moment rejoindre la tortue, et que le mouvement n'existe pas vraiment. Ce n'est qu'une illusion des sens.

La flèche et le talon d'Achille ○ Une autre histoire du même genre met encore ce pauvre Achille en vedette. Zénon démontre que la flèche tirée par un archer ennemi ne peut pas vraiment atteindre le talon d'Achille (c'était son point faible: il avait un talon qui résistait très mal aux flèches!). Voici l'argument de Zénon (figure 4):

Avant d'atteindre le talon d'Achille, la flèche doit passer au point D_1 , qui est le milieu de la distance séparant Achille de l'archer. A ce moment-là, la flèche ne touche pas Achille.

Avant de parcourir le reste de la distance, la flèche doit passer au point D_2 , le milieu de la distance entre D_1 et Achille. A ce moment-là, la flèche n'est pas encore rendue.

On répète l'argument indéfiniment: avant de parcourir la distance qui reste entre D_n et Achille, la flèche doit passer en D_{n+1} , milieu de cette distance. À ce moment-là, la flèche n'est pas encore rendue.

Donc, en aucun moment, la flèche ne parvient au talon, puisqu'il reste toujours une demi-distance à parcourir. Zénon conclut que le mouvement n'existe pas vraiment, et que la flèche n'atteint le talon d'Achille que dans l'imagination des humains. Il est évident qu'Achille aurait de la difficulté à accepter cet argument.

Certains philosophes ont répondu que l'espace est divisible à l'infini mathématiquement, c'est-à-dire mentalement (c'est ce que Zénon fait dans les deux problèmes), mais n'est pas physiquement découppable à l'infini. Cela signifie qu'en pratique, la distance entre la flèche et le talon d'Achille deviendra si petite qu'elle sera négligeable. Cette explication laisse perplexe, car:

1. elle dissocie la réalité physique d'avec son modèle mathématique. Depuis le XVII^e siècle, les physiciens utilisent continuellement les mathématiques pour expliquer et découvrir les lois de la physique. Les mathématiques constituent des modèles très fiables pour les sciences expérimentales. Il semble curieux de dire que telle opération est sensée mathématiquement et ne l'est pas physiquement.

2. elle ne rend pas compte d'un fait qui semble bien arriver: c'est qu'Achille non seulement peut rejoindre la tortue, mais peut même la dépasser allégrement!

Réponse mathématique ○ Reprenons l'histoire de la flèche et du talon d'Achille, en prenant soin d'identifier et de mesurer les distances et les temps considérés (figure 5):

Disons que l'archer se trouve au point O, à une distance d'Achille.

La distance $\overline{OD_1} = \frac{d}{2}$ puisque D_1 est le milieu du trajet

La distance $\overline{D_1D_2} = \frac{d}{4}$ puisque D_2 est le milieu du trajet restant

La distance $\overline{D_2D_3} = \frac{d}{8}$ pour la même raison
Et ainsi de suite...

Supposons que la vitesse de la flèche est constante (en fait elle est plutôt décroissante, mais l'explication est simplifiée par cette hypothèse). Le temps que prend la flèche pour parcourir une certaine distance est proportionnel à cette distance. C'est une notion évidente de physique: si je roule toujours à 50 m/h, il me faudra deux fois moins de temps pour parcourir 10 m que pour en parcourir 20.

Soit:

t_0 = le temps pris pour parcourir $\overline{OD_1}$ qui mesure $d/2$

t_1 = le temps pris pour parcourir $\overline{D_1D_2}$ qui mesure $d/4$

t_2 = le temps pris pour parcourir $\overline{D_2D_3}$ qui mesure $d/8$

t_n = le temps pris pour parcourir $\overline{D_nD_{n+1}}$ qui mesure $d/2^{n+1}$

On a immédiatement que $t_1 = \frac{t_0}{2}$ puisque les distances correspondantes sont $\frac{1}{2}$ dans le même rapport.

$$t_2 = \frac{t_1}{2} = \frac{t_0}{4}$$

$$t_3 = \frac{t_2}{2} = \frac{t_0}{8}$$

$$t_n = \frac{t_0}{2^n}$$

Transcrivons l'argument de Zénon:

Au temps t_0 , la flèche n'a pas rejoint le talon

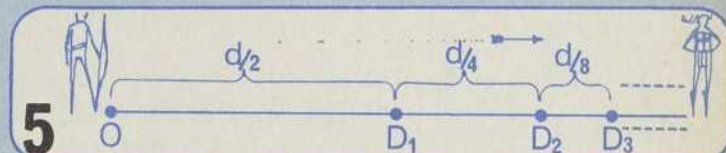
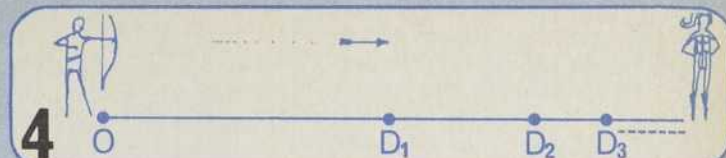
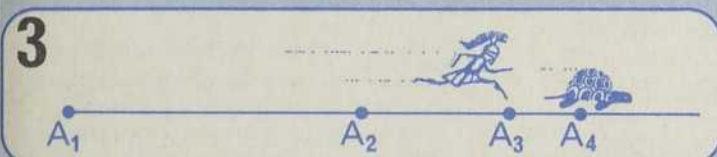
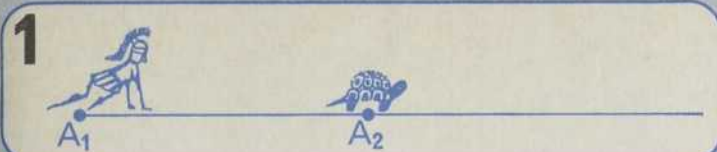
Au temps $t_0 + t_1$, la flèche n'a pas rejoint le talon

Au temps $t_0 + t_1 + t_2$, la flèche n'a pas rejoint le talon

Au temps $t_0 + t_1 + t_2 + \dots + t_n$, la flèche n'a pas encore rejoint le talon.

Et ainsi de suite, indéfiniment...

Zénon conclut: en aucun temps, la flèche ne rejoint le talon.



Sophisme ○ C'est là que se trouve le sophisme. Et c'en est bien un puisque *la conclusion dépasse les prémisses*.

On ne peut pas logiquement généraliser «en aucun temps», puisque l'argument ne considère que des temps d'une forme bien déterminée:

i.e. t_0
 $t_0 + t_1$
 $t_0 + t_1 + t_2$
 $t_0 + t_1 + t_2 + t_3$

En général: $t_0 + t_1 + t_2 + t_3 + \dots + t_n$

Tout ce que l'on peut logiquement conclure de l'argument, c'est que: «En aucun temps du type $t_0 + t_1 + t_2 + \dots + t_n$, la flèche n'atteint le talon.»

Or: $t_0 + t_1 + t_2 + \dots + t_n = t_0 + \frac{t_0}{2} + \frac{t_0}{4} + \frac{t_0}{8} + \dots + \frac{t_0}{2^n}$ (vu)

$$= t_0 \left(1 + \frac{1}{2} + \frac{1}{4} + \frac{1}{8} + \dots + \frac{1}{2^n} \right) \text{ (mise en évidence de } t_0 \text{)}$$

$$= t_0 \left(\frac{1 - \frac{1}{2^{n+1}}}{1 - \frac{1}{2}} \right) \quad \begin{array}{l} \text{si on se rappelle la formule de la somme} \\ \text{d'une progression géométrique:} \\ \frac{a(1 - r^{n+1})}{1 - r} \end{array}$$

$$= t_0 \left(\frac{1 - \frac{1}{2^{n+1}}}{\frac{1}{2}} \right)$$

$$= t_0 \left(2 - \frac{1}{2^n} \right) = 2t_0 - \frac{t_0}{2^n}$$

On obtient:

$$t_0 + t_1 + t_2 + \dots + t_n = 2t_0 - \frac{t_0}{2^n} \text{ qui est toujours inférieur à } 2t_0 \text{ puisque } t_0 \text{ est positif.}$$

Donc, tous les temps considérés dans l'argument sont des temps inférieurs à $2t_0$.

Erreur ○ La seule conclusion logique que Zénon avait le droit de faire, c'est: «En aucun de ces temps (qui sont tous inférieurs à $2t_0$), la flèche n'atteint le talon d'Achille».

Mais alors, il n'y a plus de problème. En effet, si la flèche file à vitesse constante, qu'elle prenne un temps t_0 pour couvrir la moitié de la distance, il est bien évident que la flèche n'arrivera pas au talon avant $2t_0$. Il n'y a plus de difficulté: la conclusion de Zénon devient une évidence.

On peut remarquer que si la vitesse de la flèche est décroissante, l'argument reste valide.

Mais alors, qu'est-ce qui arrive au temps $2t_0$? L'argument n'en parle pas; nous n'avons donc aucune raison valable de ne pas croire ce pauvre Achille.

Bon nombre d'arguments du même type se résolvent de la même manière. Par exemple, l'histoire d'Achille et de la tortue. Il suffit de supposer les vitesses constantes, et l'on obtient des temps de la forme

$$t_0 + t_0 r^2 + t_0 r^3 + \dots + t_0 r^n \text{ où } 0 < r < 1$$

et l'on sait que des temps de cette forme sont tous inférieurs à $\frac{t_0}{1-r}$.

l'argument devient alors vain; et c'est précisément au temps $\frac{t_0}{1-r}$ que la rencontre se fait.

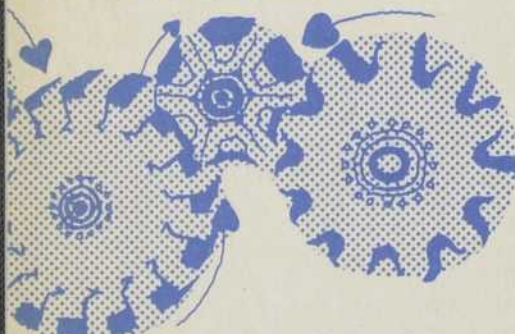
Voilà comment on peut, avec les progressions et les séries géométriques déceler une erreur de raisonnement qui a fait travailler des siècles de philosophes. (Ceci dit sans méchanceté aucune.) ■

BIBLIOGRAPHIE

A titre complémentaire, on peut lire avec profit dans le numéro 3 du volume 224 du SCIENTIFIC AMERICAN, mars 1971, un article de Firchard Almond intitulé *Unsolved Problems in Arithmetic*.

L'auteur est professeur de mathématiques à l'Université du Québec à Trois-Rivières.

UNE TECHNIQUE DE POINTE LES



(ENGRENAGES)

par Clifford Nelson Baronet

Utilisés depuis 5 000 ans, les engrenages sont loin d'être démodés. Au contraire, ils semblent promis à un brillant avenir: ils transmettent avec un rendement inégalé les plus fortes puissances sous le plus petit volume de matériau. L'auteur nous en décrit les principales caractéristiques et fait le point sur la recherche en ce domaine à l'Université Laval.

Éléments utilisés dans le but de transmettre le mouvement dans les systèmes mécaniques, les engrenages remontent aussi loin que 3 000 ans avant J.-C. Les Chinois se servaient du dispositif illustré à la figure 2 2 600 ans avant J.-C. pour indiquer constamment un point cardinal. Les voyageurs s'y fiaient durant leurs périples dans le désert. Ce mécanisme relativement complexe pour l'époque était réalisé à l'aide d'engrenages.

Malgré leur origine fort ancienne, il a fallu attendre les travaux d'Aristote, 330 ans avant J.-C., pour trouver les premiers schémas illustrant les rudiments de la théorie des engrenages. A titre d'exemple, Aristote remarque que le mouvement angulaire est renversé lorsqu'une roue dentée agit extérieurement sur une deuxième roue. Avec les siècles, la technique des engrenages se développa graduellement par l'utilisation des métaux et l'amélioration des formes de dent (voir figure 3). Les travaux de Philippe de la Hire (1694) et Léonhard Euler (1754) jetèrent les bases de la théorie moderne de la cinématique des engrenages.

Pignon sur roue ○ Parmi les engrenages les plus couramment utilisés, le plus simple est celui à denture droite. Le profil prend la forme d'une développante de cercle.

Cette courbe est tracée (voir figure 4) par l'extrémité de la tangente qui roule sans glisser sur un cercle appelé cercle de base. Quelques-unes des dimensions caractéristiques d'une roue dentée et de son pignon (le plus petit des deux) sont illustrées à la figure 5.

Si on désigne par D_1 et D_2 les diamètres primitifs, par N_1 et N_2 les vitesses angulaires, par T_1 et T_2 le nombre de dents, on démontre facilement que

$$\frac{N_1}{N_2} = \frac{T_2}{T_1} = \frac{D_2}{D_1}$$

La dimension des dents dépend d'un nombre appelé «diametral pitch», (DP) défini comme suit:

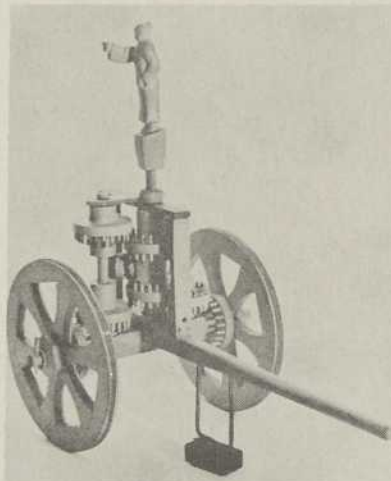
$$DP = \frac{T}{D} = \text{nombre de dents}$$

D diamètre primitif (exprimé en pouces)

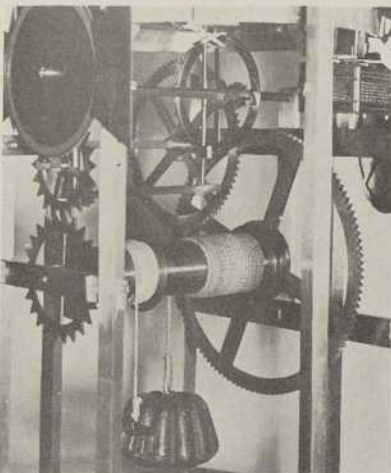
Le pas, arc du cercle primitif compris entre deux profils consécutifs étant désigné par PC, on voit que:

$$DP \times PC = \pi \text{ où } \pi = 3.1416$$

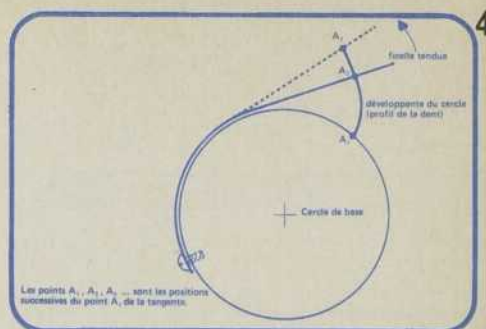
Dans le système métrique, le terme module (M) est utilisé plutôt que DP. La définition du module est la même que celle du «diametral pitch» sauf que le diamètre primitif D est exprimé en mm.



Chariot ancien conçu pour indiquer constamment le sud...

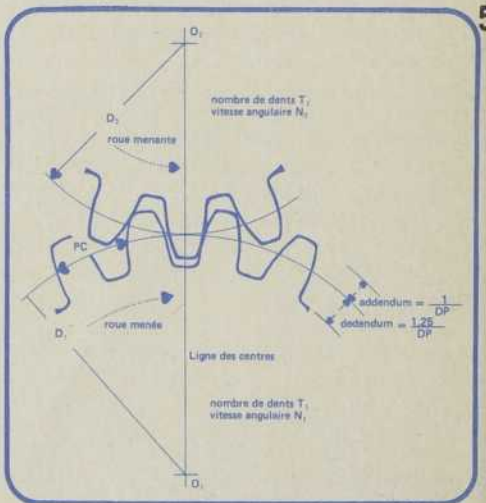


Horloge conçue vers 1364 par Giovanni de Dondi à Padoue en Italie



Développante du cercle. Cette courbe possède plusieurs propriétés qui justifient son utilisation très fréquente dans les profils de dents d'engrenages.

