

PER
J-69

québec science

VOLUME 10/NUMÉRO 6/MARS 1972/\$0.50

DÉCOUVERTE AU CENTRE
DE RECHERCHE INDUSTRIELLE
DU QUÉBEC p. 4

L'INFORMATIQUE
DÉMYSTIFIÉE p. 24

POURQUOI LES GROS MANGENT-
ILS LES PETITS? p. 20

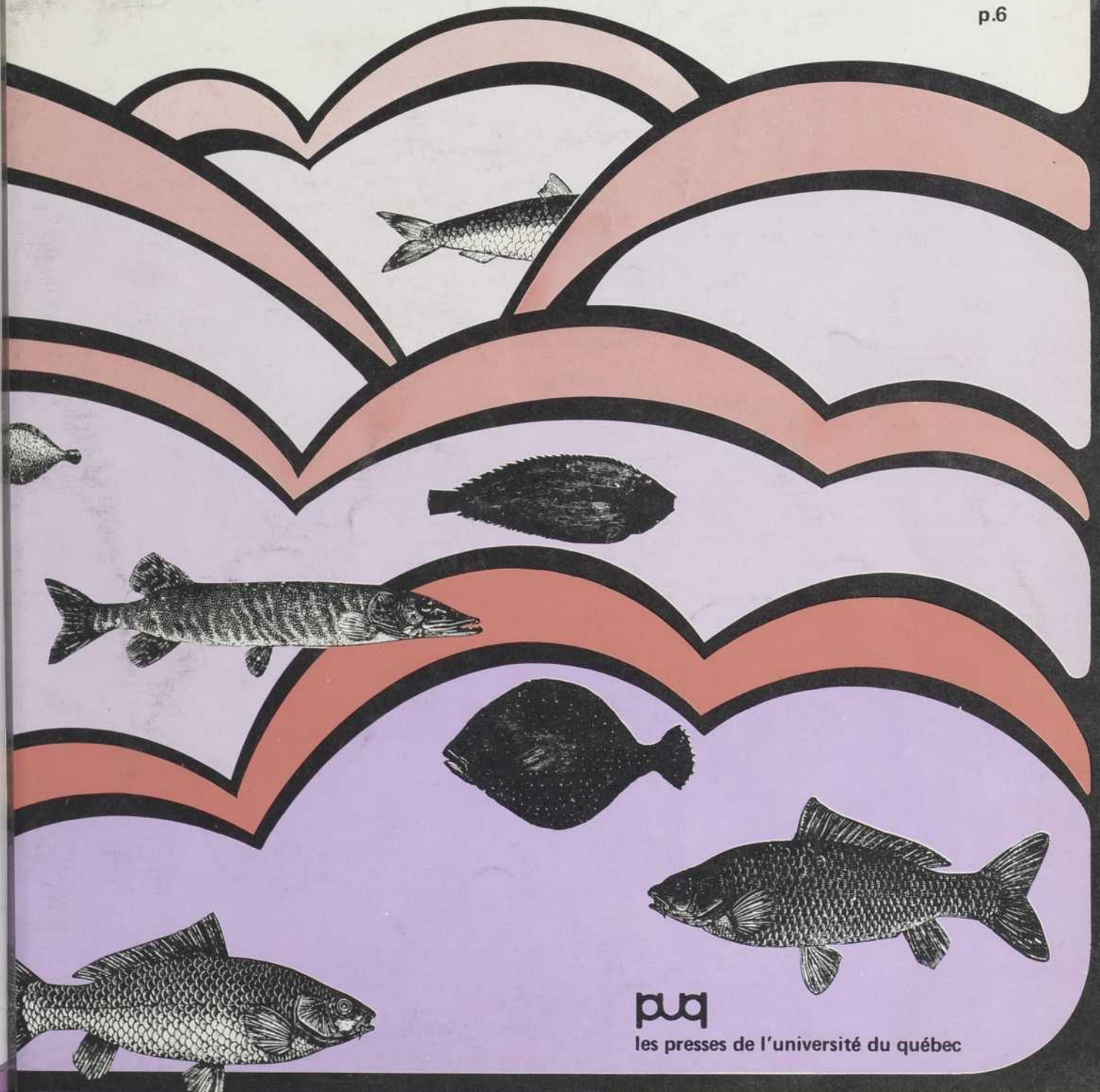
MÉDECINE ET ORDINATEUR p. 14

ALMANACH ASTRONOMIQUE p. 17

NOTRE NOUVEAU CONCOURS p. 26

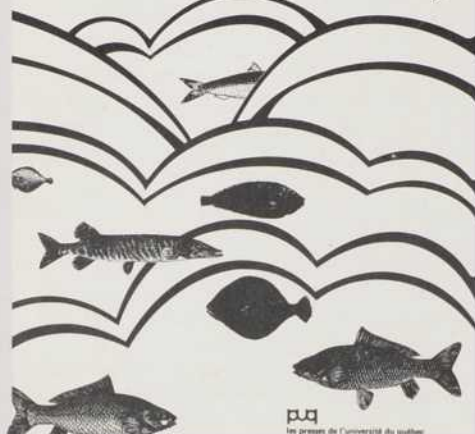
en gaspésie: des poissons vieux de 400 000 000 d'années

p.6



puq

les presses de l'université du québec



Les falaises de la Baie des Chaleurs sont célèbres dans le monde entier à cause des fossiles de vieux poissons qu'elles recèlent. Les vestiges de ces êtres vivants du passé s'avèrent indispensables à la reconstitution de la pyramide évolutive dont l'homme constitue le sommet.

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, publication conjointe du Centre de documentation de l'Université Laval et du Service des bibliothèques du ministère de l'Éducation. Tout écrit reproduit dans le magazine n'engage que la responsabilité du signataire.

Rédaction

Directrice et rédactrice en chef
Jocelyne Dugas

Secrétaire de rédaction
Jean-Marc Gagnon

Promotion et publicité
Daniel Choquette

Diffusion
Patricia Larouche

Secrétariat
Diane Guay

Réalisation graphique
couthuran et amis, québec

Impression
l'éclaireur ltée, beauceville

Diffusion dans les kiosques
les messageries dynamiques inc.

Administration

QUÉBEC SCIENCE, case postale 250, Sillery
Québec 6, Tél.: 657-2435

Abonnements

8 numéros: octobre à mai
Tarif individuel: \$3 (Canada) \$3.50 (étranger)
\$10 (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

Claude Arseneau, Association des jeunes scientifiques
Armand Bastien, coordonnateur de chimie-physique,
Commission des écoles catholiques de Montréal
André Beaudoin, Éducation et affaires étudiantes,
ministère de l'Éducation

Paul Bélec, professeur, Centre de recherches urbaines
et régionales (INRS), Université du Québec

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

Roger Blais, professeur de physique, CEGEP de
Sainte-Foy

Claude Boucher, professeur de mathématiques,
Université de Sherbrooke

Yvan Chassé, professeur, Département de physique,
Université Laval

Pierre Dansereau, directeur, centre de recherche
écologique de Montréal (CREM)

Jacques Desnoyers, professeur de chimie,
Université de Sherbrooke

Guy Dufresne, directeur des projets spéciaux,
Consolidated Bathurst

Pierre Dumas, chercheur, Société Radio-Canada

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

Serge Fradette, étudiant, Université de Montréal

Jean-Claude Gauthier, étudiant, Collège Bourget,
Rigaud

Gordin Kaplan, professeur de biologie, Université
d'Ottawa

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

Guy Rocher, professeur de sociologie, Université
de Montréal

Jacques Sicotte, étudiant, CEGEP Bois de Boulogne

Guy Simard, étudiant, CEGEP du Vieux-Montréal

SOMMAIRE

- 4 **Au Centre de recherche industrielle de Québec, PREMIÈRE DÉCOUVERTE À PORTÉE INTERNATIONALE**, par Jacques Guay
Une entrevue avec le directeur du CRIQ, M. Michel Normandin, sur l'organisation de ce centre et le rôle qu'il se prépare à jouer.
- 6 **La Gaspésie, PARADIS DES VIEUX POISSONS**, par Yvon Pageau
Des fouilles ont révélé l'existence en Gaspésie de poissons âgés de 350 à 400 millions d'années.
- 9 **LE MESSAGE DE L'ATOME**, par Léonard F. Bélanger
Témoignage d'un chercheur sur la découverte et le développement de l'autoradiographie.
- 12 **LES PHÉNOMÈNES IRRÉVERSIBLES**, par Jacques E. Desnoyers
On n'a jamais vu un oeuf frit revenir dans sa coquille. L'auteur explique pourquoi certains changements qu'on peut observer tous les jours, sont irréversibles.
- 14 **L'ordinateur, UN ASSISTANT-MÉDECIN PROMETTEUR**, par Bernard Germain, Francine Fontaine, Jean-Pierre Joyal, Marie-Josée Péter et Daniel Rondeau
Un article qui met à la portée de tous des renseignements exclusifs sur l'usage et l'avenir de l'ordinateur en milieu hospitalier.
- 17 **ALMANACH ASTRONOMIQUE 1972**, par le Centre de Québec de la Société royale d'astronomie
Le tableau d'observation du ciel en 1972 présenté avec les explications appropriées.

RUBRIQUES

- 3 **Éditorial: NOTRE MONDE CASSÉ, COMMENT LE RÉPARER?**
par Jocelyne Dugas
- 20 **ENVIRONNEMENT: POURQUOI LES GROS MANGENT-ILS LES PETITS?**
par Armand Rousseau
- 24 **L'expérience du mois: L'INFORMATIQUE DÉMYSTIFIÉE**, par Michel Boudoux
- 26 **CONCOURS**
- 27 **Échec et maths**, par Claude Boucher
A vous de jouer, par Jean-Marc Fleury et Laurent Bilodeau
- 28 **Comment on devient — PHOTOGRAMMÈTRE**, par Jean-Marc Gagnon
- 31 **FLASH**, par Jean-Marc Gagnon
- 34 **Voulez-vous lire?**
- 35 **Vous dites?**

notre monde cassé comment le réparer?

par Jocelyne Dugas

«Croyez-vous vraiment à la lutte contre la pollution ou en parlez-vous tout bonnement parce que c'est un sujet à la mode?», nous demande une lectrice dont nous publions les réflexions dans ce numéro. Et elle attire notre attention sur l'illogisme de promouvoir la recherche océanographique sous un de ses aspects les plus alléchants, l'exploitation du pétrole sous-marin, qui risque de contaminer les mers tout en stimulant le développement économique. Pourtant, dit-elle en substance, du même souffle votre revue prône la protection de l'environnement.

Force nous est d'admettre que cette correspondante a mis le doigt sur la plaie. Dans la société surindustrialisée dont nous sommes tous tributaires, la croissance économique engendrée par le progrès technique peut-elle primer sur les besoins vitaux de l'homme? C'est là le dilemme auquel nous faisons face. L'alternative, sans nuances, est la suivante: ou bien nous revenons plus de cent ans en arrière et acceptons de sortir de nos vies, entre autres choses l'automobile, l'avion, l'éducation de masse, les services sociaux. Ou bien nous nous résignons à attendre l'extinction de la planète. Pourtant, il doit bien exister une voie d'avenir. Les moyens de communication de masse ont réussi à sensibiliser le public à la question — même le bambin de quatre ans connaît la signification du mot «pollution». Mais l'homme de la rue se sent terriblement impuissant devant le problème et se rend compte que malgré leurs efforts les mouvements contre la pollution n'ont pas encore mobilisé efficacement les énergies collectives même s'ils ont contribué à susciter la création de ministères de l'Environnement. Mais dans quel sens l'opinion publique, alertée, doit-elle les pousser à agir?

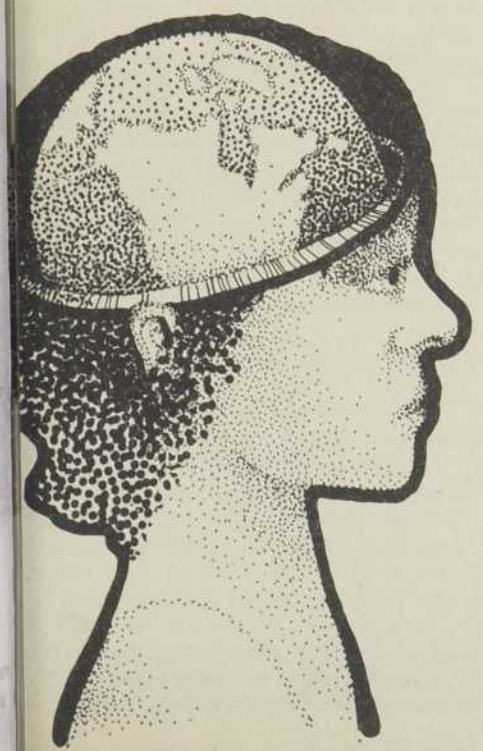
Les nations, dans la recherche des solutions, sont dépendantes les unes des autres. Nos voisins des USA, inventeurs et premières victimes de la société de consommation, ont réfléchi à la question. Voici quelques remèdes que leurs observateurs proposent. Tout d'abord, ils attribuent l'essentiel de nos difficultés à l'incohérence et à la fragmentation de nos initiatives publiques et privées. Dans un système de libre entreprise, comment faire l'unanimité entre les citoyens à la recherche du profit financier et les citoyens ordinaires qui en font les frais? Là comme en bien d'autre domaines, on se trouve acculé à un choix de valeurs, d'options globales.

La solution est politique. Inutile, disent les analystes américains, de perdre du temps et des énergies à discuter publiquement le pourcentage de leurs profits que les firmes industrielles devraient consacrer à la lutte antipollution. Il est déjà trop tard, le mal est fait: *tous* les profits de *toute* l'industrie américaine ne suffiraient pas à le guérir. Ce qu'il faut, c'est obliger l'entreprise privée à considérer comme allant de soi les nouvelles exigences de la population en matière d'environnement. Dans le système actuel de concurrence, les compagnies les plus ouvertes à leurs responsabilités sociales sont désavantagées par rapport aux autres. Dans ce cas, nous devons repenser les règles de l'économie. En effet, le jeu des marchés ne tient pas compte du coût de l'air et de l'eau dans les frais de production et le prix des produits, comme il le fait pour la main-d'oeuvre, le sol, le matériel, le temps. Ces matières devenues rares et jusqu'à présent gratuites appartiennent à la collectivité. Pourtant, le «système» a permis à des individus et des corporations de s'enrichir à même le patrimoine public sans payer de tribut à l'État et en épuisant les richesses naturelles.

Alors que faire? Le gouvernement devrait imposer une taxe ascendante proportionnelle à la quantité et à la gravité des polluants mis en circulation. Cette mesure, échelonnée sur un certain nombre d'années — cinq ou dix ans peut-être — éviterait la ruine aux entreprises créées sous l'ancien régime. Elle les forcerait, au même titre que les firmes nouvelles, à trouver des techniques plus conformes à une saine écologie. A ces directives impérieuses s'ajouteraient, plus rigoureuses et plus sévèrement appliquées encore qu'aujourd'hui, des sanctions judiciaires qui contribueraient à neutraliser les effets nocifs de l'industrialisation. De la sorte, l'innovation, cheval de bataille de certaines politiques scientifiques, se verrait soumise à la nécessité du rendement en termes de protection de l'environnement.

Des mesures économiques et légales de cette nature, indispensables dès à présent à notre survie, impliquent une conversion des mentalités, autant chez le consommateur que chez le producteur et le législateur. Profit et service à la collectivité sont deux notions qui doivent dorénavant aller de pair. D'ailleurs, les hommes d'affaires qui ont de l'envergure ne voient pas les choses d'un si mauvais oeil qu'on pourrait le croire. Ainsi, Henri Ford II, dont les propos ont été rapportés par la revue «Fortune», envisage avec réalisme la diminution des profits à court terme. Il se dit que «le client a toujours raison» et que si le public veut un monde non pollué, c'est aux industriels à le lui donner en y cherchant leur bénéfice, dans un régime concurrentiel équitable.

Le rôle de l'État dans cette première étape de la reconquête de l'environnement est primordial. Il lui faut mettre l'accent sur la compétence et l'efficacité de ses fonctionnaires. Ces derniers devront se départir des méthodes tâtilonnes de la bureaucratie traditionnelle, que les entrepreneurs exècent tout en y puisant, très souvent, des occasions de patronage. La collusion fréquente entre certains milieux financiers et les politiciens est un fait bien connu. Les lenteurs et le blocage de l'action antipollution, aux niveaux législatif et judiciaire, pourraient s'expliquer alors assez facilement. Le salut repose donc sur une armée de citoyens objectivement renseignés par les *mass-media* et déterminés à user de leurs pouvoirs sur les dirigeants politiques pour qu'ils défendent le bien commun, mission unique qu'ils ont reçue de leurs électeurs. Il nous faut récrire les règles du jeu en alignant l'économie, système artificiel, sur le *milieu, système naturel*. Enfin, nous devons préparer des écologistes au fait de la complexité des problèmes et rompus aux nouvelles méthodes multidisciplinaires. C'est l'Université qui a donné naissance aux découvertes géniales exploitées par des apprentis-sorciers. C'est elle qui, décloisonnée et ouverte au monde extérieur, doit maintenant produire les cerveaux humanistes capables de rassembler les morceaux du puzzle qu'est devenu notre monde cassé. ■



au centre de recherche industrielle du Québec première découverte à portée internationale

par Jacques Guay

Créé depuis plus de 2 ans par l'Assemblée nationale, le Centre de recherche industrielle du Québec (CRIQ) a très peu fait parler de lui jusqu'à présent. Par modestie peut-être. Mais surtout parce qu'il lui fallait d'abord calculer ses chances de succès et établir une stratégie. En effet, vouloir créer, produire et mettre en marché des produits nouveaux au Québec et ce en étroite coopération avec des entreprises industrielles et commerciales privées, constitue un défi de taille. La recherche industrielle comme la propriété des établissements échappe en majeure partie aux Québécois: la conception des produits nouveaux s'effectue ailleurs. C'est pour tenter de renverser cette situation de dépendance que le CRIQ a été fondé. Notre collaborateur, Jacques Guay, chroniqueur parlementaire au «Journal de Montréal» et au «Journal de Québec», a rencontré le directeur du Centre, M. Michel Normandin.

D'ici quelques semaines si ce n'est déjà fait, le Centre de recherche industrielle du Québec exposera sur le plan international sa première «découverte» mise au point avec une entreprise privée.

Mais au moment où nous avons rencontré le directeur du Centre, M. Michel Normandin, la découverte, l'entreprise, la date de divulgation, tout cela était tenu sous le plus rigoureux des «top secret».

Le Centre, créé officiellement le 12 décembre 1969, après quatre ans d'études et de discussions, n'a démarré qu'en mai 1970. Il a commencé à oeuvrer vraiment il y a moins d'un an.

En décidant de se donner un tel instrument, le gouvernement québécois n'a fait que répéter le geste de l'Ontario en 1930, celui de la Colombie Britannique en 1944 et de quatre autres provinces depuis la guerre, l'Alberta, le Manitoba, la Nouvelle-Écosse et le Nouveau-Brunswick.

Produits nouveaux et québécois ○ Le but de cet organisme est de susciter la fabrication au Québec de produits nouveaux ainsi que la découverte de machinerie ou de procédés susceptibles d'améliorer la production.

Présentement le Centre travaille à une dizaine de projets et en négocie une vingtaine d'autres. Il emploie 91 chercheurs et techniciens dont 59 à Québec, 24 à Montréal et 8 à Sherbrooke. L'une des premières décisions prises par le Conseil d'administration du Centre, une corporation de la Couronne dépendant du Ministre de l'industrie et du commerce, fut de se décentraliser, contrairement à la loi initiale qui prévoyait en concentrer les activités à Québec.

Le directeur, M. Normandin, ex-doyen de la Faculté des sciences à l'Université de Sherbrooke, explique que c'est pour mieux répondre à son rôle de stimulant de la recherche dans les entreprises et de favoriser le développement industriel en dehors de la région de Montréal que le Centre a ainsi décidé d'être présent dans plusieurs régions.

Pour débiter, le Centre a également choisi de concentrer ses efforts dans les domaines de l'électronique, de la mécanique industrielle et des matériaux. L'équipe de Sherbrooke, logée à même l'Université, se consacre à l'électronique, celle de Québec à la mécanique industrielle et aux matériaux et celle de Montréal «couvre la gamme complète des activités du Centre».

Suivant la loi qui l'a créé, il poursuit trois buts:

1. la recherche en sciences appliquées effectuée soit dans ses propres laboratoires, soit dans ceux de d'autres centres de recherche;
2. la mise au point de produits, procédés et appareils industriels ou scientifiques;
3. la cueillette et la diffusion d'informations d'ordre technique et industriel.

Le dernier but, quoique moins spectaculaire, permettra peut-être au plus grand nombre d'entreprises, surtout les plus petites, de bénéficier de ses services.



M. Michel Normandin, président et directeur-général du Centre de recherche industrielle du Québec (CRIQ).

Éviter les recherches inutiles ○ Dans une conférence qu'il prononçait, à Montréal, le 29 novembre 1971, M. Normandin expliquait: «Il est essentiel de mettre à la portée de tous les milieux industriels et en particulier de la petite industrie, un service d'information qui lui permette de trouver la solution à une foule de problèmes techniques sans devoir recourir à des recherches coûteuses et souvent inutiles».

Le service d'information scientifique et technique du Centre a inventorié au-delà de 400 banques d'information, la plupart américaines, et établi des mécanismes lui permettant de profiter au maximum de ces ressources. «Nous ne désirons pas mettre sur pied une bibliothèque importante, a souligné M. Normandin, mais plutôt utiliser les services des bibliothèques existantes déjà pourvues de collections et de monographies». Ainsi le Centre a conclu une entente avec la bibliothèque des sciences d'Ottawa selon laquelle un employé du Centre y est affecté et peut lui fournir dans les 24 heures tout document disponible. Dès octobre 1971, le volume des demandes quotidiennes dépassait la trentaine et obligeait le CRIQ à engager un second chercheur.

Le Centre a également établi un fichier sur les spécialistes rattachés aux différents organismes avec lesquels il a déjà conclu des ententes lui permettant ainsi de trouver rapidement la solution aux demandes formulées par les industriels.

D'autre part, il se propose d'aider les entreprises québécoises à profiter davantage des subventions fédérales à la recherche en les aidant à constituer les dossiers exigés par les services fédéraux, dossiers que ne peuvent souvent pas préparer les petites entreprises.

