

IN BELUGA
CIÈRE (p. 50)

3,25 \$

Volume 30, numéro 7

AVRIL 1992

QUÉBEC SCIENCE

LA VIE AU CŒUR DU GLACIER

DE L'EAU SANS POLLUTION

UNE NOUVELLE
MOLECULE VEDETTE
EN CHIMIE

LE FEU
SAUVE LA FORÊT

LE POISSON-CASTOR
EN RETOUR
VERS LE PASSÉ

LA PLUS SPECTACULAIRE
AURA DE SCIENTIFIQUE



Courrier de 2^e classe, enregistrement n° 1052. Port payé à Québec.
C.P. 250, Sillery, Québec, Canada G1T 2R1

LE TRAIN
LE PLUS RAPIDE
AU MONDE
N'EST PAS UN TRAIN
SUR PAPIER.
IL ROULE
QUOTIDIENNEMENT
À 300 KM/H*.



TGV

LA TECHNOLOGIE DE POINTE
DE LA TRÈS GRANDE VITESSE SUR RAIL
À LA PORTÉE DES CANADIENS.
UN VRAI TRANSFERT TECHNOLOGIQUE.

▼
GEC ALSTHOM



* entre Paris et Le Mans et Paris et Tours

ACTUALITÉ

La « face cachée » de la micro-électronique

En poursuivant un fournisseur pour atteinte à leur santé, des travailleurs ont ouvert le dossier noir de la micro-électronique.

Par Pierre Sormany



Page 17

Vaccins : entre les peurs et les promesses

La méningite a frappé à plusieurs reprises, mais s'agissait-il d'une épidémie ?

Les vaccins étaient-ils nécessaires ?

Par Pedro Rodrigue

Jacques Schroeder, chercheur et explorateur

Les réservoirs aquifères des glaciers : de l'eau pure pour les futures installations humaines en région polaire.

Par Sylvie Dugas

- ÉRUPTION VOLCANIQUE ET PRÉVISION D'EFFET DE SERRE
- FIBROSE KYSTIQUE : LA PROTÉINE CLÉ ENFIN PRODITE



Page 24

ARTICLES DE FOND

Carbone 60, la nouvelle vedette de la chimie

Peu importe le nom qu'on lui donne ou la forme qu'on y voit, cette nouvelle molécule promet des défis passionnants aux équipes de chercheurs.

Par Guy Paquin



Page 34

Le Poisson-castor, voyageur du temps

Un fossile vivant, qui fait de nos rivières de véritables musées préhistoriques, voilà l'une des facettes d'Amia calva.

Par Pierre D'Amour

La vie scientifique au Canada français. Les années héroïques

Pendant que la guerre en Europe engendrait les armes chimiques et nucléaires, l'Université Laval « inventait » l'enseignement des sciences au Québec.

Par Danielle Ouellet



Page 39

34 La forêt sauvée par le feu

Une fois dissipées les dernières fumées, les feux de forêt apparaissent comme une manifestation spectaculaire de développement durable.

Par Sarah Perreault

39 Piltdown. Le rêve et la fraude

Qui douterait de la parole d'un scientifique ? Pourtant des fraudes se produisent, et c'est pourquoi la science doit prouver ce qu'elle avance.

Par Norman Leavy

CHRONIQUES

5 ENTRE LES LIGNES

7 COURRIER

44 EN VRAC

45 PROFIL DE RECHERCHE Le défi de Philippe Gros

La chimiothérapie vient peut-être de franchir un pas important dans sa lutte contre le cancer, en perçant le secret de la résistance aux drogues.

Par Suzanne Champoux

47 LA DIMENSION CACHÉE

La lumière staccato

Par Reynald Pepin

49 À LIRE

Trois siècles d'histoire médicale au Québec (1639-1939).

La Recherche sur les origines de l'Univers

50 DANS LE PROCHAIN NUMÉRO

QUÉBEC SCIENCE, magazine à but non lucratif, est publié 10 fois l'an par les Presses de l'Université du Québec. La direction laisse aux auteurs l'entière responsabilité de leurs textes. Les titres, sous-titres, textes de présentation et rubriques non signés sont attribuables à la rédaction. Tous droits de reproduction, de traduction et d'adaptation réservés.

Télex: 051-31623

Dépôt légal: Bibliothèque nationale du Québec

Deuxième trimestre 1992, ISSN-0021-6127

Répertorié dans Point de repère et dans

l'Index des périodiques canadiens.

© Copyright 1992 - QUÉBEC SCIENCE

PRESSES DE L'UNIVERSITÉ DU QUÉBEC

Imprimé sur papier contenant 50 % de fibres recyclées et 20% de fibres désencrées (post-consommation)



LES AVANTAGES D'ÊTRE

LE MAGAZINE QUÉBEC SCIENCE
OFFRE À SES MEMBRES
UNE SÉRIE D'AVANTAGES
TOUS PLUS INTÉRESSANTS
LES UNS QUE LES AUTRES.

EN VOICI UN AUTRE EXEMPLE !

Membre

DE LA FONDATION QUÉBEC SCIENCE

HISTOIRE, COMMUNICATION ET LECTURE

TÉLÉCOPIEUR FAMILIAL

Fax phone Fx 50 de Canon
Rouleau de papier de 100 m. Coupe-papier et
assemblage automatiques. Alimenteur automatique
de 10 feuilles. Vitesse de 15 sec./page. Composition
automatique à une touche, jusqu'à 16 correspon-
dants. Recomposition automatique 2 fois.
Connexion à un répondeur téléphonique.
Mode demi-teinte (16 tons de gris).

Non-membres: 995 \$ (1149,82 \$ taxes incluses)
MEMBRES: 696,50 \$ (804,88 \$ taxes incluses)

CHRONIQUE DE L'HUMANITÉ

Une façon nouvelle de raconter l'histoire
L'histoire universelle du monde, des origines
à nos jours, restituée dans un déroulement
chronologique. Elle fait coexister dans un parfait
synchronisme les événements qui se sont déroulés
au même moment aux quatre coins du monde.
Près de 1 300 pages

Non-membres: 74,50 \$ (79,71 \$ taxe incluse)
MEMBRES: 52,15 \$ (55,79 \$ taxe incluse)

JUSQU'À
30%
DE RÉDUCTION



AUSSI

RÉDUCTION DE 20 % accordée sur les livres recensés dans la chronique À LIRE
de février et mars 1992 (p.49) du magazine Québec Science.

Non-membres : prix régulier • **MEMBRES : RÉDUCTION DE 20 %** (ajoutez la TPS de 7 %)

Pour devenir membre, remplissez
le coupon se trouvant à la page 12
et faites-le parvenir avec votre
paiement à Québec Science.
Tous les membres en règle de la
Fondation Québec Science reçoivent
périodiquement le Catalogue
des avantages de Québec Science.

Vous pouvez également, sans être membre, recevoir
gratuitement un exemplaire du catalogue pour vous
rendre compte de tous les avantages que vous pourrez retirer
à devenir membre de Québec Science. Remplissez simplement
le coupon en page 48 et cochez la case « Catalogue
seulement », ou encore, téléphonez-nous.