Principaux termes utilisés pour les engrenages à denture droite.



Horloges ○ Une faible valeur de DP signifie une grosse dent tandis qu'une grande valeur de DP s'applique à une petite. Les plus grosses dents fabriquées de nos jours ont un DP de 0,015 dents/mm tandis que les plus petites ont un DP de 16 dents/mm. Tous connaissent les petits engrenages d'horlogerie; à l'autre extrême, on trouve des engrenages ayant un diamètre primitif de 33 mètres. La figure 5 illustre une denture courante de type «hauteur complète». On peut évaluer les dimensions des dents pour différentes valeurs du pas diamétral.

La force centrifuge limite les engrenages à une vitesse périphérique maximale de 300 mètres/seconde. Des engrenages transmettent de nos jours des puissances allant jusqu'à quelques dizaines de milliers de chevaux-vapeur. Certains engrenages travaillent à des températures allant jusqu'à 540°C (par exemple dans les turbines à gaz de moteurs d'avions), ce qui cause des problèmes particuliers de lubrification.

Une très grande précision s'impose dans la fabrication des engrenages appelés à travailler à de grandes vitesses. Dans ce cas, les erreurs permises sont de l'ordre de $\pm 0,025$ mm pour la développante. Il en va de même pour la mesure du pas circulaire. La mise au point de techniques de mesure permettant d'évaluer la précision des engrenages fait l'objet de multiples efforts de recherche.

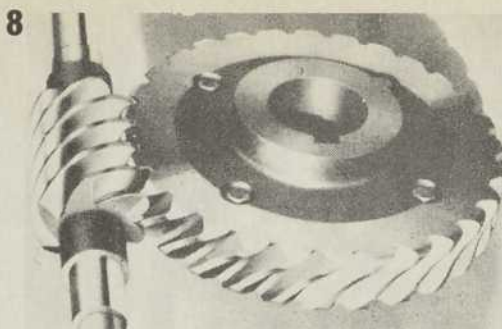
Les fabricants utilisent les meilleurs aciers et des traitements thermiques appropriés contribuent à durcir la surface des dents, prolongeant ainsi leur durée.

Les engrenages fabriqués à l'aide de résines thermoplastiques possèdent des propriétés tout à fait spéciales. Ils sont presque silencieux et ne requièrent aucune lubrification. Par contre, ils ne peuvent porter des charges aussi considérables que les engrenages en métal.

Nouveaux profils ○ Bien que le seul type d'engrenage décrit plus haut soit celui à denture droite, il existe une variété considérable d'engrenages: à denture hélicoïdale (en forme d'hélice) pour axes parallèles, à chevrons pour la transmission de très grandes puissances, à vis sans fin pour réduire la vitesse dans les boîtes de transmissions et hypoïde (paire d'engrenages dont les axes sont croisés sans se couper). Les figures 6, 7, 8 et 9 illustrent ces différents types.

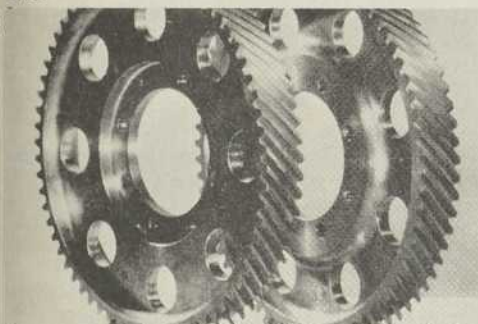
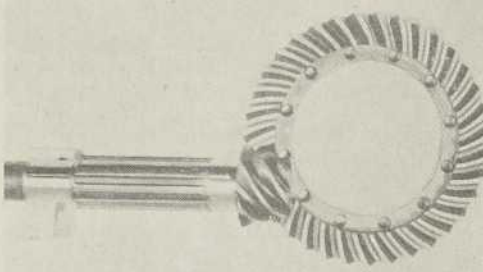
Ces dernières années, des développements très importants ont été accomplis dans la conception de nouveaux profils: en particulier, le profil circulaire Wildhaber-Novikov (figure 10) très prometteur quant à la réduction de l'usure des surfaces des dents.

Aux États-Unis, les économistes évaluent à environ deux milliards de dollars la fabrication annuelle d'engrenages de toutes sortes. C'est donc une industrie de pointe qui nécessite une somme considérable de recherche.



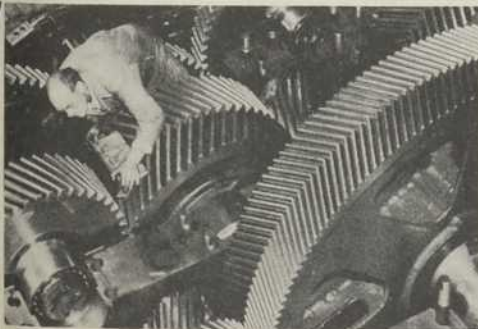
8 Système d'engrenage-vis sans fin utilisé comme réducteur de vitesse dans les boîtes de transmission. La vis actionne l'engrenage et permet de réaliser une réduction très appréciable à l'aide d'un seul étage.

9 Paire d'engrenages hypoïde. Un système dont les axes sont croisés sans toutefois se couper.



6 Engrenages à denture hélicoïdale en forme d'hélice pour axes parallèles. Ce type d'engrenage produit un roulement plus doux, moins bruyant et peut transmettre de lourdes charges à haute vitesse.

7 Engrenages à chevron utilisés pour la transmission de très grandes puissances combinant les avantages de l'engrenage hélicoïdale et le renversement de l'angle de l'hélice, son effet d'annuler la poussée axiale qui autrement devrait être équilibrée par une butée (support) externe.



L'Université Laval ○ A l'Université Laval, le laboratoire de dynamique des engrenages fondé et dirigé par M. G.V. Tordion poursuit depuis plus de quinze ans de recherches sur la dynamique des systèmes de transmission à l'aide de calculatrices électroniques de type hybride. Grâce à des méthodes expérimentales et théoriques, on étudie aussi la distribution des contraintes et des déformations élastiques des dents en utilisant des calculatrices digitales. Un nouveau projet permettra bientôt de prévoir la longévité exacte de très gros engrenages industriels. On sait que la rupture de tels engrenages entraîne fréquemment des pertes considérables pour les usines du Québec.

La distribution des erreurs dans les engrenages cause l'excitation des forces dynamiques dans les transmissions. Le laboratoire de métrologie du Département de génie mécanique vient de mettre au point une technique de mesure d'erreurs sur de gros engrenages pour laquelle un brevet a été demandé. Ces travaux de MM. G. Bouillon et G. Tremblay pourraient conduire à la fabrication d'un appareil versatile et économique de très haute fidélité. D'autre part, une machine de type sismique, d'une conception nouvelle vient d'être mise au point dans ce laboratoire par le professeur Gerdin et permettra de vérifier la précision de plus petits engrenages. Plusieurs diplômés du Département de génie mécanique participent à ces travaux. L'appui indispensable

de l'atelier mécanique du Département ainsi que celui de dessin et projet, permettent la réalisation des montages les plus complexes. Un technicien assiste les chercheurs dans leurs travaux.

Les gouvernements fédéral et québécois considèrent ce laboratoire comme unique au Canada et ont versé, pour l'achat d'équipement, quelques centaines de milliers de dollars. Ce laboratoire possède donc l'outillage nécessaire pour accomplir la tâche qui lui incombe.

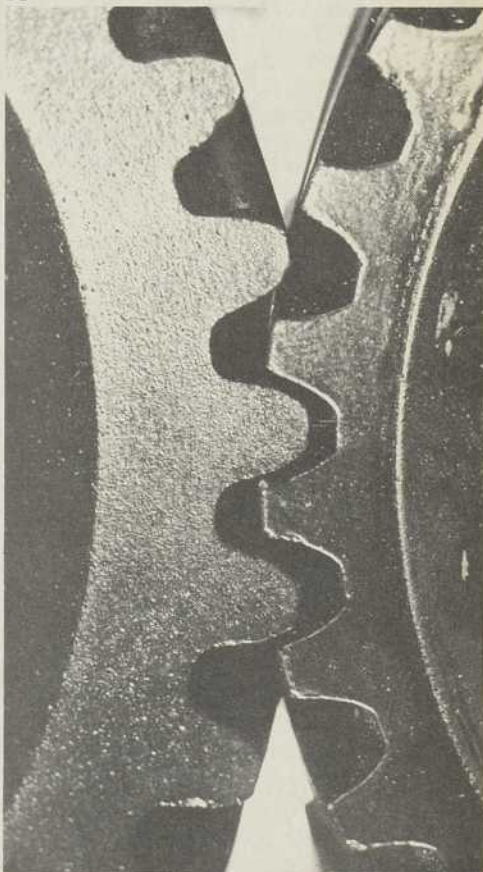
Utilisés depuis plus de 5 000 ans, les engrenages semblent plus que jamais promis à un brillant avenir parce qu'ils permettent de transmettre les plus fortes puissances sous le plus petit volume de matériau avec un rendement inégalé. ■

BIBLIOGRAPHIE

- TORDION, G.V., *Notes d'éléments de machines*. Cahier no. 2, Presses de l'Université Laval, Québec 10, Qué.
HENRIOT, G., *Traité théorique et pratique des engrenages*. Tome 1 et 2, Dunod, Paris, 1960.
BUCKINGHAM, E., *Analytical Mechanics of gears*, Dover Publications Inc., New York, 1963.
DUDLEY, W., *Gear Handbook*, McGraw Hill Book Company, New York, 1962.
Des normes générales sur tous les engrenages peuvent être obtenues à cette adresse:
American Gear Manufacturers Association
1330 Massachusetts Avenue, N.W.,
Washington, D.C. 20005.

L'auteur est directeur du secteur de mécanique industrielle au Centre de recherche industrielle du Québec.

10



L'HUMANITÉ AU SEUIL D'UNE MUTATION ?

ENTREVUE AVEC EDGAR MORIN par Gilles Provost

Français et sociologue, philosophe et homme de science, Edgar Morin a séjourné au Salk Institute for Biological Studies à San Diego en Californie. Dans cette pépinière de prix Nobel et dans le contexte californien « tête chercheuse du vaisseau spatial Terre », Edgar Morin n'a pu s'empêcher de réviser sa conception du monde et de reporter au plan sociétal les découvertes et intuitions de la biologie. Son dernier livre, « Journal de Californie », (dont QUÉBEC SCIENCE présente une recension dans la chronique « Voulez-vous lire ? ») relate cet intense cheminement intérieur. Profitant du passage à l'Université McGill l'été dernier, du célèbre sociologue, QUÉBEC SCIENCE l'a interrogé pour vous. Voici l'essentiel de ses propos.

Biologie et révolution culturelle ○ La première éducation d'un enfant ne serait-elle pas l'équivalent social et anthropologique d'une vaccination ?

Que signifient biologiquement l'extase, l'amour, la soif du sang, la peur de la mort, la religion, la magie ?

La cellule connaît-elle des extases ?

Tout se trouve déjà dans les molécules : attraction, répulsion, combinaison, structuration, explosion et combustion forment des êtres capables d'aimer et de haïr. Quelle théorie structurale pourra jamais expliquer cette merveille ?

Ces phrases éparées, ces questions inattendues peuvent paraître folichonnes. En tout cas, elles déconcertent. Elles intriguent. Edgar Morin, l'homme qui les pose, a participé pendant quelques mois en tant que sociologue aux recherches que poursuivent les savants du Salk Institute for Biological Studies en vue de percer le mystère des cellules et de découvrir les mécanismes de l'hérédité. Il a côtoyé de près plusieurs lauréats du prix Nobel, plusieurs chercheurs aux frontières du savoir.

En même temps, homme des extrêmes, et des paradoxes, il s'est plongé dans le bouillonnement trouble de la *nouvelle culture* dont la Californie constitue le lieu de prédilection. Il a vécu avec les hippies, les mystiques, les drogués, les contestataires de tout acabit, avec ceux qui par de nouvelles formes de vie communautaire veulent construire un monde à la mesure de leurs aspirations.

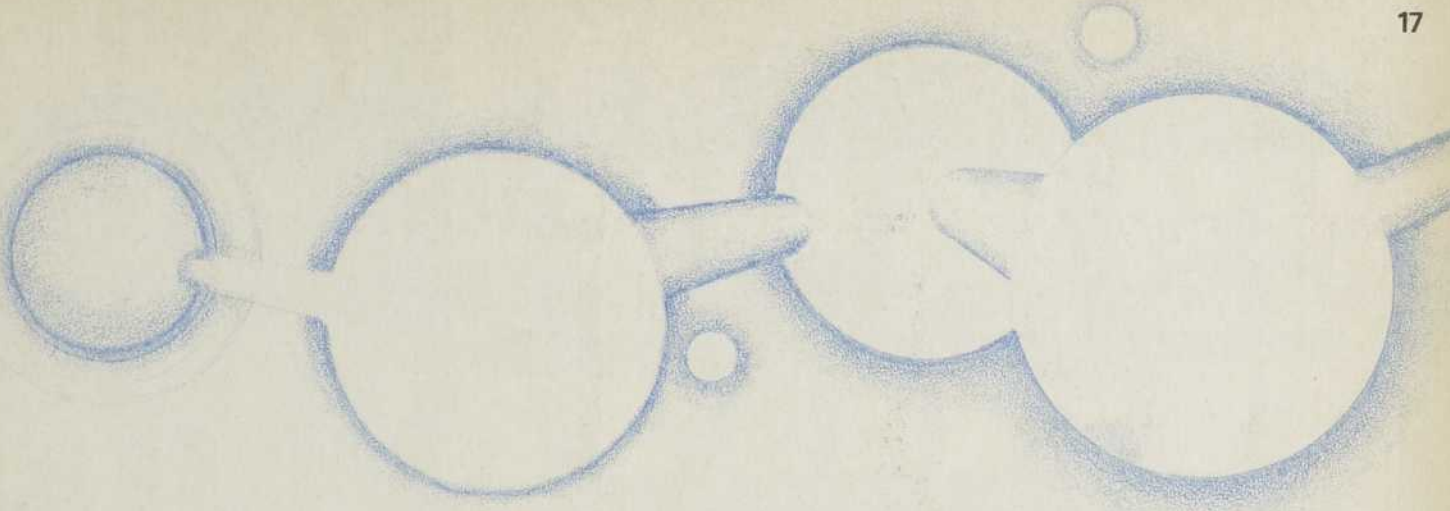
La société où nous vivons est le résultat de millions d'années de vie terrestre.

Le monde continue son évolution. De multiples enzymes travaillent, préparent l'avenir : la prochaine mutation. Témoins de ce mouvement irréversible : la biologie et la révolution culturelle.

Plein emploi du cerveau ○ Déjà les découvertes scientifiques engendrent de profondes répercussions sociales. Exemples : l'énergie atomique, la génétique, la physiologie du cerveau. Grâce à ces connaissances nouvelles, on peut fabriquer des bombes et des centrales nucléaires. Le jour approche où l'homme pourra transformer ses gènes. On peut modifier une personnalité humaine à l'aide de certaines drogues. On peut procurer une jouissance presque infinie ou encore annihiler toute agressivité par de simples impulsions électriques. Les moyens de contrôle des populations humaines, encore rudimentaires, se raffineront énormément. En même temps, on peut prévoir un développement de l'intelligence : le plein emploi du cerveau, alors qu'aujourd'hui, un homme moyen n'utilise que 20 pour cent de ses possibilités intellectuelles.