Mais l'activité essentielle du Centre sur laquelle on fonde le plus d'espoirs, c'est évidemment la recherche. Entre une découverte en laboratoire ou une idée géniale et la mise sur le marché d'un produit, il faut suivre un long processus jusqu'ici inaccessible à de nombreuses entreprises et aux chercheurs: d'abord s'assurer de la valeur du produit, mettre au point une méthode de production de masse qui permette de la fabriquer à un coût répondant aux besoins du marché, et, bien sûr, lorsque ces étapes sont franchies, trouver des débouchés tant à l'étranger qu'au Québec. En définitive, répéter dans tous les domaines et le plus souvent possible l'exploit du «skidoo» de Bombardier.

Collaborer avec l'entreprise privée ○

Puisqu'il a pour objectif de susciter la production d'objets nouveaux au Québec même, le Centre se doit de toujours collaborer avec des entreprises privées.

Il peut s'agir aussi bien d'une découverte réalisée expérimentalement dans un laboratoire de recherches pures, dans une université par exemple, que d'un prototype (ou d'une idée de prototype), mis au point par le Centre lui-même. Dans tous les cas, il se cherche un partenaire: une entreprise intéressée à se lancer dans cette production. L'une de ses tâches essentielles consiste à aider, à leur demande, les entreprises incapables, seules, de passer à travers le long cheminement qui va de la table à dessin à l'appareil qui révolutionnera le marché.

Mais le Centre ne fait pas de cadeaux pour autant. Il n'est pas là pour subventionner l'entreprise privée. S'il partage les risques de la recherche, il entend également participer aux profits, soit sous forme d'actions, soit sous forme de «royalties», et exige toujours que la fabrication soit québécoise.

Avant de se lancer dans des mises au point parfois fort longues, il doit s'assurer d'abord des perspectives d'avenir du produit qu'il veut lancer ou de la nouvelle méthode de production qu'il veut trouver. Pour ce faire, des études de marketing s'imposent au départ: la règle d'or du Centre voulant que tout effort ait un résultat pratique.

Lentement mais sûrement ○

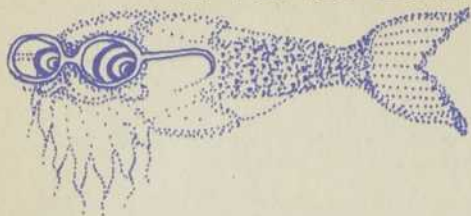
Le CRIQ progresse lentement mais sûrement. D'ici un an, il sera doté de véritables laboratoires industriels situés à côté du Complexe scientifique du Gouvernement du Québec à Sainte-Foy, grand bâtiment aux innombrables ailes construit pour regrouper les chercheurs des différents ministères québécois. En plus du CRIQ, le complexe abrite l'Institut national de la recherche scientifique (INRS). Cette année, le CRIQ ne prévoit pas dépenser plus de 3 1/2 millions de dollars sur le budget de 4 1/2 millions mis à sa disposition par le gouvernement.

S'il évite, par ailleurs, la publicité c'est, explique son directeur, que sa formule est encore expérimentale. «Il n'est pas question, souligne M. Normandin, de lancer une invitation générale aux entreprises. Il nous faut d'abord savoir si notre méthode de fonctionnement est rentable».

D'autre part dans un tel domaine qui implique fatalement des intérêts considérables, les partenaires font preuve d'une grande prudence. Ainsi le Centre est encore à négocier une entente avec les différentes universités qui lui permettrait de pousser plus avant certaines de ses découvertes et de recourir à leurs chercheurs pour certaines études nécessaires dans le cours de ses recherches appliquées.

Pour toutes ces raisons, ce qui entoure le Centre et ses activités demeure mystérieux. M. Normandin se dit cependant optimiste. Le CRIQ devrait, selon lui, doubler ou même tripler son personnel d'ici quelques années. C'est cependant sur les effets indirects de ses «découvertes» qu'il mise le plus. «Les retombées, prédit-il, peuvent être considérables: nouvelles entreprises, agrandissement des entreprises existantes mettant sur le marché des produits nouveaux...»

Il note enfin que pour ne pas décevoir personne, «le Centre n'a pas cherché à se bâtir une image. Il espère montrer bientôt des réalisations.» ■



paradis des vieux poissons

par Yvon Pageau

La Gaspésie se présente comme le paradis des vieux poissons qui ont vécu il y a 350 et 400 millions d'années. L'auteur de cet article, le paléontologue Yvon Pageau, relate les principales fouilles effectuées sur le terrain en vue de retracer des spécimens et livre les conclusions de ses recherches personnelles.

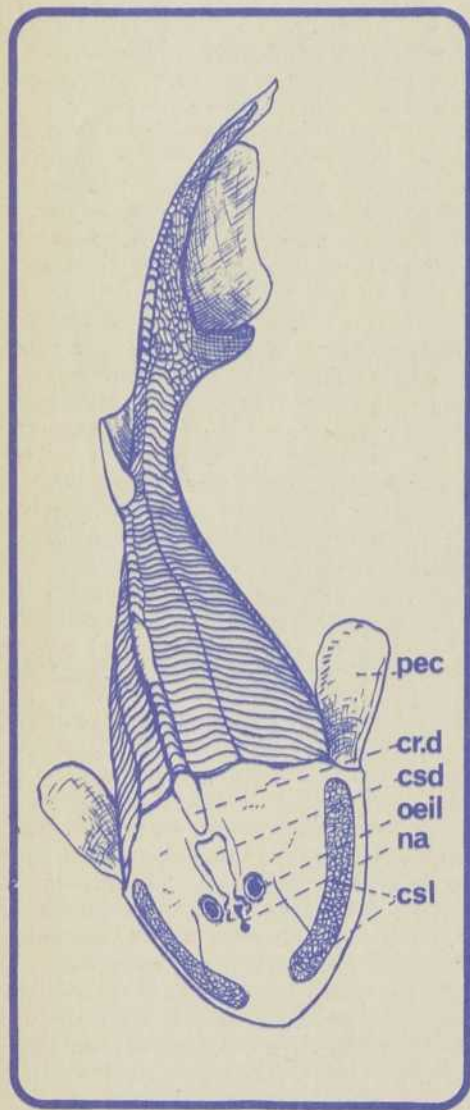


Figure 1 — Hemicyclaspis

pec, nageoire pectorale en forme de pagaie.

cr.d, crête dorsale.

csd, champ sensoriel dorsal.

na, orifices naso-hypophysaires.

csl, champ sensoriel latéral.

Note: ce dessin est l'oeuvre de Jacques Tardif, étudiant en Sciences de la Terre à l'Université du Québec à Montréal.

Il y a plus de cent ans, avant même la Confédération, le Canada invitait Sir William E. Logan d'Angleterre à fonder la Commission géologique du Canada. C'était seulement quelques années après que les géologues anglais, W. Smith, R. Murchison et A. Sedgwick, venaient de révéler au monde que les formations rocheuses de l'Angleterre n'étaient pas toutes du même âge.

Griserie générale. Le Tsar de Russie conviait Murchison à Moscou et le Canada invitait Logan. L'un des premiers travaux géologiques entrepris par Logan fut l'étude des formations rocheuses de la Gaspésie et particulièrement celle des falaises qui bordent la Baie de Gaspé. La ressemblance de ces roches avec celles de l'Angleterre connues sous le nom de Vieux grès rouges le frappa. Par exemple, à l'un et l'autre endroit, la roche portait des empreintes de plantes similaires. Logan confia donc à W. Dawson le soin d'étudier les plantes fossiles des formations rocheuses qu'il venait de décrire sous le nom de Grès de Gaspé.

Figure 2 — *Cephalaspis dawsoni* Lankester
Spécimen unique trouvé par un assistant de Dawson il y a plus de cent ans dans les Grès de Gaspé du Dévonien moyen et conservé au Redpath Museum de l'Université McGill.



Un jour, un des assistants de Dawson sur le terrain, trouva un poisson imprimé sur une roche. Ce spécimen unique est toujours conservé au Musée Redpath de l'université McGill à Montréal. Lankester (1870) l'a immédiatement décrit et nommé *Cephalaspis dawsoni* Lankester. *Cephalaspis*, parce que la tête de ce poisson avait la forme d'un bouclier constitué d'un tissu osseux rigide (*Cephalaspis* vient de deux mots grecs, *képhalè*: tête et *aspis*: bouclier) et *dawsoni* en l'honneur de Dawson. A ce moment-là, on n'avait aucune idée de l'âge de ce poisson. On savait seulement qu'il appartenait à l'époque dévonienne qui a suivi les époques cambrienne, ordovicienne et silurienne. On estime aujourd'hui que l'époque dévonienne se situe entre 400 et 350 millions d'années. Par contre, comme tout indique que les Grès de Gaspé sont du début du Dévonien (ou comme l'on dit en géologie, du début du Dévonien moyen), on pense que ce poisson est âgé de 380 millions d'années.

Cent ans après ○ En 1946, L.S. Russell (1947) découvrait dans les falaises de Cap-aux-Os, un petit village à 20 milles à l'est de Gaspé sur la rive nord de la Baie de Gaspé, des fragments de poissons fossiles qu'il décrivait quelques années plus tard (Russell, 1954). Bien que Russell ne disposait que de fragments, il se crut justifié de créer une nouvelle espèce sous le nom de *Cephalaspis westolli* Russell en l'honneur de T.S. Westoll de Londres qui prétendait avoir découvert le même gisement quelques années auparavant.

Si Russell donnait l'endroit exact de sa découverte, les notes laissées par Dawson manquaient de précision: «Spécimen découvert sur la rive nord de la Baie de Gaspé». Or, cette rive s'étend sur plus de 20 milles. Pourtant, avec ces minces indications, nous sommes partis à la recherche de poissons fossiles âgés de quelques 380 millions d'années. Une fouille minutieuse pendant deux étés consécutifs nous a amenés à découvrir plusieurs gisements fossilifères et à monter une importante collection de poissons fossiles, collection qui se trouve maintenant au Musée National d'Ottawa et qui a été décrite dans *Le Naturaliste canadien* récemment (Pageau, 1968 et 1969).

Nous avons trouvé toute une faune ichtyologique, c'est-à-dire plusieurs spécimens de plusieurs espèces et appartenant à plusieurs groupes de poissons.

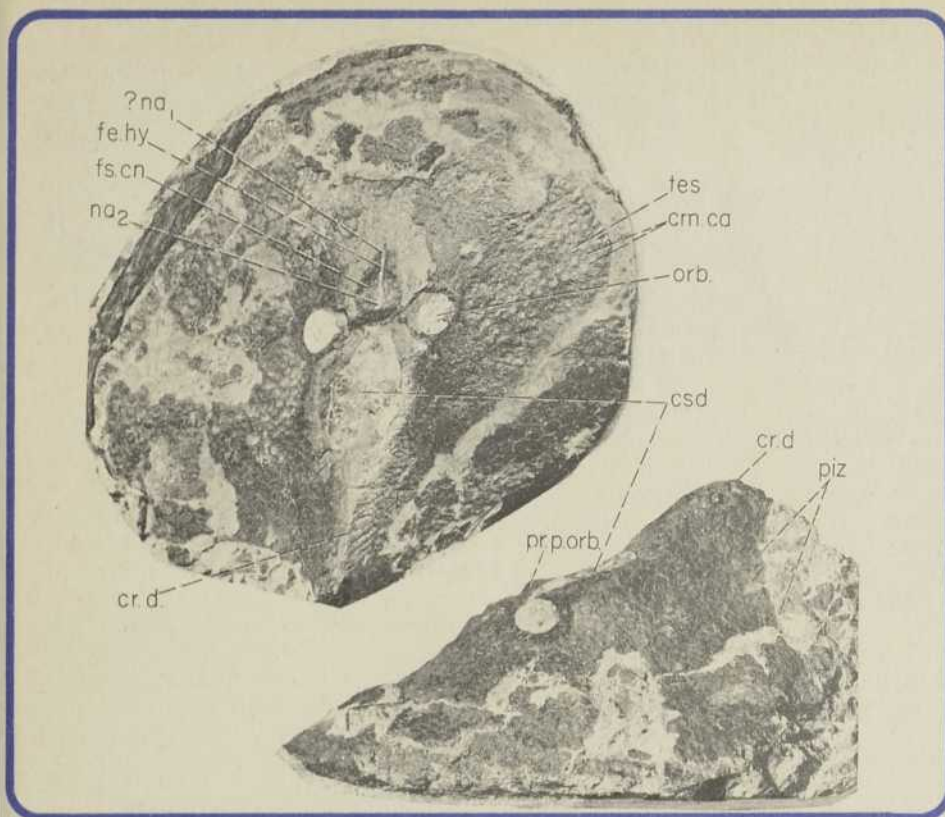


Figure 3 — *Cephalaspis westolli* Russell

En haut, à gauche vue dorsale; en bas à droite, vue labérale. cr.d., crête dorsale; csd, champ sensoriel dorsal; orb, orbite, na₁, na₂, orifices naso-hypophysaires, tes, «tesserae» ou plaques polygonales. Note: les cornes ne sont pas présentes sur ce spécimen.

Contentons-nous, ici, de décrire les espèces de *Cephalaspis*. D'abord, nous avons découvert des dizaines de bons spécimens de *Cephalaspis westolli* Russell qui nous ont permis d'ajouter beaucoup à notre connaissance de cette espèce. Nous avons aussi découvert et décrit deux nouvelles espèces: *Cephalaspis lunata* Pageau et *Cephalaspis peninsulæ* Pageau.



Figure 4 — *Cephalaspis westolli* Russell

A droite, nageoire pectorale en forme de pagaie, couverte de plaques polygonales. A gauche, moulage de la même nageoire; détail agrandi des plaques polygonales.

Poissons sans mâchoires ○ Qu'est-ce que qu'un *Cephalaspis*? Pour comprendre ce qu'est un *Cephalaspis*, il faut d'abord parler du genre *Hemicyclaspis murchisoni* (Egerton), un très proche parent. *Hemicyclaspis* et *Cephalaspis* sont des poissons très primitifs. Il y a de quoi avec cet âge de 380 millions d'années! Mais on les dit primitifs surtout à cause de leur morphologie. Par exemple, ces animaux ne possèdent pas de mâchoires. Pour cette raison, on les classe dans un groupe nommé agnathes (de deux mots grecs, a: qui signifie la négation ou l'absence de quelque chose et gnathos qui eut dire mâchoire). Chose étrange, la lamproie actuelle est aussi un agnathe, car elle n'a pas de mâchoires. On pense donc que les *Cephalaspis* constituent les lointains ancêtres de la lamproie. Une chose est certaine, c'est que cette absence de mâchoires chez les uns et les autres fait que l'on ne considère pas ces animaux comme de vrais poissons. Si bien que lorsque les paléontologues parlent de poissons pour ces animaux, ils mettent toujours le terme «poissons» entre guillemets. Si l'usage courant les désigne comme «poissons», c'est seulement parce qu'ils vivaient dans le même milieu aquatique que les vrais poissons.

Il existe toutefois des différences entre les *Cephalaspis* du Dévonien et la lamproie actuelle. Les *Cephalaspis* ont une grosse tête formée d'une carapace osseuse rigide et d'une seule venue, d'où ils tirent leur

nom, d'ailleurs. Par contre, un autre trait anatomique commun aux lamproies actuelles et aux *Cephalaspis* du Dévonien inférieur consiste en une bouche circulaire en position ventrale. En conséquence, les uns et les autres sont classés dans une même catégorie: les cyclostomes (de deux mots grecs, *cyclos*: circulaire et *stoma*: bouche).

Croissant de lune ○ *Cephalaspis westolli* Russell ressemble beaucoup à *Hemicyclaspis* mais en diffère tout de même. Par exemple, il possède de grandes cornes près des nageoires pectorales, un tissu osseux très épais sur la tête dont la partie antérieure a la forme d'une ogive. Les nageoires pectorales portent des plaques polygonales semblables à celles de la tête. Voilà quelques-uns des caractères qu'on a pu ajouter à la description de Russell (figures 3 et 4).

Cephalaspis lunata Pageau. Basée sur un seul et unique spécimen, la description de cette nouvelle espèce est caractéristique. Par exemple, sa tête ressemble à un croissant de lune (d'où son nom de *lunata*), forme bien différente d'une ogive. Contrairement au *Cephalaspis westolli*, on peut voir les plaques polygonales du *Cephalaspis lunata* à l'oeil nu. Elles sont, de plus, dotées de tubercules allongés en fort relief tandis que celles de *Cephalaspis westolli* sont à peu près lisses (figure 5).

On pourrait poursuivre ainsi la description détaillée des différentes espèces, mais l'espace manque. Rappelons toutefois que nous n'avons pas vu un seul fragment pouvant appartenir à *Cephalaspis dawsoni* Lankester en tant que tel. D'autres fouilles s'avèrent donc nécessaires. D'autant plus, que nous n'avons pas trouvé seulement des *Cephalaspis* dans les Grès de Gaspé mais également des vrais poissons, tout aussi vieux, qui appartiennent à trois grands groupes: 1. des Arthrodières (de la classe des Placodermes); 2. des Acanthodiens et 3. des Sélaciens (du type requin). Cet assemblage faunique est extrêmement intéressant parce qu'on a trouvé des faunes similaires, voire même identiques dans plusieurs cas, en Angleterre, en Podolie (en URSS) et dans l'île du Spitzberg.

Des vidangeurs ○ Regardons de près *Hemicyclaspis* (figure 1). La tête est formée d'un bouclier osseux monolithique et les yeux, situés sur le dessus de la tête et très rapprochés l'un de l'autre. Par contre, la bouche circulaire se trouve sur le ventre. Ces deux caractères anatomiques indiquent que ces «poissons» étaient des animaux benthoniques (du mot grec *benthos* qui veut dire fond), c'est-à-dire des animaux vivant sur le fond boueux des eaux (mers, lacs, lagunes, cours d'eau) à même les débris organiques en

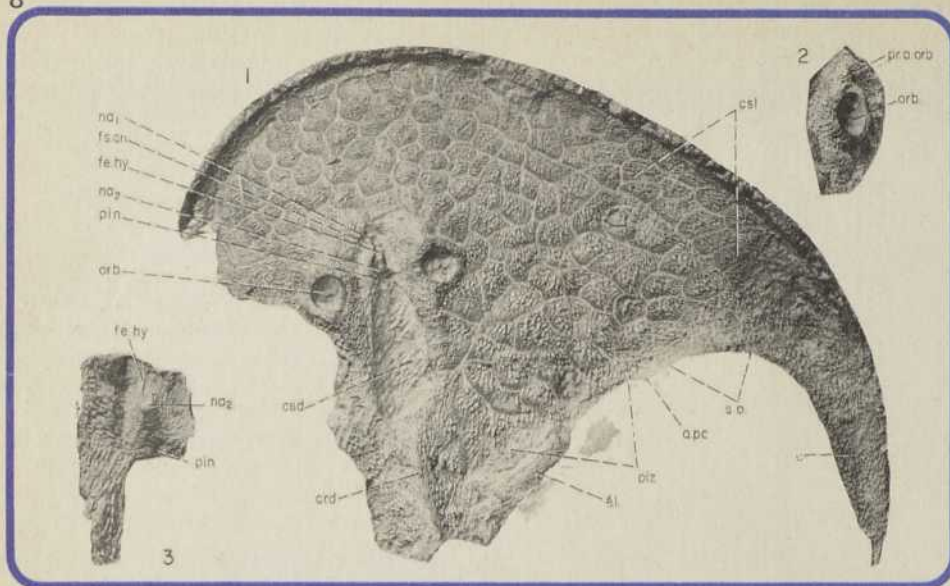


Figure 5 — *Cephalaspis lunata* Pageau
Noter les plaques polygonales tuberculées et la forme de la partie antérieure de la tête en croissant de lune.

décomposition. Il n'y a pas de doute que ces «poissons» se déplaçaient lentement et que, préoccupés qu'ils étaient à ingérer les débris organiques par leur bouche ventrale, leurs yeux en position dorsale leur permettaient d'exercer une vigilance constante à l'égard d'agresseurs ou de prédateurs éventuels, et de poursuivre leur travail de vidangeurs. Ils pouvaient cependant, à l'occasion accélérer comme en font foi leurs deux nageoires pectorales symétriques en forme de pagaie à la jonction du bouclier céphalique et du thorax, ainsi que leur grande nageoire caudale (queue).

Ce devait être aussi des «poissons» très sensibles à toutes sortes de facteurs physico-chimiques. On retrouve sur leur tête des organes sensoriels très développés bien qu'on n'en connaisse exactement ni la nature ni la fonction. La tête constituée d'un bouclier osseux monolithique s'avère, en fait, formée de petites plaques polygonales soudées les unes aux autres lorsqu'on l'observe à la loupe binoculaire (figures 4 et 5). Cependant, à trois endroits (plages), ces plaques n'apparaissent pas. On suppose que s'il y avait des plaques polygonales en ces endroits, elles n'étaient pas soudées entre elles puisqu'on ne les retrouve pas en place sur les fossiles. L'une de ces plages se situe derrière les yeux en position médiane. Les deux autres, étroites, suivent les bords latéraux du bouclier céphalique. Si l'on fait une lame mince dans la masse osseuse, on s'aperçoit que des vaisseaux passent d'une plaque polygonale à l'autre. De plus, l'innervation et la vascularisation de ces plages sans plaques est très développée. Tout cela indique la présence d'organes sensoriels importants qui devaient être sensibles à la concentration des minéraux dans l'eau à la pression et donc à la profondeur, à l'acidité, à la salinité et à la lumière. (Ces plages portent le nom de champs sensoriels dorsal et latéraux: csd et csl).

La Gaspésie, paradis des vieux poissons

La Gaspésie se présente comme un paradis des vieux poissons qui ont vécu entre 350 et 400 millions d'années, surtout quand on pense à ces falaises de la Baie des Chaleurs, près d'un petit village nommé Escuminac et célèbre dans le monde entier pour ses poissons fossiles du Dévonien supérieur. On trouve des spécimens d'Escuminac dans les plus grands musées du monde, à l'université Laval au Département de géologie sous la garde de M. René Bureau, au Département des sciences de la terre de l'Université du Québec à Montréal, au Musée national à Ottawa et à l'université McGill à Montréal.

Mais les collections les plus importantes sont paradoxalement en-dehors du Québec; par exemple, au Naturhistoriska Ridsmuseet de Stockholm, à l'American Museum of Natural History de New York, au Museum of Comparative Zoology de Harvard, au British Museum of Natural History de Londres, au Royal Scottish Museum d'Édimbourg, à l'Institut de paléontologie du Muséum d'histoire naturelle de Paris, au New York State Museum d'Albany, au Field Museum of Natural History de Chicago. Au Québec, il ne reste plus que le Redpath Museum de l'université McGill depuis que le Musée Provincial de Québec s'est débarrassé de ses spécimens des sciences de la nature.