Près d'une centaine de produits
et de services différents sont offerts au
membres avec des escomptes pouvant
atteindre 50% de réduction sur le prix
régulier. Ces réductions **réservées
exclusivement aux membres**
touchent les produits et services
suivants:

- Livres scientifiques ou de vulgarisation • Album de collection sur la nature • Dictionnaires • Jeux scientifiques et jeux éducatifs • Affiches sur la nature et l'univers • Vidéocassettes • Télescopes • Jumelles
- Microscopes • Ensembles d'observation de nature • Sacs à dos et de voyage • Sacs de couchage
- Mini-lampes de poche • Boussoles • Baromètre
- thermomètres électroniques • Appareils de mesure
- Calculatrices • Agendas électroniques • Guides plein air • Croisières aux baleines • Séjours dans des centres de santé • Télécopieurs • etc.

POUR COMMANDER, UTILISEZ LE COUPON DANS LE CATALOGUE

VOUS POUVEZ OBTENIR LE CATALOGUE
DÉCRIVANT LES AVANTAGES D'ÊTRE MEMBRE DE LA FONDATION QUÉBEC SCIENCE EN VOUS ADRESSANT À :
Québec Science, C.P. 250, Sillery, Québec G1T 2R1 • Tél. : (418) 657-3551, poste 2854 • Téléc. : (418) 657-2096

Directeur général Jacki Dallaire

RÉDACTION

Directeur de la rédaction Pierre Sormany
Comité de rédaction Jean-Marc Fleury, Benoît Godin,
Pierre Sormany, Patrick Beaudin,
Carole Caron, Michel Groulx,
Félix Maltais, Danielle Ouellet,
Gilles Parent, Raynald Pepin
Comité scientifique Ghislain Arseneault, Jean Asselin,
Guy Bertrand, Michel Bois,
Françoise Braun, Louis Cloutier,
Guy Collin, Léopold Gaudreault,
Jacqueline Giard, Camil Guy,
Pierre Lapointe, Jacques L'Écuyer,
Sinh Lequoc, Gilbert Martin,
René Racine, Jean-Louis Sasseville,
Donald Thomas, Sylvie Toupin
Adjointe à la rédaction Patricia Larouche
Révision linguistique Robert Paré

PRODUCTION

Conception graphique Richard Hodgson
Photo couverture Jacques Schroeder
Séparation de couleurs Les ateliers haut registre inc.
Impression Imprimerie l'Éclaireur

COMMERCIALISATION

Directeur du marketing Gilles Lachance
Promotion Marie Prince
Publicité Jocelyne Savard
Abonnements Nicole Bédard
Distribution en kiosques Messageries dynamiques

Québec Science reçoit l'aide financière
du gouvernement du Québec (Programme de soutien
aux revues de culture scientifique et technique)
et du réseau de l'Université du Québec.

Membre de: The
Audit Bureau
CPPA

Québec Science est produit gratuitement sur cassette
par l'Audiothèque, pour les personnes
handicapées de l'imprimé. Tél.: (418) 648-2627

ABONNEMENTS

Au Canada:	1 an (10 numéros):	29,96 \$
TPS incluse	Groupe (10 ex./même adresse):	26,75 \$
	2 ans (20 numéros):	52,43 \$
	3 ans (30 numéros):	72,76 \$
	À l'unité:	3,25 \$
À l'étranger:	1 an (10 numéros):	39,00 \$
	2 ans (20 numéros):	68,00 \$
	3 ans (30 numéros):	95,00 \$
	À l'unité:	4,00 \$

Pour la France, faites votre chèque à l'ordre de:
DAWSON FRANCE, B.P. 57, 91871
Palaiseau, Cedex, France

Pour abonnement ou changement d'adresse:

QUÉBEC SCIENCE
C.P. 250, Sillery, Québec, G1T 2R1
Tél.: (418) 657-3551 poste 2854

Pour contacter la rédaction:

Tél.: (418) 657-3551 poste 2426 • Téléc.: (418) 657-2096

Entre les lignes

MICRO-ÉLECTRONIQUE ET MICRO-CHIMIE

Il y a quelques années, un satellite américain révélait la présence d'un dépôt de résidus radioactifs, dans la région de Varennes, près de Montréal. L'affaire faisait la « une » des journaux. Il s'agissait des scories minérales de l'usine ERCO, utilisées autrefois pour le remblayage des routes. Mais depuis que le ministère québécois de l'Environnement avait interdit cette pratique de dispersion radioactive, les résidus s'accumulaient près de l'usine. Avec le temps, le tas était devenu plutôt gênant!

Ce qui étonne toutefois, c'est que tous les journaux se soient inquiétés des quelques cancers additionnels que pourraient causer dans la région les poussières radioactives portées par le vent, sans penser aux travailleurs qui les respiraient quotidiennement, et œuvraient à 200 mètres du tas! Comme si le fait d'être payé pour un travail justifiait qu'on y risque sa santé.

Nous voici dans la même situation, avec l'industrie de la micro-électronique. Toutes les villes s'arrachent ces usines si « propres » pour l'environnement, mais qui se soucient des problèmes de santé des travailleurs et des travailleuses. Le procès d'Albuquerque (« Actualité », ce mois-ci) mérite d'être publicisé. Comment peut-on être si sensible aux questions environnementales et fermer en même temps les yeux sur un tel « dossier noir » de la santé au travail? Une question que nous adressons autant aux politiciens qu'aux journalistes.

Du côté des articles de fond, une sujet vedette d'abord: l'étonnante molécule de carbone baptisée « buckminsterfullerene » en hommage au « père » des dômes géodésiques, l'architecte Buckminster Fuller. La prestigieuse revue américaine Science, qui couronne depuis trois ans une « découverte de l'année », a choisi cette fascinante boule formée de 60 atomes de carbone comme lauréate pour 1991 (Science, 20 décembre 1991). Cette molécule ouvre de nouvelles avenues à la chimie et à la physique: elle se marie avec les métaux, elle peut servir de catalyseur et, avec quelques additifs, devient soluble dans l'eau; elle est super-résistante et supraconductrice. C'est l'histoire de cette découverte que nous raconte Guy Paquin, dans son article « La nouvelle vedette de la chimie ».