Cependant de telles découvertes posent de multiples problèmes : la guerre bactériologique et biologique, l'insémination artificielle, etc. Quels droits auront les enfants conçus en éprouvettes ? S'agit-il d'un adulte quand le sperme ne provient pas du mari ? Que faire des gens chez qui certains indices laissent croire à des anomalies chromosomiques les prédisposant à un comportement criminel ? Faut-il pratiquer l'eugénisme ?

Mutation p...
tournée avec
l'ovule, son
non affirmé
relations h...
de demain e...
connue un...
qui anime l...
forces évolu...
l'Qu'advie...
naissance, de...
colines et le...
monnaies, le...
Black Power...
l'ignare. L'...
combine, qu...
alluent jous...
lesant, man...



Parenté animale ○ Les sciences de l'homme devraient se confronter avec les sciences de la vie. Par exemple, on sait maintenant que tous les êtres vivants sont faits des mêmes substances. La biologie construit à partir de ces données fondamentales. De leur côté, la sociologie et l'anthropologie se sont avérées incapables jusqu'à présent de définir les traits fondamentaux de l'homme. Tout ce qu'elles peuvent affirmer c'est que l'homme est un être modelé et profondément modifié par son milieu. Il faudrait dépasser cette ignorance et mettre en place des structures plus opérationnelles.

On a trop étudié l'homme en vase clos. On a négligé sa parenté avec les plantes et les animaux. Il est urgent d'utiliser davantage notre compréhension des sociétés animales pour interpréter nos propres comportements. L'homme n'est pas apparu du jour au lendemain. Il n'existe pas de coupure radicale entre lui et ses frères animaux: certains peuvent fabriquer de véritables outils. Les oies et certains mammifères peuvent même adopter certains comportements symboliques. Les singes en liberté vivent selon des structures sociales subtiles et variées. Des expériences menées avec des chimpanzés ont révélé qu'ils pouvaient apprendre un langage symbolique et utiliser de véritables mots, manifestant ainsi leur capacité d'abstraction. Certaines découvertes des archéologues laissent perplexes: ils découvrent des êtres possédant des traits à la fois humains et animaux dont il devient de plus en plus difficile de définir la frontière.

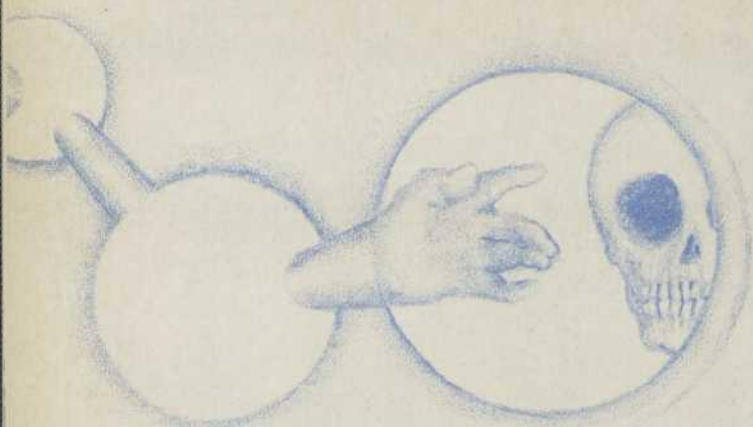
Mutation prochaine ○ La révolution culturelle avec ses communes, ses park-in, ses love-in, son rejet des valeurs capitalistes, son affirmation du caractère primordial des relations humaines annoncent la société de demain et la rapprochent de nous. Elle constitue un autre aspect du mouvement qui anime l'univers, une manifestation des forces évolutives présentes partout.

« Qu'advient-il de ce monde en effervescence, de ce bouillonnement où les pacifistes et les drogués côtoient les révolutionnaires, les terroristes et les partisans du Black Power? Qu'en subsistera-t-il? Je l'ignore. L'important est que le mouvement continue, que les petites mutations se produisent jusqu'à ce que vienne celle qui, par hasard, marquera un progrès réel.

Répression ○ Chaque cellule contient toutes les informations nécessaires à la construction de l'organe entier ou même de tout l'organisme dont elle fait partie. Chez l'homme et les animaux supérieurs, il existe une sorte de mécanisme de répression qui rend les cellules incapables de se transformer et les réduit à leur rôle spécifique au sein de l'organisme complexe qu'elles constituent. La découverte de ce mécanisme résoudrait le problème de la mort.

Selon Jonas Salk, le fondateur du Salk Institute, une dualité existe en chacun de nous, à la fois biologique et sociale: l'individu du présent et l'espèce en devenir. Ce lien lui semble si clair qu'il affirme que la révolution biologique arrive au moment même où l'homme ressent le besoin de se révolutionner lui-même remettant en question l'équilibre social.

La libération de puissances biologiques autorégénératrices inhibées sous une répression spécifique de dix à vingt millions de siècles peut certes mener à la catastrophe. Mais le moment de la mutation n'est-il pas toujours celui de la fragilité, de la mort possible?



Refus de la mort ○ La mort est un phénomène qui hante littéralement Edgar Morin. Il a déjà consacré un livre entier à cette question. L'évolution s'étant accomplie par la conjugaison du hasard et de la sélection naturelle de tous les êtres qui ont vu le jour sur terre, seuls les plus forts et les mieux adaptés ont survécu. Il faut que des êtres innombrables meurent pour que l'évolution puisse faire un pas. Or l'homme n'accepte pas cette loi. Il ne veut pas mourir. Il ne peut se résigner au rôle de simple pion sur l'échiquier du monde. Il refuse cette subordination à l'espèce. Aux yeux d'Edgar Morin, ce refus de la mort par l'homme sera peut-être la source du prochain bond en avant de la vie sur notre planète.

Il y a une vingtaine d'années, on croyait que la mort résultait (sauf en cas d'accident) d'une sorte d'usure de l'organisme qui, soumis à une contrainte trop forte, cédait. Depuis lors, l'hypothèse que la mort est d'une certaine façon programmée par l'hérédité a pris le pas sur celle de l'usure. Ainsi, par exemple, certaines plantes ou certains animaux, des insectes surtout, meurent après l'accouplement. L'acte sexuel déclenche alors la mort de l'individu à plus ou moins brève échéance. Il n'en va sûrement pas de même pour l'homme. La mort serait plutôt inscrite dans le processus même qui empêche l'usure des cellules, aussi paradoxal que cela paraisse. On sait maintenant que les cellules sont immortelles puisqu'elles se renouvellent sans cesse. Même l'ADN (acide désoxyribonucléique), porteur du message génétique, peut se réparer lui-même. Cet incessant renouvellement se fait par une suite ininterrompue de codage et de décodage des informations contenues sous forme chimique dans l'ADN. Les protéines et tous les autres éléments cellulaires se structurent de cette manière. Toutes ces réactions se produisent évidemment à l'échelle de la microphysique et n'affectent pas d'innombrables ensembles de molécules à la fois.

Erreur ○ A l'échelle de la microphysique il existe toujours une part d'erreur. A mesure que la cellule se régénère, des erreurs plus ou moins graves se produisent inévitablement. L'accumulation de toutes ces erreurs au niveau de chaque cellule finit par influencer l'organisme complet, provoquant le vieillissement. L'organisme devient alors de plus en plus fragile et vulnérable. Incapable de faire face aux accidents, il finit par céder et mourir.

Paradoxalement, ce phénomène qui cause la mort se trouve aussi à l'origine des mutations qui ont permis l'évolution, l'apparition de la vie et de l'homme. En effet, il peut arriver que l'erreur produise un résultat supérieur à la situation originelle. Si ce progrès affecte le bagage héréditaire lui-même, il se transmet aux descendants: il y a alors mutation. En somme, la cause de la mort est la cause de l'évolution. ■

photo: Richard Boileau



Plus souvent
des hommes
à l'origine m
chercheur et
comment cas
rent d'assur

Les enzymes
doute à cet é
né l'commerce
révèle soudain
existent toujo
ont assez bie
né leur nom
ne spécifique
l'enzymologie
Remises à
cants ont été
produits, les
la mod est trè
mais leur aut
mes sales.
En vérité,
privilège exc
modernes. Au
trist au sein d
cellules ou s'
dans biochim
bons au sélec
vers des ent
le, pas de pa
aussi de façon
pharmacie et
que pour la
à laver.

La ferment de
commence pa
giant à l'eau
gluten, ne sau
n'était mûre à
don n'est pas
le boulanger c
heures qui pr
des levures co
des microscop
cellulaires. Gr
de type alcool
un gaz (CO₂)

Bien que les
ne sont employé
pour résister à
pour le pain
pour égaler, il
est au moment
d'ajouter le stan
mologie. Franc
sont classés
dans la catégorie

Plus spectaculaire encore que dans le lavage des chemises, le rôle des enzymes se situe à l'origine même de la vie. Les auteurs, l'un chercheur et l'autre journaliste, montrent comment ces catalyseurs superactifs prennent d'assaut les molécules.

LES

par Michel Boudoux et
Yanick Villedieu

ENZYMES 'A L'ASSAUT



Les enzymes appartiennent sans aucun doute à ces célébrités cachées que l'actualité (commerciale plus que scientifique) révèle soudain au grand jour. Pourtant elles existent toujours. Longtemps étudiées, elles sont assez bien connues et ont même donné leur nom, au début du siècle, à une branche spécifique des sciences biologiques: l'enzymologie.

Remises à la mode lorsque les fabricants ont décidé d'en inclure dans leurs produits, les enzymes «gloutonnes» (car le mot est bien féminin*) poussent désormais leur assaut salvateur jusqu'aux chemises sales.

En vérité, elles ne constituent pas le privilège exclusif et magique des détersifs modernes. Au contraire, on les trouve partout au sein des êtres vivants, dans chaque cellule où s'opèrent d'innombrables réactions biochimiques. L'étude des fermentations au siècle dernier a mené à la découverte des enzymes. Sans enzymes, pas de vie, pas de pain, pas de bière! On s'en sert aussi de façon courante en médecine, en pharmacie et dans l'industrie, ne fût-ce que pour la «suractivation» des poudres à laver.

Le ferment dans la pâte ○ Le boulanger commence par pétrir la farine en la mélangeant à l'eau. La pâte qu'il obtient, le gluten, ne saurait donner de pain si elle n'était mise à fermenter. Or, la fermentation n'est pas un phénomène spontané: le boulanger doit incorporer à la pâte des levures qui provoqueront la fermentation. Ces levures contenues dans le levain sont des microscopiques organismes vivants unicellulaires. Grâce à eux, une fermentation de type alcoolique se produit, dégageant un gaz (CO_2) qui fait «monter» la pâte.

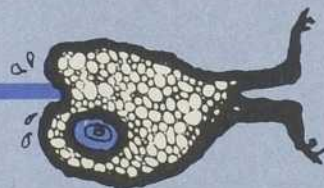
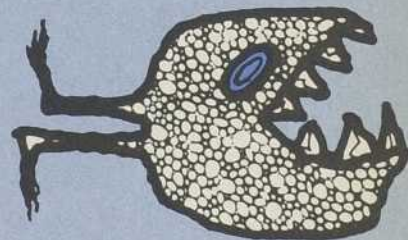
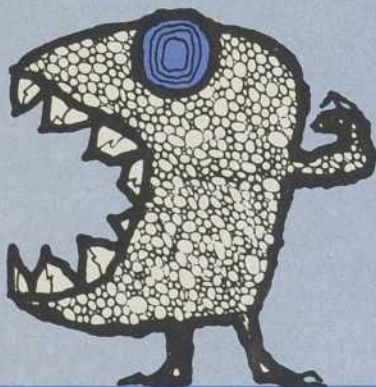
Depuis longtemps, l'homme faisait du pain; empiriquement, il provoquait ce que les savants appelleront plus tard une réaction de type enzymatique. Le mot enzyme lui-même ne vient-il pas, en fait du grec *en* (dans) et *zumé* (levain)?

Déjà, en 1713, Réaumur démontrait que le suc gastrique des oiseaux pouvait digérer la viande. Mais il fallut attendre 1833 pour que Payen et Persoz isolent à partir du malt une substance active qu'ils nommèrent diastase (du grec diastasis, séparation); il s'agissait en fait de l'amylase. Les travaux de Pasteur (1850) puis de Buchner (1897) mirent définitivement la biologie sur la voie de la découverte des enzymes. Une autre grande étape fut la première cristallisation d'une enzyme, l'urée, en 1926: Summer s'avéra ainsi le précurseur des applications industrielles que nous connaissons aujourd'hui.

Un million de fois par minute ○ On s'était longtemps demandé comment s'effectuaient certaines réactions au sein de l'organisme vivant: telle macromolécule habituellement stable et présente dans une cellule déterminée se scindait à un moment précis en deux molécules plus petites. La découverte du mécanisme d'action des enzymes, longtemps incompréhensible, devait permettre d'expliquer ce phénomène.

Notons au passage que le milieu naturel de ces macromolécules organiques que sont les enzymes est la cellule vivante (endoenzymes). Toutefois, certaines existent à l'extérieur (exoenzymes).

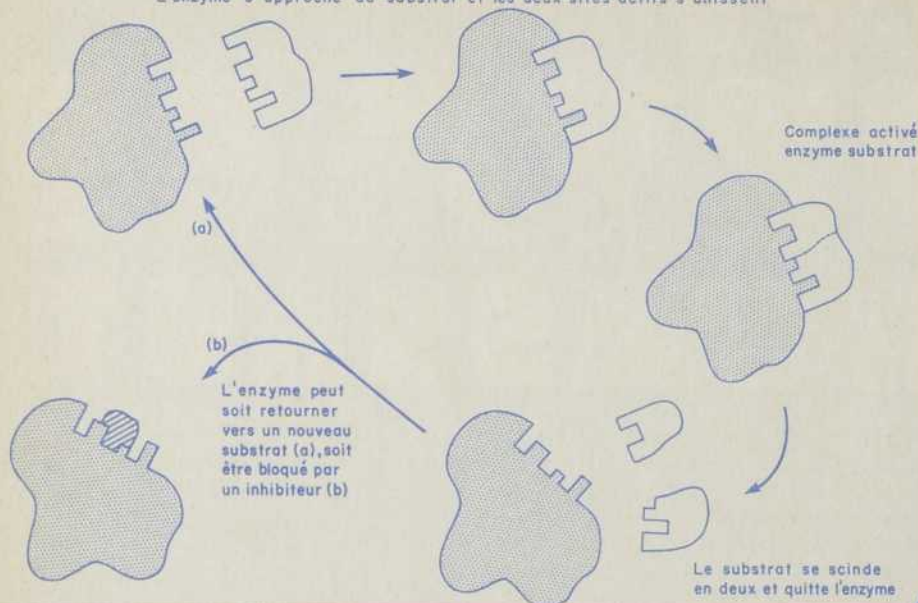
D'une façon générale, la réaction enzymatique n'est pas comparable à une réaction chimique où un corps A ajouté à un corps B, donne un autre corps C. L'enzyme n'a rien d'un simple catalyseur chimique: elle ne fait pas qu'accélérer la réaction, elle y participe. Enfin, la molécule enzymatique peut réagir sans se dénaturer jusqu'à un million de fois par minute (Turnover Number) avec le substrat, c'est-à-dire avec les substances sur lesquelles elle agit. Ce qui n'est certes pas le cas d'un catalyseur ordinaire!



* Bien que les dictionnaires et les auteurs scientifiques emploient généralement le mot au masculin, une récente décision du Comité consultatif du langage scientifique de l'Académie des sciences française stipule: «Il est attribué à l'avenir le genre féminin au mot enzyme, l'emploi de ce terme avec le genre masculin étant en contradiction avec toute la terminologie française correspondante qui dérive du terme diastase (féminin) dont l'emploi est actuellement abrogé.»