Le Québec a un immense besoin de spécialistes en Sciences de la terre; il doit aussi se préoccuper de former des paléontologues qui étudieront les êtres vivants du passé, depuis les unicellulaires microscopiques si utiles dans la recherche du pétrole, en passant par les invertébrés et coquillages de toutes sortes indispensables pour la détermination de l'âge des formations géologiques, jusqu'à l'étude des Vertébrés qui comprennent les poissons, les amphibiens, les oiseaux, les reptiles, les mammifères dont l'homme représente le sommet évolutif. ■

Figure 6 — La recherche de poissons fossiles exige parfois de creuser de véritables carrières comme ici à Cap-aux-Os. Ce gisement fossilifère a fourni une douzaine de belles têtes de *Cephalaspis westolli* Russell et des centaines de fragments qui se sont révélés très utiles à la description de cette espèce.



POUR EN SAVOIR PLUS LONG

- LANKESTER, R.E., *On a New Cephalaspis Discovered in America*, Geological Magazine, vol. 7, no 75, 1870.
- LOGAN, W.E., *Géologie du Canada*, Commission géologique du Canada, Rapport des opérations jusqu'à 1863; Rapport 50, 1863.
- PAGEAU, Y., *Nouvelle faune ichtyologique du dévonien moyen dans les Grès de Gaspé (Québec)*, I. Géologie et écologie. Le Naturaliste canadien, vol. 95, no 6, pp. 1459-1497, 1968.
- PAGEAU, Y., *Nouvelle faune ichtyologique du dévonien moyen dans les Grès de Gaspé (Québec)*, II. Morphologie et systématique, Première section: Euryptérides, Ostracodermes, Acanthodiens, Le Naturaliste canadien, vol. 96, no 3, pp. 399-478, 1969.
- PAGEAU, Y., *Deuxième section: Arthrodières-Dolichothoraci*, Le Naturaliste canadien, vol. 96, no 5, pp. 805-889, 1969.
- RUSSELL, L.S., *A New Locality for Fossil Fishes and Eurypterids in Middle Devonian of Gaspé, Québec*. Contribution Royal Ontario Museum Paleontology, no 12, pp. 1-6, 1947.
- RUSSELL, L.S., *A New Species of Cephalaspis from the Devonian Gaspé Sandstone at d'Aiguillon*, Le Naturaliste canadien, vol. 81, no 12, pp. 245-254, 1954.

L'auteur est professeur en Sciences de la terre à l'Université du Québec à Montréal.

le message de l'atome

par Léonard F. Bélanger

«Or, à ce moment, voilà qu'apparurent en face du candélabre, les doigts d'une main humaine, écrivant sur l'enduit de la muraille du palais royal».
(Daniel, 5, 5)

Témoignage d'un homme qui a consacré sa vie à la science médicale, cet article sur les progrès de la recherche en radioactivité grâce à la technique de l'auto-radiographie*, saura sûrement intéresser les lecteurs de QUÉBEC SCIENCE. Telle «une main humaine écrivant sur l'enduit de la muraille», l'auto-radiographie permet de déceler et d'identifier les éléments radioactifs d'un échantillon.

Ceux qui comme moi, ont grandi au Québec dans la période préévolutionnaire (la «Révolution tranquille» évidemment), ont acquis du monde, des connaissances où étaient intimement liés, le merveilleux et le Merveilleux. La notion de radioactivité, par exemple, se prêtait admirablement à ce jeu. Les circonstances mystérieuses où elle fut révélée à Henri Becquerel en troublant ses plaques photographiques, nous rapprochaient de cette «main humaine écrivant sur l'enduit de la muraille». Le chercheur d'aujourd'hui, aux prises avec la réalité, s'en échappe parfois encore dans le rêve, peut-être parce que ce merveilleux de jadis était surtout celui du temps enchanté de la jeunesse...

Une large main argentée ○ Mon premier contact avec la radioactivité eut lieu en 1931 (il y a de ça 40 ans!) alors que jeune étudiant en médecine, je fus introduit par le professeur Gendreau dans une salle semi-secrète de l'Université de Montréal, rue Saint-Denis, où l'on gardait dans un coffre fort de plomb, le gramme de radium, don de la Province de Québec. Le coffre fort était entouré d'une série complexe de tubes de verre dans lesquels par des opérations de pompage successives, on concentrait «l'émanation», le gaz radon, qui, contenu dans de fines aiguilles, devait servir au traitement des malades. Dans la nuit, tout cet appareillage brillait d'une autoluminescence verte fort impressionnante, lampe étrange qui semblait brûler depuis le commencement des temps. Le cadre qui servait à supporter le montage délicat des tubes de verre, était décoré à son sommet d'une large main argentée de laquelle s'échappaient des rayons nommés α , β et γ .

Tout ceci prenait l'allure d'un temple autant que d'un laboratoire. A part le grand-prêtre Gendreau, seuls des lévites-techniciens pouvaient pénétrer dans cette enceinte pour le dangereux rite de la cueillette de l'émanation. Science ou magie, il y avait en tous cas, de quoi impressionner le néophyte d'occasion.

L'auto-radiographie technique d'investigation en physique nucléaire, en chimie et en biologie, n'est autre que l'application pratique du phénomène de Becquerel. Il n'est donc pas surprenant qu'elle ait été pendant trois générations, l'apanage presque exclusif de savants français. Elle est passée des mains de Becquerel à celles de Lacassagne qui s'en servit pour reconnaître la présence des métaux radioactifs dans le tube digestif de travailleurs imprudents, puis à Leblond qui s'en fit une arme dans ses admirables explorations thyroïdiennes et qui l'apporta à Montréal.

*Auto-radiographie (Dictionnaire des sciences, Presses universitaires de France, p. 23)

Image obtenue en plaçant pendant un temps convenable une lame mince de tissu biologique, ou d'autre substance, contenant un isotope radioactif en contact avec une plaque photographique que l'on développe ensuite; l'image produite montre alors la répartition de l'élément radioactif dans l'échantillon.



Le premier sandwich radioactif ○ C'est dans le laboratoire de ce dernier, à McGill, que j'eus ma seconde initiation à la radioactivité et maintenant, à l'autoradiographie.

C'était alors l'automne de 1945. Jusqu'à ce moment, cette technique ne comptait que peu d'adeptes en biologie à cause des difficultés de localisation des éléments radioactifs à l'échelle microscopique et également parce que ceux-ci étaient trop peu abondants et variés.

Nous étions au lendemain d'Hiroshima. L'industrie nucléaire allait bientôt produire toute une gamme de sous-produits propres à l'expérimentation physiologique. C'est alors que nous nous sommes attaqués au problème de la localisation microscopique.

L'image autoradiographique, obtenue jusqu'alors par contact avec la source biologique, était parfois facile à identifier, comme c'est le cas pour la thyroïde où elle provient de la colloïde entière (ronelles, R, figure 1) ou de son pourtour immédiat (images en cercle, C, figure 1).

Cette facilité étant cependant bien exceptionnelle, il fallait chercher un moyen de superposer l'image et la source. Ceci pouvait se faire après que l'image avait été obtenue, procédé qui s'avéra laborieux, hasardeux et de coût prohibitif. L'intégration pouvait aussi, en principe, avoir lieu avant la formation de l'image. Il ne s'agissait que d'y penser, semble-t-il; le tour fut joué en quelques semaines, enlevant l'émulsion de plaques photographiques et en la réappliquant sur l'objet source (dans le cas, une mince coupe histologique) après l'avoir fait fondre au bain-marie.

Le souvenir de ce samedi matin ensoleillé et froid de février 1946... il y a de ça 25 ans, où la première autoradiographie (figure 2) obtenue par le procédé d'intégration fut glissée sous l'objectif du microscope, restera à jamais gravé... Ce fut encore un moment où le merveilleux toucha au Merveilleux: «Here was another message written this time in the photographic emulsion, by the fire which had been from the beginning... For the whole world to see, the section of tissue had written in the emulsion, a story in black dots. It was spelling out secrets of synthesis, movement, lifespan» (réf. 1).

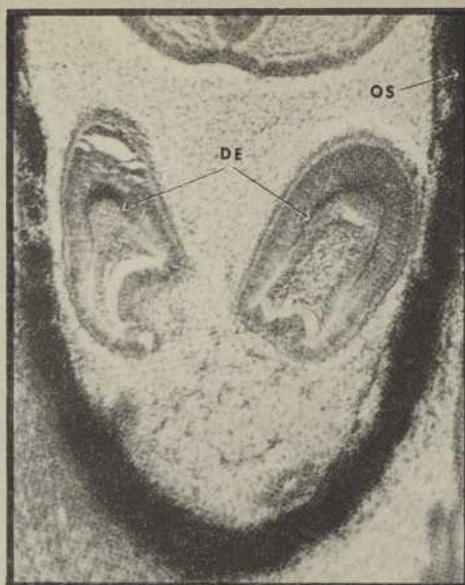


Figure 1 — Autoradiographie de la thyroïde d'un rat sacrifié 2 heures après l'injection d'iode 131 , X 138. (photo reproduite de: «Séparation et analyse histophysiological de deux fractions de la colloïde thyroïdienne chez le cobaye et le rat», par Léonard F. Bélanger et Pierre Bois. *Acta Anatomica*, 23, 219-230, 1960, et reproduite avec la permission de l'éditeur, S. Karger, Bâle, Suisse).

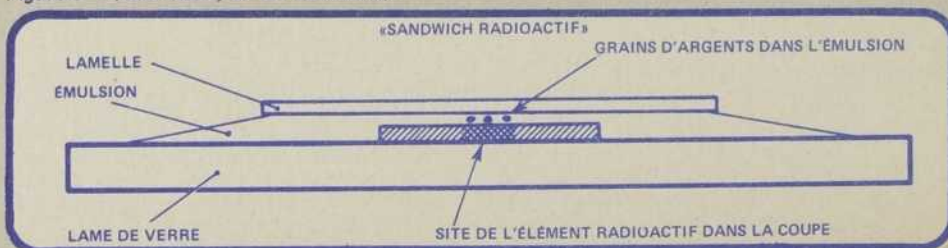


Exploration biologique ○ Une fois le premier «sandwich radioactif» fabriqué (réf. 2; fig. 3), plusieurs variantes furent proposées quant au type d'émulsion employé, quant à la façon de l'appliquer et même quant à la position des conjoints. A l'heure actuelle, plusieurs établissements de produits photographiques ont mis sur le marché, des émulsions prêtes à liquéfier. La méthode la plus courante d'appliquer celle-ci est le procédé dit de «dipping» que Bernard Messier (réf. 3) développa alors qu'il était l'élève du professeur Leblond, en 1957.

On sait la quantité et la variété d'isotopes et de produits marqués qui existent maintenant dans le commerce. L'introduction du tritium par Fitzgerald et ses collaborateurs en 1951 (réf. 4), acheva d'assurer le succès de l'autoradiographie comme méthode d'exploration biologique. En effet cet isotope à émission de faible intensité, a permis des localisations de l'ordre intracellulaire, telle la magnifique fresque publiée tout récemment par Richard Young de l'Université de la Californie (réf. 5; fig. 4): la disposition des grains de l'émulsion photographique en regard des cellules à bâtonnets de l'œil, nous fait voir la synthèse protéique qui s'opère dans le segment interne de la cellule (fig. 4A), puis la migration de la substance marquée à travers l'appareil de Golgi (B) et autour du noyau (C), son entrée (D) et sa migration dans le bâtonnet (E, F) et enfin sa disparition (G) après 14 jours.

Figure 2 — La première autoradiographie obtenue par le procédé d'intégration: mandibule de jeune souris injectée au P^{32} . L'os mandibulaire (OS) et deux portions de dent embryonnaire montrent une localisation spécifique aux zones de calcification. (photo reproduite de: «A method for Locating Radioactive Elements in Tissues by Covering Histological Sections with a Photographic Emulsion» par L.F. Bélanger et C.P. Leblond, *Endocrinology* 39, 8-13, 1946, avec la permission de l'éditeur).

Figure 3 — (Courtoisie, Dr C.P. Leblond).



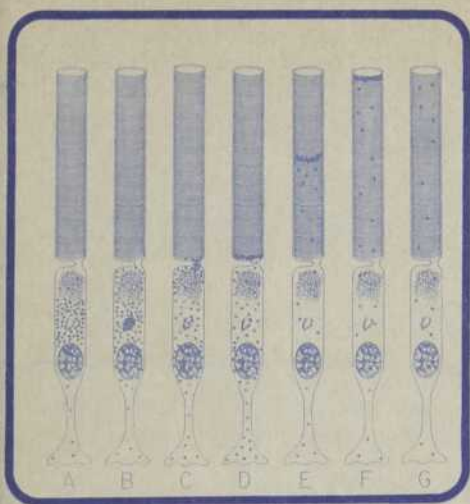


Figure 4 — Une série d'images autoradiographiques montrant le site de la synthèse protéique dans une cellule à bâtonnet de l'oeil à la suite d'injection d'un acide aminé marqué au tritium. Explication dans le texte. (Courtoisie, Dr R.W. Young).



Figure 5 — Autoradiographie au microscope électronique montrant la forme des grains de l'émulsion Ilford L4, développée au Microdol, X 25 000. (Courtoisie du Dr Miriam Salpeter; reproduite de l'article intitulé «The Incorporation of Radioactive Proline into Cultured Cells», par H.W. Israel, M. M. Salpeter et F.C. Steward, J. Cell Biol., vol. 39, pages 698-715, 1968, avec la permission de l'éditeur).

Au coeur de la cellule ○ Un autre progrès technique est également sinon davantage responsable de l'essor présent de l'histologie et de la cytologie; c'est l'avènement du microscope électronique. Celui-ci a transporté le chercheur dans la profondeur des organelles cellulaires, le mettant parfois même en contact visuel avec le monde de la biochimie, avec les molécules elles-mêmes.

L'autoradiographie y a accompagné l'explorateur cytologique mais hélas celui-ci s'est vite rendu compte que l'unité de résolution photographique, le grain de l'émulsion, était de taille et de forme complexes (fig. 5; réf. 6) qui lui interdisait l'admission au pays des ribosomes mitochondriaux, lysosomes et autres unités sub-cellulaires. Il fallait cependant compter avec l'ingéniosité humaine. Bientôt, plusieurs adeptes de l'autoradiographie électronique, dont Miriam Salpeter de l'Université Cornell, allaient employer des émulsions nouvelles (réf. 6) traitées à l'aide de révélateurs à réduction partielle, augmentant ainsi la résolution par un facteur de 2.0 (fig. 6; réf. 6).

Ceci n'est évidemment pas la fin de l'aventure. Les doigts radioactifs de la main atomique écriront longtemps pour l'humanité d'aujourd'hui et de demain, des mots dont la magie saura instruire et peut-être encore émouvoir. ■



Figure 6 — Autoradiographie au microscope électronique à partir d'émulsion Kodak NTE développée au Dektol, X 26 000. (Courtoisie du Dr Miriam Salpeter, reproduite avec la permission de l'éditeur, de l'article mentionné à la figure 5).

POUR EN SAVOIR PLUS LONG

BÉLANGER, L.F., *Opening Address. In: Use of Radioautography in Investigating Protein Synthesis*, pp. 1-6. C.P. Leblond and K.B. Warren, eds. Academic Press Inc., New York, 1965.

BÉLANGER, L.F. et LEBLOND, C.P., *A Method for Locating Radioactive Elements in Tissues by Covering Histological Sections with a Photographic Emulsion*, Endocrinology 39, 8-13, 1946.

MESSIER, B. et LEBLOND, C.P., *Preparation of Coated Radioautographs by Dipping Sections in Fluid Emulsion*, Proc. Soc. Exp. Biol. Med. 96, 7-10, 1957.

FITZGERALD, P.J., EIDINOFF, M.L., KNOLL, J.E. et SIMMEL, E.B., *Tritium in Radioautography*, Science 114, 494-498, 1961.

YOUNG, R.W., *Visual Cells*, Scientific American 223, 81-91, 1970.

ISRAEL, H.W., SALPETER, M.M. et STEWARD, F.C., *The Incorporation of Radioactive Proline into Cultured Cells*, J. Cell Biol. 39, 698-715, 1968.

L'auteur est directeur du Département d'histologie et d'embryologie à la Faculté de médecine de l'Université d'Ottawa.

les phénomènes irréversibles

par Jacques E. Desnoyers

On observe tous les jours des changements irréversibles: un glaçon fond dans un verre d'eau, une cuillerée de sucre se dissout dans une tasse de café, un oeuf cuit dans un poêlon. Dans tous ces exemples (figures 1 et 2), les systèmes ne peuvent d'eux-mêmes faire marche arrière et revenir à leur condition initiale. On n'a jamais vu un oeuf frit revenir dans sa coquille. On peut toujours refroidir un verre d'eau jusqu'à ce que l'eau gèle de nouveau, mais il faut dans ce cas changer les conditions (abaisser la température, par exemple). Quelles sont donc les forces de la nature qui causent ces transformations spontanées? Qu'est-ce qui donne la direction à une réaction?

Au début du siècle dernier, ces questions demeuraient sans réponse, faute d'explication scientifique. Paradoxalement, ce n'est pas à partir de ces problèmes que les grands thermodynamiciens du siècle dernier, tels que Carnot et Clausius, ont découvert la loi régissant l'irréversibilité de tout changement spontané, mais lors de l'étude des principes de la machine à vapeur. A cause de ses diverses formulations mathématiques, la compréhension du second principe de la thermodynamique (étude des phénomènes impliquant des échanges ou des transformations thermiques) paraît difficile au début. Pourtant, vue de façon qualitative, cette loi se formule assez simplement.

Nous savons intuitivement que les réactions qui dégagent de la chaleur sont en général spontanées. C'est le cas, par exemple, de toutes les combustions; le gaz naturel ou l'huile se transforment de façon irréversible en gaz carbonique et en vapeur d'eau, libérant ainsi une certaine quantité de chaleur servant par exemple à chauffer nos maisons. En fait, toute diminution d'énergie potentielle est accompagnée d'une perte de chaleur (conservation de l'énergie). Une pierre qui roule en bas d'une colline va éventuellement dissiper son énergie en chaleur (figure 1). On peut donc dire que toute transformation qui tend à diminuer l'énergie du système se manifeste habituellement d'une manière spontanée.

De l'ordre au désordre ○ Il existe pourtant de nombreuses exceptions à cette règle. Le monoxyde de carbone qui sort du tuyau d'échappement d'une voiture se répand uniformément dans un garage sans qu'il y ait d'échange appréciable de chaleur entre ce gaz et l'air. Lors de la dissolution de plusieurs sels, tels le chlorure d'ammonium, on peut constater que la solution se refroidit durant la dissolution. Dans ce dernier cas, la transformation spontanée est accompagnée d'une absorption de chaleur.

Dans toutes les transformations irréversibles qui ne sont pas accompagnées d'une perte de chaleur, on note le passage d'un état plus ordonné à un état moins ordonné. En termes mathématiques, ce phénomène se décrit comme un élargissement de la distribution aléatoire des composantes du système. Lorsque la glace fond, les molécules d'eau sont moins ordonnées que dans un réseau cristallin. Lorsque le monoxyde de carbone se répand dans un garage, la probabilité pour le gaz de se mêler uniformément à l'air est plus grande que de se concentrer dans un coin de la pièce. Dans ce cas, il y a augmentation du désordre. Car, en prenant une molécule au hasard, on ignore si celle-ci est une molécule d'air (oxygène ou azote) ou une molécule de monoxyde de carbone.

Toute transformation irréversible est donc déterminée par deux tendances:

1. à minimiser son énergie,
2. à maximiser la distribution aléatoire de ses composantes.

La fonction qui mesure la distribution ou le désordre dans un système est connue sous le nom d'entropie et porte le symbole S . Tout comme la chaleur, on peut évaluer cette fonction par des mesures calorimétriques mais on peut aussi la calculer par des moyens statistiques, puisque l'entropie est reliée à la probabilité d'une distribution par une relation du type suivant:

$$S = \text{constante} \times \log(\text{probabilité})$$

Cette probabilité se définit par le nombre de manières dont on peut réaliser une distribution particulière de composantes. Le nombre possible de façons de placer les molécules d'eau est beaucoup plus grand dans l'état liquide que dans la glace. Donc, toute transformation qui va vers un état plus probable sera nécessairement accompagnée d'un accroissement d'entropie.



Figure 1 — La pierre qui roule dans le ravin vers un état d'énergie potentiel minimum.

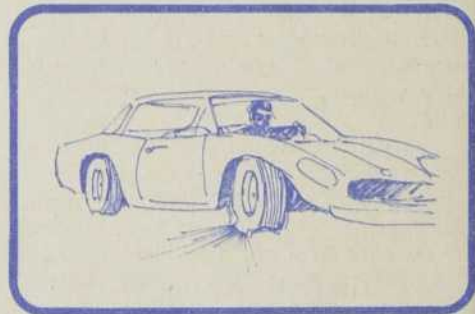


Figure 2 — Lors d'une crevaison, l'air du pneu va d'une région de forte pression à une de basse pression.

Changements spontanés ○ En général, on peut relier les deux contributions de la spontanéité d'une transformation ou réaction par une relation du type suivant:

$$\left\{ \begin{array}{l} \text{facteur de} \\ \text{spontanéité} \end{array} \right\} = \text{température} \times \left\{ \begin{array}{l} \text{changement} \\ \text{d'entropie} \end{array} \right\} - \left\{ \begin{array}{l} \text{changement} \\ \text{d'énergie} \end{array} \right\}$$

Selon la nature du phénomène considéré, la forme de cette relation se modifiera légèrement de même que le nom du facteur de spontanéité (énergie libre, enthalpie libre, potentiel de réaction, etc.). L'existence même d'une telle relation forme l'essentiel du second principe de thermodynamique (le premier principe traite des équivalences des différentes formes d'énergie). Le facteur de spontanéité se mesure avec les mêmes unités que l'énergie (joule, calorie). Il est alors évident que dans ce cas, l'entropie doit être exprimée en unités d'énergie par unité de température.

Une transformation sera spontanée si le facteur de spontanéité est positif. Il faut donc qu'un tel changement implique une augmentation d'entropie (une crevasion) ou une diminution d'énergie (le bois qui brûle). Toutefois la plupart des transformations ou réactions sont accompagnées à la fois de changements d'entropie et d'énergie. Aussi, très souvent ces changements sont du même signe, ce qui indique un effet de compensation entre ces deux contributions à la spontanéité. La température (absolue) joue alors un rôle déterminant.