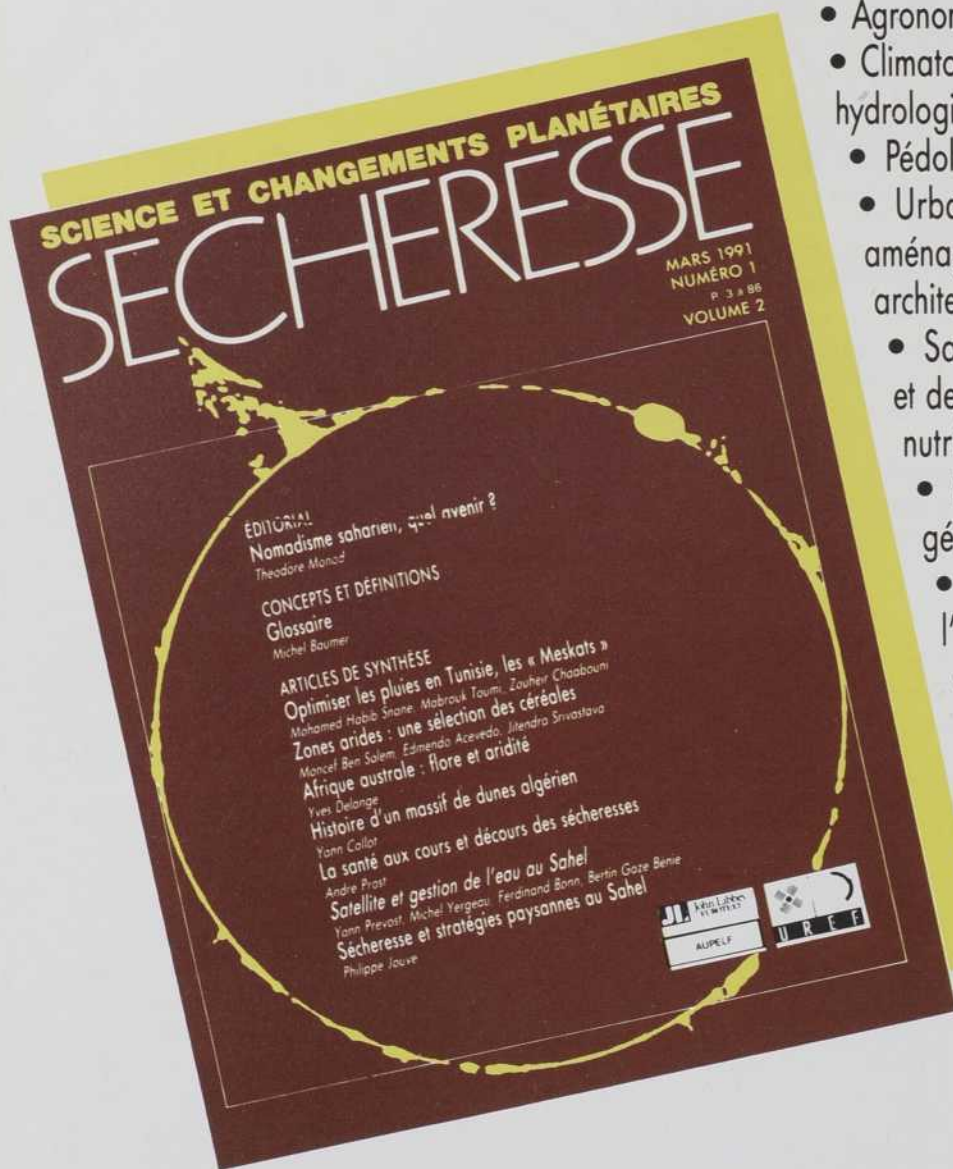
Outre ses éventuelles applications pratiques, cette molécule pose des problèmes aux spécialistes des structures cristallines et aux théoriciens de la chimie organique. On croyait en effet que le carbone n'existait à l'état pur que sous deux formes, le graphite ou le diamant. C'est une troisième forme de carbone pur qu'on vient de mettre à jour, une famille de cristaux dont la diversité apparaît considérable.

Après la chimie de demain, un coup d'œil sur celle d'hier, avec Danielle Ouellet qui retrace la naissance de la chimie et de la physique au Québec dans les années 20. Norman Leavy remonte au siècle dernier pour nous parler de cette falsification de fossiles dans la carrière de Piltown, une fraude qu'on comprend un peu mieux aujourd'hui, mais qui a jeté un discrédit durable sur la profession d'archéologue. Et Pierre D'Amour plonge encore plus loin dans l'histoire (et dans les eaux glauques du Richelieu) pour nous présenter un habitant peu connu du Québec, un vestige vivant de la préhistoire, l'Amiacalva (ou « Poisson-castor »). Enfin, Sarah Perreault nous fait comprendre comment l'étude des cycles forestiers sur des milliers d'années nous amène à remettre en question notre approche de lutte contre les incendies.

La rédaction

GL BALEMENT

TOUTES LES SCIENCES



- Agronomie, élevage, écologie
- Climatologie, météorologie, hydrologie, géographie
- Pédologie, géologie
- Urbanisme, aménagement du territoire, architecture rurale
- Santé de l'homme et de l'animal, nutrition
- Biologie, génie génétique
- Sciences de l'ingénieur
- Education, communication
- Droit international

(4 numéros/an)

Bulletin d'abonnement

Veillez m'abonner au tarif :

Particulier (US\$ 75)

Institution (US\$ 130)

Etudiant (US\$ 55)

Je joins un chèque à l'ordre de : John Libbey Eurotext, Sécheresse

Nom

Fonction

Adresse

Retournez ce bulletin à : John Libbey Eurotext - AUPELF/UREF, Monsieur Bertrand PIREL - BP 400, succursale Côte des Neiges, Montréal - Québec - CANADA - H3S 2S7

LA MÉTHODE HIGGINS

Dans le numéro de février de *Québec Science* (« Actualité », page 11), vous faites brièvement état de la méthode Higgins, un régime alimentaire personnalisé à l'intention des femmes enceintes, mis au point à Montréal en 1963. Une étude du Dispensaire diététique de Montréal aurait démontré, dites-vous, que les jumeaux nés de femmes suivies selon cette méthode auraient 30 % moins de chances de naître prématurément, avec un taux de mortalité néonatale 5 fois moins élevé. Bonnes nouvelles ! Mais j'aurais aimé que vous en profitiez pour mieux souligner l'importance des travaux de Mme Agnes Higgins, cette Montréalaise trop mal connue, en matière de nutrition des femmes enceintes.

Formée en éducation familiale à la fin des années 20, Agnes Higgins n'avait pas au départ de formation scientifique reconnue. Après un divorce, elle a dû travailler pour faire vivre sa famille. Elle entre donc en 1948 au Montreal Diet Dispensary, comme conseillère familiale auprès d'une clientèle de femmes pauvres (72 % d'entre elles vivent de l'assurance chômage ou de l'assistance sociale). Elle est atterrée par ce qu'elle y découvre : des fausses-couches, une mortalité péri et néonatale élevée, des bébés rachitiques ou handicapés. Ces faits étaient connus à l'époque, mais très peu de recherches avaient porté sur le lien entre l'alimentation de la mère et le taux de complications autour de la naissance.