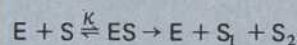
FIGURE 1

L'enzyme s'approche du substrat et les deux sites actifs s'unissent



Réactions en chaîne ○ La figure 1 décrit dans ses grandes lignes ce mécanisme original. Dans un premier temps, enzyme (E) et substrat (S) se combinent pour former un complexe que nous appellerons ES, utilisant pour ce faire les groupes chimiques dont nous parlons plus haut. Le complexe ES possède alors suffisamment d'énergie d'activation pour que les produits de la réaction (S_1 et S_2) se séparent et quittent la surface de l'enzyme. Une fois libérée, cette dernière peut se combiner à une autre molécule-substrat.

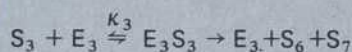
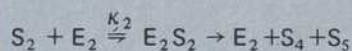
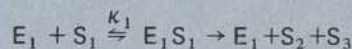
On peut écrire cette première réaction:



ou κ représente la constante de Michaelis. Celui-ci a montré que la loi d'action des masses s'applique aux réactions enzymatiques. La constante κ (différente pour chaque complexe enzyme-substrat) peut donc s'écrire:

$$\kappa = \frac{[E][S]}{[ES]}$$

Toutefois ce type de réactions est rarement isolé. On observe plutôt des chaînes de ce genre:



Dans cette chaîne, le substrat S_1 se sépare en S_2 et S_3 sous l'effet d'une première enzyme (E_1). Les deux substrats obtenus se décomposent à leur tour, sous l'effet d'autres enzymes appropriées.

Un exemple d'une telle chaîne de réactions est la transformation d'amidon en sucre (glucose) par un organisme vivant, la glycolyse anaérobie. On sait aujourd'hui que ce n'est qu'en présence d'un certain nombre d'enzymes agissant dans un ordre déterminé que peut se faire cette transformation dont voici les grandes étapes. L'amidon est d'abord transformé en glucose-1-phosphate grâce à une première enzyme, la phosphorylase, puis en glucose-6-phosphate grâce à la mutase; on obtiendra finalement du glucose sous l'effet de l'hexokinase. Cependant, une partie du glucose-6-phosphate ne deviendra plus du glucose: d'autres enzymes le dégraderont en effet, pour donner de l'acide pyruvique puis de l'alcool éthylique et du CO_2 .

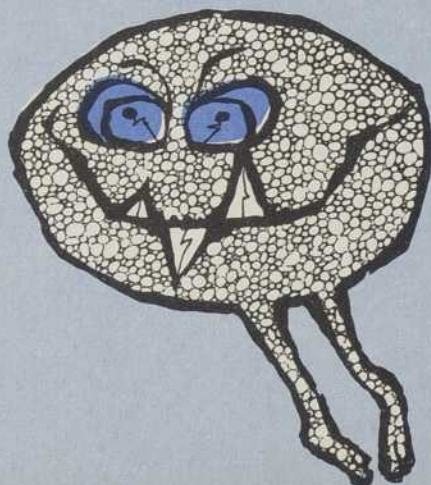
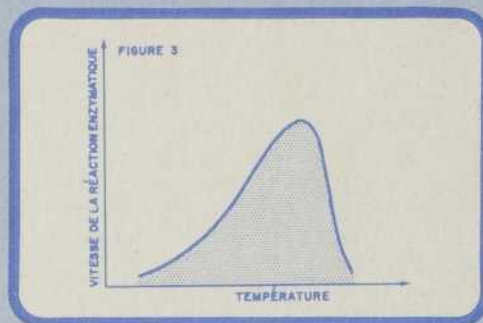
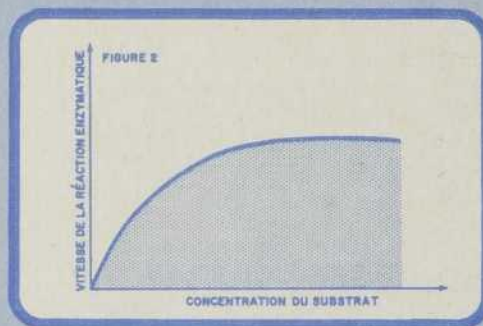
Il est d'ailleurs remarquable que dans la cellule vivante, ces chaînes de réactions ne sont pas toujours aléatoires. Certains organites de la cellule possèdent des complexes enzymatiques dont la structure permet de telle chaînes: c'est le cas par exemple, des mitochondries.

La clef dans la serrure ○ Comment les enzymes agissent-elles? Pour l'expliquer, il faut d'abord dire quelques mots de la structure — à trois niveaux — de la molécule-enzyme: le premier niveau (structure primaire) est constitué d'une chaîne de polyaminoacides; le second (structure secondaire), de chaînes en spirales hélicoïdales; le troisième (structure tertiaire), de spirales tressées en torons et enrobées d'une gangue de protéines globulaires.

La structure de ces molécules explique la spécificité de leur action. La surface extérieure de chaque molécule-enzyme comporte une zone bien précise comprenant plusieurs chaînes aminées de la structure primaire: c'est le site actif. Au sein de ce dernier se situe le centre réactionnel: quelques atomes de l'enzyme qui, en s'unissant à quelques atomes du substrat, seront directement impliqués dans la réaction.

Ce lien centre réactionnel-substrat est constitué de groupes chimiques particulièrement instables, comme les groupements S-H (soufre-hydrogène), situés de façon bien précise les uns par rapport aux autres. Ainsi, seuls les substrats possédant la même séquence de fonctions chimiques peuvent venir se fixer à l'enzyme.

En deux mots, l'enzyme est la serrure et le substrat la clé qu'on y introduit.



Lampes solaires... dangereuses? ○ Mais bien plus encore que dans une réaction chimique ordinaire, les mécanismes d'action des enzymes peuvent ne pas jouer si le milieu n'est pas propice. Plusieurs conditions régissent les réactions enzymatiques: le degré d'acidité du milieu (ou pH), la concentration en substrat ou en enzymes, la température (les enzymes se dégradent, comme les protéines ordinaires, entre 75 et 100 degrés centigrades), les rayons ultraviolets.

Ainsi, une ménagère qui laverait son linge dans une eau trop acide ou à une température excessive aurait beau ajouter et ajouter de sa «poudre magique», elle n'obtiendrait aucun résultat... à moins bien sûr qu'elle ne s'intéresse principalement à la dégradation thermique des protéines! Plus sérieusement, on comprend pourquoi l'usage abusif des fameuses lampes solaires peut être si dangereux, tuant les enzymes des cellules, leurs rayons ultraviolets anéantisent finalement les cellules.

Les vitamines indispensables ○ De plus, de très nombreuses enzymes (qu'on appellera dans ce cas apoenzymes) ont besoin, pour agir, d'une coenzyme, molécule organique dont la présence au sein du complexe apoenzyme-substrat active ce complexe et joue le rôle de catalyseur. Dans certains cas, les coenzymes ne font pas que catalyser: elles sont indispensables. On admet généralement aujourd'hui que la coenzyme est le siège de certains échanges d'électrons réglementant les liaisons atomiques dans le site actif.

Parmi les principaux groupes de coenzymes connus, il faut citer les fameuses coenzymes I et II, découvertes en 1904 et 1933; les ferments jaunes, parmi lesquels la riboflavine ou vitamine B₂, les vitamines B₆ (pyridoxime) et PP (nicotinamide). Notons à ce propos que ce sont les recherches sur les enzymes qui ont permis de rendre compte du mode d'action de certaines vitamines.

Aussi bien qu'être activées, les enzymes peuvent être inhibées: la configuration de certaines molécules étrangères est telle qu'elles bloquent une partie du site actif. Certains produits de réaction risquent d'inhiber l'enzyme.

Chaque enzyme à sa place ○ La classification des enzymes s'effectue selon deux modes d'approche: le substrat et le type de réaction.

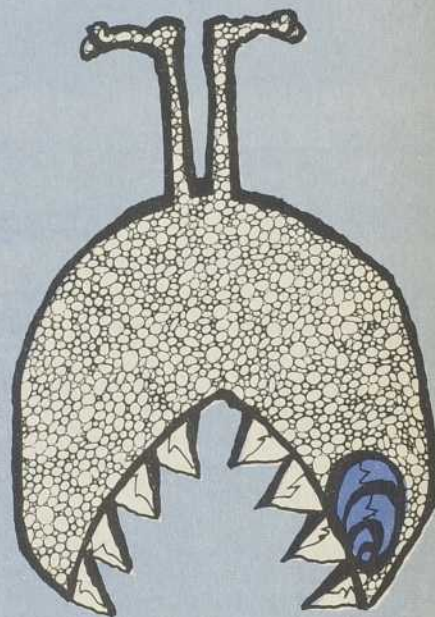
Dans une classification fondée sur le type de substrat auquel s'attaque l'enzyme, on trouve le groupe des amylases qui fait réagir l'amidon, celui des protéases, les protéines, celui des lipases, les graisses (ou lipides). On remarque que le nom de l'enzyme est généralement forgé à partir du nom du substrat complété par le suffixe ase. Quelques exceptions néanmoins: la trypsine, par exemple, qui est un groupe de protéases.

Dans un second mode de classification fondé sur le type de réaction chimique induite par l'enzyme, on distingue les enzymes de scission (hydrolases, phosphorylases), les enzymes de transfert (oxydases, peroxydases, déshydrogénases, transférases), les enzymes d'isomérisation (isomérases, mutases) et les enzymes de polymérisation, tel l'ARN-polymérase qui synthétise l'ARN (acide ribonucléique) à partir de nucléosides triphosphates et qui joue un rôle primordial dans la génétique cellulaire.

Nous avons maintenant tous les éléments pour écrire la définition générale des enzymes: ce sont des *catalyseurs biochimiques de nature protéique*.

L'origine de la vie ○ Partout présentes et actives dans l'ordre vivant, les enzymes ouvrent d'immenses champs d'étude à la science, posent constamment de nouvelles questions aux chercheurs, permettent aussi de nouvelles et passionnantes hypothèses. Il est indéniable que leur découverte a permis à la biologie d'accéder à un niveau beaucoup plus fondamental dans l'explication du vivant: qu'on pense seulement à cette toute récente discipline qu'est la génétique moléculaire fondée en partie sur l'enzymologie.

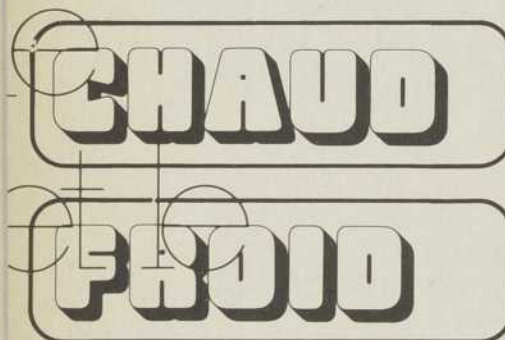
Déjà la synthèse en milieu artificiel de plusieurs enzymes a été réussie. Les connaissances en ce domaine progressent chaque jour. C'est sans doute un pas de plus vers la découverte des origines de la vie. ■



BIBLIOGRAPHIE

- BALDWIN, E., *Dynamics Aspects of Biochemistry*, Cambridge University Press, New-York, 1963.
 BARMAN, T.E., *Enzyme Handbook*, Springer-Verlag, New York, 1969.
 BOYER, P.D., LARDY, H., MYRBACK, K., *The Enzymes*, Academic Press, New York, 1963.
 COLOWICK, S.P., CAPLAN, N.O., *Methods in Enzymology*, Academic Press, New York, 1963.
 COURTOIS, J.E., PERLES, R.E., *Précis de chimie biologique*, Masson, Paris, 1959.
 DARROW, R.A., COLOWICK, S.P., *Methods in Enzymology*, Academic Press, New York, 1962.
 DAVIDSON, J.H., *La biochimie des acides nucléiques*, Dunod, Paris, 1960.
 DELAUNAY, A., *Pasteur et la microbiologie*, P.U.F., Paris, 1962.
 JAVILLIER, M., *Traité de biochimie générale*, Masson, Paris, 1959.
 LARDY, H.A., PARKS Jr., R.E., *Enzymes: Units of Biological Structure and Function*, Academic Press, New York, 1956.
 NEILANDS, J.B., STUMPS, P.K., *Outlines of Enzymes Chemistry*, Wiley, New York, 1958.
 PERUTZ, M.F., *Quelques actions moléculaires de régulation en biologie*, *Endeavour*, 26(197): 5-8, Londres, 1967.
 STOLKOWSKI, J., *Les enzymes*, P.U.F., Paris, 1964.
 WEBER, G., *Advances in Enzyme Regulation*, Pergamon Press, New York, 1963.

Michel Boudoux est chargé de recherche en biologie au Centre de Recherche des Laurentides, Ministère canadien de l'Environnement et Yanick Villedieu est journaliste au Service d'information de l'Université du Québec.



par Andrée Mathieu

Voici un procédé simple et rapide pour déterminer la constante de conductibilité thermique des différents corps.

Le mot « science » vient d'un mot latin signifiant « savoir ». Niels Bohr, rendu célèbre par ses études sur la structure des atomes, en donnait la définition suivante: « La tâche de la science consiste à étendre la gamme de nos expériences et à les ordonner. » Le but du travail proposé est précisément d'ordonner deux expériences connues afin d'étendre la gamme de nos connaissances. En effet, à partir de la théorie de Fourier sur la chaleur et de la loi du refroidissement de Newton, voici un procédé peu compliqué et assez rapide pour déterminer la constante de conductibilité thermique des différents corps.

La chaleur est la forme d'énergie la plus commune. Tous les objets que nous touchons ou que nous voyons possèdent une énergie thermique. On se pose souvent des questions au sujet de la chaleur et de sa propagation. Il existe toujours une propagation de chaleur d'une façon ou d'une autre, à chaque fois que se produit une différence de température. Tout comme l'eau descend vers le bas d'une pente, cherchant les niveaux les plus bas, la chaleur laissée à elle-même suit la courbe des températures, réchauffant les objets froids aux dépens des objets chauds. La courbe de température, aussi bien que les propriétés des matériaux à travers lesquels elle se déplace, conditionne la quantité de chaleur transmise.

Conduction ○ La chaleur peut se transporter d'un endroit à un autre de trois façons: la conduction, la convection et l'absorption de la radiation.

Comme l'agitation des molécules produit la chaleur, la conduction demeure la façon la plus simple de transmettre la chaleur. Cette conduction est une communication directe de l'agitation moléculaire à travers une substance au moyen de collisions avec les molécules voisines. La quantité de chaleur qui passe à travers un corps par conduction dépend du temps, de l'aire de la surface à travers laquelle elle passe, du gradient de la température et du matériel.

Sous forme d'équation:

$$Q = k A t \frac{\Delta T}{\Delta L}$$

où k est la conductibilité thermique du matériel, A est l'aire de la surface mesurée à angle droit avec la direction de la propagation, t est le temps pendant lequel se fait la propagation et $\Delta T / \Delta L$ est le gradient moyen de la température. Le symbole ΔT représente la différence de température entre deux surfaces parallèles distantes de ΔL .

Convection ○ La convection consiste dans la propagation de la chaleur due au mouvement de la matière. En effet, la propagation de la chaleur par convection dans un liquide ou un gaz est associée à la différence de pression, habituellement causée par une variation de la densité. Pour la plupart des fluides, une augmentation de température s'accompagne d'une baisse de densité. Si on introduit une quantité de chaleur à la base d'un échantillon, le liquide moins dense situé au fond est continuellement remplacé par le liquide plus dense venant de la couche supérieure. Une transmission de chaleur, appelée convection libre ou naturelle, accompagne ce mouvement. La circulation de l'atmosphère terrestre constitue un exemple de convection naturelle tout comme la circulation de l'eau dans le chauffage à eau chaude d'une maison ordinaire.