On peut comprendre le rôle de la température (absolue) dans la spontanéité en prenant pour exemple la fusion de la glace (figure 3). Lorsque la glace fond, l'entropie et l'énergie du système augmentent. La distribution des molécules d'eau devient beaucoup plus aléatoire que dans le réseau cristallin, engendrant un état de plus grand désordre ou de plus grande probabilité. De même, durant la fusion, le bris des liens relativement forts dans la glace nécessite de l'énergie qui apparaîtra sous forme de chaleur absorbée. On peut considérer, comme première approximation, que ces deux termes (entropie et chaleur de fusion) sont constants dans un intervalle raisonnable de température autour du point de fusion. L'équation du facteur de spontanéité révèle que dans un tel cas, la température joue un rôle très important dans la détermination de l'effet responsable de la spontanéité. Aux températures au-dessus de 0°C (point de fusion), le terme entropique est plus important que le terme énergétique et la glace fond spontanément. Ainsi en va-t-il pour un glaçon dans un verre d'eau. Par contre, si la température diminue en deça du point de fusion, le terme énergétique l'emporte et la transformation contraire devient spontanée: l'eau gèle.

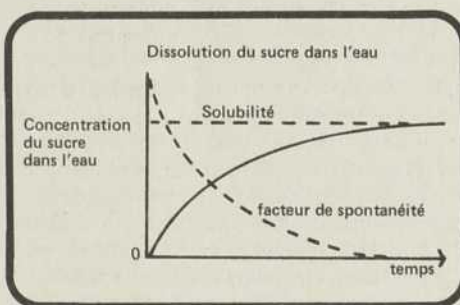
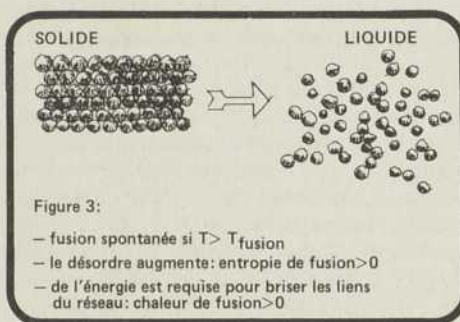


Figure 4 — La concentration du sucre augmente dans l'eau jusqu'à ce que la solubilité soit atteinte.

- La vitesse de dissolution diminue en fonction du temps.
- Le facteur de spontanéité tend vers une valeur nulle en fonction du temps.

Transformations irréversibles ○ Dans cet exemple, une situation intéressante survient lorsque la température est maintenue exactement au point normal de fusion (0°C ou 32°F). Dans ce cas, l'entropie de fusion multipliée par la température absolue (273°K) possède la même valeur numérique que la chaleur de fusion, il y a compensation complète entre ces deux termes et le facteur de spontanéité devient nul. C'est ce que nous appelons l'état d'équilibre. Dans ces conditions, nous ne pouvons observer aucun changement microscopique dans une direction ou dans l'autre en fonction du temps. Ainsi, dans un contenant parfaitement isolé, la glace va demeurer indéfiniment en équilibre avec l'eau lorsque le mélange aura atteint 0°C. Parmi les nombreux autres cas d'équilibre que nous observons régulièrement, mentionnons l'eau en ébullition sous la pression d'une atmosphère à 100°C et la solubilité du sucre dans l'eau (figure 4).

On observe que les transformations irréversibles procèdent toujours dans la direction qui tend à diminuer le facteur de spontanéité (figure 4). Les glaçons vont refroidir l'eau dans le verre jusqu'à ce qu'elle atteigne la température normale de fusion. Donc, le facteur de spontanéité se dirige toujours vers une valeur nulle en fonction du temps, c'est-à-dire que toute transformation mène à un état d'équilibre.

En conclusion, on peut considérer les implications du second principe de thermodynamique sur l'univers. Si nous considérons le système scolaire comme un immense système thermodynamique irréversible, il est facile de prévoir qu'il tend irrévocablement vers un état d'équilibre; le soleil se refroidit et les planètes se réchauffent constamment. Est-ce que ceci implique la fin du monde? Nul ne le sait vraiment. Toutefois, comme cela ne se produira que dans une trentaine de billions d'années, les hommes de science ont tout le temps voulu pour perfectionner leurs connaissances et prévoir les conséquences d'un tel phénomène. ■

POUR EN SAVOIR PLUS LONG

- MAHAN, B.H., *Chimie*, Addison-Wesley, 1967.
 MOORE, W.J., *Chimie-physique*, Dunod, 1965.
 LUDER, W.F., *A Different Approach to Thermodynamics*, Reinhold, 1967.
 ANGRIST, S.W. et HEPLER, L.G., *Order and Chaos*, Basic Books, 1967.

L'auteur est professeur de chimie à l'Université de Sherbrooke.

L'ordinateur

un assistant-médecin prometteur

Si la médecine d'aujourd'hui parvient presque à opérer des miracles, cela est dû en partie aux instruments toujours plus perfectionnés dont elle se sert. L'un de ces « assistants-médecins », l'ordinateur, s'avère de plus en plus utile tant dans l'analyse biochimique, le diagnostic médical et le traitement des maladies que dans la gestion des dossiers et la prévention en passant par l'indispensable recherche.

Dans le cadre d'un projet Perspectives-Jeunesse, cinq étudiants de l'Université du Québec à Montréal ont passé l'été dernier à parcourir les centres hospitaliers du Québec afin de constater sur place l'utilisation actuelle des ordinateurs et les possibilités envisagées par les milieux biomédicaux dans ce domaine.

Étudiants au premier cycle au module « psychologie », ils signent un article qui met à la portée de tous des renseignements exclusifs.

Pour les ordinateurs, le domaine de la santé, en y incluant les sciences biomédicales et les sciences comportementales, constitue un champ d'action relativement nouveau et, de ce fait, peu exploité. Certes, ils ont depuis longtemps prouvé leur utilité et démontré leur efficacité dans les hôpitaux en remplissant des fonctions administratives, telles que le calcul des salaires et la distribution des horaires. Toutefois ces tâches ne sont pas spécifiques au domaine biomédical et il est clair que pour celui-ci, les ordinateurs travaillant en temps réel (transmission et analyse instantanées des données, disponibilité immédiate des résultats) présentent un intérêt beaucoup plus grand. En effet, la possibilité d'interagir avec l'ordinateur ajoute une dimension particulièrement importante au traitement et à l'analyse des données cliniques; le spécialiste de la santé, le technicien ou le chercheur peuvent ainsi intervenir directement dans le déroulement de l'activité ou de l'expérience et en modifier le cours selon les informations obtenues.

Vu l'usage croissant des ordinateurs à temps réel, il semble à propos de faire le point par un bref inventaire des utilisations actuelles et projetées de ces instruments, tout en soulignant les conséquences de leur introduction en milieu biomédical.

Notre étude ne se veut pas un inventaire complet de toutes les applications présentes des ordinateurs à temps réel au Québec, mais une description de cas types permettant de situer l'état actuel et les possibilités des milieux biomédicaux du Québec dans ce domaine.

En cardiologie: usage des plus prometteurs ○ L'utilisation de l'ordinateur dans le secteur de la cardiologie semble le mieux connu et l'un des plus prometteurs. Par exemple, le Département de cardiologie de l'Hôpital Laval de Québec possède, depuis mai 1970, une CDC 1700 qui fait l'analyse d'électrocardiogrammes par le programme Cacérés. Le système de réception-retour ne fonctionne pas encore en temps réel. Les électrocardiogrammes parviennent des centres environnants par voies téléphoniques et sont enregistrés sur bandes magnétiques. Le contenu de celles-ci est analysé par l'ordinateur à raison de 500 échantillons à la seconde. Les résultats sont ensuite placés par une opératrice dans le dossier du médecin. Une identification du patient concerné (nom, âge, sexe, poids, taille) précède chaque signal cardiaque.

Le Docteur Morin, cardiologue, et David Seale, directeur du Service d'informatique, prévoient que leur système pourra répondre aux besoins des hôpitaux de tout l'Est du Québec.

D'autre part, à l'Hôpital Notre-Dame de Montréal, une IBM 1800 fait l'analyse d'électrocardiogrammes et tout particulièrement de vectocardiogrammes. L'appareil est continuellement branché et les signaux entrent ainsi en temps réel. Les responsables du service d'informatique ont l'intention de relier éventuellement la 1800 à un autre ordinateur 360. Ceci permettrait d'enregistrer les signaux cardiaques du patient directement de sa chambre, de les entrer par la 1800, de les analyser et d'imprimer les résultats par l'intermédiaire de la 360 et d'une imprimante, résultats qui seront versés au dossier du patient; ceci sans aucun intermédiaire humain et en un laps de temps très réduit.

Quant aux possibilités envisagées dans un avenir rapproché, l'Hôpital Laval étudie présentement un projet de surveillance coronarienne par ordinateur. Actuellement, selon M. Seale, la surveillance d'un patient requiert les services de quatre infirmières spécialisées: solution coûteuse puisque le personnel ainsi qualifié est aussi rare que dispendieux. Il n'existe en ce moment que huit lits d'unité coronarienne pour l'Est du Québec alors qu'il en faudrait au moins vingt-cinq. L'ordinateur fonctionnant en temps réel pourrait surveiller plusieurs lits à la fois. Sans unité coronarienne, un patient sur trois a une chance de survivre tandis qu'avec l'unité de surveillance coronarienne, les chances de survie s'élèvent à deux sur trois.

par Bernard Germain, Francine Fontaine, Jean-Pierre Joyal, Marie-Josée Pétel et Daniel Rondeau

8 000 tests biochimiques par an ○ Dans tout hôpital, l'étude du cas de chaque patient nécessite de nombreuses analyses biochimiques différentes; le laboratoire de biochimie doit remplir ces demandes.

Le laboratoire de biochimie du Montréal General Hospital, dirigé par le Docteur David Tonks, doit effectuer environ 8 000 tests par année, soit jusqu'à 800 résultats par jour (un seul test pouvant comprendre une quinzaine de résultats différents). Ceci représente une masse de données énorme, manipulée chaque jour par un personnel limité dans un espace réduit. Chaque test comprend une feuille de réquisition et une feuille de résultats. Pour prendre connaissance de l'état de ses patients, le médecin peut parfois parcourir un millier de feuilles de réquisition et de résultats. D'autre part, le laboratoire effectue des analyses pour une vingtaine de départements différents, par exemple: urologie, bactériologie, hématologie, virologie, endocrinologie.

Pour résoudre ces problèmes, l'hôpital a pris possession, en novembre 1971, d'un système de laboratoire, le « Clinical Lab-12 » de la compagnie Digital Equipment. Les réquisitions doivent être entrées le matin à l'aide de six télétypes. Les résultats peuvent être fournis à l'ordinateur de la même façon (télétypes), sauf s'ils proviennent d'analyseurs automatisés comme le SMA-12, faisant l'analyse de douze paramètres sanguins dont les données sont entrées directement et en permanence dans l'ordinateur.

Grâce à ce système, la liste des réquisitions et des résultats d'analyses complètes, regroupées par patients, par médecin, par département ou par étage, peut être obtenue instantanément sur écran. Le médecin pourra ainsi connaître tous les résultats des tests de ses patients sur une même feuille, d'un seul coup d'oeil. Des systèmes semblables existent, entre autres, au Centre hospitalier de l'Université de Sherbrooke et à l'Hôpital Notre-Dame de Montréal.



Maladie de Parkinson ○ Le Département de neurochirurgie de l'Institut Neurologique de Montréal possède depuis environ deux ans un PDP-12 avec 8k de mémoire. Utilisé en temps réel, l'ordinateur demande lui-même au technicien quelles opérations effectuer au cours de l'interaction. M. Chris Thompson, analyste-programmeur, a mis au point un programme intitulé «Program to Display Probes Used in Stereotaxic Surgery». Ce programme a pour but d'aider le neurochirurgien à localiser le foyer de la maladie de Parkinson. Il permet de montrer à l'écran une image de la sonde et d'indiquer où elle se situe. M. Thompson nous a signalé que d'ici peu de temps, le terminal de visualisation (écran-mémoire) serait placé dans la salle d'opération. Le foyer de la maladie localisé, on procède alors à sa destruction.

Parallèlement, d'autres travaux sont menés à l'aide de l'ordinateur. Par un programme interactif permettant la comparaison des formes des cellules, un chercheur fait l'analyse d'un électromyogramme afin de déterminer le taux de cellules altérées dans les muscles. Dans une autre expérience, à la suite d'injections d'isotopes dans le sang, huit détecteurs de radioactivité peuvent situer les endroits où il y a une congestion cérébrale («strokes»); cette localisation des congestions s'effectue en comparant les quantités d'impulsions recueillies par chacun des détecteurs-compteurs. Selon M. Thompson, il y a également un projet d'étude du petit mal (épilepsie) chez les enfants. Afin de situer le foyer épileptique, on enregistre l'EEG du sujet et l'on analyse statistiquement les temps d'apparition des impulsions («spikes»).

Soins intensifs ○ Certains cas désespérés (accidents, empoisonnements, etc...) peuvent être sauvés si l'on établit une surveillance intensive. Cette surveillance existe, par ailleurs, dans les hôpitaux sous le nom de soins intensifs et peut-être facilitée par un ordinateur à temps réel, comme celui du Centre hospitalier de l'Université Laval de Québec.

Chaque lit (six) de l'unité des soins intensifs est relié à l'ordinateur par un périphérique de quatorze canaux permettant de prendre simultanément la tension artérielle, la tension veineuse centrale, la température, le pouls, la respiration, l'EEG du patient et, au besoin, une fonction additionnelle. Étant donné la faible capacité de mémoire de l'ordinateur, le système comme tel ne peut surveiller que deux lits à la fois, ce qui n'est d'ailleurs pas tellement critique à l'heure actuelle. La lecture des données s'effectue à toutes les dix secondes et l'ordinateur peut ainsi analyser la situation de chacun des lits qu'il surveille. Lorsqu'une anomalie est décelée, un programme de diagnostic se met automatiquement en marche. Une fois le diagnostic donné, le premier programme est redémarré par l'utilisateur.

Action des médicaments sur les cellules nerveuses ○ Plusieurs recherches en sciences biomédicales sont présentement conduites au Département de physiologie de l'Université de Montréal. On y étudie notamment les mécanismes du contrôle biologique, les réseaux de neurones et le traitement des données neurophysiologiques. Des chercheurs, dont M. J.F. Feldman qui a écrit plusieurs programmes, mènent à l'aide d'un PDP-9 des expériences en physiologie nerveuse. En observant la réaction de chaque neurone (potentiel d'action) à une stimulation, on peut tester les connexions entre les neurones ou encore constater l'effet de l'agent stimulant: celui-ci est souvent un médicament ou une drogue dont on étudie l'action sur les cellules nerveuses. L'ordinateur donne la stimulation (intensité réglable) et analyse les résultats. Il faut toutefois noter qu'à partir des programmes l'ordinateur travaille en un temps semi-réel, ce qui permet à l'opérateur de ralentir à volonté le déroulement de l'expérience: il s'agit d'éviter les limitations du temps réel, c'est-à-dire d'éviter d'obtenir des réponses en millisecondes qui, à cause de leur trop grande rapidité, ne fourniraient aucune indication intéressante sur la recherche en cours.

Banque de données médicales ○ Un autre projet de très grande envergure, concernant la gestion médicale standardisée et qui exigerait les services d'un ordinateur à temps réel, est en train d'être planifié par une équipe du Centre hospitalier de l'Université de Sherbrooke, sous l'égide de M. Bruno Billeter.

Ce système à temps réel consiste essentiellement une banque de données, qui pourrait être mise continuellement à la disposition des différents centres hospitaliers d'une région ou même de toute la province. Cette banque comprend premièrement l'identification du patient par un numéro descriptif (nom, prénom, date de naissance, sexe). Pourrait être automatiquement inscrite, par exemple, toute personne détentricie d'une carte d'assurance-maladie ou ayant déjà séjourné dans un hôpital. Suivraient des données socio-économiques (nom du père, de la mère, adresse, téléphone). Viendraient en troisième lieu les informations médicales critiques: 1. maladies critiques: diabète, épilepsie, etc'; 2. maladies antécédentes; 3. médicaments pris régulièrement; 4. allergies. Ensuite, se trouverait un résumé du cas.

Cette banque de données serait conservée en mémoire (du type tambour, de 140 millions de caractères). Un ordinateur à temps réel, relié directement, d'une part, à ce tambour et, d'autre part, par des terminaux de visualisation, des centres comme les archives, les salles d'urgence et d'admission, permettrait de recevoir continuellement de nouvelles informations sur tel patient et également de les communiquer à l'endroit désiré.

Radiothérapie ○ On trouve aussi dans certains centres de radiothérapie des analyseurs à temps réel. Il existe d'ailleurs sur le marché un appareil spécialement conçu pour ce secteur de la médecine et comprenant les programmes appropriés. Le RAD-8, que l'on retrouve au centre de radiothérapie de l'Hôpital Maisonneuve de Montréal, permet au radiothérapeute d'effectuer un plan de traitement plus précis dans un temps beaucoup plus court et assiste le spécialiste dans le calcul des angles et du dosage des différents faisceaux de radiation. Les valeurs numériques sont données par essais successifs. On reproduit sur un écran une coupe transversale de la région où se trouve une zone cancéreuse, par exemple. On peut alors voir ce qui se passerait si le traitement était appliqué. En plus de réduire de beaucoup le temps de calcul, le système permet une irradiation uniforme, la préservation des tissus sensibles et l'administration de la dose maximale.

L'Hôpital Notre-Dame de Montréal fait aussi des plans de traitement sur IBM 1800. Ce procédé n'est cependant pas interactif; car les données nécessaires sont fournies en bloc à l'ordinateur et les résultats, connus le lendemain. Ce système n'augmente pas nécessairement l'efficacité du plan de traitement mais il diminue grandement le travail du médecin.

Accès à l'information ○ Évidemment, l'information est codée et ne peut sortir qu'aux lieux où cela s'avère nécessaire. Par exemple, l'admission ne fait qu'entrer le numéro descriptif et les données socio-économiques. Par contre les responsables de l'urgence ont accès aux informations médicales critiques, tandis que ceux des archives ont accès à un dossier comprenant l'identification du patient, les dates d'admission et de sortie, le nom du médecin traitant, le diagnostic final, les conditions associées, les opérations (s'il y a lieu) et un commentaire du médecin. Il est à prévoir que d'autres terminaux pourront même être installés en clinique externe, au bloc opératoire et dans les bureaux de comptabilité. Le médecin recevant à l'urgence un patient qu'il n'a jamais rencontré auparavant, peut ainsi ajuster son traitement rapidement et efficacement.

Ce système de «gestion médicale standardisée» permettrait ainsi de relier plusieurs établissements de santé du Québec. Évidemment, il requiert beaucoup d'équipement et aussi beaucoup d'investissements, mais les profits qui en découleraient devraient être évalués en termes de vies sauvées et non en argent. Un tel système est en opération à Stockholm depuis la fin de 1968 et en projet aux États-Unis. M. Billeter espère qu'il sera en fonction au Québec vers les années 1974-75. Les premiers centres concernés seront le Centre hospitalier de l'Université de Sherbrooke et l'Hôtel-Dieu de cette même ville. Un tel projet contribuerait non seulement à améliorer les services de santé actuels, mais également à promouvoir la prévention des maladies et le développement de la médecine préventive.

Informaticiens demandés ○ En milieu biomédical, on ne retrouve pas de structure standardisée du personnel affecté à l'informatique. Chaque établissement possède une organisation particulière établie et adaptée selon les besoins et les exigences administratives ou budgétaires.

Dans certains hôpitaux, l'on rencontre des spécialistes de l'informatique directement rattachés au milieu biomédical. Par exemple, à l'Hôpital Notre-Dame de Montréal, une équipe d'analystes-programmeurs répond aux besoins des médecins par l'intermédiaire d'un coordonnateur, le docteur Vergriete. Notons cependant que le nombre des spécialistes est restreint par rapport à celui des informaticiens travaillant aux services de gestion. Le Centre hospitalier de l'Université de Sherbrooke et l'Hôpital Laval de Québec répartissent leurs effectifs de façon similaire. Dans d'autres endroits, l'on ne rencontre qu'un spécialiste en informatique qui travaille cependant directement en coopération avec des médecins. C'est le cas de M. Thompson de l'Institut neurologique de Montréal.

D'autres centres hospitaliers, par contre, ont fait l'achat d'un ordinateur, mais sans s'assurer les services d'un programmeur. Dans ces conditions, ce sont les médecins intéressés qui doivent eux-mêmes tirer profit des appareils. Les responsables du Département de radiothérapie de l'Hôpital Maisonneuve bénéficient de certains programmes préparés par la compagnie qui leur a vendu un ordinateur ou qu'ils ont achetés à d'autres centres de recherche. Par ailleurs, le Docteur Fournier du Centre hospitalier de l'Université Laval doit se débrouiller avec le software et le hardware de sa Hewlett-Packard pour la rendre au moins fonctionnelle. Enfin, certains spécialistes (en psychologie ou en physiologie notamment), pour qui l'informatique ne constitue que la partie méthodologique de leur formation, s'intéressent à une recherche bien particulière.

Implications administratives ○ On peut constater qu'autour d'un ordinateur utilisé dans le secteur médical, le spécialiste en informatique n'est présent que s'il existe dans cette institution un service plus vaste d'informatique (gestion, à l'Hôpital Notre-Dame, au Montreal Neurological Institute et au Centre hospitalier de l'Université de Sherbrooke) ou exceptionnellement (Centre hospitalier de l'Université Laval), si l'ordinateur doit desservir toute une région dans un avenir rapproché. Dans les autres cas, on n'a pas ouvert de nouveaux postes et ceci, entre autres, pour des raisons budgétaires.

Pourtant l'ordinateur ne peut guère offrir un rendement maximum sans la présence d'un informaticien et ceci pour au moins deux raisons. D'abord, l'ordinateur est un instrument souple pouvant servir à plusieurs fonctions spécifiques et différentes. On peut donc en développer les possibilités selon les besoins propres de l'hôpital ou des médecins et chercheurs. L'utilisation faite de l'ordinateur par l'Institut neurologique de Montréal en constitue un bon exemple. D'autre part, le coût d'un tel appareil doit se justifier à long terme: l'ordinateur doit pouvoir être adapté à l'évolution des services existants comme aux nouvelles applications éventuelles.

Au niveau du personnel de soutien, on ne constate aucun renvoi ou déplacement. Dans certains cas, une partie du personnel aura à utiliser de nouveaux instruments ou de nouvelles techniques de travail. Ces changements mineurs ne semblent pas poser de problèmes insurmontables. Ainsi, le Docteur Tonks du Montreal General Hospital s'attend pour tout changement important à l'implantation du système Clinical-Lab-12 à devoir recourir éventuellement à des secrétaires plus rapides pour transcrire les réquisitions sur les télétypes. D'autre part, l'introduction de ces nouvelles méthodes de travail pourrait causer quelques embarras. Mais ils sont atténués

par l'intérêt que manifestent les gens à ces techniques nouvelles comme le mentionne le Docteur Vergriete de l'Hôpital Notre-Dame. De façon générale donc, l'utilisation d'un ordinateur en temps réel dans le domaine biomédical entraîne peu de changement au niveau du personnel de soutien.