Pendant quelques années, cette femme va donc fouiller la littérature scientifique (notamment les travaux de médecins torontois, les Drs Ebb et Tisdall, et ceux d'une nutritionniste de Harvard, Mme Bertha Burke) et concevoir une approche intégrale de l'alimentation de la mère : évaluation minutieuse des habitudes alimentaires et supplémentation de tous les éléments en déficit ; correction du poids chez les femmes trop maigres ; augmentation de l'apport calorique pour tenir compte des facteurs de stress (une liste de facteurs que Mme Higgins compléta elle-même, au fil des années) ; et enfin consultation personnalisée pour maintenir chez ses « clientes » une forte motivation en matière d'alimentation préventive. Mais, surtout, son approche est « intégrale », en ce sens qu'elle étudie la situation de la future mère, non pas en tant que personne isolée, mais en

tant que membre d'une famille avec plusieurs bouches à nourrir, un budget limité, des conditions d'hygiène particulières, etc. Cette approche globale était (et est encore, hélas !) peu courante, dans la recherche scientifique.

En 1954, une étude américaine (*Vanderbilt Study*) démontre (?) qu'il n'existe aucun rapport entre la nutrition de la mère et le cheminement de sa grossesse. Agnes Higgins, convaincue de la justesse de son approche par les résultats spectaculaires qu'elle a obtenus au dispensaire de Montréal, entreprend de contredire cette recherche, en soumettant « son » régime à une évaluation scientifique. La première recherche officielle sera donc entreprise en 1963, à l'Hôpital Royal Victoria où Mme Higgins jouit de solides appuis. Ses résultats sont confirmés... ce qui n'empêchera pas la controverse de faire rage pendant plusieurs années encore : on lui reproche une méthodologie scientifique déficiente, notamment son incapacité d'isoler les facteurs nutritionnels des autres facteurs de santé, d'hygiène ou de fatigue. Mais cette vision intégrée était, justement, l'apport le plus original de Mme Higgins !

Malgré la controverse, les conseils d'Agnes Higgins seront finalement reconnus, au fil des années 70 et 80. Ses recommandations ont servi de base au programme américain de suppléments nutritionnels pour les femmes enceintes et les jeunes bébés, et au *Programme fédéral-provincial de nutrition pour la promotion de la santé des femmes enceintes*, publié en 1984. Il est heureux que les milieux officiels de la recherche commencent aujourd'hui à reconnaître le bien-fondé des travaux de Mme Higgins, quoiqu'on ait encore tendance à trop isoler le régime des autres facteurs qu'elle prenait en compte.

Nicole V. Duhaime
Montréal

PEUT-ON SE PASSER ÉCOLOGIQUEMENT DE GRANDE-BALEINE ?

Depuis la sortie de son dernier livre *Voici le temps du monde fini*, Albert Jacquard parcourt le monde en décrivant les dangers qui menacent notre planète, dont l'explosion démographique, l'accumulation des déchets et l'utilisation débridée des énergies non

renouvelables. [...] Dans quelle mesure ce texte de Jacquard peut-il nous aider à voir clair dans la controverse au sujet des futurs projets hydroélectriques, et spécialement celui de Grande-Baleine ? En mettant le doigt sur le danger de la consommation d'énergies non renouvelables, ne nous conseille-t-il pas clairement d'opter pour cette forme d'énergie ? [...]

[Ce choix se justifie d'autant plus que l'électricité permet de remplacer des] procédés industriels polluants. Par exemple, dans la nouvelle usine Donohue à Matane, où j'ai participé à la formation du personnel technique, au lieu de produire la vapeur à partir de bouilloires au mazout, on se servira de l'énergie électrique ; au lieu d'utiliser des produits chimiques pour transformer les copeaux de bois en pâte, on emploiera la force motrice fournie par d'énormes moteurs électriques. Ce sont les usines de l'avenir, caractérisées par l'absence d'émanations de polluants dans l'atmosphère et dans les cours d'eau. Mais cette pâte est plus coûteuse ; si nous voulons réduire la pollution dans ce secteur, nous devons fournir à bon marché la puissance électrique nécessaire à leur fonctionnement. Ce serait un geste bénéfique à la cause environnementale. [...]

[Les opposants au projet de Grande-Baleine suggèrent de se tourner vers les énergies nouvelles.] À Cap-Chat en Gaspésie, se trouve une éolienne expérimentale, qui attire les scientifiques du monde entier. Sa production est de 3 mégawatts maximum (il faudrait en construire 1 100 pour avoir l'équivalent de Grande-Baleine) ; son exploitation est intermittente, en fonction du bon gré du dieu Éole (environ 60 % annuellement) ; et le coût de l'énergie qu'elle produit est 6 fois celui de l'hydroélectricité.

Pour ce qui est du solaire, la production québécoise est minime (quelques centaines de kilowatts), son coût est très élevé et, comme la demande d'énergie électrique est au maximum en hiver, surtout en soirée, cette forme de production est peu appropriée dans les régions nordiques. [...] À titre de comparaison, en tenant compte de la constante solaire et du rendement des photopiles, des capteurs solaires couvrant une surface de 40 km² seraient nécessaires pour produire l'équivalent de Grande-Baleine. Cette énergie imposerait l'utilisation de systèmes de stockage, afin de la concentrer et de la rendre plus utilisable pour contrer l'alternance des périodes d'ensoleillement et d'obscurité en



**PHYSIQUE, ARCHÉOLOGIE,
BIOLOGIE, CHIMIE,
MATHÉMATIQUES,
SCIENCES DE LA TERRE,
INFORMATIQUE, ETC.**



CHAQUE MOIS, LA RECHERCHE

**SUIT, POUR VOUS,
L'ACTUALITÉ
INTERNATIONALE
DE TOUTES
LES DISCIPLINES
SCIENTIFIQUES**



**LA RECHERCHE
COUVRE
TOUS LES CHAMPS
DE LA SCIENCE
MODERNE**

11 NUMÉROS PAR AN DONT UN NUMÉRO SPÉCIAL

OFFRE PRIVILÉGIÉE D'ABONNEMENT

Oui, je souscris un abonnement d'un an (11 numéros dont un numéro spécial) à LA RECHERCHE au tarif de 49,00 \$ (+ 7% TPS = 52,43 \$) seulement, au lieu de 83,26 \$ (prix de vente au numéro avec taxes).

Nom _____

Adresse _____

Ville _____ Province _____ Code postal _____

Bon à retourner accompagné de votre règlement à Dimedia, 539, bd Lebeau, Ville Saint-Laurent, P.Q. H4N 1S2.

*Offre réservée aux particuliers, à l'exception de toute collectivité.

fonction d'une demande fluctuante. Le coût serait au moins 10 fois supérieur à celui de l'hydroélectricité.

La biomasse est la source d'énergie solaire la plus rapidement disponible. [...] Il existe deux manières d'utiliser cette énergie verte, soit par voie biochimique ou thermo-chimique. Mais ces méthodes sont limitées et contribuent, par les émanations produites, à la détérioration de l'atmosphère.

L'énergie géothermique provenant de la différence de température entre l'eau de surface (+28°C) et le fond (+4°C) des océans situés dans les régions chaudes, fournirait une énergie capable de faire fonctionner une machine thermique. Mais on est loin de la production à grande puissance.

[Enfin], l'énergie hydraulique fournie par les grandes marées des océans serait énorme, mais presque impossible à exploiter à grande puissance sans causer des impacts énormes à l'environnement.