On traite une transmission de chaleur de ce genre à peu près comme la conduction en utilisant la relation:

$$\frac{\Delta Q}{\Delta t} = A h \Delta T$$

où ΔT est la différence de température entre le solide et le fluide et h , le coefficient d'échange superficiel. Ce coefficient représente le quotient du flux de chaleur ($\Delta Q / \Delta t$) pour chaque unité de surface par l'écart de température ΔT entre le solide et le fluide.

Radiation ○ On peut transmettre aussi la chaleur par rayonnement. L'énergie thermique se transforme alors en énergie de radiation semblable à celle de la lumière. En réalité, une partie seulement de ce rayonnement est lumineuse. Sous forme de radiation, l'énergie peut parcourir des distances

énormes avant d'être absorbée ou transformée en chaleur. Tous les corps émettent de l'énergie de rayonnement. Cette énergie se déplace à partir d'un pôle chaud jusqu'à ce qu'elle rencontre un objet où elle est partiellement absorbée, partiellement réfléchie et partiellement transmise. Elle se comporte exactement comme la lumière, sauf qu'on ne la voit pas: les ondes qui forment le rayonnement thermique sont plus longues que celles du spectre visible.

L'énergie totale irradiée par unité de temps par un corps noir est proportionnelle à la quatrième puissance de la température absolue:

$$P = \sigma A T^4$$

La relation exprimée par l'équation précédente s'appelle la loi de Stefan-Boltzmann. P désigne la puissance, A la surface, T , la température absolue et σ , une constante égale à $5.67 \times 10^{-8} \text{ j.m}^{-2} \cdot (\text{°K})^{-4} \cdot \text{sec}^{-1}$. A noter qu'un corps de couleur autre que le noir irradiera à un taux plus bas.

A une température T , un corps noir irradie de l'énergie, mais en reçoit aussi de son entourage. D'après le théorème de l'échange de chaleur de Prevost, le taux résultant avec lequel un corps perd de la chaleur par radiation se calcule par la différence entre les taux d'énergie perdue et reçue:

$$P = \sigma A (T^4 - T_0^4)$$

Dans les cas où la différence de température est petite, le taux de refroidissement dû à la conduction, la convection et la radiation combinées est proportionnel à la différence de température:

$$P = \sigma A (T - T_0).$$

C'est la loi du refroidissement de Newton.

Parce qu'il n'existe pas de parfait isolant (ou non-conducteur de chaleur), une mesure précise de la constante de conductibilité thermique est un des résultats les plus difficiles à obtenir dans un laboratoire de physique. Traditionnellement, la méthode de Forbes permettait de mesurer les coefficients de conductibilité thermique des métaux sous forme de tige. Cette méthode consiste

- à chauffer électriquement l'une des extrémités de la tige par une quantité connue de chaleur;
- à refroidir l'autre extrémité par une circulation d'eau dont on peut mesurer le temps d'écoulement. Le nombre de calories à cette extrémité sera sûrement inférieur au nombre de calories qu'on a apportées en chauffant l'autre bout: on peut donc calculer la quantité de chaleur perdue à l'intérieur de la tige. On utilise des thermocouples pour mesurer la température en divers points le long de la tige, d'où l'on peut établir le gradient de chaleur de la tige. Mais si on veut savoir de quelle façon la chaleur se distribue à l'intérieur de cette même tige, il faut se servir de la loi de Fourier.

Loi de Fourier ○ Quand l'extrémité d'une tige de métal est exposée à l'action constante d'une source de chaleur et que tous les points de cette tige ont atteint leur température maximale, ce système équilibré correspond exactement à une table de logarithmes: les nombres sont donnés par l'élévation de chaque thermomètre placé en différents points, et les logarithmes, par la distance de ces points à la source de chaleur.

Prenons pour exemple une tige cylindrique mince, d'une substance quelconque et infiniment longue. Supposons que l'on maintienne une extrémité de la tige à une température élevée et constante T , tandis que le reste de la tige est à la température du milieu ambiant T_e , également constante. Il y aura alors transfert d'énergie, sous forme de chaleur, de l'extrémité chaude vers la froide. Pour un point x de la tige, on peut écrire:

$$(T - T_e) = (T_o - T_e) e^{-\frac{\sqrt{\gamma s}}{kS} x}$$

où S désigne la section de la tige, γ , la conductibilité thermique superficielle et s , la surface extérieure de la tige.

où c désigne la chaleur spécifique du corps en question et C , une constante. Les autres symboles sont tels que définis précédemment.

Vérification ○ Il est très facile de vérifier expérimentalement les lois de Fourier et de Newton. Voici comment on procède. Pour vérifier la loi de Fourier:

1. On chauffe une tige cylindrique d'une substance quelconque à l'une de ses extrémités;
2. on attend que chaque point de la tige ait atteint sa température maximale, i.e. que le système soit en équilibre;
3. on mesure la différence de température entre la tige et le milieu ambiant ($T - T_e$) en différents points de cette tige;
4. et enfin, on trace la courbe de ($T - T_e$) en fonction de x , la distance à la source. Cette courbe doit être exponentielle: son équation étant

$$(T - T_e) = (T_o - T_e) e^{-\frac{\sqrt{\gamma s}}{kS} x}$$

On peut, de la même façon que pour la loi précédente, tracer le graphique des logarithmes de cette courbe en fonction du temps écoulé et chercher la pente de la droite ainsi formée:

$$\ln(T - T_e) = \ln(T_o - T_e) - \frac{\gamma s t}{C s C}$$

$$\text{d'où: } C_N = m = \frac{2\gamma t}{C c r}$$

La loi de Fourier donne:

$$\frac{\gamma}{k} = \frac{(C_F)^2 r}{2} \quad \dots(1)$$

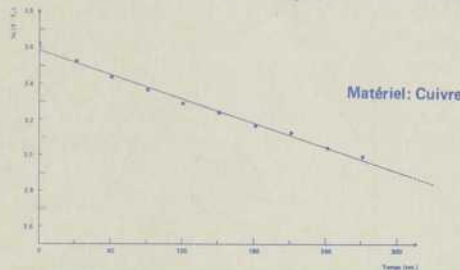
La loi de Newton donne:

$$\gamma = \frac{C_N C c r}{2t} \quad \dots(2)$$

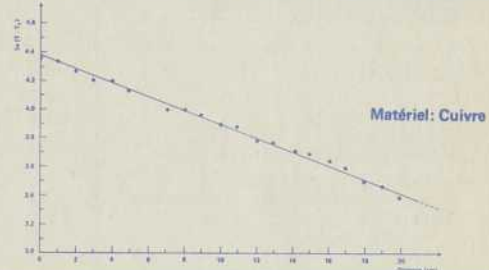
Égalisant la valeur de dans (1) et (2), on obtient:

$$k = \frac{C c C_N}{(C_F)^2}$$

Graphique du refroidissement d'une tige métallique en fonction du temps (Newton)



Graphique de la distribution de la chaleur en fonction de la distance à la source (Fourier)



La loi de Fourier permet d'étudier le comportement de la chaleur à l'intérieur d'un corps chauffé, au moment où il a atteint un équilibre thermique. Il serait également intéressant d'étudier le comportement de la chaleur à l'intérieur d'un corps chauffé qui n'a pas encore atteint son équilibre thermique. Ceci nous amène à vérifier la loi du refroidissement de Newton.

Loi de Newton ○ Si on introduit dans une pièce maintenue à température constante un corps chauffé de dimensions assez petites pour que la température demeure sensiblement la même en tous les points même si elle diminue, il s'ensuit que la quantité de chaleur émanant à chaque instant de la surface du corps est proportionnelle à la différence de température entre ce corps et le milieu ambiant au même instant. D'où l'on peut conclure que la ligne dont l'abscisse représente le temps écoulé et dont l'ordonnée représente la différence de température correspondant au temps écoulé, est une courbe logarithmique.

$$(T - T_e) = (T_o - T_e) e^{-\frac{\gamma s t}{C c S}}$$

Maintenant, si on prend le logarithme népérien de chacun des points de cette courbe, et si l'on trace le graphique de ces logarithmes en fonction des mêmes distances de la source, on doit obtenir une droite dont il sera facile de trouver la pente. En effet, pour une tige cylindrique

$$\ln(T - T_e) = \ln(T_o - T_e) - \frac{\sqrt{\gamma s}}{kS} x$$

$$\text{forme: } (y) = b - mx$$

$$\text{et } m = \frac{\sqrt{\gamma s}}{kS} = \frac{\sqrt{\gamma 2\pi r}}{k\pi r 21}$$

$$C_F = m = \frac{\sqrt{2\gamma}}{kr}$$

Pour vérifier la loi de Newton:

1. On chauffe la même tige cylindrique uniformément jusqu'à une température quelconque;
2. on laisse refroidir la tige en prenant des lectures de température à des intervalles de temps réguliers;
3. on trace la courbe de ($T - T_e$) en fonction du temps écoulé. Cette courbe doit également être exponentielle, son équation étant

$$(T - T_e) = (T_o - T_e) e^{-\frac{\gamma s t}{C c S}}$$

Les graphiques 1 et 2 illustrent les mesures expérimentales obtenues dans le cas du cuivre. Du calcul de la pente de ces graphiques, on trouve la valeur de k pour le cuivre: 0.943, à peu de chose près, la valeur admise actuellement. D'autres mesures peuvent être tentées avec le fer, le laiton, l'aluminium et même le verre.

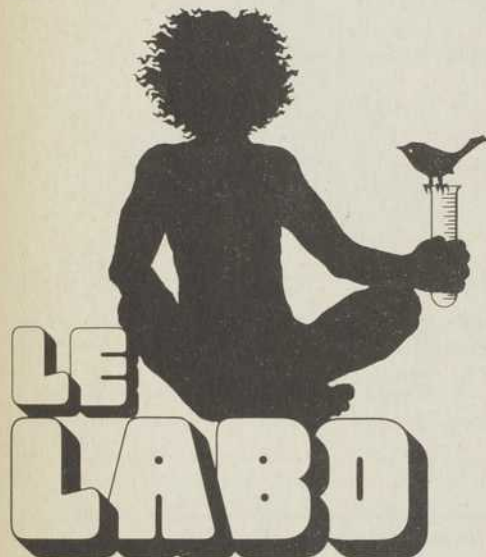
Une nouvelle méthode ○ Voici esquissée une nouvelle façon de mesurer le coefficient de conductibilité thermique d'une substance solide.

Dans cette méthode, il n'est nullement nécessaire d'utiliser une isolation thermique, ce qui compliquerait le procédé traditionnel.

En effet, puisque la constante k ne dépend que de ρ , la densité du corps, c , sa chaleur spécifique, et de deux autres constantes, C_N et C_F , trouvées expérimentalement, on n'a donc plus à se préoccuper d'une quelconque perte de chaleur par d'autres moyens que la conduction.

L'auteur est étudiante au Département de physique de l'Université Laval.

Alors étudiante au secondaire IV, Patricia Houle, de La Sarre en Abitibi, a effectué cette expérience au Camp-école Chicobi du 8 au 16 août 1969. Nul doute que nos lecteurs, observateurs attentifs et passionnés de la nature, sauront mettre à profit l'ingénieuse méthode de Patricia Houle pour déterminer le déplacement vertical des oiseaux.



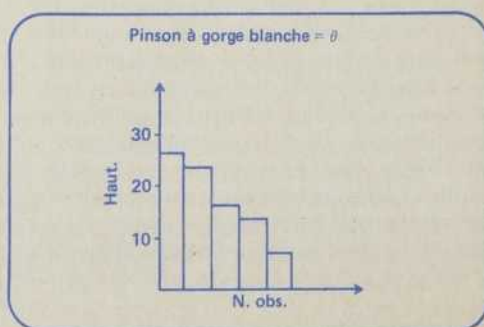
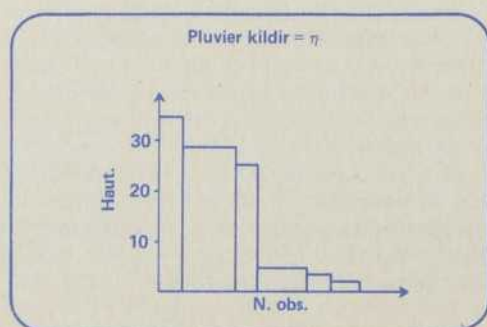
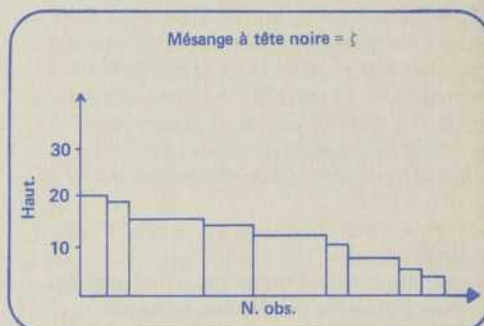
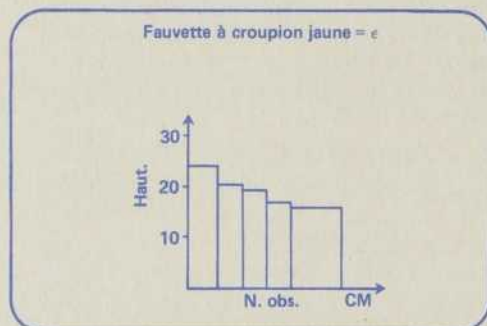
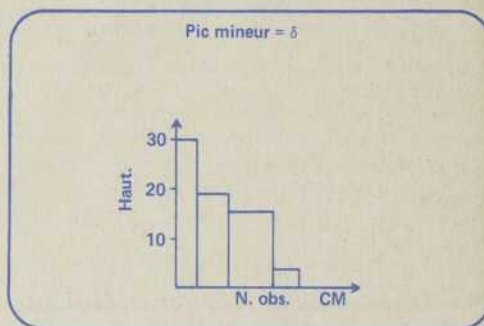
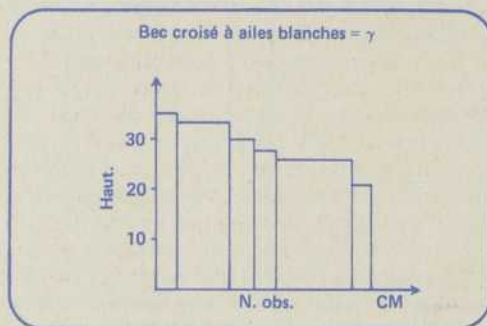
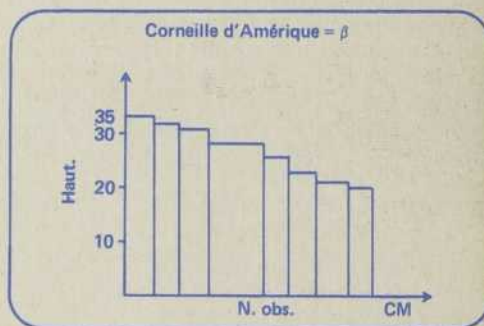
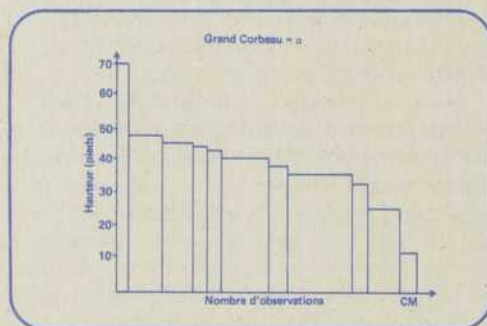
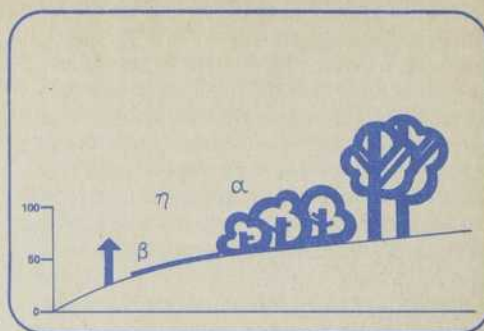
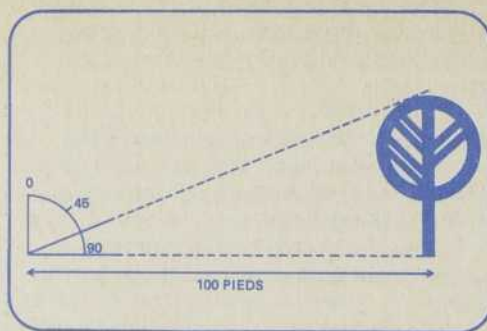
LES OISEAUX QUI VOLENT BAS

par Patricia Houle

Méthode ○ Pour déterminer avec une plus grande exactitude la hauteur du déplacement des oiseaux, j'ai d'abord mesuré la hauteur du terrain par rapport au niveau du lac que j'ai désignée comme le niveau zéro pour les fins de mon observation (le niveau zéro réel et absolu étant le niveau de la mer).