Faire équipe avec la machine ○ L'utilisation des ordinateurs dans ce domaine permet de découvrir un grand nombre de données sur l'homme (recherche) et d'appliquer ces découvertes à la médecine pour guérir, traiter, mais surtout dépister et prévenir la maladie. Quand le but fixé sera atteint, on considère alors ce moyen comme efficace et rentable.

Le spécialiste ainsi soulagé de quelques tâches banales pourra s'adonner à ce qui l'intéresse vraiment, même s'il doit toujours surveiller et approuver les diagnostics ou les résultats donnés par son pilote automatique — la décision finale lui appartenant.

Pour l'instant, plusieurs facteurs entravent la réalisation de ce bel idéal: tout d'abord, la nouveauté de tout ce système bouleverse idées, fonctionnement et relations interpersonnelles. En effet, le malaise se situe d'abord au niveau de la communication entre les membres d'une même institution où deux idéologies se rencontrent, l'une se rattachant à la tradition et l'autre préférant le progrès. Un climat de méfiance et d'incertitude règne à cause du manque d'informations quant à l'utilité et au fonctionnement (formation) de ces appareils. De plus, un coordonnateur semble indispensable pour rallier médecine et informatique.

Sera-t-il possible d'en arriver à un terrain d'entente?

En fait, il s'agit tout simplement de favoriser l'esprit d'équipe entre les hommes et entre l'homme et l'ordinateur, l'un se distinguant par sa rapidité d'action et sa précision, l'autre par son intelligence, son jugement, son imagination et son intuition. ■

POUR EN SAVOIR PLUS LONG

HOPPS, J.A., *Biomedical Engineering in Canada*, Biomedical Engineering, Vol. 6, no 6, Juin 1971, p. 257.

BORKO, H.Ed., *Computers Applications in the Behavioral Sciences*, Prentice-Hall, New-Jersey, 1962.

BROWN, J.A., *Computers and Automation*, Arco Publishing Company, New-York, 1968.

The Selection of a Small Computer for Biomedical Application, Biomedical Engineering, Vol. 5, no 10, Octobre 1970, p. 482.

Computers in Biology and Medicine, Vol. 1, no 1, Août 1970, p. 27.

Hippocrates Reversed by Computer: Better Diagnosis and Treatment with Reduced Costs, Computers and Automation, Vol. 20, no 7, Juillet 1971, p. 14.

Numéro spécial sur l'informatique sous la direction de François de Closets, Sciences et Avenir, Paris, 1969.

almanach astronomique 1972

Comme par les années passées, QUÉBEC SCIENCE, en collaboration avec le Centre de Québec de la Société royale d'astronomie du Canada, présente l'almanach astronomique. Avec deux mois de retard malheureusement. Nous nous en excusons et vous prions de croire que ce délai est absolument hors de notre contrôle. Il reste tout de même dix bons mois d'observation en perspective. Bonne année astronomique!

L'almanach astronomique de la page centrale donne, pour chaque jour de l'année, l'heure locale du lever, du passage au méridien et du coucher des divers corps célestes visibles sous notre latitude. On y trouve aussi nombre de renseignements sur les principaux phénomènes de l'année.

Bien que les calculs aient été faits pour 46,8° de latitude nord et 75° de latitude ouest, les données du graphique sont encore suffisamment précises pour des endroits situés entre 42° et 52° de latitude nord. Au delà de ces limites, on commence à perdre de la précision. Pour des points situés à l'est et à l'ouest du point calculé dans la plupart des cas il suffit de faire la correction indiquée plus bas.

Dans le cas où un astre est situé au nord de l'équateur céleste, il demeure plus longtemps visible pour un observateur placé au nord de la latitude calculée (46,8°). Pour cet observateur nordique, l'astre situé dans l'hémisphère nord se lève un peu plus tôt et se couche un peu plus tard.

La situation est inverse si l'objet est situé au sud de l'équateur céleste (dans l'hémisphère sud).

Correction en longitude ○ Pour passer de l'heure locale du méridien à l'heure normale (heure de notre montre en hiver), il faut appliquer une correction en fonction de la différence de longitude entre le méridien local et le méridien central de la zone horaire de l'endroit, soit 52,5° (Terre-Neuve), 60°, 75°, 90°, 105° et 120° selon le cas. Cette correction est de quatre minutes en plus ou en moins, selon que l'endroit est situé à l'ouest ou à l'est du méridien central de la zone. Exemple: si l'almanach-graphique nous dit qu'un événement (par exemple, le lever d'un astre) se passe à 6h30, l'heure normale (heu-

re de nos montres en hiver) à Québec, sera 6h30 — 15 minutes (provenant du tableau ci-dessous) égale 6h15. A Montréal, l'événement se passera à 6h30 — 6 minutes, soit 6h24.

Voici cette correction en minutes pour quelques villes du Canada:

Amos	+12	Régina	-2
Antigonish	+8	Rimouski	-26
Calgary	+36	Riv.-du-Loup	-22
Charlottetown	+12	Roberval	-10
Chicoutimi	-15	St-Boniface	+29
Drummondville	-10	St-Hyacinthe	-8
Edmunston	+33	St-Jean (T.N.)	+1
Gaspé	+18	St-Jean (N.B.)	+24
Halifax	+14	St-Jean (P.Q.)	-7
Joliette	-6	Saskatoon	+7
Louiseville	-8	Senneterre	+9
La Malbaie	-18	Schefferville	+27
La Tuque	-9	Sept-Iles	+25
Matane	-29	Shawinigan	-9
Moncton	+19	Sherbrooke	-12
Montebello	±0	Sorel	-7
Mont-Joli	-27	Sudbury	+24
Montmagny	-18	Toronto	+18
Montréal	-6	Trois-Rivières	-10
Nicolet	-9	Valleyfield	-3
Ottawa-Hull	+3	Victoriaville	-12
Parent	-2	Windsor	+32
Québec	-15		

Remarque: Certains événements, une éclipse de lune par exemple, arrivent simultanément pour tous les observateurs. D'autres, tels que les éclipses de soleil et les occultations de la lune, surviennent en des temps différents pour plusieurs endroits (voir plus loin). Enfin, l'heure du lever et du coucher de la lune présente des caractéristiques spéciales parce qu'elle se déplace parmi les étoiles (vers l'est) d'environ son diamètre en une heure. Ce mouvement suffit pour changer l'heure de ses levers et de ses couchers d'à peu près deux minutes lorsqu'on passe d'une zone horaire à l'autre.

Comment lire le graphique ○ Le quadrillé de fond de l'almanach-graphique représente, de gauche à droite, les heures de 4 heures du soir à 8 heures du matin. De haut en bas les jours et les mois de l'année. Toutes les semaines, une ligne, continue de gauche à droite, identifie les nuits du jeudi soir au vendredi matin. Les nuits intermédiaires sont marquées d'un trait sur les courbes du soleil. Les diverses lignes droites ou courbes, tracées en travers du

quadrillé, se rapportent aux principaux corps célestes et permettent d'en déterminer l'heure du lever, du passage au méridien ou du coucher aux différentes dates de l'année. Pour trouver cette heure, il suffit de projeter sur la marge du haut (ou sur celle du bas) le point de rencontre de la date (ligne horizontale, tracée ou non) avec la courbe en question. Les nombres à gauche, en petits caractères, sur la ligne du jeudi servent à identifier les jours de la période Julienne. Cette période a débuté le premier janvier de l'an 4713 avant Jésus-Christ. Cette période couvre donc tous les temps historiques. Remarquons que le jour Julien commence à midi du temps Universel, donc à sept heures du matin, heure normale de l'est. Au premier janvier 1972, commencera le jour Julien 2 441 318.

Un examen attentif du graphique nous permettra d'interpréter, à l'aide de la légende, la signification des courbes et des symboles utilisés.

Les éclipses en 1972 ○ Au cours de l'année, il y aura quatre éclipses dont deux de lune et deux de soleil.

- le 16 janvier — éclipse annulaire de soleil visible en Amérique du Sud, en Australie et dans l'Antarctique.
- le 30 janvier — éclipse totale de lune visible en Amérique du Sud et en Amérique du Nord, de même qu'en Asie et en Australie.
- le 10 juillet — éclipse totale de soleil visible en Amérique du Sud et en Amérique du Nord ainsi qu'en Asie et en Europe.
- le 26 juillet — éclipse partielle de lune, visible en Amérique du Sud et en Amérique du Nord, de même qu'en Australie (matin du 26 juillet).

Au Québec, on pourra donc observer trois éclipses, en 1972.

Le Centre de Québec de la Société royale d'astronomie du Canada se tient à la disposition du public pour le renseigner sur les éclipses et la façon d'observer les événements astronomiques.

Adresse:
C.P. 9396
1145, Route de l'Église
Québec 10e, Québec.

«Un rib saignant, s'il-vous-plaît. Même chose, médium, s'il-vous-plaît». Ces paroles que vous prononcez d'une façon distraite sans cesser pour cela de discuter lorsque vous commandez un repas, savez-vous ce qu'elles impliquent au niveau énergétique? Vous n'y avez jamais réfléchi sérieusement, direz-vous. Soit! Essayons de voir la quantité d'énergie impliquée pour produire ce morceau de boeuf que le cuisinier apprêtera avec soin, et peut-être l'appréciez-vous davantage en songeant aux transferts d'énergie lorsque vous le dégusterez. Je parie que par la suite, même la lumière solaire vous apparaîtra sous un jour différent.

Dans l'écosystème, le processus de base réside dans le transfert de l'énergie d'une partie à une autre. Le soleil constitue la pile qui fait fonctionner tout le système. Une fraction de cette énergie nous arrive sous forme de lumière et de chaleur. Mais toute la lumière ne se transforme pas en chaleur, sans quoi la terre deviendrait vite un désert. Heureusement pour nous, les plantes vertes, grâce à leurs molécules chlorophylliennes, peuvent capter une portion de l'énergie lumineuse et la transformer en protoplasme. Ce processus (dans un sens large) s'appelle: la productivité primaire. Le protoplasme consiste en une réserve d'énergie potentielle que les consommateurs pourront utiliser par la suite. C'est une partie de cette lumière, de cette énergie, que nous dégustons chaque fois que nous mangeons de la viande.

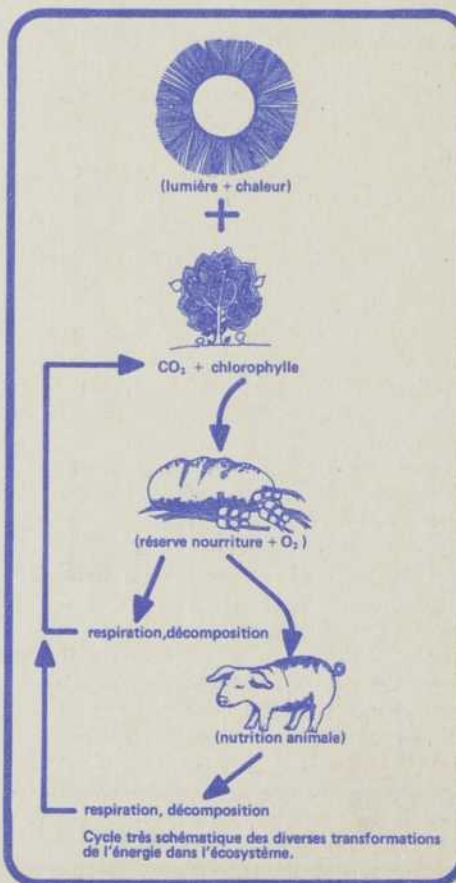
Les plantes vertes produisent aussi l'oxygène nécessaire à la respiration et aux synthèses. De façon très succincte, la figure 1 montre le cycle trophique (de nutrition). Pouvons-nous pousser très loin ce cycle? L'influencer? Le modifier? Comment le mesurons-nous? C'est ce que nous allons essayer d'expliquer dans les lignes qui suivent.

Un transfert d'énergie ○ Qu'est-ce que la productivité? Pour un biologiste, il s'agit d'un taux de transfert d'énergie mesuré en grammes-calories/centimètre carré/année. Ainsi la productivité primaire désigne le taux de transfert de l'énergie solaire en équivalent énergétique du protoplasme végétal. Le taux de transfert du protoplasme végétal en protoplasme animal (c'est-à-dire la formation d'herbivores qui sont les premiers consommateurs) s'appelle productivité secondaire et le taux de transfert de protoplasme d'herbivores en protoplasme de carnivores (qui sont les consommateurs secondaires), la productivité tertiaire. Et ainsi de suite. Tout au long de cet article, nous considérerons, pour simplifier, comme productivité secondaire, toutes les productivités qui ne sont pas primaires. Ainsi, la productivité se définit comme une vitesse de transfert d'énergie en fonction du temps. Plus cette vitesse est grande pour un temps donné, plus la productivité augmente et plus son exploitation peut accroître notre bien-être.



POURQUOI LES GROS MANGENT-ILS LES PETITS ?

par Armand Rousseau



Des poissons cannibales ○ Les écologistes pensent souvent en termes de chaînes alimentaires. Les individus de l'espèce S_1 sont mangés par ceux de l'espèce S_2 , ceux de l'espèce S_2 , par ceux de l'espèce S_3 , ceux de l'espèce S_3 , par ceux de l'espèce S_4 , et ainsi de suite.

Un type spécialement important de chaînes alimentaires est désigné sous le nom de chaîne élitonienne. Elton a montré que, à chaque niveau, le prédateur est généralement plus gros et plus rare que sa proie. En terme de biomasse, cela veut dire que le poids des herbivores n'est pas supérieur au poids des plantes vertes et que le poids des carnivores n'est pas supérieur à celui des herbivores, par exemple.

Après le volume, un deuxième facteur s'avère important dans la limitation d'une chaîne alimentaire: la croissance. Prenons par exemple une chaîne alimentaire dont le membre terminal est un poisson de 150 cm. Dans le cours d'une vie ordinaire, cette croissance obligera le poisson à changer de régime alimentaire et à entrer en compétition avec d'autres organismes mesurant de 1 à 150 cm. Chez les poissons, ce phénomène peut se traduire par la prolongation de la chaîne alimentaire par le cannibalisme. Parce qu'une telle pratique s'avère fort limitée et coûteuse pour l'espèce, elle coupe court à la prolongation indéfinie d'une chaîne.

Par ailleurs, les taux de transfert d'énergie à chaque niveau revêtent aussi une importance primordiale. Mais auparavant il faut savoir comment se subdivise l'énergie contenue dans la nourriture. On peut diviser l'énergie alimentaire de la façon suivante: Q_R , l'énergie contenue dans la nourriture mais non absorbée par le canal alimentaire; Q_t , l'énergie nécessaire pour le métabolisme de base; Q_v , l'énergie pour le travail externe; Q_w , l'énergie pour le travail interne; Q' , l'énergie accumulée dans la croissance.

Normalement, on considère les énergies Q_v , Q_w et Q_t comme un tout formant l'énergie de respiration. Pour mesurer l'efficacité relative de la nourriture, on utilise deux rapports principaux qui sont:

$K_1 = Q'/Q$ c'est-à-dire le rapport de la croissance sur la nourriture consommée
 $K_2 = Q'/Q - Q_R$, c'est-à-dire le rapport de la croissance à l'assimilation (nourriture digérée et absorbée).

En général, l'assimilation est plutôt efficace; elle atteint pour la plupart des nourritures animales 80 à 90%, sauf s'il s'agit de parties dures telles que les os et les carapaces.

L'assimilation de la nourriture dépend aussi d'un certain nombre de facteurs physiques ou physiologiques et varie selon l'âge, la grosseur et la quantité des proies, la température, la tension d'oxygène, etc.

L'assimilation diminue avec l'âge puisque la croissance n'est pas infinie. Pour le brochet, par exemple, on a trouvé que K_1 variait de 33 à 8,5% entre 1 et 4 ans.

Un jeune qui fait engraisser ○ L'effet de la quantité de nourriture intégrée n'est pas à négliger. Pour la truite brune, par exemple, l'efficacité de l'assimilation augmente d'une façon linéaire avec la consommation entre 5° et 10°C. Le maximum de consommation correspond alors à 6% du poids du corps, c'est-à-dire à une assimilation maximale de 30% environ. Certains organismes démontrent une efficacité plus grande lorsqu'ils sont nourris à une quantité inférieure au maximum. Pour plusieurs poissons carnivores l'efficacité maximale de croissance est généralement atteinte lorsqu'ils absorbent chaque jour 3 à 4% de leur poids. S'ils ont subi un jeûne préalable, leur utilisation de la nourriture s'avèrera plus grande. (Il en va de même pour les humains qui, une fois leur diète amaigrissante terminée, se remettent à manger comme avant). On ne sait trop si l'on doit attribuer la cause de ce phénomène à une meilleure efficacité de la machine biologique ou à la plus grande abondance de la nourriture.

L'assimilation est moindre aussi lorsque les proies s'avèrent trop petites par rapport à la grosseur du poisson. Cependant, si la nourriture contient peu de matière non digestible, le coefficient K_1 (croissance/nourriture consommée) peut être très élevé.

Le froid empêche les poissons de grandir ○ L'effet de la température pour un poisson parfaitement adapté à son milieu se traduira par une augmentation de l'assimilation suivant l'élévation de la température à cause sans doute d'une plus grande abondance de nourriture. Si la température baisse et même si la nourriture s'avère suffisante, il est probable que le poisson cessera de croître tout en maintenant son poids.

Pour assimiler, il faut se nourrir et ici aussi nous allons retrouver les mêmes facteurs qui influenceront cette fonction vitale.

Ainsi, lorsque la truite brune a accès à une quantité illimitée de nourriture, elle augmente sa consommation jusqu'à 15°C. Mais à une température plus élevée, elle mange moins. L'achigan, pour sa part, augmente sa consommation jusqu'à 28°C. Il n'absorbera pas plus de nourriture par la suite même si la température monte. Le crapet commun aux oreilles bleues, quant à lui, ingèrera 7 fois plus de nourriture à 20° qu'à 10°C.

Les gros mangent moins que les petits ○ La quantité de nourriture disponible conditionne la densité de population des prédateurs à chaque niveau dans la chaîne alimentaire, c'est-à-dire le nombre d'individus par m³ ou par m². Pour une très forte densité de population, le rendement apparaît à peu près constant. Cela signifie que la quantité de nourriture disponible par poisson est plus faible et que, par conséquent, la croissance s'effectue plus lentement.

De plus, pour les animaux, il existe un facteur qu'on appelle «l'espace vital» c'est-à-dire l'espace nécessaire pour qu'un individu se sente bien et qu'il puisse bien vivre. C'est donc dire, qu'au-dessus d'un certain seuil de densité de population, quelle que soit la productivité primaire, les poissons ne produiront pas plus de chair même s'ils sont nourris au maximum. (Chez les mammifères on peut cependant contourner ce problème de façon partielle.)

La grandeur du poisson joue aussi un rôle important. Par exemple, un gros poisson mange moins par unité de poids qu'un petit. L'explication des phénomènes biologiques décrits plus haut ne vise qu'à assurer une plus grande productivité et partant, une meilleure exploitation par l'homme de cette richesse qu'est la productivité secondaire.

Autrefois, la pêche n'était pas meilleure ○ A un taux d'exploitation même léger, il existe une décroissance marquée dans le nombre relatif des poissons les plus vieux et les plus gros. C'est probablement cet effet plus que tout autre qui rend compte de l'impression populaire, à savoir que la pêche, dans le bon vieux temps, était meilleure. En général, c'est vrai, en ce sens que les vieux poissons semblaient relativement plus nombreux et aussi plus faciles à capturer que ceux d'aujourd'hui. Mais, dans

ces conditions, les captures totales n'étaient pas nécessairement plus grandes, même qu'elles pourraient avoir été inférieures. Pour avoir des poissons, il faut des géniteurs. Il faut donc faire attention lors de l'exploitation sportive ou commerciale de cette ressource, de ne pas réduire la reproduction à un point tel qu'une décroissance dans l'abondance puisse s'installer.

Pour combattre l'exploitation, les populations naturelles développent des facteurs de compensation. La reproduction, le taux de survie et la croissance chez les jeunes poissons tendent à augmenter à mesure que le nombre de géniteurs diminue. Aussi la réglementation de la longueur légale pour la capture d'un poisson vise-t-elle à conserver une quantité suffisante de géniteurs. Dans les exploitations rationnelles, on constate une augmentation marquée de la croissance individuelle. Cela peut dépendre du fait que les poissons étant moins nombreux, la quantité de nourriture par individu est plus grande.

Il en résulte que sous des conditions d'exploitation, un stock de poissons contient un nombre relativement plus élevé de jeunes poissons et possède une biomasse plus grande parce que les jeunes poissons utilisent la nourriture d'une manière plus efficace. C'est une façon d'obtenir une plus grande production de poissons dans un environnement donné et de là, une plus grande exploitation en autant qu'on puisse conserver un stock suffisant de géniteurs.

Les Chinois seraient plus nombreux parce que végétariens ○ Une autre façon d'augmenter la productivité des poissons consiste à pêcher un poisson qui se nourrit directement du plancton comme le cisco, au lieu d'attendre que ce dernier soit transformé en truite de lac ou en doré. Ainsi s'expliquerait, par exemple, le fait que la densité de population des Chinois, entre autres, essentiellement végétariens, soit beaucoup plus grande que celle des Anglais — qui sont plus carnivores. Malheureusement, les poissons mangeurs de plancton, sauf quelques exceptions, sont considérés normalement comme étant de qualité inférieure pour la consommation. (Mais il n'en va sûrement pas de même de la qualité humaine des Chinois!)

On peut aussi utiliser la production d'espèces indésirables pour produire des espèces sportives ou commerciales, surtout s'il n'y a pas de compétition entre les deux groupes pour la nourriture. Mais si le poisson à nutrition planctonique est préféré à ses prédateurs, on obtient une augmentation substantielle de la production en éliminant ses ennemis. C'est ce qu'on appelle le contrôle biologique. Cela a été fait pour les jeunes saumons du lac Cutus sur la côte du Pacifique. Ainsi a-t-on réussi à multiplier leur production annuelle par trois en réduisant simplement le nombre de leurs ennemis naturels.