La seule filière de production d'énergie électrique renouvelable en grande puissance, technologiquement facile, constante, ne générant aucun déchet et entièrement réversible est l'« hydraulique ». [...] Albert Jacquard nous prévient que les ressources fossiles sont limitées et qu'on doit les préserver pour les générations futures. Mais au Québec nous tardons à le faire, à cause de l'opposition constante des groupes autochtones, appuyés par l'aveuglement des mouvements « écolos » [...]

En conclusion, notre potentiel hydro-électrique est suffisamment grand pour nous permettre de nous passer ici des centrales thermiques et nucléaires, mais nous pouvons faire plus ! Chaque kilowatt vendu à nos voisins contribue à diminuer la consommation d'énergie fossile [sur la planète].

« Se comporter en écologiste, affirmait René Dubos, c'est penser globalement et agir localement. » [...] Si nous voulons agir efficacement au Québec et contribuer à réduire la consommation globale des énergies fossiles, nous devons orienter notre politique énergétique sur cette forme d'énergie que la nature nous donne en abondance : l'hydroélectricité. Étant parmi les seuls à posséder cette richesse, nous devons l'exploiter de façon optimum. Nous risquons, sinon, d'être jugés très sévèrement par les générations futures.

**Victo Murray
Baie-James**

LA FACE CACHÉE DE LA MICRO-ÉLECTRONIQUE

*Une industrie propre la micro-électronique ? Pas si sûr.
La cause perdue d'ex-employés d'une usine de micro-électronique
n'empêchera pas les chercheurs de fouiller davantage les dangers de cette industrie.*

Par Pierre Sormany



D. Alix / Publiphoto

Pendant sept semaines, dans l'ambiance austère d'un amphithéâtre universitaire de Houston, treize anciens travailleurs et travailleuses d'une usine de montage électronique de GTE, au Nouveau-Mexique, ont affronté cet hiver le géant américain Dow Chemical. Un combat inégal, mené discrètement, car les deux parties en présence avaient jugé préférable de ne pas alerter la presse. Il s'agissait pourtant d'un procès en bonne et due forme, devant juge et jury, avec un enjeu de taille : derrière ces treize cas, plus d'une centaine d'ex-employés de GTE (des femmes, en majorité) espéraient obtenir une importante compensation d'une des entreprises qui avaient vendu à leur employeur les solvants utilisés dans l'usine.

Vaine démarche : le 25 février dernier, le jury exonérait Dow Chemical de toute responsabilité. Mais, au-delà du verdict, cette cause type levait un peu le voile sur une réalité dramatique : l'industrie micro-électronique, cette industrie « propre » que s'arrachent les gouvernements en quête de nouvelles « Silicone Valleys », est-elle en train de tuer lente-

ment ses travailleurs, sans que personne n'ose en parler ?

Donna Mergler, neurophysiologiste de l'Université du Québec à Montréal (UQAM), s'est rendue à Houston, le 20 janvier dernier. On l'a appelée à titre de témoin experte, pour attester des désordres cérébraux majeurs que ces ex-employés auraient subis. Avec Rosemarie M. Bowler, de l'Université de Californie à San Francisco (UCSF), elle avait en effet mené en juin 1988 une étude sur 180 ex-employés de cette usine sise à Albuquerque.

« Lors de leur embauche, toutes ces personnes avaient subi des tests de vision, de dextérité manuelle, de sta-

bilité émotive. Elles avaient dû réussir mieux que la moyenne, puisqu'elles avaient été embauchées. Or, elles avaient par la suite perdu leur emploi, soit à cause de divers cancers, soit parce qu'elles manquaient d'attention, souffraient de migraine ou autres troubles émotifs, et n'arrivaient plus à faire leur travail. Nous leur avons fait passer une batterie de tests neuropsychologiques et neurophysiologiques, et avons comparé leurs résultats avec des personnes de même mi-

lieu, mais qui n'avaient pas travaillé à la GTE. Les résultats étaient alarmants ! »

Quand elle en parle aujourd'hui, près de quatre ans plus tard, Donna Mergler cache mal ses émotions. « Nous sommes arrivées à Albuquerque avec une équipe d'une trentaine de personnes, relate-t-elle, des étudiants, des techniciens, des psychologues. Des gens de Montréal et de la Californie. Les ex-travailleuses nous ont accueillis à bras ouverts. C'était pathétique. Elles avaient aimé ce travail bien payé, si rare dans une des régions les plus pauvres des États-Unis. Elles venaient passer nos tests, puis nous deman-

POUR AFFRONTER LES CONDITIONS EXTRÊMES



En septembre 1991, près du pôle nord, sur l'archipel norvégien de Svalbard, Jacques Schroeder et Claude Paradis ont eu à affronter des conditions extrêmes de température.

[...] Après une journée sous la glace, nous avons dû affronter la tempête pendant plusieurs heures. Nous étions trempés comme des canards... mais nous n'avions pas froid.

Merci à Chlorophylle.

Jacques et Claude

daient si elles avaient réussi. Elles auraient tellement voulu retrouver leur emploi ! Mais je n'ai jamais vu de personnes aussi profondément atteintes. Il y a des fois où on se retenait pour ne pas pleurer, Rosemarie, moi et les autres. »

NEUF ANS DE COMBAT JURIDIQUE

Comment cette chercheuse de Montréal s'est-elle retrouvée à la barre des témoins, dans une affaire judiciaire de ce type, entre Albuquerque et Houston ? Pour retracer la petite histoire de cette cause, il faut remonter à 1983. Josephine Rohr, une avocate d'Albuquerque, reçoit alors la visite d'une femme atteinte d'un cancer rare, incapable de payer une facture hospitalière de près de 60 000 \$. On menace de saisir le seul actif qu'elle espère laisser à son fils : sa maison. Lorsque Me Rohr mentionne à cette femme qu'elle est bien jeune pour souffrir d'un tel cancer, celle-ci lui répond qu'au contraire, c'est un cancer fréquent : trois ou quatre autres employées de son usine en sont aussi atteintes !

Pendant trois ans, Josephine Rohr va se battre toute seule, contre l'avis du bureau national d'avocats qui l'embauche (et qu'elle devra quitter), pour faire reconnaître la responsabilité de GTE dans la maladie. Dans ses efforts pour donner du poids à son dossier, elle va un jour emmener six ex-travailleurs et travailleuses de l'usine chez la neuropsychologue Rosemarie Bowler, à l'UCSF. « Mais leur état de santé mentale était tellement perturbé que cela dépassait tout ce qu'on connaissait des effets probables des solvants sur le cerveau », note Mme Mergler. « Rosemarie n'avait pas pu confirmer ce lien. L'effet était trop généralisé ! »

Financièrement à bout, Me Rohr va finalement accepter un règlement hors-cours avec la compagnie. La compensation obtenue pour les ex-employés de GTE fut modeste, mais le gain était important tout de même. Car, si les lois limitent la responsabilité directe d'un employeur, la vraie bataille pouvait désormais être reprise, avec beaucoup moins de restrictions, contre les fournisseurs des produits toxiques,

qui auraient négligé d'informer leur client des dangers potentiels. Dès lors, c'est de dizaines de millions dont il serait question, à condition de pouvoir démontrer la négligence des fournisseurs, ce qui n'est pas facile. Le combat juridique s'annonçait énorme. L'avocate n'avait plus les moyens de le mener seule ; elle s'associe à un bureau d'avocats de Houston.