Pour évaluer ensuite l'altitude de tout objet (un arbre, par exemple, comme sur la figure 1) par rapport à ce niveau, je place un grand rapporteur à 100 pieds de l'objet, déterminant ainsi l'angle formé par son sommet avec un axe parallèle au lac (donc horizontal). Un calcul trigonométrique simple, la tangente, permet de trouver la hauteur de l'objet à partir de cet angle: tangente $X' =$ hauteur, d'où la hauteur égale la tangente $X' \times 100$.

Grâce à cette technique, j'ai pu mesurer la hauteur du boulevard Fortin à partir de la grève, le boulevard Chicobi et le terrain près des bâtiments du camp jusqu'aux filets japonais. Quant au plateau près du camp, qu'on le mesure en passant par le séchoir de boyaux ou par le boulevard Chicobi, on obtient dans chaque cas 33 pieds environ. Ce qui prouve l'assez grande précision de la méthode utilisée.





par Jean-Marc Fleury
et Laurent Bilodeau

Si vous avez trouvé la solution au problème suggéré en octobre dernier et que vous l'avez gardée pour vous sans nous en faire part, vous serez sûrement plus intéressé à nous faire parvenir votre réponse au problème de ce mois-ci: «En buvant une bière». Nul doute que la bière fera couler plus d'encre que les «jets d'eau». N'hésitez pas, écrivez-nous!

JETS D'EAU (réponse)

Lorsque de l'eau jaillit d'un mince tube, elle forme d'abord une colonne de liquide uniforme à proximité du bec. Ensuite, à mesure que le liquide s'éloigne, la colonne se disperse en un éventail de gouttes d'eau de plus en plus large. Pourquoi?

Jacques Lagacé, de Charlesbourg, nous écrit que des turbulences dans le boyau entraînent l'apparition des gouttes.

Cela n'est pas tout à fait exact. Pour décrire le phénomène, il faut tenir compte de la «tension de surface» qui retient les molécules d'eau lorsque, par exemple, vous remplissez lentement un verre jusqu'à ce que le niveau de l'eau dépasse la hauteur du contenant.

Dans le cas du jet d'eau, c'est encore la tension de surface qui resserre l'eau en un cylindre uniforme. Puisqu'il est impossible d'isoler complètement le boyau de toute vibration, le bec du tuyau transmet des secousses irrégulières à la colonne d'eau.

Sans ces secousses, la tension de surface ferait en sorte que toutes les gouttes d'eau produites auraient le même volume. Chaque fois que le cylindre est trois fois plus long que large, la tension de surface le morcelle graduellement en gouttes d'eau.

Les vibrations font en sorte que les cols plus minces de la colonne d'eau se développent selon des espacements irréguliers. Il y a donc des gouttes plus grosses que d'autres. De plus, lorsque les gouttes sont en voie de formation, le col d'eau qui les sépare, les attire les unes vers les autres tout en disparaissant. On observe alors des collisions entre les gouttes de différentes grosseurs et c'est pourquoi elles s'étalent sur une plus grande surface.

Quant au moyen de prévenir la formation de gouttes, il s'agit d'approcher, mais pas trop, un objet de plastique chargé d'électricité statique. L'action du champ électrique a pour effet d'attirer les gouttes les unes vers les autres et de briser leur enveloppe.

Nouveau problème:

EN BUANT UNE BIÈRE

Un jour qu'un physicien buvait un verre de bière avec ses amis, il remarqua que les pétilllements rafraîchissants naissaient tous aux mêmes endroits du liquide: sur la paroi du verre, sur le fond ou autour d'un grain de sel, puis ils montaient en grossissant.

Les scientifiques comme les autres, se demandent toujours «pourquoi». Donald Glaser, le physicien, se mit un jour à en chercher l'explication. L'étude de cette curiosité lui donna les idées avec lesquelles il construisit la première «chambre à bulle». Il s'agit d'un instrument dans lequel les particules nucléaires laissent sur leur trajectoire une trainée... de bulles. La chambre à bulle est tout à fait indispensable à l'étude des réactions nucléaires.

Dans la bière et les boissons gazeuses, les pétilllements viennent du fait que le liquide est sursaturé de gaz CO_2 . De même, l'eau bouillante se trouve sursaturée de vapeur. Pouvez-vous imaginer pour quelles raisons les bulles naissent en certains endroits précis du liquide? Serait-il possible de chauffer un liquide sans qu'il bouille?

En réfléchissant à ça, demandez-vous aussi pourquoi votre boisson gazeuse est tellement plus «piquante» lorsqu'elle est glacée?

Postez votre réponse dès aujourd'hui à:

«A vous de jouer»
Québec Science
Case postale 250
Sillery, Québec G1K 6H6

Observations ○ Mes observations sur le déplacement des oiseaux ont porté sur les huit espèces suivantes identifiées par une lettre de l'alphabet grec:

1. Grand corbeau (*Corvus corax*) = α
2. Corneille d'Amérique (*Corvus brachyrhynchos*) = β
3. Bec croisé à ailes blanches (*Boxia leucop-tera*) = γ
4. Pic mineur (*Dendrocopos pubescens*) = δ
5. Fauvette à croupion jaune (*Dendroica coronata*) = ϵ
6. Mésange à tête noire (*Parus hudsonicus*) = ζ
7. Pluvier kildir (*Charadrius vociferus*) = η
8. Pinson à gorge blanche (*Zonotrichia albicollis*) = θ

La figure 3 illustre la façon dont je consignais mes observations sur un plan en coupe du terrain. Pour qu'une observation s'avère concluante, il faut la répéter au moins cinq fois pour chaque espèce. De plus, les oiseaux pris dans le filet japonais m'ont aidé à établir l'altitude du vol de certaines espèces.

Conclusions ○ A partir de ces observations, on peut conclure que *le comportement des oiseaux varie selon leur hauteur par rapport au niveau du sol et non par rapport au niveau du lac*, probablement parce que les espèces observées étaient toutes terrestres. Il est vrai cependant que le terrain est assez plat dans cette région.

Le Grand Corbeau se tient principalement entre 35 et 60 pieds. Mais il arrive qu'on en surprenne à plus de 100 pieds. Une fois, son vol a baissé à 12 pieds: il planait au-dessus de la nourriture!

La Corneille d'Amérique se déplace un peu plus bas que le corbeau: entre 25 et 35 pieds.

Le Bec Croisé à ailes blanches ne vole qu'entre 25 et 35 pieds comme la corneille. Il entreprend fréquemment de petits vols.

Le Pic Mineur se tient habituellement entre 5 et 20 pieds. L'insuffisance d'insectes à cette hauteur peut influencer ses déplacements.

La Fauvette à croupion jaune se déplace entre 15 et 25 pieds.

La Mésange à tête noire a été observée à une altitude de 3 à 20 pieds.

Le Pluvier Kildir (1 adulte et 3 immatures observés) marche très souvent sur le sol. Il se perche sur le toit d'une vieille grange de 25 pieds, un excellent poste d'observation du champ de la pointe Fortin en même temps qu'une distraction pour les observateurs trop curieux à l'égard de sa progéniture.

Le Pinson à gorge blanche se tient dans les buissons et se déplace au sommet des arbustes. Plus le buisson est petit, plus le pinson est bas. Je l'ai observé entre 15 et 0 pieds.

De plus, à la suite de toutes ces observations, j'ai pu constater que les filets japonais du Camp Chicobi ne sont pas disposés de façon idéale: plusieurs espèces d'oiseaux volent à une hauteur nettement supérieure aux 7 pieds des filets, diminuant ainsi de beaucoup le rendement de capture pour le baguage. ■



Mme Denise Leclerc-Chevalier: « Informer, expliquer à ceux qui en ont besoin les effets positifs ou néfastes de tel médicament, de telle ou telle drogue. »

par Yanick Villedieu

Le quinzième étage du ministère des Affaires sociales où me reçoit Denise Leclerc-Chevalier, dans la petite salle de réunion du tout nouveau Conseil consultatif de pharmacologie dont elle est présidente, n'a décidément rien de la pharmacie du coin! Pas plus, d'ailleurs, que son bureau du Centre de recherches sur la santé à l'Institut national de la recherche scientifique (INRS), à Montréal, où elle mène des études sur l'usage non médical des drogues. C'est que pharmacologie et pharmacie ne sont pas une seule et même chose même si, comme c'est le cas pour Denise Leclerc-Chevalier, on peut arriver à l'une par la voie de l'autre.

Le praticien et le chercheur ○ « Le pharmacien, explique-t-elle, est le spécialiste du médicament: il le connaît, le prépare au besoin, le met en marché et en contrôle la distribution.

« Le pharmacologue, lui, pourrait être défini comme le scientifique du médicament, tant au niveau de la recherche fondamentale qu'au niveau clinique et appliqué: des études en laboratoire en vue de la mise au point de nouveaux médicaments aux recherches sur la consommation non médicale de produits pharmaceutiques, en passant par l'étude de l'action de médicaments sur l'organisme ou les investigations cliniques. »

En somme, le pharmacien est un praticien de la science du médicament, le pharmacologue, un chercheur. Ce dernier a donc besoin d'une formation plus spécialisée après ses études en pharmacie ou médecine, ou encore en biochimie (c'est une voie de plus en plus fréquente). Et c'est sans doute ce qui explique que les pharmacologues soient si peu nombreux au Québec (une centaine environ), ou encore qu'il y a cinq ans ils aient été le seul groupe à bénéficier d'une prime « de rareté » dans la Fonction publique américaine.

Un rôle spécifique ○ Denise Leclerc-Chevalier, elle, s'est tournée du côté de la recherche, de la pharmacologie. Après un baccalauréat et une maîtrise en pharmacie à l'Université de Montréal, elle a exercé sa profession en milieu hospitalier pendant plusieurs années. Plus tard des études de doctorat et quatre ans d'enseignement universitaire l'ont orientée vers la pharmacologie. Aujourd'hui elle oeuvre dans les deux domaines qui ont fait connaître au grand public ce mot de pharmacologie: l'assistance-médicaments d'une part, et l'usage non médical des drogues d'autre part.

« Ces deux questions, poursuit Denise Leclerc-Chevalier, montrent bien que les pharmacologues sont appelés à jouer un rôle de plus en plus spécifique et important dans notre société.

« Il y a d'abord le contexte de socialisation partielle des services de santé offerts à la population. Depuis l'adoption de la Loi 69 sur l'assistance-médicaments (ce n'est pas encore un système d'assurance, le régime n'étant pas universel), un conseil consultatif où siègent des pharmacologues, des pharmaciens et un économiste va devoir conseiller le Ministre dans la mise à jour de la liste des médicaments, sur leur valeur thérapeutique et la justesse des prix exigés. C'est là le mandat immédiat du Conseil consultatif de pharmacologie. »

Quant au rôle du pharmacologue dans l'étude de la consommation des drogues — question d'actualité s'il en est —, il est là aussi primordial, pour des raisons de rigueur scientifique bien évidentes. Denise Leclerc-Chevalier, pour sa part, a animé cet été quatre projets de recherche sur la question dans le cadre de Perspectives-Jeunesse: l'un de ces projets, par exemple, visait à étudier la relation entre l'accessibilité aux psychotropes, l'automédication et l'usage non médical des drogues; un autre, à étudier les facteurs socio-culturels influençant la consommation de drogues en milieu francophone et en milieu anglophone.



Un besoin: informer ○ « Le travail que je fais à l'INRS et mes fonctions au Conseil consultatif de pharmacologie, explique Denise Leclerc-Chevalier, visent le même objectif fondamental: informer, expliquer à ceux qui en ont besoin les effets positifs ou néfastes de tel médicament, de telle ou telle drogue. »

Ce souci d'informer, qui mérite d'être souligné chez un scientifique, Denise Leclerc-Chevalier ne l'a pas d'hier. Elle parle depuis longtemps — ses étudiants vous le confirmeront d'ailleurs —, d'un centre d'information sur les médicaments qu'il faudrait créer au Québec. De la documentation sur chaque produit pharmaceutique serait réunie et, une fois le produit approuvé par un comité formé à cette fin, accumulée dans une banque de données. Cette information objective serait ensuite mise à la disposition des organismes dispensant les soins (les centres locaux de services communautaires, les centres hospitaliers universitaires), des professionnels des sciences de la santé (médecins, pharmaciens, pharmacologues, biochimistes), des chercheurs, des services gouvernementaux. De l'information pourrait aussi être diffusée auprès du grand public grâce à certains programmes spéciaux de vulgarisation.

Denise Leclerc-Chevalier, on le voit, n'est donc pas de ces scientifiques qui s'enferment dans une tour d'ivoire ou se retranchent derrière des murailles d'éprouvettes. Son besoin d'action par l'information pourrait d'ailleurs bien trouver les moyens concrets de se réaliser à grande échelle. La création du centre d'information sur les médicaments dont elle parle depuis dix ans — sa marotte, comme elle dit dans un langage qui ne s'embarrasse ni des lourdeurs des technocrates, ni des mots à rallonge des savants —, la création de ce centre d'information ne serait-elle pas en effet dans la logique de l'action entreprise par le Conseil consultatif de pharmacologie? ■

Un nouveau
prononce:
«UNE FOR
NAIRE»
Marc Vachon
torat en phar
Montréal et
(Hôpital St-
mai 1971.
Après une fo
aux niveaux
maîtrise, je m
ologie. Ma m
médicaments
plaine action
soirées de
En fait, le
avantage de
ologie et ser
sicaux. Il ne
proprement s
mes yeux la m
le terrain en
recherche. J'
en expérience
des idées prat
quée, travail
l'entreprene
A mon avis
actuelle des p
ment appropri
Une manque
l'explication
cette professio
no à peine.

PHARMACOLOGUE

Un nouveau diplômé en pharmacologie se prononce:

«UNE FORMATION EXTRAORDINAIRE»

Marc Vachon, 26 ans, détenteur d'un doctorat en pharmacologie de l'Université de Montréal et responsable des laboratoires à l'Hôpital St-Joseph de La Tuque depuis mai 1971.

Après une formation initiale en biochimie aux niveaux du baccalauréat et de la maîtrise, je me suis orienté vers la pharmacologie. Ma thèse sur le métabolisme des médicaments terminée, je me retrouve en pleine action concrète: responsable des laboratoires dans un hôpital.

En fait, le travail que j'effectue relève davantage de la biochimie que de la pharmacologie et sert de base aux diagnostics médicaux. Il ne comporte pas de recherche proprement scientifique mais constitue à mes yeux la meilleure des préparations sur le terrain en vue d'un éventuel retour à la recherche. J'avais besoin d'une pause riche en expériences concrètes afin de puiser des idées pratiques pour la recherche appliquée, travail épuisant s'il en est et qu'il ne faut entreprendre qu'en équipe.