Tableau 1: Valeur de la productivité et de l'efficacité de nourriture pour le lac Marais-des-Cèdres (Cedar Bog Lake), Wisconsin, en g-cal/cm²/an

Niveaux trophiques	Productivité brute	Respiration	Prédation	Décomposition	Productivité vraie	Efficacité
Radiation	≤ 118 872					
Producteurs primaires	70,4 ± 0,14	24,3	14,8	2,8	111,3	0,10%
Consommateurs primaires	7,0 ± 1,07	4,4	3,1	0,3	0,3	13,3%
Consommateurs secondaires	1,3 ± 0,43	1,8	0,0	0,0	3,1	22,3%

À Sainte-Agathe et au lac Quenouille ○

Un autre type d'aménagement pour augmenter le rendement consiste dans l'introduction de nouvelles espèces de poissons. Cependant cette méthode, bien qu'alléchante, ne donne pas toujours les résultats escomptés. Souvent des problèmes d'ordre biologique viennent contrecarrer les efforts.

Dans plusieurs lacs des Laurentides, on a effectué desensemencements de truites mouchetées sans grand résultat, soit parce que les lacs étaient trop vieux géologiquement pour supporter une population de truites, soit que les truites élevées en pisciculture avaient perdu leur faculté de chercher de la nourriture, soit qu'arrivant dans un milieu déjà peuplé par d'autres espèces, elles ne pouvaient compétitionner pour se trouver une niche.

Certaines réussites biologiques ne s'avèrent pas pour autant des succès; nous citerons le cas du lac des Sables à Sainte-Agathe dans les Laurentides. On y introduisit l'achigan pour combattre des espèces de poissons indésirables. Pendant quelques années la pêche à l'achigan fut excellente mais, par la suite, les achigans arrêtaient de croître. Un phénomène de compensation s'est produit, c'est-à-dire que la productivité du lac n'a pas diminué mais à cause de leur trop grand nombre, les achigans sont restés petits.

Par ailleurs, on ne peut que se féliciter de l'initiative du ministère québécois du Tourisme, de la Chasse et de la Pêche pour l'introduction du maskinongé au lac Quenouille. Il semble en effet vouloir s'établir un équilibre entre l'achigan, le maskinongé, la perchaude et le crapet-soleil de ce lac, au grand plaisir des pêcheurs sportifs de la région.

Bien que l'introduction d'une espèce nouvelle soit un succès biologique, elle n'est pas assurée pour autant d'un succès sociologique. On aensemencé, à partir de nos lacs, de la truite grise au lac Titicaca dans les Andes. Les rapports ont montré que ce poisson a connu une croissance phénoménale en quelques années dans son nouveau milieu mais les pêcheurs locaux préfèrent l'orestia, poisson local, et craignent que leurs prises n'en souffrent à cause de la compétition avec la truite.

Tableau 2: Valeur de la productivité et de l'efficacité du cycle de nourriture au lac Mendota, Wisconsin, en g-cal/cm²/an

Niveaux trophiques	Productivité brute	Respiration	Prédation	Décomposition	Productivité vraie	Efficacité
Radiation	≤ 118 872					
Producteurs primaires	321	107	42	10	480	0,40%
Consommateurs primaires	24	15	2,3	0,3	41,6	8,7%
Consommateurs secondaires	1	1	0,3	0,0	2,3	5,5%
Consommateurs tertiaires	0,12	0,2	0,0	0,0	0,3	13%

Plus on s'élève dans la pyramide, moins il reste d'énergie... ○ La productivité se définit comme un taux de transfert d'énergie. Mais ce taux requiert des corrections pour connaître la productivité réelle. N'oublions pas qu'il y a une certaine quantité d'énergie dissipée par la respiration, la prédation et la décomposition post-mortem.

On estime que les plantes terrestres respirent de 15 à 40% de la matière organique qu'elles synthétisent tandis que pour le phytoplancton, cette valeur varie autour de 33%. Pour un consommateur primaire (ex. le ver tubifex), ce rapport passe de 33 à 62% tandis que pour des prédateurs aquatiques, il s'élève jusqu'à 200%.

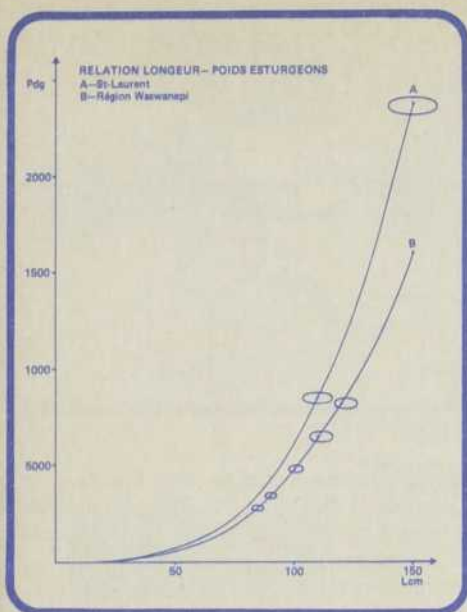
Considérant que les prédateurs sont d'habitude plus actifs que leurs proies, qui à leur tour se révèlent plus actives que les plantes, il n'est pas surprenant de trouver que la respiration en fonction de la croissance chez les producteurs (33%), les consommateurs primaires (62%) et secondaires (≥100%) augmente progressivement. Ces différences reflètent un principe trophique de grande application: le pourcentage d'énergie perdue pour la respiration est progressivement plus grand pour les plus hauts niveaux d'énergie dans les cycles biologiques.

... mais plus l'efficacité augmente ○ C'est donc dire que plus on s'élève dans la pyramide biologique, plus faible est la productivité. Les tableaux 1 et 2 donnent un aperçu des productivités et des efficacités biologiques comparées. A noter la diminution de productivité mais, parallèlement, l'augmentation d'efficacité à mesure qu'on s'élève dans la chaîne alimentaire.

A première vue, cette généralisation de l'accroissement de l'efficacité chez les consommateurs et prédateurs semble contredire la généralisation précédente que la perte d'énergie due à la respiration est beaucoup plus grande pour les derniers consommateurs dans le cycle de nourriture. Il est important de se souvenir qu'efficacité et productivité ne sont pas synonymes. La productivité se définit comme un taux (g-cal/cm²/année) tandis que l'efficacité constitue un rapport, c'est-à-dire un nombre sans dimension.

Voici un exemple. Prenons un boeuf de 1 300 livres et 200 lapins pesant au total 1 300 livres. Chaque groupe doit consommer une tonne de foin. On constate que le boeuf consomme la tonne de foin en 120 jours tandis que les lapins l'absorbent en 166 2/3 jours et qu'à la fin, le boeuf et les lapins ont gagné respectivement 240 livres.

En vertu de
remarque
même un
2 000 livres
12%. Mais
de transfert
prend 240
deux livres
n'ont beso
menter le
livres par
ce entre l'
Il en va
Québec. L
longueur p
dans le Sa
croissent p
lac Wawa
Magnin) d
l'Université
la relation
gens du Sa
par P=0,0
de la région
P=0,0046
biologique
que pour u
du Saint-La
de Wawa
Saint-Laure
plus grands



Comment l'homme survivra-t-il? ○ Que retenir de tout cela? On sait que les efficacités ne peuvent dépasser un certain niveau. Tout ce qu'on peut espérer augmenter, c'est la productivité. Pour fonctionner, la productivité demande un certain nombre de facteurs et de conditions, et nous, pour survivre, peut-être avons-nous besoin de changer nos habitudes alimentaires et sociales. Cela implique des choix à plusieurs niveaux. Par exemple, il nous faut peut-être pousser la recherche vers de nouvelles solutions. Nous savons actuellement qu'une forêt de chênes ou d'érables à l'état climax et sans aménagement d'aucune sorte, a une productivité primaire égale à 90% de celle d'un champ de maïs. Malheureusement, personne ne sait encore comment utiliser cette productivité pour l'alimentation humaine. L'énergie solaire est presque illimitée, mais sa transformation ne l'est pas. Le Nord-Américain (des expériences alimentaires l'ont démontré) n'aime pas une diète à base d'algues. Dans des conditions favorables, on peut obtenir jusqu'à 12% de l'énergie solaire conservée tandis que si l'on considère les nourritures habituelles, on trouve pour les patates 0,10%, le grain 0,05%, les prunes et le lait 0,04%, le porc 0,015% et les oeufs 0,002%. On voit donc que notre alimentation est très coûteuse en énergie et que les espaces terrestres ne suffiront bientôt plus à fournir assez de nourriture pour tout le monde. Aussi pense-t-on à se retourner vers le milieu aquatique.



En vertu des définitions précédentes, on remarque que l'efficacité du transfert est la même: un gain de 240 livres à partir de 2 000 livres de foin, soit une efficacité de 12%. Mais la productivité (qui est un taux de transfert d'énergie) diffère: le boeuf prend 240 livres en 120 jours ce qui donne deux livres par jour, tandis que les lapins n'ont besoin que de 66 2/3 jours pour augmenter leur poids de 240 livres, soit 3,6 livres par jour. Ceci illustre bien la différence entre l'efficacité et la productivité.

Il en va de même pour les poissons du Québec. La figure 2 montre la relation longueur-poids des esturgeons qui croissent dans le Saint-Laurent et de ceux qui croissent plus au nord, dans la région du lac Waswanipi. Le professeur Étienne Magnin, du Département de biologie de l'Université de Montréal a démontré que la relation longueur-poids pour les esturgeons du Saint-Laurent peut être exprimée par $P = 0.00137 \times L^{3.327}$ tandis que ceux de la région du lac de Waswanipi, par $P = 0.00491 \times L^{2.993}$. Puisque l'efficacité biologique doit être la même, nous voyons que pour une même longueur, les esturgeons du Saint-Laurent sont plus gros que ceux de Waswanipi, c'est donc dire que dans le Saint-Laurent leur productivité doit être plus grande.

Il devient donc important de garder ce milieu aussi propre que possible. Nous savons que la nutrition, l'assimilation et la productivité en milieu aquatique dépendent en partie de la température et de la tension en oxygène. Cependant, lorsqu'on parle des coûts de dépollution ou de maintien d'un niveau d'oxygène, on considère rarement la valeur de la productivité biologique.

Jusqu'à quel point pouvons-nous accepter une pollution organique? Pour répondre à cette question, faisons une analogie avec l'agriculture. Pour bien croître, une culture donnée a besoin d'une quantité d'engrais donnée. En deçà d'un certain seuil, la culture ne produit pas au maximum et au-delà, elle dépérit très rapidement. Il devrait en être de même pour le milieu aquatique.

Une façon d'augmenter la productivité de certaines régions est d'aménager leurs populations sauvages avec les mêmes soins qu'en agriculture traditionnelle. Déjà des indications montrent qu'on peut produire plus de viande par unité de surface par année qu'on ne le fait actuellement avec des boeufs.

Vous voyez que transformer du soleil en humain heureux pose encore beaucoup de problèmes.

POUR EN SAVOIR PLUS LONG
EDMONDSON, W.T. et WINBERG, G.G., *Methods for Estimation of Secondary Productivity in Fresh Waters*, I.B.P. Handbook, no 17, 1971.
RIKER, W.E., *Methods for Assessment of Fish Production in Fresh Waters*, I.B.P. Handbook, no 3, 1971.

L'auteur est professeur au Centre québécois des sciences de l'eau (CEQUEAU) de l'Institut national de la recherche scientifique (INRS) de l'Université du Québec.

l'informatique démystifiée

par Michel Boudoux

Voici une méthode simple pour comprendre la «logique» des ordinateurs.

Si l'informatique constitue de nos jours un sujet d'actualité très en vogue, bien des gens adoptent encore envers les ordinateurs une attitude des plus irrationnelles.

Certains, au nom d'un humanisme souvent désuet, y voient une immense conspiration technocratique dont le but avoué est de remplacer l'intelligence humaine par des robots.

D'autres, au contraire, faisant preuve cette fois d'une naïveté colossale, s'imaginent que le temps approche où l'ordinateur résoudra absolument tous les problèmes de l'humanité, depuis la planification de la production jusqu'à l'organisation intégrale des loisirs. Pour cette catégorie d'individus, il semble évident que l'homme ne travaillera plus puisqu'il y aura des machines-à-tout-faire.

Ces différentes manières d'envisager l'avenir ne reposent évidemment sur aucune base scientifique. En réalité, le problème s'avère beaucoup plus complexe.

Nous allons tenter de dégager ensemble en quoi consiste exactement un ordinateur et surtout, quelles sont les principales caractéristiques de son fonctionnement.

Au risque de décevoir certains, nous ne proposerons pas à la fin de cet article, un plan pour construire chez soi un petit ordinateur. Certes, nous ne doutons pas que beaucoup de nos lecteurs ont de sérieuses connaissances en électronique. Il faut admettre néanmoins, que la réalisation d'un ordinateur, même réduit, demande des milliers d'heures de travail à des équipes de techniciens hautement spécialisés.

Heureusement pour nous, deux chercheurs des Laboratoires Bell ont mis au point un instrument nommé CARDIAC et destiné précisément à visualiser de façon concrète les principes du fonctionnement d'un ordinateur. Nous en parlerons plus en détail à la fin de cet article.



Une démarche très logique ○ Déjà à l'époque de Pascal (1642) et de sa première machine à calculer, les scientifiques se posaient la question à savoir s'il n'était pas possible d'inventer des machines pouvant remplacer l'homme dans l'exécution de certains calculs souvent fastidieux: calculer les différentes valeurs d'une table de logarithmes, par exemple. Malheureusement pour eux, le développement technologique n'était encore qu'embryonnaire à cette époque. Même Babbage, un savant Anglais qui conçut dès 1801 les plans d'une calculatrice programmable, ne put la réaliser pour des raisons purement techniques: il lui fut impossible de faire usiner les pièces de son appareil.

C'est la découverte des tubes à vide (1904), puis des transistors (1948) qui permit la construction de ces appareils dont le premier, MARK I, en 1944, comportait plus de 1 800 tubes à vide, pour en arriver aux super-ordinateurs, tel le STRETCH de l'Office météorologique des U.S.A. qui effectue aujourd'hui une opération en 1/5 de milliardième de seconde.

En tout cela rien de magique. Seulement une démarche extrêmement logique.

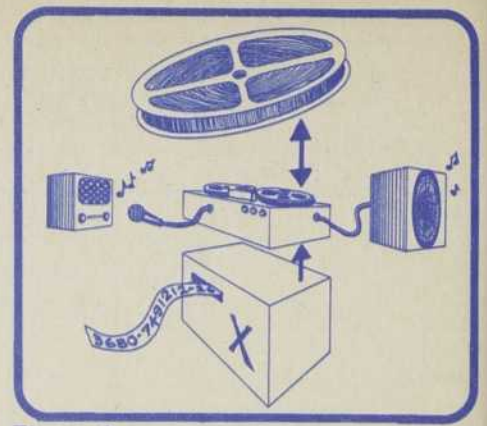


Figure 1

Enregistrer un récital de Jean Ferrat... ○ Supposons que vous possédiez un magnétophone à bandes et que vous vous disposiez à enregistrer un récital de Radio-Canada. A l'heure du récital, vous ouvrez votre radio sur laquelle vous avez branché le magnétophone muni d'un compteur: la bande magnétique est engagée et le compteur est à la position 001. Dès que Ferrat commence à chanter, vous faites démarrer l'enregistreur. La première chanson terminée, le compteur marque 075. Vous notez alors sur un carnet: chanson no 1: 001 à 075. Comme les applaudissements durent longtemps (puisque'il s'agit de votre chanteur préféré!), la deuxième chanson commence au no 089 pour se terminer au no 121; ce que vous notez. A la fin du récital de dix chansons (toutes très belles d'ailleurs!), vous êtes en possession d'une bande magnétique sensibilisée de 001 à 753 — c'est la *mémoire* — et d'une feuille de papier sur laquelle sont inscrits différents nombres identifiant les 10 chansons. Appelons ces nombres des adresses. Ainsi la première chanson «Cuba Si» a comme adresse 001-075 et la deuxième chanson 089-121. L'adresse 076-088 représente un fragment de bande magnétique sans intérêt dans le cas présent.

Bref, une semaine après l'enregistrement vous voulez faire entendre à des amis «Au point du jour», «Les guerilleros» et «Cuba Si» dans cet ordre sans pour cela repasser tout le récital. Sur votre liste, ces chansons possèdent respectivement les adresses 680-749—212-261—001-075. Vous faites tourner rapidement votre magnétophone jusqu'à l'adresse 680, là vous branchez le son jusqu'à ce que le compteur indique 749. Puis coupez le son, inversez le déroulement de la bande magnétique jusqu'à 212 et rebranchez le son. Et ainsi de suite.

Supposons maintenant que votre magnétophone soit équipé d'une deuxième mémoire, appelons la X, sur laquelle vous puissiez «programmer» la séquence d'instruction 680-749—212-261—001-075 et que cette mémoire commande le fonctionnement du magnétophone: vous entendriez les trois chansons désirées, dans l'ordre désiré et rien que ces trois chansons-là.

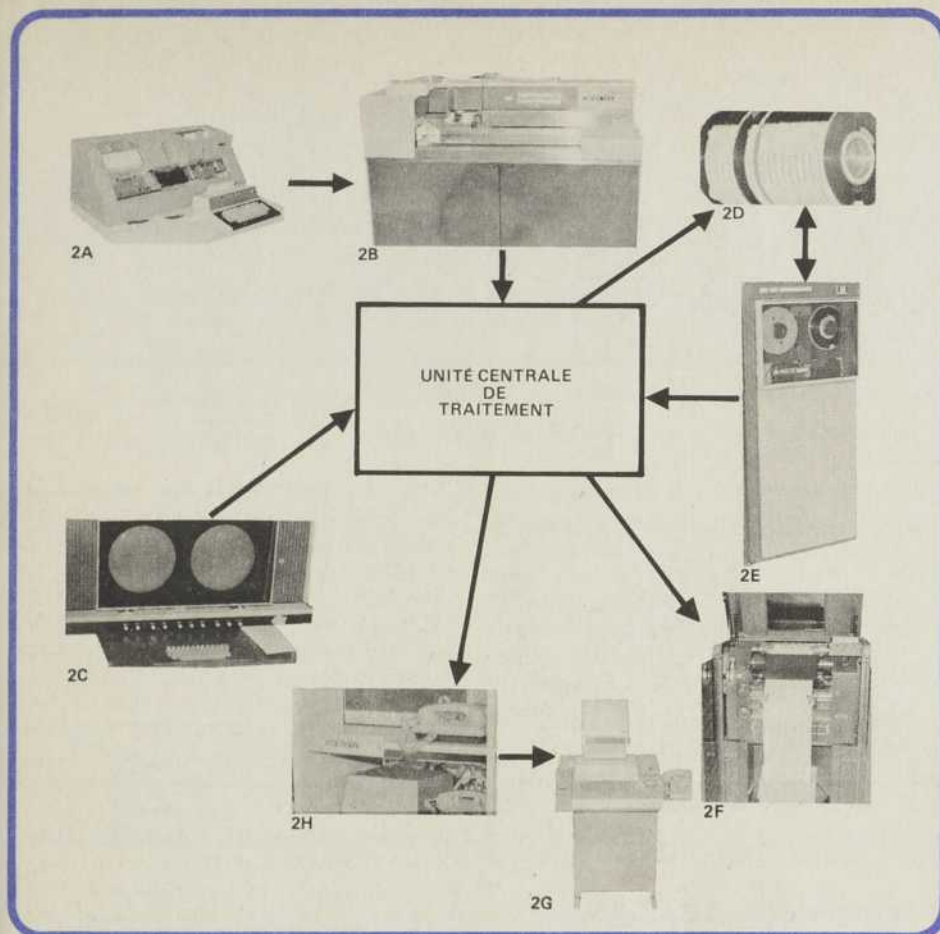


Figure 2

l'est sous forme de *cartes* perforées préparées par une *perforatrice* (photo 2A) qui sont lues par un *lecteur de carte* (photo 2B) relié à l'ordinateur sous le contrôle de la *console centrale* (photo 2C). Ces informations sont alors placées sur *disques magnétiques* (photo 2D) et conservées jusqu'à leur traitement (photo 2E). Lors du traitement, les résultats sont fournis soit sur une *imprimante* rapide (photo 2F), soit sur des *consoles terminales* (photo 2G) pouvant être situées à des centaines de milles de l'ordinateur et reliées à celui-ci par des lignes téléphoniques (photo 2H).*

...c'est fonctionner comme un ordinateur. Et bien! Dans ce cas, vous disposeriez d'un «instrument» analogue à un ordinateur. On y retrouverait en effet un *organe d'entrée* (le micro du magnétophone) acceptant des *informations* sous forme d'ondes sonores (les chansons). Ces *informations* seraient placées en mémoire et assignées à des *adresses* déterminées (les différents numéros du compteur). Il y aurait aussi une *unité de traitement* (le dispositif X ajouté au magnétophone) et une *unité de sortie* (le haut-parleur). De plus, ce système fonctionnerait suivant un *programme* préétabli selon les besoins (la séquence d'instructions). Les figures 1 et 2 illustrent cette figure 2 donne le schéma de fonctionnement d'un système simplifié. L'information de base apportée au système

Ces différentes opérations (entrée des données, traitement, mise en mémoire, etc.), vous pourrez réellement les faire vous-mêmes au moyen de CARDIAC. Il s'agit en fait d'un montage en carton à réaliser vous-même à partir de pièces pré-découpées. Par un ingénieux système de réglottes coulissantes, CARDIAC vous permet d'effectuer différentes opérations exactement comme elles se déroulent dans un ordinateur (à une vitesse un peu plus rapide, il est vrai). Finalement, dites-vous bien que le but de CARDIAC n'est pas de vous fournir le résultat d'une série de problèmes, mais bien de vous familiariser avec un état d'esprit, une logique: celle des ordinateurs mais qui n'est pas forcément celle que nous utilisons dans la vie de tous les jours!■

COMMENT SE PROCURER L'AUXILIAIRE DIDACTIQUE CARDIAC

Les professeurs qui en font la demande peuvent obtenir gratuitement le carton didactique CARDIAC et le manuel d'instructions en s'adressant au:

Service des Relations publiques
Bell Canada
1050, côte du Beaver Hall
Montréal 514.
Tél.: (514) 870-1511

Le prix de vente au détail du carton didactique CARDIAC est de \$1.50 et celui du manuel d'instructions: \$2.

A noter que seul le carton didactique est indispensable et qu'un seul manuel d'instructions par groupe s'avère suffisant.

On peut se procurer le carton didactique et le manuel d'instructions en le commandant à:

Lithographie Métropole Inc.
9001, Boul. Parkway,
Ville d'Anjou,
Montréal 437, Qué.

(Les photos de la figure 2 ont été prises au Centre de Traitement des Données de l'Université du Québec et au Centre de Recherche des Laurentides.)

* Voir l'article intitulé «Par la téléinformatique, un dialogue s'amorce» par Louis Brunel, QUÉBEC SCIENCE, vol. 10, no 4, janvier 1972, pp. 5 à 7.