Au début de la seconde manche, on établit la liste des produits potentiellement toxiques, qui pourraient être responsables du piètre état des travailleurs de l'usine. Divers solvants organiques sont en cause : des CFC, du trichloroéthylène, du trichloroéthane, du toluène, du xylène, du n-hexane, etc. De gros noms, dont Du Pont, Shell, Dow Chemical... La plupart vont préférer régler hors-cours pour éviter toute mauvaise publicité, mais Dow Chemical s'acharne. L'action se porte finalement sur un seul produit, le trichloroéthane, un solvant dont l'Agence américaine de protection de l'environnement étudie le retrait du marché, sur la foi de nombreuses études animales. Pourtant, la compagnie soutient que ce produit ne peut être tenu responsable des effets prétendus sur la santé des travailleurs et des travailleuses. Leurs propres études le confirment ! Et surtout, la compagnie affirme que les supposées atteintes neurotoxiques ne sont pas démontrées.

UNE ÉTUDE ALARMANTE

C'est sur ce point qu'entre en scène la neurophysiologiste de l'UQAM, Mme Mergler. En 1987, pendant son année sabbatique, elle travaille à l'Université de Berkeley. C'est là qu'elle va rencontrer Rosemarie Bowler. Toutes deux spécialistes des effets neurotoxiques des solvants organiques, elles ont des compétences complémentaires : l'Américaine travaille surtout à partir de tests neuropsychologiques ; la Montréalaise, avec des tests neurophysiologiques (tests de fonctions sensorielles, la perception des couleurs, notamment). Dans une première étude conjointe auprès de 20 personnes, elles mettent en évidence les liens entre les atteintes au système visuel et certains résultats des tests d'attention ou de

mémoire. C'est pour raffiner leur hypothèse qu'elles vont partir à la recherche d'un plus grand groupe de personnes atteintes. Mme Bowler se rappelle alors cette avocate d'Albuquerque qui l'avait consultée deux ans plus tôt. Et c'est ainsi que les deux chercheuses arrivent un jour de printemps 1988 au Nouveau-Mexique.

« Ce qu'on a vu là était inimaginable, raconte Donna Mergler. Des personnes qui souffraient de pertes de mémoire, de pertes d'attention, de lenteur d'expression. Des troubles du système nerveux central, des étourdissements, des hallucinations, des maux de tête. Sans oublier les affections multiples, maladies de la peau, cancers, troubles cardiovasculaires. Je n'avais jamais vu de symptômes aussi prononcés. Mais il n'y avait rien dans la littérature scientifique sur les dangers neurotoxiques associés à l'industrie de la micro-électronique, malgré les plaintes des travailleuses depuis 20 ans. Il nous fallait faire une étude beaucoup plus systématique, si l'on voulait démontrer vraiment le lien entre tous ces troubles et les multiples produits auxquels ces personnes avaient été exposées. » D'où le retour en force, l'été suivant, d'une équipe beaucoup plus importante.

Pour Donna Mergler, il n'y a plus de doute possible : quoi qu'en aient dit les avocats de Dow Chemical, ces travailleurs et travailleuses ont bien été victimes de leur milieu de travail. Comment expliquer le verdict, alors ? « Nous avons trouvé les symptômes caractéristiques de l'exposition chronique aux solvants, confirme Mme Mergler. Mais les travailleurs étaient exposés à tellement de produits, qu'il est impossible de distinguer scientifiquement le rôle précis du trichloroéthane. En outre, les récipients fournis par Dow Chemical indiquaient qu'à forte dose

le produit pouvait causer la mort. Le jury a estimé que cet avertissement suffisait à dégager le fournisseur de toute responsabilité. »

UNE INDUSTRIE À ÉTUDIER D'URGENCE

Reste que l'issue de ce procès laisse à cette spécialiste de la santé au travail un arrière-goût amer. « Si les plaignants avaient gagné, affirme-t-elle, cela aurait servi de signal d'alarme pour inciter les entreprises de micro-électronique à purifier l'environnement intérieur de leurs usines. Mais, j'ai bien peur que ce verdict serve de



Jean Mongrain / Min. Santé et Services sociaux

Mme Donna Mergler, neurophysiologiste : « Combien d'autres Albuquerque faudra-t-il, avant que l'on ne réalise l'étendue du désastre ? »

prétexte pour ne rien faire. Combien d'autres Albuquerque faudra-t-il, avant que l'on ne réalise l'étendue du désastre ? »

Une nuance s'impose ici. Le groupe étudié par Mmes Bowler et Mergler est constitué des employés qui ont perdu leur emploi à cause de ces symptômes. C'est donc un groupe

sélectionné au départ en fonction de ces problèmes. « Ce n'est absolument pas une étude de prévalence de ces atteintes dans l'industrie de la micro-électronique », précise la neurophysiologiste québécoise. En d'autres mots, le fait qu'on ait identifié 100 à 150 personnes gravement atteintes, parmi les milliers de travailleurs et travailleuses ayant passé par cette usine (et combien de millions d'autres, à travers les États-Unis) ne nous donne pas une idée juste de l'étendue du problème. Mais tout porte à croire que le cas n'est pas unique. « Les composantes électroniques doivent être parfaitement exemptes de poussière. C'est pour ça qu'on les badigeonne de solvants organiques, qu'on fait ensuite évaporer dans des hottes. Mais ces opérations se font à la main, et les travailleuses respirent les solvants ou les vapeurs à plein nez. »

D'où la première recommandation des chercheuses : « Il est urgent qu'une telle étude de prévalence soit entreprise, pour connaître l'étendue véritable de ce problème, dans l'ensemble du secteur micro-électronique. » Mme Mergler croit d'ailleurs qu'une intervention préventive, sur les aménagements des usines, pourrait éviter que d'autres cas pareils ne se produisent.

Ce qui inquiète Mme Mergler, c'est le fait qu'au lieu de cette action préventive les compagnies aient préféré mener la bataille en justice ou régler hors-cours, en exigeant le silence des parties. Entre temps, le

département le plus « malsain » de l'usine en cause dans cette histoire a été démantelé. Bonne nouvelle ? Hélas ! les opérations ont tout simplement été transférées dans une autre usine, encore moins bien conçue semble-t-il, de l'autre côté de la frontière mexicaine, dans la nouvelle zone franche, baptisée « Maquiladora » ! ■

LE MAGAZINE QUÉBEC SCIENCE

UN BON AMI!

Un ami qui vous renseigne sur l'actualité scientifique nationale et internationale qu'elle soit en provenance du monde anglophone ou du monde francophone, du Nord comme du Sud, qu'elle soit reliée aux sciences physiques comme aux sciences humaines;

Un ami qui prend soin de vous en vous présentant un regard humain et critique sur les développements scientifiques et technologiques d'intérêt;

Un ami qui vous enrichit en vous procurant, à vous et aux vôtres, des pratiques fidèles de lecture, en accroissant vos connaissances et en élargissant vos horizons sur la francophonie et sur le monde.