A mon avis, la formation scientifique actuelle des pharmacologues est non seulement appropriée mais encore extraordinaire. Il ne manque que les débouchés. Ce fait s'explique facilement par la nouveauté de cette profession au Québec: cinq ou six ans à peine.

En plus des emplois actuellement offerts dans la recherche et l'enseignement universitaires, je crois que très bientôt les grands hôpitaux ouvriront des sections de toxicologie pour faire face aux problèmes causés par l'usage des drogues. Quant aux entreprises de produits pharmaceutiques, leurs besoins se trouvent comblés pour l'instant. Pour peu que les gouvernements consentent à investir dans ces secteurs primordiaux, le rôle des pharmacologues deviendra prépondérant dans le traitement et la prévention de la pollution de l'eau et l'étude du métabolisme des médicaments.

En attendant, je crois avoir atteint le but que je me proposais: acquérir assez de connaissances pour travailler et évaluer les obstacles par moi-même. ■

PHARMACOLOGUE

Aptitudes

- Goût pour la recherche fondamentale, appliquée et clinique
- Facilité pour les sciences biologiques, chimiques et physiques
- D'une façon générale, toutes les aptitudes requises pour les sciences exactes (rigueur, sens de la précision, de l'expérimentation)

Formation

- Au collégial, concentrations en biologie, chimie et physique
- A l'université, deux voies possibles: les études en médecine ou en pharmacie, ou, comme cela se fait de plus en plus, les études en biochimie ou biologie
- Dans l'un ou l'autre cas, maîtrise, puis doctorat en pharmacologie

Établissements d'enseignement

- Les universités Laval, de Sherbrooke, de Montréal et McGill



BOURSES

DE L'ENSEIGNEMENT SUPÉRIEUR

QUE SE PASSE-T-IL ?

Le ministère de l'Éducation offre des bourses d'enseignement supérieur pour l'année universitaire 1972-1973

À QUI ?

Aux citoyens canadiens ou immigrants reçus, résidant au Québec depuis un an, qui poursuivent des études de 1er, 2ème ou 3ème cycle, post-doctorales ou de perfectionnement

DE QUEL MONTANT

De \$1,500 à \$8,000 suivant le niveau d'études, la situation de famille des candidats et le lieu des études

Pour plus de renseignements, un dépliant explicatif est mis à la disposition des candidats.

Au ministère de l'Éducation
Direction générale de l'enseignement supérieur
Service des ressources humaines
Section des bourses

Services d'aide aux étudiants des universités du Québec

Laval	656-3332
Montréal	343-6936
H.E.C.	343-4336
Polytechnique	739-2451
Sherbrooke	565-5640
Bishop's	569-9551
McGill	392-4311
Sir George Williams	879-5980

Université du Québec à :

Montréal	876-5627
Trois-Rivières	379-1740
Chicoutimi	549-4354
Rimouski	723-1986



GOVERNEMENT DU QUÉBEC
MINISTÈRE DE L'ÉDUCATION
BOURSES DE L'ENSEIGNEMENT SUPÉRIEUR



FLASH

QUÉBEC-PRESSE

le journal
qui n'a pas peur des mots

QUÉBEC-PRESSE est en vente le dimanche dans tous les kiosques à journaux. Pour recevoir votre exemplaire à domicile (Montréal et Québec) ou par le courrier, remplissez le coupon ci-dessous.

Je désire m'abonner à QUÉBEC-PRESSE.

☐ \$12 pour une année

☐ \$6 pour 6 mois

☐ \$3 pour 3 mois

Nom

Adresse

Faites votre chèque ou mandat-poste à l'ordre de QUÉBEC-PRESSE, 9670 Péroquin, Montréal 358. Tél.: 381-9936.

APPRENTISSAGE ET HAPPENING

Le congrès de l'Association québécoise de l'éducation qui s'est tenu à Montréal les 11 et 12 septembre 1971 était certes un congrès d'un type nouveau. Tous les moyens techniques possibles et imaginables avaient été mis en oeuvre pour créer de toutes pièces un environnement capable de placer les participants dans une situation d'apprentissage. Imaginez 2 000 délégués de tous âges et conditions sociales forcés de «vivre» les sciences, les mathématiques, la musique... au lieu de s'astreindre à parler pendant deux jours des mesures à prendre pour développer l'enseignement traditionnel.

En ce qui concerne les sciences, le seul but du congrès: faire comprendre aux responsables de l'éducation que l'enseignement doit se brancher sur la réalité directement vécue, s'humaniser.

Quels en seront les résultats concrets? Il est encore trop tôt pour évaluer cette expérience. Mais depuis quelques années déjà, ce qui apparaît ardu aux yeux de certains fait l'objet de recherches fort sérieuses comme celles de l'équipe de professeurs de biologie de l'Université du Québec à Montréal (AINVEQ: apprentissage et investigation en équipe), dont l'aboutissement ne saurait tarder: dégager la connaissance de son carcan sévère pour la mettre vraiment à la portée de tous.

CHICOBİ ET L'ÉCOLOGIE

Dans une livraison récente du *Journal Chicobi*, le directeur, M. Gaston Gaboury, annonce que les travaux et les cours du camp-école adopteront désormais l'approche écologique. Une telle approche permettra d'étudier un sujet en fonction de ses relations avec son milieu. Ainsi, au lieu de décrire simplement l'anatomie d'un insecte, le professeur cherchera à expliquer les causes et les conséquences de telle ou telle forme particulière. Il insistera sur les relations existant entre les plantes et les particularités anatomiques d'un insecte, pour en arriver à une compréhension globale du milieu et en déduire certaines explications susceptibles d'amener des solutions pratiques à certains problèmes.

En conclusion, M. Gaboury ajoute: «Chicobi ne s'oriente pas vers quelque chose de nouveau comme tel, mais évolue plutôt vers l'écologie comme vers une suite normale à l'étude systématique déjà accomplie.»

LA RUBÉOLE DÉFINITIVEMENT VAINCUE

La rubéole (rubella), maladie infantile bien connue, est une affection bénigne. Toutefois, elle peut devenir extrêmement dangereuse lorsqu'elle contamine une future maman, au cours des quatre ou cinq premiers mois de la grossesse. Elle peut entraîner des fausses couches ou être à l'origine de malformations diverses chez le nouveau-né, telles qu'atteintes oculaires, troubles auditifs, malformations cardiaques, retards psychiques, anomalies physiques.

Cette maladie cyclique revêt souvent un caractère épidémique. Dans les années 1964-1965, elle prit aux États-Unis une envergure catastrophique: 30 000 enfants morts-nés et plus de 20 000 enfants atteints de graves malformations congénitales. On craint une nouvelle épidémie dans le courant des années 1971-1973. Toutefois, l'enfant qui contracte la rubéole après sa naissance est immunisé contre elle pour le restant de ses jours et ne sera point porteur de virus.

Un nouveau vaccin découvert par une équipe de chercheurs belges de la firme Recherche et Industrie thérapeutiques (filiale depuis 1968 de Smith Kline and French Laboratories) a obtenu des résultats remarquables puisqu'une immunité totale a été enregistrée dans 98 pour cent des cas. Le vaccin a été adopté par 18 pays.

Ce sont les enfants en âge scolaire, surtout de 4 à 9 ans, qui sont les porteurs principaux du virus rubéolique. Seules les vaccinations de groupe pratiquées massivement, croit-on, permettront de contrôler efficacement la rubéole et de prévenir les dangers d'épidémie. Les USA ont même décidé la vaccination de tous les enfants, de l'âge d'un an à la puberté, sans distinction de sexe. On est généralement d'avis que, dans chaque pays, les adolescentes devraient être vaccinées de manière systématique, entre l'âge de 10 et 15 ans.



Techniciens effectuant la récolte des virus.

LE MOYEN-NORD, CET INCONNU

Avant même que le Centre de recherche nordique de l'Université du Québec à Chicoutimi soit créé, le Conseil national de recherches du Canada vient de lui octroyer une subvention spéciale de \$120 000 pour l'année 1971-1972. Loin de doubler des initiatives déjà existantes, les études porteront sur un territoire quasi inexploité: le Moyen-Nord. C'est après avoir longuement délibéré et consulté tous les membres de son personnel d'enseignement et de recherche que l'UQAC, sur recommandation du doyen de la recherche et des études avancées, M. Robert Bergeron, a opté pour ce secteur.



Le Moyen-Nord fournit le terrain tout indiqué pour la poursuite et la découverte de connaissances nouvelles et complémentaires aux travaux des autres centres. C'est Louis-Edmond Hamelin, directeur du Centre d'études nordiques de l'université Laval, qui en a le mieux défini les frontières: la zone hémiaïctique du Québec comprise entre le 50^e et le 58^e degré de latitude nord et recouvrant un territoire d'environ 625 km de largeur.

On trouve dans le Moyen-Nord des ressources minières énormes, d'immenses forêts boréales et de grandes rivières à harnacher pour la production d'énergie hydroélectrique. De nombreux Indiens habitent ce paradis des chasseurs et des pêcheurs du Québec et d'ailleurs.



Pour la première fois au Québec, les énergies des chercheurs universitaires se polariseront autour d'un seul et même objectif. Selon un sondage effectué auprès de tous les professeurs, le développement du Moyen-Nord constitue en effet leur préoccupation majeure, l'Université du Québec à Chicoutimi étant le seul établissement universitaire à la porte de ce vaste territoire si près de nous et pourtant ignoré. Une telle orientation correspond d'ailleurs au but précis de cette université: son insertion réaliste dans le milieu où elle se situe au plan géographique et sociologique.

Les principaux secteurs de recherche à privilégier en vue de trouver de nouveaux débouchés vers un développement qui se fait de plus en plus désirer au Saguenay-Lac Saint-Jean, regroupent en fait toutes les disciplines. Les didacticiens s'intéresseront tout particulièrement à la formation de

personnel spécialisé dans l'enseignement aux populations autochtones. Des recherches archéologiques et anthropologiques porteront sur les Indiens ayant habité et habitant encore la forêt boréale. Les biologistes procéderont à l'inventaire de la flore et de la faune semi-nordique et axeront aussi leurs recherches sur la productivité biologique, c'est-à-dire sur le potentiel biologique renouvelable ainsi que sur les seuils d'équilibre critique de certains facteurs biocénétiques afin d'être à même de guider l'intervention humaine. De leur côté, les géologues étudieront le Bouclier canadien.

Moins spectaculaire que celui de la Baie James, le développement du Moyen-Nord marquera peut-être un jour l'aboutissement de toutes ces recherches, ramenant ainsi à l'échelle humaine et à l'harmonie la conquête du Nord.

Jacques Gilbert Tremblay

CONSCIENCE CRITIQUE

L'Institut national de la recherche scientifique (INRS), unité constituante de l'Université du Québec, vient d'annoncer la formation de sa commission scientifique. Composée de scientifiques reconnus à l'échelle internationale, cette commission, selon le directeur général de l'INRS, M. Charles-E. Beaulieu, devient en quelque sorte «la conscience critique» de l'Institut.

Les premiers membres de la commission scientifique de l'INRS sont: Pierre Bauchet, économiste français, professeur à la Faculté de droit de l'Université de Paris et directeur scientifique du Centre national de la recherche de l'École polytechnique de l'Université de Montréal, Gilles Cloutier, directeur des recherches à l'Institut de recherche de l'Hydro-Québec, Fernand Dumont, directeur de l'Institut supérieur des sciences humaines de l'Université Laval, William Gauvin, directeur du Centre de recherche Noranda, Paul Haenni, président fondateur du Centre d'études industrielles de Genève, Charles Leblond, directeur du Département d'anatomie à la Faculté de médecine de l'Université McGill, Cyrias Ouellet, professeur au Département de chimie de l'Université Laval et Otto Thür, vice-président du Conseil économique du Canada.

En se dotant ainsi d'une commission «de vigilance», l'INRS veut s'assurer que ses efforts de recherche demeureront axés sur les objectifs et sur les besoins de la collectivité. La commission scientifique aura libre accès à tous les laboratoires de l'INRS, pourra consulter tous ses dossiers et convoquer ses chercheurs pour discuter de certains projets.



qu'est-ce que c'est?

S'agit-il de roches lunaires, de cubes de sucre ou d'une quelconque sculpture moderne?

Jacques Lazure

Devinez "QU'EST-CE QUE C'EST" et vous recevrez gratuitement le livre «*La Jeunesse du Québec en Révolution*» de Jacques Lazure.

Condition: être abonné à QUÉBEC SCIENCE.

Profitez-en pour vous abonner en remplissant la fiche au verso. Découpez la page et expédiez-nous la avec votre réponse et votre abonnement ou réabonnement.

Si vous êtes déjà abonné à QUÉBEC SCIENCE, inscrivez vos nom, adresse et numéro d'abonnement, tels qu'ils apparaissent sur le collant d'adressage de votre exemplaire.

Les cinquante premières bonnes réponses seront acceptées.

Ma réponse est: _____

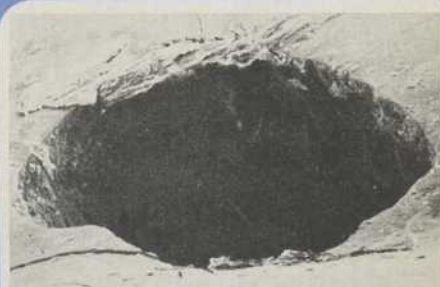
Nom: _____

Adresse: _____

Renouvellement ☐

Nouvel abonné ☐

La réponse paraîtra dans le numéro 3. Procurez-vous QUÉBEC SCIENCE dans un kiosque à journaux, une tabagie, une bonne librairie ou à votre coopérative étudiante.



Non, ce n'est pas un cratère volcanique ni un trou dans le sable, mais bien une simple cavité dentaire grossie 100 fois et photographiée à l'aide d'un microscope électronique. Aïe!



Je
m'abonne
à
québec
science

c.p. 250, Sillery, Québec 6.