POUR EN SAVOIR PLUS LONG

ROY, N. et BÉGIN, C., *Principes d'informatique*, McGraw Hill, 1969, 288p., \$6.60.
CROWLEY, T.H., *La connaissance des ordinateurs*, Bell Canada, 1970, 154 p., \$2.00.
ARSAC, J., *La science informatique*, Dunod, 1970, 233p., \$5.00

L'auteur est chargé de recherche en biologie au Centre de Recherche des Laurentides du Ministère canadien de l'Environnement à Québec.

A compter du présent numéro, QUÉBEC SCIENCE, en collaboration avec LES ÉDITIONS DE L'HOMME, offrira chaque mois l'un des dix volumes suivants à ceux qui répondront correctement.

CONDITIONS ET MODALITÉS DE PARTICIPATION

1. Indiquer le nom de la chronique à laquelle on participe.
2. Répondre sur la formule d'abonnement-concours dûment remplie (joindre une feuille supplémentaire si nécessaire).
3. Faire parvenir sa réponse avant le 20 du mois apparaissant en page couverture (le cachet de la poste en fera foi).
4. Être abonné ou s'abonner à QUÉBEC SCIENCE (voir la formule au bas de cette page).
5. Un jury composé de scientifiques et de mathématiciens sélectionnera les bonnes réponses et choisira au hasard parmi celles-ci, 10 gagnants par mois. Les gagnants se verront attribuer le volume de leur choix, gracieuseté des Éditions de l'Homme.
6. A cause des délais de publication, les réponses ainsi que les noms des gagnants ne seront reproduits dans la revue que deux mois suivant leur parution.
7. Les membres du personnel de QUÉBEC SCIENCE ainsi que leurs familles et les personnes à l'emploi des sociétés liées par contrat à la revue ne sont pas éligibles à ce concours.
8. Toutes les réponses reçues deviennent la propriété de QUÉBEC SCIENCE qui peut en disposer une fois le délai expiré.

VOLUMES OFFERTS:

1. **La Météo**
par Alcide Ouellette
2. **Apprenez la Photographie**
par Antoine Désilet
3. **Technique de la Photo**
par Antoine Désilet
4. **Apprenez à connaître vos médicaments**
par René Poitevin
5. **Les Poissons du Québec**
par E. Juchereau-Duchesnay
6. **Les Mammifères de mon pays**
par J. St-Denys Duchesnay
7. **La Bourse**
par Albert Lambert
8. **Premiers pas sur la Lune**
par Neil Armstrong, Michael Collins, Edwin E. Aldrin
9. **La Taxidermie**
par Jean Labrie
10. **Une culture appelée québécoise**
par G. Turi

PARTICIPEZ À «ÉCHEC ET MATHS» ET «À VOUS DE JOUER» ET GAGNEZ DES PRIX

Coupon d'abonnement-participation au concours

ÉCHEC ET MATHS À VOUS DE JOUER

Je suis abonné à QUÉBEC SCIENCE

Je désire m'abonner à QUÉBEC SCIENCE

pour 1 an — 8 nos \$3.00

2 ans — 16 nos \$5.50

3 ans — 24 nos \$7.50

Nom _____ Prénoms _____

Adresse _____
(rue) (ville) (zone)

(comté ou région)

(province)

No de téléphone _____

Étudiant Autre

Ma réponse est: _____

(compléter sur une feuille détachée au besoin)

Avez-vous pointé la case du concours auquel vous participez?

Si je suis gagnant je désire recevoir le livre de mon choix

Premier choix: numéro _____

Deuxième choix: numéro _____

--	--

(espace réservé au jury)

Adresser le tout à:

CONCOURS QUÉBEC SCIENCE
Case postale 250
Sillery, Québec 6

ÉCHEC ET MATHS



par Claude Boucher

Une petite erreur s'est glissée dans l'énoncé du problème des bananes indiennes dans le numéro de décembre 1971. Il aurait fallu mentionner que le nombre de voyageurs était de 23. Cela entraîne aussi une rectification dans la solution où x doit représenter le nombre de bananes reçues par chaque voyageur. Nous nous en excusons.

Nous présentons ce mois-ci la solution du problème no 10: ENCORE DE LA FAUSSE MONNAIE et un nouveau problème: BOULET DE CANON. A noter que la réponse à ce problème (le numéro 11) ne paraîtra que dans deux mois afin de permettre à nos lecteurs de participer en grand nombre à notre concours et au jury d'attribuer des prix parmi ceux qui auront trouvé la bonne solution (voir les prix offerts et les conditions de participation à la page précédente). Bonne chance.

Problème no 11:

BOULET DE CANON

Il y a quelques mois je vous proposais de résoudre un problème tiré d'un traité venu de l'Inde au IX^e siècle. Ce mois-ci, je vous demande de vous attaquer à un problème lui aussi tiré d'une source littéraire, mais, cette fois, moins éloignée de nous dans le temps et dans l'espace. Il s'agit de l'humaniste américain du XIX^e siècle, Mark Twain, dont tout le monde connaît le célèbre *Huckleberry Finn*.

Dans un de ses contes intitulé «Réponses à des correspondants», Twain imagine qu'un correspondant qui signe «Un mathématicien — Virginia, Nevada» propose à l'auteur du courrier d'un journal le problème suivant:

«Si un boulet de canon met 3 secondes $\frac{1}{8}$ pour parcourir les quatre premiers milles, 3 secondes $\frac{3}{8}$ pour les quatre milles suivants, 3 secondes $\frac{5}{8}$ pour les quatre milles suivants, et ainsi de suite, avec une diminution de vitesse

constante dans la même proportion, combien de temps lui faudra-t-il pour parcourir quinze cents millions de milles?»

Le chroniqueur désabusé répond laconiquement: «Je n'en sais rien!» Pourriez-vous prêter main forte à ce pauvre courriériste?

Remplissez le coupon de la page précédente et postez votre réponse avant le 20 MARS 1972 à:
CONCOURS QUÉBEC SCIENCE
Case postale 250
Sillery, Québec 6

Solution du problème numéro 10:
ENCORE DE LA FAUSSE MONNAIE
On prendra une pièce dans la première pile, deux pièces dans la deuxième pile, trois pièces dans la troisième pile, etc. On obtiendra donc en tout 55 pièces. Si toutes ces pièces étaient de bon aloi, leur poids total s'élèverait à 550 gr. Supposons, pour fixer les idées, qu'en faisant la pesée, on constate que le poids total est de 544 gr. On expliquera cette différence de 6 gr. par le fait qu'il y a dans la balance six pièces dont le poids est en-dessous du 10 gr. réglementaire. Ces six pièces doivent provenir de la sixième pile qui est la pile de pièces fausses que nous cherchions.



par Laurent Bilodeau
et Jean-Marc Fleury

Afin de permettre à un plus grand nombre de lecteurs de participer à notre concours, nous reproduisons une seconde fois le Jeu no 1: «Plus vite que la lumière». Ceux qui croient avoir trouvé la solution ont encore jusqu'au 20 mars pour nous faire parvenir leurs réponses.

PLUS VITE QUE LA LUMIÈRE

«Dans l'ionosphère, les ondes électromagnétiques se propagent parfois bien plus vite que la lumière!»

Le professeur qui avait prononcé ces mots passa près de se faire répudier par notre classe. En effet, «rien ne va plus vite que la lumière»; c'est un principe fondamental de la science moderne. On s'en sert même pour expliquer l'existence des ondes électromagnétiques. Comment résoudre ce paradoxe sans forcer le professeur à démissionner?

Pour comprendre, il faut faire la nuance entre la vitesse de propagation d'un groupe d'ondes et la vitesse individuelle des ondes dans ce groupe. Le groupe va en général plus lentement. Les ondes, elles, se renouvellent: elles naissent à l'arrière du groupe, gagnent du terrain et meurent à l'avant.

Vous pouvez trouver des analogies à ce phénomène aussi bien dans votre baignoire que sur un lac ou sur l'océan. L'énergie de ces ondes se déplace-t-elle à la vitesse du groupe ou à celle des crêtes individuelles? De quelle vitesse de «propagation» le professeur parlait-il? Quelle est la vitesse de l'énergie électromagnétique et quantité plus subtile, de l'information?

Il existe d'autres phénomènes qui semblent se propager plus vite que la lumière. Pouvez-vous en imaginer quelques-uns?



Claude Tremblay

M. Arthur Brandenberger: «En Amérique du Nord, le Québec peut se glorifier d'être un des plus avancés en photogrammétrie.»



photogrammétrie

par Jean-Marc Gagnon

Sous la rubrique «Flash», QUÉBEC SCIENCE publiait dans le numéro de février 1972 une nouvelle affirmant que la photogrammétrie constitue une véritable science dont le Québec représente une des pointes les plus avancées de toute l'Amérique du Nord. Nous avons voulu aller plus loin en interrogeant le directeur du Département de photogrammétrie de l'Université Laval, M. Arthur Brandenberger.

«Le fait que 20% seulement des terres de notre planète soient cartographiées en des échelles 1:100 000 et plus grandes, représente une perte économique considérable tant pour le monde dans son ensemble que pour le Canada et le Québec en particulier dont la majeure partie du territoire demeure inexploité. Même si plus d'un million d'hommes y travaillent actuellement et que tous les gouvernements y consacrent ensemble un montant de \$2 milliards par année, le progrès annuel des travaux géodésiques et cartographiques (échelles 1:100 000 et plus grandes) ne s'établit qu'à 0,4% des terres alors que la population mondiale augmente de 2%. L'ignorance, et par conséquent, la non-exploitation des trésors que recèle le sol, causées par une exploration cartographique en retard, prive l'ensemble des nations d'une multitude de ressources dont on peut évaluer la valeur en argent à environ \$10 milliards par an.»

«Pour les océans, c'est encore pire: nous ne disposons de données cartographiques adéquates que pour 5% des fonds marins, données recueillies selon des méthodes comme le sonar qui ne fournissent aucun renseignement sur les richesses qui s'y trouvent.»

«De plus, les ressources connues et en cours d'exploitation s'épuisent rapidement. A l'échelle mondiale, la rareté de certains matériaux commence à se faire sentir. Déjà, plus de 16% du pétrole provient des milieux marins.»

Une réponse moderne ○ «La photogrammétrie constitue la réponse moderne au problème de la cartographie et de l'inventaire des richesses naturelles. De nos jours, 90% des cartes sont faites par photogrammétrie aérienne.»

Celui qui parle ainsi connaît son affaire. Il s'agit du professeur Arthur Brandenberger, dont la réputation s'étend à l'échelle internationale. Docteur en photogrammétrie de l'École polytechnique de Zurich en Suisse, M. Brandenberger s'est vu par la suite confier plusieurs missions cartographiques à l'étranger: en Grèce, en Turquie et au Brésil notamment. Appelé à diriger des travaux de recherche aux États-Unis, il décida de s'y établir. Il devint chef de la section de photogrammétrie de l'Université d'État de l'Ohio jusqu'à ce que l'université Laval de Québec, après l'avoir invité à plusieurs reprises, lui offre de mettre sur pied, en 1965, ce qui allait devenir le premier département de photogrammétrie de niveau universitaire en Amérique du Nord dont il dirige les destinées depuis ce temps.

Depuis lors, il vit au Québec, sans toutefois s'empêcher de ponctuer chaque année universitaire de fréquents déplacements à titre de directeur d'un programme de recherche suggéré par la section cartographique de l'ONU ou à un autre, pointant chaque fois sur l'immense mappe-monde qui occupe tout un mur de son bureau, les régions que ses activités professionnelles l'amènent à visiter.

Applications militaires ○ Née au début du siècle, la photogrammétrie, comme bien d'autres sciences, s'est développée en partie grâce à ses applications militaires. La cartographie constitue en effet un élément relié en tout premier lieu à la sécurité d'un pays. C'est ainsi que M. Brandenberger, d'origine suisse, dut contracter la citoyenneté américaine, condition pré-requise (Security Clearance) pour diriger tout projet de recherche militaire aux États-Unis. Mais les temps changent, affirme-t-il. De plus en plus, les usages civils prennent le pas sur les préoccupations stratégiques.

«Pour le Canada, pays beaucoup plus neutre que son voisin du sud, le problème ne se pose même pas. Ainsi, notre département doit sa survie financière bien davantage aux subventions du Conseil National de Recherche du Canada qu'à celles du Conseil canadien de recherche pour la défense. Le Ministère fédéral de l'énergie, des mines et des ressources et le Ministère québécois des richesses naturelles commandent aussi certains travaux au département.»

Photogrammétrie
la photogrammétrie
pond que
et général
cartographie
A bord
un plan de
resse que
d'un appa
précision
pratique
vue se dé
intervalles
que photo
observé su
toire, des
sent cette
l'échelle
Il exist
grammétrie
usage de l
diminuer
giques les
régions to
On parvie
physiques
parties du
faire ressu
tous les an
La photo
également
C'est ainsi
lier la resp
l'édifice de
bec. Advan
cisme de
du gouvern
mettra de
comme ne
On compr
eux elle
l'archéolog
Elle s'a
résistance
barrages p
volume d'
géné: for
du sol), en
médecine
dimension
et plus réce
lunaire.
L'arpentag
«A cause d
application
la photogra
essentielle
interdiscipl
département
université Laval
de maîtrise
base devant
discipline. C
signale que
plus couran
d'arpenteur
de forestier

Photogrammétrie aérienne ○ A quoi sert la photogrammétrie? M. Brandenberger répond que son application la plus courante et généralisée est incontestablement la cartographie par photogrammétrie aérienne.

A bord d'un avion dont le pilote suit un plan de vol précis et navigue à une vitesse constante, un opérateur fixe l'objectif d'un appareil photographique de haute précision vers le sol à travers une ouverture pratiquée dans le plancher. Les prises de vue se déroulent de façon automatique à intervalles réguliers, de façon à ce que chaque photo recouvre environ 60% du terrain observé sur la précédente. Puis, en laboratoire, des appareils de restitution convertissent cette série de clichés en une carte à l'échelle désirée.

Il existe plusieurs techniques de photogrammétrie aérienne dont certaines font usage de télédéTECTEURS (radar) afin de diminuer l'effet des conditions météorologiques lors de la photographie de certaines régions toujours nuageuses par exemple. On parvient aussi à montrer les qualités physiques du sol en éliminant certaines parties du spectre de façon, par exemple, à faire ressortir par une couleur différente tous les arbres malades dans une forêt.

La photogrammétrie terrestre trouve également de nombreuses applications. C'est ainsi que M. Brandenberger a pu réaliser la restitution photogramétrique de l'édifice de l'Assemblée nationale du Québec. Advenant qu'un incendie ou un cataclysme détruisse de fond en comble l'Hôtel du gouvernement québécois, ce plan permettra de le reconstruire exactement comme nous pouvons le voir aujourd'hui. On comprend facilement quel apport précieux elle peut fournir à l'histoire, à l'archéologie et même à l'architecture.

Elle s'avère aussi fort utile en génie civil (résistance des matériaux, déplacement des barrages par la pression de l'eau, calcul du volume d'éboulements ou d'excavation), en génie forestier, en agriculture, (cartographie du sol), en architecture, en géologie, en médecine (images stéréoscopiques en trois dimensions par rayons X), en criminologie et plus récemment encore, en cartographie lunaire.

L'arpentage, voie d'accès la plus directe ○ «A cause de l'extrême diversité de ses applications, poursuit M. Brandenberger, la photogrammétrie constitue un domaine essentiellement polyvalent et foncièrement interdisciplinaire. C'est pourquoi, le département de photogrammétrie de l'université Laval ne décerne que des diplômes de maîtrise et de doctorat, la formation de base devant s'effectuer dans une autre discipline. Cependant, M. Brandenberger signale que la voie la plus normale et la plus courante est de suivre d'abord le cours d'arpenteur-géomètre offert par la Faculté de foresterie et de géodésie.

Pas de chômeurs ○ «Non, il n'existe pas de «chômeurs diplômés» en photogrammétrie, affirme avec une satisfaction évidente le professeur Brandenberger. Au contraire, la demande actuelle est plus forte que l'offre. Ceci, en partie à cause du fait que la moitié des étudiants sont des étrangers qui, une fois leurs études achevées, retournent dans leur pays d'origine. Par suite de l'amorce du vaste projet d'aménagement de la Baie James, les diplômés sont particulièrement en demande ces temps-ci. Si certains CEGEP avaient la bonne idée d'offrir une formation professionnelle en photogrammétrie et en cartographie, nul doute que les techniciens ainsi spécialisés trouveraient à se caser sur le marché du travail.»

Ce sont les gouvernements, tant aux niveaux fédéral et provincial que municipal, qui désirent s'attacher le plus grand nombre de photogramètres. Les principaux ministères employeurs sont ceux à vocation technique: terres et forêts, richesses naturelles, énergie, mines et voirie.

L'industrie photogramétrique requiert également les services d'un certain nombre de diplômés. M. Brandenberger signale à cet effet l'existence au Canada d'une vingtaine de grandes compagnies photogramétriques dont le tiers opèrent au Québec et appartiennent à des Québécois.

Quelques bureaux d'arpenteurs-géomètres spécialisés emploient aussi des diplômés en photogrammétrie, mais sur une échelle beaucoup plus restreinte à cause des investissements considérables que nécessitent de tels travaux: achats d'appareils très dispendieux, d'avions, etc.

Enfin, le Département de photogrammétrie lui-même devient une source d'emploi pour ses étudiants à mesure qu'il prend de l'expansion, tant par les subventions de recherche qu'il se voit attribuer, que pour répondre aux besoins de l'enseignement. En effet, le département dispense plus de vingt cours y inclus des cours de service, à des étudiants de premier cycle dans d'autres disciplines intéressées par les applications photogramétriques.

Si faire de la photographie en amateur ne requiert aucun diplôme universitaire, il n'en va pas de même lorsqu'on veut appliquer cette technique à la mesure de tout objet, de l'infiniment grand à l'infiniment petit et la transformer ainsi en véritable science. M. Brandenberger, citoyen suisse, américain et sans doute du monde entier, affirme: «Le Québec peut désormais se glorifier à juste titre de posséder le seul département de photogrammétrie universitaire de l'Amérique du Nord.» ■

Aptitudes

- Posséder une bonne vision stéréoscopique (vision normale pour 95% des gens)
- Aimer les sciences exactes: mathématiques, physique, géométrie, informatique, cartographie
- Connaître suffisamment la langue anglaise, étant donné que la majorité des travaux de recherche sont rédigés et diffusés dans cette langue
- Pouvoir travailler en équipe et s'intéresser aux problèmes des autres.

Formation

- Au collégial, concentration en mathématiques, physique, informatique et cartographie (si possible)
- Au premier cycle universitaire, le cheminement le plus normal est de suivre le cours d'arpenteur-géomètre où l'on accorde une importance appropriée à la photogrammétrie
- Certains cours de génie comportent également une mineure en ce domaine
- Aux niveaux de la maîtrise et du doctorat (2ème et 3ème cycles), les seuls où l'on peut obtenir un diplôme en photogrammétrie, spécialisation intensive.

Établissements d'enseignement

- Certains CEGEP offrent un programme en techniques cartographiques
- Toutes les universités québécoises qui décernent un diplôme en génie. A noter que l'École polytechnique de l'Université de Montréal offre un cours de photogrammétrie au premier cycle et l'Université Laval, une vingtaine
- Premier cycle en arpentage à la Faculté de foresterie et de géodésie de l'Université Laval
- Deuxième et troisième cycle au Département de photogrammétrie de cette même faculté.

Radio-Canada, plus que jamais au carrefour du Canada français

La Maison de Radio-Canada
ouvrira toutes grandes ses portes
aux visiteurs, à l'été de 1972



AUX COL

TIRES A

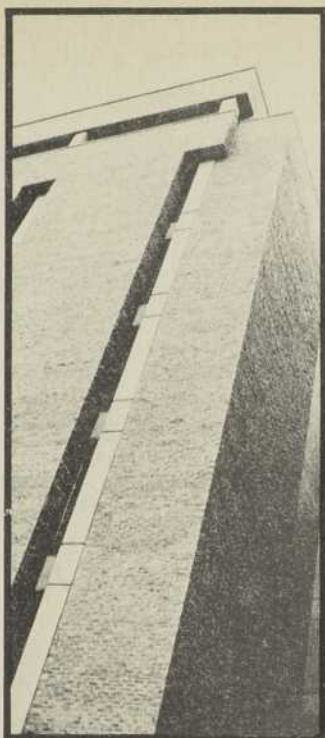
Certains a
le prédéc
BEC SCIE
SCIENTIF
imprimés
pombles
au prix de

En voici la

- Les Din
- Oveado
(1969)
- Terres
- Les Édi
- L'œuvr
- Eugène
- La réu
- d'une ta
- Les chr
- Les végi
- everglac
- Les pon
- et leurs
- Les aut
- La cont
- ments p
- La lutte
- Tremble
- au Cart

Postez votre
aujourd'hui

QUÉBEC S
Case postale
Sillery, Qué



AVIS

AUX COLLECTIONNEURS

TIRÉS À PART

Certains articles parus dans le prédécesseur de *QUÉBEC SCIENCE*, *LE JEUNE SCIENTIFIQUE*, ont été imprimés à part et sont disponibles en quantité limitée au prix de \$0.50.

En voici la liste:

- Les Dinosaurés
- Oiseaux du Québec (1969)
- Terres marécageuses
- Les Épiphytes
- L'oeuvre de Mendel
- Eugène Wigner
- La réussite d'une bactérie
- Les champignons sacrés
- Les végétations des everglades en Floride
- Les poissons et leurs nids
- Les aurores boréales
- La conservation des aliments par l'irradiation
- La lutte biologique
- Tremblements de terre au Canada

Postez votre commande dès aujourd'hui à:

QUÉBEC SCIENCE
Case postale 250
Sillery, Québec 6

À L'UQAM LA SCIENCE AURA DÉSORMAIS PIGNON SUR RUE

C'est en voulant mettre un complexe scientifique moderne à la disposition de ses étudiants présents et futurs ainsi que de son personnel enseignant et de ses chercheurs que l'Université du Québec à Montréal a senti le besoin d'un pavillon des sciences.

Les administrateurs de l'UQAM et les architectes ont conçu l'édifice selon le principe d'éléments modulaires permettant une flexibilité maximum dans l'organisation des laboratoires affectés à quelque discipline que ce soit. Des modules de 9 pieds par 23 pieds assurent tous les arrangements possibles de locaux.

La première pensée a été de créer des laboratoires en majorité multidisciplinaires, pouvant satisfaire aux exigences des départements de chimie, biologie et sciences de la terre, tant du point de vue de l'enseignement que de la recherche. Les six planchers sont divisés en quatre aires de laboratoires desservies par deux corridors et deux aires de services.