ABONNEZ-VOUS

Vous recevrez 10 numéros du magazine *Québec Science* par année.

OU MEUX, DEVENEZ MEMBRE

DE LA FONDATION QUÉBEC SCIENCE

Vous recevrez 10 numéros du magazine *Québec Science* par année.

Vous bénéficierez d'avantages financiers exceptionnels sur une foule de produits et services annoncés dans le magazine *Québec Science* ou dans son catalogue.

Vous supporterez le développement des connaissances scientifiques chez les jeunes et contribuerez à la relève.

Tout abonné actuel peut devenir membre en faisant un don annuel de 25 \$ *

QUÉBEC SCIENCE

Le seul magazine québécois d'actualité scientifique.

Facile à lire
accessible à tous,
tant par son contenu
que par son bas prix.

Un instrument
d'autoformation.

T A R I F S		
AU CANADA SEULEMENT		
MEMBRE DE LA FONDATION	ABONNÉ RÉGULIER	ABONNÉ VOULANT DEVENIR MEMBRE
Prix avec TPS	Prix avec TPS	Prix avec TPS
3 ans 139,76 \$ *	72,76 \$	75,00 \$ *
2 ans 101,43 \$ *	52,43 \$	50,00 \$ *
1 an 56,96 \$ *	29,96 \$	25,00 \$ *

POUR LES TARIFS À L'ÉTRANGER, VOYEZ EN PAGE 5 DE CE MAGAZINE

Chèque Mandat postal Visa MasterCard

Libellez votre chèque ou mandat postal à l'attention de *Québec Science*

N° de carte _____

Date d'expiration _____

Signature _____

Veuillez m'inscrire comme membre de la *Fondation Québec Science* (Tarif MEMBRE seulement)

Veuillez m'inscrire comme abonné régulier

Je suis déjà abonné, je veux devenir membre de la *Fondation Québec Science*

Je désire seulement recevoir le *Catalogue des avantages*

NOM _____ PRÉNOM _____

ADRESSE _____ APP. _____

VILLE _____ PROVINCE _____

CODE POSTAL _____ SEXE : M F TÉLÉPHONE _____

* Je désire un reçu de charité pour la portion *don* de mon paiement

Détachez et expédiez à QUÉBEC SCIENCE, C.P. 250, Sillery, Québec, G1T 2R1 Téléphone : (418) 657-3551 poste 2854 • Télécopieur : (418) 657-2096

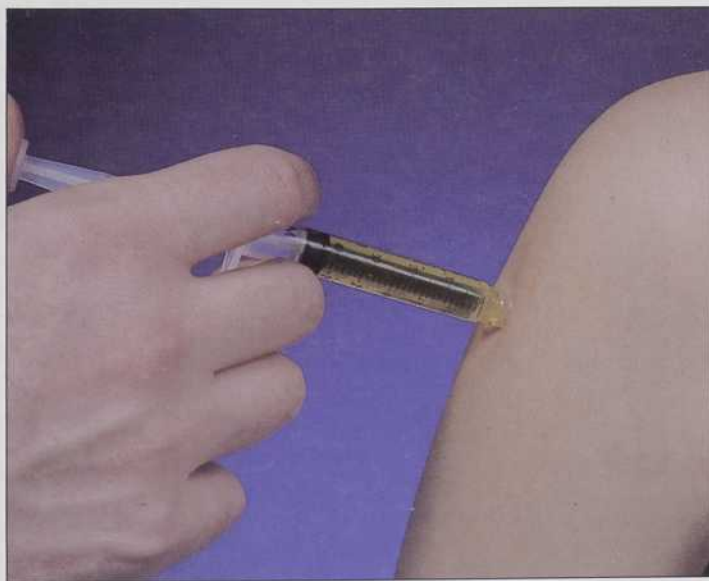
VACCINS : ENTRE LES PEURS ET LES PROMESSES

La poussière est retombée. L'« épidémie » de méningite qui a frappé l'est du Canada au début de l'hiver n'est plus qu'un mauvais souvenir. Avons-nous eu raison de nous inquiéter ?

Par Pedro Rodrigue

Sous nos climats, la méningite n'est pas rare. Ce qui l'est davantage, c'est le fait qu'elle se manifeste. Au cours de notre vie, nous y sommes en effet exposés de manière quasi permanente. Pis encore, nous sommes parfois porteurs de l'agent pathogène sans subir ses effets. La preuve : la présence fréquente, dans notre organisme, d'anticorps spécifiques à cette maladie, alors que nous n'en avons jamais présenté le moindre symptôme.

Tout comme le rhume, la pneumonie, l'herpès labial ou la maladie du légionnaire, la méningite est une affection plus ou moins « opportuniste ». Il suffit qu'un bon matin notre système immunitaire se lève du mauvais pied pour que l'infection se déclare. On prend froid ou on est juste un peu déprimé, et voilà que l'on s'enrhume. Alors, profitant du fait que nos féroces lymphocytes regardent ailleurs pour combattre le virus du rhume, celui de l'herpès nous afflige d'un magnifique « feu sauvage ». Mal soigné, le rhume conduira parfois, par le même procédé, à la pneumonie ou, pourquoi pas, à la méningite. Lorsque cette maladie se contente – comme son nom l'indique – d'attaquer l'enveloppe du cerveau, ce n'est qu'un moindre mal. Mais quand



D. Ouellete / Publiphoto

les méningocoques envahissent la circulation sanguine, l'effet est souvent foudroyant.

C'est ce qui s'est passé dans le cas de quelques adolescents, au début de cet hiver. Était-ce un effet de la période des examens, d'une quelconque dépression due au solstice ou d'une attaque ratée de la grippe de Hong Kong ? Le corps médical n'aime pas beaucoup que l'on remonte à des déclencheurs aussi subjectifs, mais de petites causes amènent parfois de grands effets... Reste que l'« épidémie » de méningite de l'hiver dernier n'avait pas les caractéristiques d'une épidémie. D'une part, la maladie s'est déclarée chez des individus qui n'avaient pas eu de contacts entre eux

et, d'autre part, les personnes que ces porteurs ont fréquentées n'ont généralement pas développé d'infection par la suite.

PANIQUE INUTILE ?

Était-il utile alors de lancer une campagne de vaccination à grande échelle, comme on l'a fait en janvier ? Quatre médecins spécialistes de l'immunologie, les docteurs Gilles Delage, de l'hôpital Sainte-Justine, Philippe de Wals, de l'Université de Sherbrooke, ainsi que Richard Massé et Robert Remis, tous deux de l'hôpital Général de

Montréal, ont signé, dans *La Presse* du 4 février dernier, une mise au point qui expliquait pourquoi la campagne de vaccination avait tant « tardé » à se mettre en marche et surtout pourquoi les départements de santé communautaire (DSC) n'avaient pas jugé bon de l'étendre à l'ensemble de la population.