Nom: _____
(en capitales)

Adresse: _____
(rue) (ville) (zone)
(comté ou région) (province, état ou pays)

Âge: _____ Profession: _____

Sexe: _____ Degré de scolarité: _____

Si étudiant ou professeur, inscrire le nom de l'établissement:

☐ école ☐ collège ☐ université

Tarif individuel

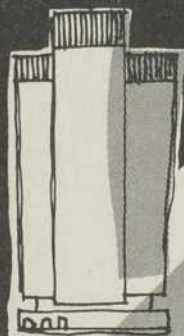
☐ 1 an, 8 numéros: \$3 ☐ 2 ans, 16 numéros: \$5.50 ☐ 3 ans, 24 numéros: \$7.50

Tarif groupe

15 (ou plus) envois à la même adresse

☐ 1 an, 8 numéros: \$2

☐ Abonnement de soutien — 1 an, 8 numéros: \$10

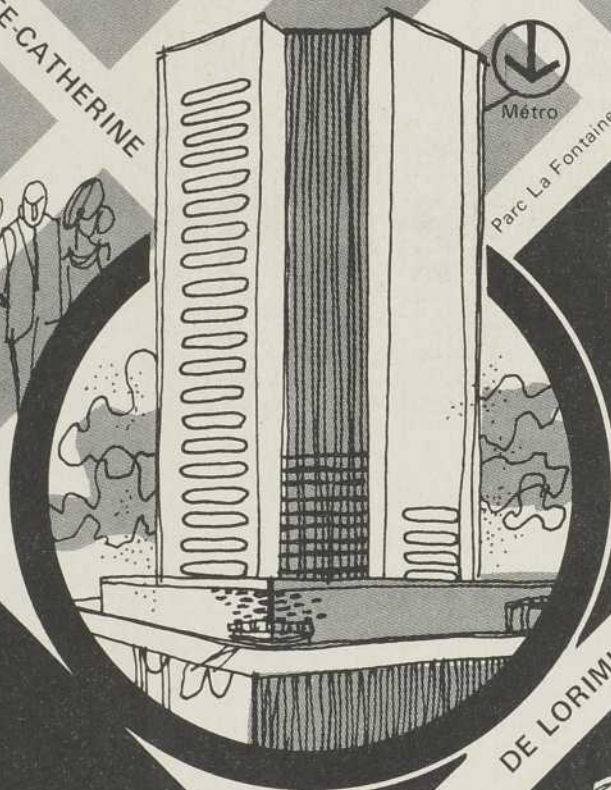


Place Ville-Marie



Place des Arts

Place Desjardins



Métro

PLACE de RADIO- CANADA

RADIO-
CANADA
plus que jamais
au carrefour du
Canada français

UNIVERSITY

AVENUE DU PARC

Parc Mont-Royal →

SAINT-LAURENT

SHERBROOKE

DE MAISONNEUVE

SAINT-DENIS

BEAUDRY

PAPINEAU

DORCHESTER

SAINTE-CATHERINE

DE LORIMIER

Terre des Hommes
La Ronde →



Autobus
Le Voyageur





JOURNAL DE CALIFORNIE

Edgar Morin, Le Seuil, Paris, 1970

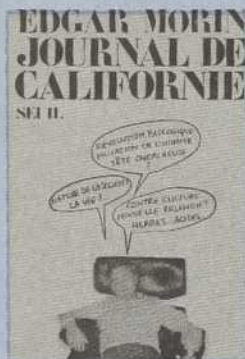
267 pages, \$5.40

En vente dans les librairies

Quand un sociologue en liberté pénètre et travaille dans un institut de recherche comme le Salk Institute for Biological Studies — «cette pépinière de Prix Nobel, cette tête chercheuse de la biologie»—, quand il s'immerge, «intellectuellement high», dans un «bouillon de culture» dont l'enjeu est «la mutation nécessaire» de l'espèce, il écrit le *Journal de Californie*. La problématique de ce qu'il est convenu d'appeler la révolution biologique, aussi bien que la recherche de nouveaux modes de vie en cet Extrême-Occident (communes, mouvements et sectes de tous genres et de toutes contestations, expérience de la drogue, bouleversement des valeurs), amènent en effet à la même constatation: «Nous approchons du seuil où la question de la survie, de la mutation, de la révolution vont devenir la seule et même question.»

Foisonnant d'idées, d'intuitions, de notes, le livre de Morin passionne quand il sonde à grands coups les liens entre la biologie, l'anthropologie et la sociologie: «La structure sociale n'est pas calquée sur la structure biologique, mais la répète en écho inachevé et assourdi»; «L'évolution biologique n'a pas été remplacée par l'évolution culturelle, elle est actuellement responsable de celle-ci»; «Le répressur biologique relance la réflexion sur la répression sociale, conçue non pas seulement comme oppression du pouvoir, mais comme aspect de l'organisation. Pas de vraie pensée révolutionnaire sans une repensée générale du système d'organisation-répression propre à la vie et à la société.»

Il apparaît donc «que l'homme doit être saisi comme un être trinitaire — espèce, individu, société. L'homme relève de la biologie, de la psychologie, de la sociologie conçues non pas comme secteurs juxtaposés, mais comme manifestations de la même réalité.» En d'autres termes, la traditionnelle barrière que nous dressions entre les sciences humaines et les sciences exactes ne serait-elle pas désuète et moyenâgeuse? Enseigner les «sciences» et les «humanités» ne relèverait-il pas de conceptions intellectuelles et pédagogiques rétrogrades? Et s'il est vrai que le principe de l'évolution biologique est l'invention et que l'homme nouveau est à inventer aujourd'hui pour demain, alors ne convient-il pas pour finir de respirer ce conseil joyeusement subversif? «Il me plaît que ce soit la fermeture de l'université qui ait déverrouillé le génie de Newton. En lisant Watson, *La Double Hélice*, on voit clairement que l'institution scientifique officielle n'est bonne que dans la mesure où elle peut être contrariée, contournée. Tricher avec les sujets de recherche, se débrouiller malgré la stupidité des commissions anonymes («les savants sont en majorité stupides»), telles sont en fait les conditions de l'invention.»



Yanick Villedieu

LA BIONIQUE

ou «Les Ingénieurs à l'école de la nature»

I. Mironov, Éditions de Moscou

Collection «La science pour tous»

Moscou, 1970, 342 pages, \$2.10

En vente dans les librairies

Les meilleurs sujets font les meilleurs livres. Ce volume de 342 pages n'en aurait que 250 s'il ne traitait que de bionique. Mais l'auteur aime les digressions, les allusions et les citations, particulièrement lorsqu'il s'agit de mythologie et de politique. Autres faiblesses, ce livre n'est agrémenté d'aucune illustration et, ce qui est plus grave, certains avancés semblent douteux. Néanmoins cet ouvrage reste à lire. Les talents de vulgarisation de l'auteur ne font aucun doute et ses exposés sont tous faciles à suivre, sauf le chapitre sur le neurone. Certaines pages sont particulièrement brillantes, lorsqu'il décrit les différentes théories de la mémoire. Le volume traite aussi de l'hydrodynamisme des dauphins, de leurs moeurs sociales, de l'aérodynamisme, de la mécanique du vol des oiseaux, de la protection du scorpion contre les radiations, de l'odorat, de l'organisation des systèmes nerveux et des ordinateurs, de la migration, du sens de la chaleur chez les serpents, des araignées et de leur système hydraulique de marche, de la classification et de la rationalisation des sentiments, et de bien d'autres sujets. Donc, un livre fort instructif et qui s'adresse à un très vaste public.

Jacques Lacroix



VOCABULAIRE DE L'ASTRONAUTIQUE

Cahiers de l'Office de la langue française nos 10, 11

et 12, Ministère des Affaires culturelles

Gouvernement du Québec

115 pages, 1971

Pour qui s'intéresse à l'astronautique, les cahiers nos 10, 11 et 12 de l'Office de la langue française sont une nécessité. On y trouve quelques centaines d'expressions et de termes scientifiques et techniques français avec leur équivalent en langue anglaise. Un lexique anglais-français, une série de schémas et une bibliographie ayant trait à l'astronautique complètent ces publications.

Notons que l'auteur semble avoir voulu faire de ce «vocabulaire» une petite encyclopédie en donnant pour chacun des termes tantôt une définition, tantôt une explication qui se voudrait scientifique. Malheureusement plusieurs définitions sont imprécises ou même parfois erronées. Signalons aussi que les nombreux exemples et applications qui complètent les définitions peuvent intéresser le lecteur mais donnent à l'ouvrage un caractère provisoire qui le fera vieillir rapidement. Enfin les quelques schémas présentés ajoutent très peu à la compréhension du texte; quelques-uns appartiennent même au domaine de la science-fiction, comme celui de la fusée photonique avec son réservoir d'antimatière! Dans l'ensemble cependant, les cahiers atteignent leur but et mettent à la disposition des amateurs et des spécialistes des termes français très corrects en matière d'astronautique.

Claude Frémont

ÉCHEC ET MATHS

par Claude Boucher

Avez-vous trouvé la solution du mois dernier? Pour le savoir, comparez vos réponses à celle que vous donne Claude Boucher. Et exercez à nouveau votre perspicacité sur le septième problème qu'il vous propose.

PROBLÈME NUMÉRO 7 $2=3!$

Ce mois-ci je vous proposerai de détecter dans le raisonnement suivant l'étape incorrecte qui entraîne la conclusion farfelue suivant laquelle $2=3$.

Vous êtes tous d'accord sur ce qui suit:

$$4 - 10 = 9 - 15$$

Aux deux membres de cette égalité, on peut ajouter $\frac{25}{4}$; ce qui donne

$$4 - 10 + \frac{25}{4} = 9 - 15 + \frac{25}{4}$$

Le premier nombre $4 - 10 + \frac{25}{4}$ possède un premier et un troisième termes qui sont les carrés de 2 et $\frac{5}{2}$ respectivement, tandis que le second terme est égal au double du produit de ces nombres. Ce premier nombre est donc égal à $(2 - \frac{5}{2})^2$, en vertu d'une règle d'algèbre bien connue.

Par un raisonnement semblable, on arrive à la conclusion que le second nombre est égal à $(3 - \frac{5}{2})^2$.

On peut écrire

$$(2 - \frac{5}{2})^2 = (3 - \frac{5}{2})^2$$

ou, en extrayant la racine carrée de chaque nombre,

$$2 - \frac{5}{2} = 3 - \frac{5}{2}$$

Après simplification du terme $\frac{5}{2}$, on arrive enfin à

$$2 = 3$$

SOLUTION DU PROBLÈME N° 6: ÉCHEC ET MATHS

Il n'est pas possible de réaliser un tel recouvrement. En effet, lorsqu'on découpe deux carreaux situés dans un coin et opposés par une diagonale, on se trouve à enlever deux carreaux de la même couleur. Pour plus

LA RECHERCHE D'ABORD

Je tiens d'abord à vous exprimer mes plus sincères félicitations pour l'esprit d'excellence que vous avez imprimé à la revue Québec Science tant au point de vue de la présentation que de la rédaction. En particulier, j'ai apprécié dans le dernier numéro votre éditorial «Homme ou Robot» où vous posez très clairement tout le problème du monde scientifique déshumanisé auquel doivent faire face le jeune étudiant ou même le chercheur. Ce dernier souvent consacre plus de temps à remplir des formules de subventions, à rédiger des descriptions de projets, à assister à des réunions, à faire partie de comités, à composer des rapports inutiles, etc... qu'à effectuer ses recherches. Il va sans dire que ce grave malaise ressenti dans toute l'Amérique du Nord se manifeste déjà par une diminution en nombre et en qualité des découvertes scientifiques dont il ne pourra résulter à longue échéance qu'une baisse culturelle pour tout l'occident.

Louise Martin, Dir. Dépt. Mathématiques, Université du Québec à Trois-Rivières

UN INSTRUMENT INDISPENSABLE

Il nous paraît clair que Québec Science est un instrument indispensable à la jeunesse scientifique du Québec en général et aux organismes en particulier. L'idée de la revue de présenter la science comme une manifestation privilégiée de l'affirmation culturelle du Québec me paraît susceptible de promouvoir des enthousiasmes et des énergies nouvelles. Tous les organismes qui oeuvrent dans ce secteur d'activités ont besoin, me semble-t-il, d'une parole dynamique pour véhiculer leurs expériences et encourager leurs initiatives. Votre projet de rendre Québec Science accessible à un plus grand nombre tout en lui conservant sa haute qualité professionnelle s'inscrit parfaitement dans le cadre de notre travail en vue de promouvoir plus largement ce type d'activités dans le milieu étudiant.

André Beaudoin, responsable des services collectifs, Bureau des Affaires étudiantes
Ministère de l'Éducation

PLUS DE SCIENCE PURE

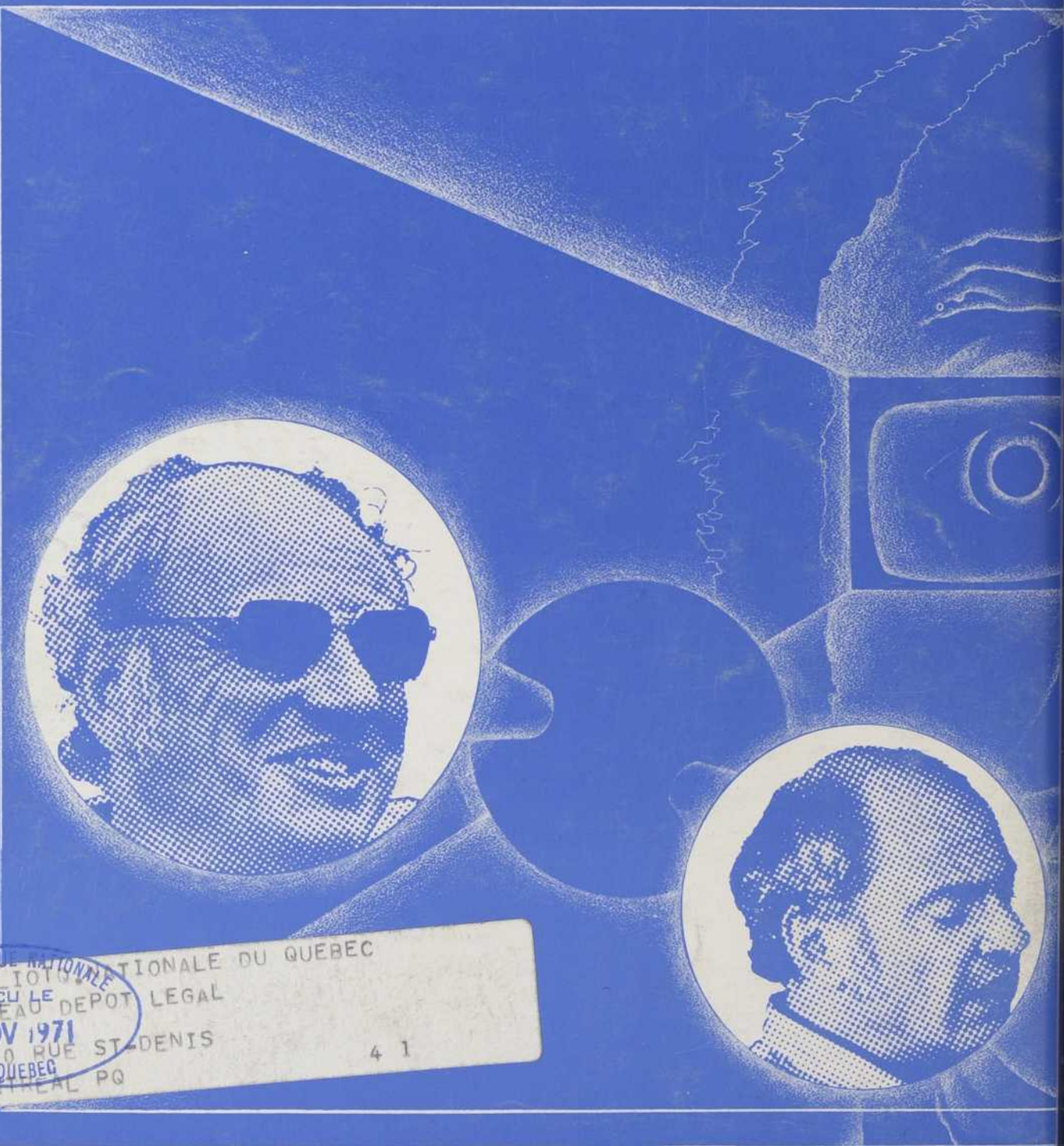
Je ne suis abonné à Québec Science que depuis le début de l'année 1970/71 et j'en suis très satisfait. J'aimerais cependant vous faire quelques remarques. Dans vos articles traitant de science et d'actualité, vous devriez appuyer sur la science pure, on dirait qu'elle est délaissée pour les sciences appliquées. Vos articles devraient être plus longs car aussi passionnants qu'ils soient on en voit la fin beaucoup trop vite. Quand aux différentes rubriques, très bien!!! elles sont très bien pensées. J'aime particulièrement «Voulez-vous lire» et «À vous de jouer».

Jacques Jolette, 14 ans



de précision, supposons que les carreaux enlevés soient noirs. Il reste alors 30 carreaux noirs et 32 carreaux blancs. Or, lorsqu'on recouvre deux carreaux adjacents par un rectangle de carton, on recouvre

nécessairement un carreau blanc et un carreau noir. On ne peut donc pas recouvrir complètement une superficie où le nombre des carreaux noirs n'est pas égal au nombre de carreaux blancs.



BIBLIOTHEQUE NATIONALE
BIBLIOTHEQUE NATIONALE DU QUEBEC
RECU LE
BUREAU DEPOT LEGAL
7 NOV 1971
1700 RUE ST-DENIS
DU QUEBEC
MONTREAL PQ

4 1