Ces quatre aires de laboratoires superposées sur les six planchers sont formées de huit modules de 9 pieds délimités par un muret amovible où sont installés tous les services de plomberie et d'électricité nécessaires dans les laboratoires. Ces unités de services servent de base au cloisonnement des laboratoires, lorsque nécessaire. Depuis

les dessus de ces unités, un muret amovible formé en sections coulissantes vient compléter la séparation de ces aires en locaux de grandeurs variées. Les côtés des murets, où sont encastrés les éviers, ont été conçus de façon à faciliter l'installation rapide d'instruments et de comptoirs secs. Ces cloisons légères, insonorisées, sont conçues avec supports et rails préfabriqués, afin d'y suspendre sans outil les appareils, tableaux, hérissons, tablettes et armoires d'entreposage.

Le côté de chacune de ces aires est employé à loger des comptoirs et deshottes amovibles.

Dans cette conception, l'UQAM a vu la formule idéale pour assurer à ses laboratoires toute la versatilité que nécessite l'évolution constante de la science.

Il résulte de cette conception que les laboratoires de recherche juxtaposés peuvent être en quelques heures rapidement transformés en grands laboratoires d'enseignement, sans qu'il n'y paraisse le jour suivant. Il en est de même pour transformer un grand laboratoire d'enseignement en plusieurs petits pour la recherche.

Un étage complet de laboratoires d'enseignement a été conçu différemment, en utilisant cependant les mêmes éléments de base. Un secteur a été organisé en cellules de travail ou «cubicules». Ces cellules comprennent un grand laboratoire d'enseignement doté des équipements majeurs. Huit cellules entourent ce laboratoire. Chacune des cellules peut accommoder un groupe de 4 étudiants. Chaque groupe de quatre étudiants a à sa disposition un paillason pour expériences de laboratoire et une table d'étude équipée des services nécessaires pour consulter à volonté les détails des cours reçus, au moyen de bandes magnétiques ou de films. Tableaux, écrans, bibliothèques, physiographe, vivarium et fauteuils sont mis à disposition afin de permettre de compléter 5 ou 6 heures de laboratoire et d'étude de façon détendue.

En général, et selon les disciplines, chaque module d'enseignement peut assurer en moyenne une place de travail pour 5 1/4 étudiants, et chaque cellule, quatre étudiants; ce qui veut dire qu'un total de 432 étudiants peuvent être admis en même temps dans les laboratoires d'enseignement, en plus de ceux qui oeuvrent dans les laboratoires d'enseignement spécialisé et de recherche, en tout une possibilité de 622 étudiants à l'heure.

N'OUBLIEZ PAS!

Le Congrès annuel de l'Association de la jeunesse scientifique du Québec se tient ce mois-ci à l'Université Laval de Québec, soit les 10, 11 et 12 mars. Au programme: *trois colloques*, l'un sur la responsabilité sociale de l'homme de science, l'autre sur la pollution et l'environnement, le troisième, sur «la géologie, ressources minières, ressources d'avenir», *une exposition* sur les clubs-science et les organismes provinciaux, *un symposium* sur l'astronautique au Québec (perspectives pour les jeunes, genre de recherches, lois en vigueur, solutions aux problèmes actuels, aide, coopération inter-clubs), *trois conférences*, la première sur la spéléologie québécoise, la seconde sur la Baie James et la troisième, sur l'océanographie, de *nombreuses communications* par des jeunes scientifiques, *plusieurs ateliers* sur l'AJS, les conseils régionaux, les sections scientifiques, *visites* de centres de recherche, *projections* de films et enfin, *lancement* du «Manuel des clubs-science».

Le coût de l'inscription est fixé à \$3 par personne.

Pour renseignements supplémentaires, s'adresser:

À MONTRÉAL:
M. Claude Arseneau
Association des jeunes scientifiques
370A est, boulevard St-Joseph
Montréal 151
(514) 845-7821

À QUÉBEC:
M. André Boutin
Association des jeunes scientifiques
2380, rue Bardy
Québec
(418) 667-5896



QUAND CANADIENS ET QUÉBÉCOIS S'ENTENDENT

Le conseil d'administration du Conseil de la jeunesse scientifique du Québec (CJS) vient d'approuver un protocole d'entente avec son équivalent canadien, la Youth Science Foundation (YSF). Les termes de l'accord stipulent que les deux organismes travailleront en collaboration dans leurs champs respectifs. Le CJS concentrera ses efforts sur la population francophone du Québec et des autres provinces et la YSF, auprès des anglophones.

Les deux organismes délègueront de part et d'autre un observateur aux assemblées et procéderont régulièrement à des échanges «loyaux» d'information. Ils continueront de publier chacun leur bulletin d'information: Bulletin de liaison du CJS et Seccan News, le premier étant distribué au Québec et le second dans le reste du Canada, chacun consacrant une colonne aux nouvelles de l'autre. De même, le CJS diffusera au Québec la documentation en provenance de la YSF et cette dernière, les documents du CJS à l'extérieur du Québec.

Le Conseil de la jeunesse scientifique se réserve la tâche de définir seul la politique scientifique devant s'appliquer à la jeunesse scientifique québécoise et se définit un droit prioritaire et exclusif en ce qui concerne l'organisation de tout service au Québec. Advenant que la Youth désire mettre sur pied un projet spécial au Québec, elle devra se conformer aux recommandations du CJS.

Enfin, après entente, les deux organismes adresseront conjointement leurs demandes de subvention auprès du Conseil national de recherches du Canada.

EXPO-JEUNESSE 72

Du 16 au 19 mars prochain, se tiendra l'Expo-jeunesse 72 à la Régionale Provencher de Nicolet. Le but que se propose cette exposition organisée par les Services aux étudiants est de créer un climat propice à l'humanisation de l'individu et de faciliter l'acquisition d'une formation adulte qui cadre avec les réalités sociales et économiques du «monde des grands». De nombreux kiosques sur les thèmes les plus divers sont au programme, illustrant des sujets aussi divers que la drogue, les syndicats, le système monétaire et l'élevage d'animaux à fourrure, et regroupés selon cinq thèmes principaux: jeunesse, gouvernement, associations professionnelles, industries et carrière. De plus, Expo-jeunesse 72 proposera des conférences portant sur les carrières et des «maxi-conférences» traitant des sujets de l'heure, tels le marché du travail, les maladies vénériennes, la protection du consommateur, la religion du vingtième siècle.



UNE PLAQUE TRÈS SPÉCIALE

La plaque d'inauguration du Pavillon des sciences de l'Université du Québec à Montréal a été réalisée selon un procédé nouveau mis au point par les professeurs Capuano de l'UQAM et Davenport de l'université McGill. Nommée «électrodéposition de l'aluminium sur le cuivre ou l'acier», cette technique connaîtra sans doute de nombreuses applications pratiques et marquera un grand pas en avant dans l'industrie de l'aluminium. M. Capuano tente actuellement de mettre au point un procédé continu de placage de ce métal sur de la tôle. Si ses recherches s'avèrent fructueuses, les boîtes de conserves, par exemple, pourront être recouvertes d'aluminium à l'intérieur pour un coût moindre et permettre la mise en conserve d'une plus grande variété d'aliments.

jacques parizeau en liberté

Jacques Parizeau, le célèbre économiste du parti Québécois, rédige une chronique à caractère économique tous les dimanches dans QUÉBEC-PRESSE. Quand Jacques Parizeau parle d'économie, il en parle en expert: il a été conseiller du gouvernement québécois sous les administrations Lesage et Johnson.



Il faut aussi lire:

- nos grands dossiers;
- nos bandes dessinées exclusivement québécoises;
- nos pages spectacles qui vont au fond des choses;
- nos chroniques destinées aux consommateurs;
- nos pages politiques qui ne ménagent personne, etc.

QUÉBEC-PRESSE

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.

\$15 pour une année \$8 pour 6 mois

Nom

Adresse

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

ne manquez pas dans
QUÉBEC SCIENCE

la chronique
ENVIRONNEMENT

rédigée
en collaboration
par d'éminents spécialistes
de tous les milieux
scientifiques
québécois

ET PROFITEZ-EN
POUR VOUS ABONNER
OU ABONNER VOS AMIS

Nom: _____
(en majuscules)

Adresse: _____
(rue) (ville) (zone)

(comté ou région) (province, état ou pays)

Sexe: M F Âge: _____ Degré de scolarité: _____

Profession: _____

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

école
 collège
 université

1 TARIF
INDIVIDUEL:

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

2 TARIF
GROUPE: (15(OU PLUS) ENVOIS
A LA MÊME ADRESSE)

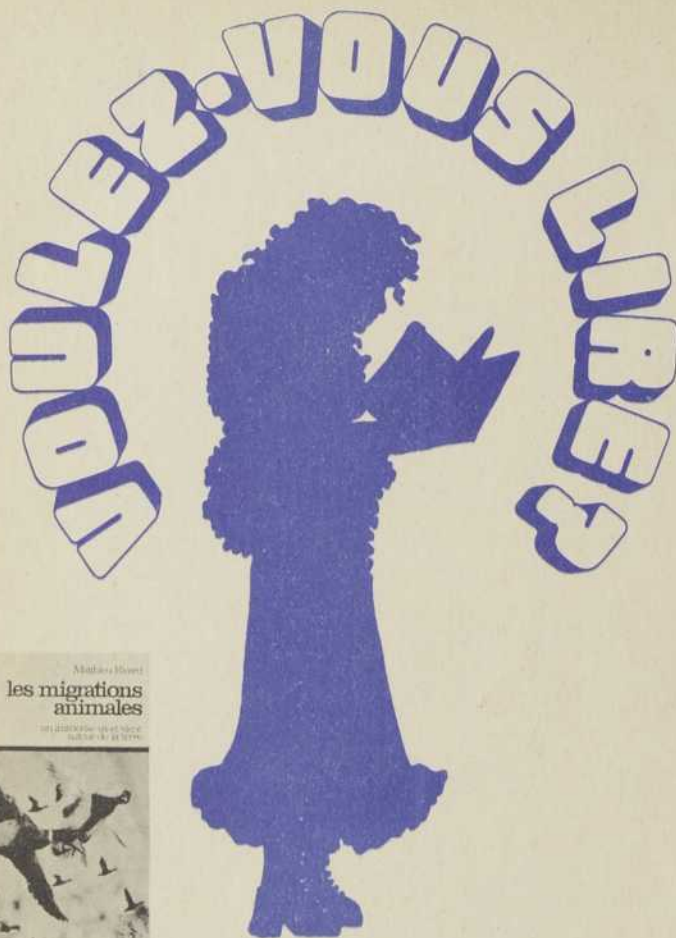
- 1 an, 8 numéros: \$2

3 ABONNEMENT
DE SOUTIEN:

- 1 an, 8 numéros: \$10



QUÉBEC SCIENCE/C.P. 250/SILLERY/QUÉBEC 6



LES MIGRATIONS ANIMALES
 Matthieu Richard, Marabout Université no 216
 1971, 252 pages, \$2.50
 En vente dans les librairies

Les lecteurs qui ont été intéressés par la série d'articles publiés dans QUÉBEC SCIENCE (R. McNeil, avril, mai-juin et novembre 1970; E. Magnin, novembre 1971) sur les migrations des oiseaux et des poissons, ne manqueront pas de lire l'excellent travail que vient de publier Matthieu Richard dans la collection Marabout Université.

Intitulé «*Les migrations animales*», cet ouvrage constitue une remarquable synthèse des plus récentes découvertes dans ce domaine qui commence seulement à être exploré avec toute la rigueur scientifique requise. L'auteur passe en revue les migrations observées chez les mammifères, les oiseaux, les poissons, les insectes, les amphibiens et même les reptiles ainsi que les crustacés.

Chacune de ces formes de migrations est étudiée en deux parties. D'abord l'auteur nous donne une systématique, parfois un peu sommaire il est vrai, des différentes espèces du groupe qui participent au phénomène migratoire. Ainsi pour les groupes de mammifères, cela va du lemming (bien sûr!) à la baleine, en passant par les chauves-souris. Remarquons en passant que l'auteur, de formation européenne, accorde relativement peu d'attention aux migrations des oiseaux en Amérique du Nord: seulement 8 pages contre 56 pour les oiseaux d'Europe.

Pour chaque espèce migratrice, on nous décrit avec assez de détails la migration: époque, orientation, durée, amplitude, etc.

Ensuite, et c'est là que réside à notre avis l'intérêt majeur de ce livre, l'auteur traite des mécanismes qui ont pu déclencher et mener à bon terme la migration. Il s'agit bien de mécanismes au pluriel. En effet, il est bien évident que la migration des salmonidés ne relève pas des mêmes mécanismes que l'agitation migratoire des sauterelles ou que des 12 000 kilomètres parcourus par un Albatros hurleur, depuis les Iles Kerguelen jusqu'au Chili! Bien sûr, beaucoup de ces mécanismes n'ont pas encore reçu une réponse définitive, loin s'en faut. Mais ce qui fait précisément l'intérêt de ce travail, c'est que dans chacun des cas étudiés, l'auteur nous expose les différentes hypothèses avancées, avec leurs éléments de preuve.

Quinze références bibliographiques, un glossaire et de très nombreuses cartes géographiques complètent ce livre.

Francine Boudoux



LA TECHNIQUE DE LA PHOTO
 Antoine Désilets, Les Editions de l'Homme
 Montréal, 1971, 262 pages, \$4
 En vente dans les librairies

Comme le dit Antoine Désilets dans l'introduction de son ouvrage: «Pour moi, un bouquin sur la photographie se situerait bien plus dans ma ligne de pensée s'il ne contenait que des images. Pourquoi faut-il qu'un photographe écrive? Demanderait-on à un écrivain ou à un poète de faire des photos dans l'espoir que ces dernières apportent plus de poids à leurs écrits?»

Mais à cela, on peut ajouter que la connaissance des mécanismes de formation des images demeure essentielle et qu'il est fort louable de tenter de bien l'expliquer. Le livre d'Antoine Désilets recèle de nombreuses explications concernant la formation des images, pour divers types d'objectifs. Ces explications sont claires et bien adaptées au niveau des connaissances que doit avoir le photographe, des principes fondamentaux de l'Optique.

C'est donc un ouvrage de vulgarisation où les bases de l'Optique s'intègrent agréablement aux suggestions et conseils de l'auteur, ceux-ci découlant de son expérience pratique.

Destiné surtout aux photographes amateurs désireux d'améliorer leur technique, ce livre leur permettra de mieux percevoir la lumière en comprenant mieux son comportement. A noter qu'un glossaire anglais-français précède l'ouvrage et permettra aux amateurs de mieux comprendre les magazines américains spécialisés.

Benoît Drolet



ASPECTS ÉCOLOGIQUES DES SAISONS AU QUÉBEC;
UNE ANNÉE DE LA VIE D'UN PAYSAGE
 Raymond Gervais, Centre de Psychologie
 et de Pédagogie, Montréal, 1971
 26 fiches 8 1/2" x 11", illustrations en 4 couleurs
 104 pages, sous cello, \$4.25
 40 diapositives, chargeur plastique, 4 couleurs
 feuillet descriptif, \$20

Ces fiches reproduisent un paysage de la région de Montréal, photographié à intervalles fixes durant une année complète, alors que le paysage se trouve affecté par des conditions atmosphériques et météorologiques variant selon la saison. L'auteur a voulu suggérer une étude comparative des cycles d'un milieu donné et faire sentir jusqu'à quel point certains facteurs naturels et artificiels, peuvent nuire ou bénéficier à l'environnement.

Ce dernier but n'est cependant pas atteint puisque, même si l'auteur suggère quelques questions aux lecteurs, l'information offerte est fort brève. En effet, en plus des photos prises à des intervalles de 15 jours, l'unique information que peut en retirer le lecteur se rapporte à la température, à l'humidité, à la précipitation et à quelques autres détails concernant tous une période de temps très brève.

Il demeure que ces fiches peuvent être utiles à une étude qualitative de la région concernée au moment où furent prises les photographies. Cet ouvrage est donc destiné uniquement à l'initiation à l'écologie au niveau de l'enseignement secondaire. En cela, il sera intéressant puisque la présentation est agréable et bien schématisée par l'auteur, professeur et coordonnateur de l'enseignement des sciences à la Commission scolaire régionale Le Royer.

Benoît Drolet



COMMENT SAVOIR SI VOTRE EAU EST POLLUÉE?

Je n'aime pas beaucoup émettre des critiques négatives, mais il y a des choses qu'on ne peut vraiment pas passer sous silence. C'est le cas de l'article de Mlles Thérèse Desrosiers et Lucille Boisvenue, publié en page vingt-quatre du numéro 3, volume 10 de QUÉBEC SCIENCE, et qui s'intitule «*Comment savoir si votre eau est polluée*».

Il faut d'abord signaler qu'il y a de nombreuses formes de pollution de l'eau:

- pollution par les matières organiques provenant des excréments de l'homme ou des animaux (dont les auteurs font mention);
- pollution par des produits chimiques déversés en trop grandes quantités dans l'eau et entraînant une surabondance de certaines espèces végétales et animales;
- pollution par des produits chimiques nocifs déversés dans l'eau tels que le mercure, le plomb, les insecticides, les herbicides, etc.;
- la pollution causée par des particules et débris en suspension;
- la pollution thermique;
- la pollution par la radioactivité;
- et d'autres formes de pollution.

Or, les auteurs ne font mention que de la première forme de pollution mentionnée plus haut et tout cet article n'est qu'une technique pour déceler la présence d'une bactérie appelée *Escherichia Coli* (cette technique est donnée dans tous les bons manuels de microbiologie) et ne permet même pas de déterminer le taux de fréquence de cette bactérie.

De plus, cet article laisse sous-entendre aux lecteurs non avertis que c'est la présence d'*Escherichia Coli* qui cause un danger, alors que ce n'est pas du tout le cas. Cette bactérie est essentielle à la vie des mammifères et de l'homme et elle se retrouve en grande quantité dans leur système digestif. La présence de cette bactérie indique qu'il y a des excréments dans l'eau et ce sont ces excréments qui peuvent contenir des bactéries ou virus pathogènes (les personnes ayant produit ces excréments étant déjà atteintes par ces maladies).

Cet article devrait donc avoir pour titre «*Comment déceler la présence d'une bactérie appelée Escherichia Coli*».

Je vous recommanderais également:

- 1- de faire relire, par des personnes compétentes tous les articles publiés dans la chronique «Le labo» afin qu'on n'en vienne pas à ridiculiser complètement la valeur du travail fait par les jeunes scientifiques québécois.
- 2- de faire toutes les corrections qui s'imposent dans le prochain numéro de QUÉBEC SCIENCE.

J'espère que cette lettre rendra service aux jeunes scientifiques québécois.

Fernand Miron, B. Sc (biologie), Montréal

QUÉBEC SCIENCE FAIT L'OBJET D'UNE ÉTUDE

J'ai rédigé un travail sur votre publication et j'aimerais vous faire part de mes conclusions. QUÉBEC SCIENCE a une grande valeur scientifique. A première vue, celle-ci semble un peu tape-à-l'oeil mais ceci n'enlève rien à la valeur de ses articles et c'est un point en sa faveur.

Cependant, il devrait y avoir plus de sciences pures et plus d'articles technologiques. Les auteurs d'articles théoriques devraient aller davantage au fond des choses.

Il serait aussi très intéressant d'avoir un compte-rendu des reportages de l'émission télévisée «La flèche du temps».

Continuez dans cette voie et les jeunes scientifiques ne vous lâcheront jamais.

Reynald Filion, Ville d'Anjou

Avez-vous des critiques ou des suggestions à formuler? Voulez-vous nous faire part de vos commentaires sur la revue? Dans ce cas, une seule adresse:

«Vous dites?», QUÉBEC SCIENCE, Case postale 250, Sillery, Québec 6

NDLR: Toutes vos réactions et suggestions sont sérieusement prises en considération par QUÉBEC SCIENCE et font l'objet d'une réponse personnelle lorsque nécessaire. Nous évitons cependant de répondre dans la revue même afin de laisser toute la place aux lecteurs qui se donnent la peine de nous écrire.

CONTRADICTION ET NON-ENGAGEMENT

Dans votre publication de janvier 72, vous nous offrez deux articles fort intéressants sur la pollution (pp. 14 et 22), et nous mettez en garde contre la tragédie planétaire qui nous menace si nous ne réagissons pas. Vous soulignez l'exploitation dangereuse de l'énergie disponible, qui est en train d'épuiser la nature. On trouve même une mention de la destruction progressive des océans, qui serait due, selon le professeur Piccard, avant tout au pétrole déversé dans la mer (p. 14). Or, dans le même numéro, en nous exposant le travail de l'océanographe, vous écrivez tranquillement que vers 1980, «les nouveaux produits de la mer constitueront près de la moitié de la production industrielle totale» et que «l'exploitation minière des océans connaîtra un essor considérable» (p. 20).

Vous laissez même Monsieur Khalil ajouter, sans broncher, que la découverte récente du pétrole sous-marin au large des côtes de l'Île de Sable en Nouvelle-Écosse constitue un pressant encouragement à poursuivre les prospections qui s'effectuent présentement dans l'Est du Québec (p. 20).

Votre revue est sérieuse et très intéressante, mais pour une publication réalisée pour des jeunes, elle se montre singulièrement peu engagée... Ne serait-il pas temps qu'elle prenne position? Comment se fait-il qu'une revue qui prône la lutte contre la pollution n'ait pas réagi à semblable affirmation? Comment se fait-il que vous n'ayez pas demandé franchement à ce Monsieur Khalil si cette exploitation du pétrole sous-marin ne constituerait pas purement et simplement une nouvelle menace pour l'équilibre écologique? Croyez-vous vraiment à la lutte contre la pollution, ou en parlez-vous tout bonnement parce que c'est un sujet à la mode? Si vous y croyez, vous savez aussi bien que moi qu'on ne peut se permettre aucune concession, intellectuelle ou autre, dans ce domaine. Il faut secouer les gens!

Hélène Lair, Sainte-Foy, Québec 10

COMITÉ DE SOUTIEN

BELL CANADA

Monsieur René Fortier, vice-président
Zone de Montréal

LA BRASSERIE LABATT LTÉE

Monsieur Maurice Legault, président

INSTITUT DE RECHERCHE
DE L'HYDRO-QUÉBEC (IREQ)

Monsieur Lionel Boulet, directeur



Aidez-nous à soutenir
financièrement

**québec
science**

le seul magazine québécois
d'information scientifique.

Adressez vos dons à:

QUÉBEC SCIENCE
Case postale 250
Sillery, Québec 6
Tél. (418) 657-2435

BIBLIOTHÈQUE NATIONALE
REQU LE
21 MAR 1976
DU QUÉBEC



BIBLIOTHÈQUE NATIONALE DU QUÉBEC
BUREAU DEPOT LEGAL
1700 RUE ST-DENIS
MONTREAL PQ

4 1