Pour déconseiller une vaccination universelle, les médecins évoquaient quatre raisons. D'abord, le vaccin disponible sur le marché n'est efficace, chez les adultes, que dans une proportion de 90 %. Le risque d'une réaction défavorable au vaccin est estimé à 1/100 000. Or, pour l'ensemble de la population, le risque de contracter la maladie n'est que de 3/100 000. Ce serait alors presque un marché de dupe que

d'échanger trois chances d'attraper la maladie contre une chance de subir une réaction défavorable au vaccin, réaction souvent grave que la maladie elle-même. De plus, le vaccin ne protège pas contre toutes les souches du méningocoque et n'offre pas une protection de très longue durée : environ cinq ans pour les adultes, à peine deux ou trois ans chez les jeunes enfants.

Enfin, et cette caractéristique revêt une importance toute particulière dans le cas d'une maladie qui s'attaque de préférence aux très jeunes enfants, le vaccin risque d'être complètement inefficace chez les enfants de moins de deux ans. En effet, dans un environnement où de nombreuses personnes possèdent une immunité naturelle contre cette maladie, la mère transmet à son enfant ses propres anticorps, qui le protègent durant les premiers mois de sa vie. Ce n'est qu'à partir du sixième mois, environ, que le bébé développe son propre système immunitaire. Toutefois, les anticorps de la mère peuvent subsister en lui jusqu'à l'âge de deux ans. Si l'on vaccine l'enfant avant cet âge, un curieux phénomène se produit : les anticorps que l'enfant a reçus de sa mère perçoivent alors le vaccin comme s'il était l'agent pathogène et le détruisent comme ils le feraient pour la maladie elle-même, si bien que l'immunité conférée par le vaccin est perdue. Seule subsiste une fausse impression de sécurité, qui peut être fort dangereuse dans le cas où une attaque véritable suit !

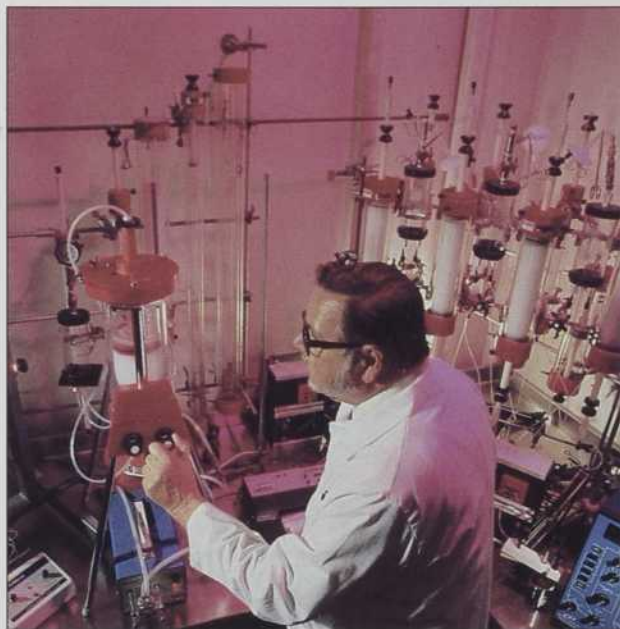
En janvier, si l'on a décidé de vacciner le groupe à risque, c'est davantage par acquit de conscience que par stricte nécessité. Le public commençait à céder à la panique et exigeait des mesures préventives immédiates. La difficulté de diagnostiquer la méningite, surtout en période d'épidémie de grippe, une assez piètre connaissance de ses symptômes de la part de certains médecins de « première instance », et l'invasion extrêmement rapide du système circulatoire, qui entraîne la mort par septi-

cémie en quelques heures seulement, sont des facteurs qui n'ont rien fait pour rassurer la population. Pourtant, le taux de morbidité était loin d'atteindre le seuil épidémique.

LES VACCINS - EFFICACES ?

L'« épidémie » de méningite et les moyens mis en œuvre pour la combattre ont relancé le débat sur l'efficacité des vaccins et leur rôle dans la prévention des maladies.

Traditionnellement, il existe deux manières de fabriquer un vaccin. La première consiste à tuer l'agent pathogène, chimiquement ou par simple chauffage, puis à utiliser son « cadavre » et



ses antigènes pour enseigner au système immunitaire à le reconnaître. Le second moyen consiste à fabriquer un vaccin dit « atténué », dans lequel l'agent pathogène, auquel on a fait subir de nombreuses mutations, perd sa virulence. Ces vaccins comportent certains dangers. Le vaccin tué n'est pas toujours mort et, quand il l'est, il n'amène pas toujours le système immunitaire à produire des anticorps en quantité suffisante pour conserver en mémoire l'empreinte de la maladie. L'immunisation, dans ces conditions, risque d'être de courte durée ou, pis encore, inexistante. Quant au vaccin atténué, il est en général plus efficace, mais de nouvelles mutations peuvent

lui redonner une vigueur inattendue. De plus, comme il est vivant, il exige d'être conservé et manipulé dans des conditions assez strictes de température, ce qui n'est pas toujours facile à respecter, surtout dans les régions en développement où, justement, il est le plus nécessaire.

Malgré leurs nombreuses lacunes, les vaccins ont contribué à l'éradication complète de la variole et à la quasi-disparition de maladies naguère graves, comme la polio ou la rougeole. Dans les années 50, la poliomyélite frappait chaque année, en Amérique du Nord, une personne sur mille, et le quart des victimes se retrouvaient en chaise roulante ou dans un poumon d'acier. C'est l'apparition de vaccins au cours des années 60, le Salk d'abord, puis le Sabin, qui ont fait chuter l'incidence à moins de dix cas par année pour toute l'Amérique du Nord.

Mais il faut parfois payer le prix. Il ne reste plus aujourd'hui qu'un seul moyen – ou à peu près – d'attraper la polio en Amérique du Nord : avoir une réaction défavorable au vaccin. La situation est semblable pour beaucoup de maladies d'enfance, depuis la coqueluche jusqu'à la diphtérie, ce qui, à première vue, semblerait justifier l'attitude des parents qui hésitent à faire vacciner leur progéniture. Pourquoi courir après le malheur ?

Le malheur, justement, c'est que la moindre négligence, dans ce domaine, peut se payer par le retour en force d'épidémies plus virulentes que jamais, à cause de l'absence d'immunité naturelle. Ce fut une des raisons évoquées pour expliquer la grave épidémie de rougeole qui a frappé le Québec en 1989. Disons au passage qu'il est plutôt difficile de démêler les nombreux facteurs qui ont pu conduire à l'éclosion de cette rougeole, à cause de carnets de vaccination mal remplis, de vaccins défectueux ou du fait que, jusqu'ici, au Canada, une réaction défavorable à un vaccin n'a jamais fait l'objet d'une déclaration obligatoire par le personnel soignant.

Depuis l'année dernière, toutefois, Santé et Bien-être social Canada a instauré un programme pilote de dépistage, dont le rôle est justement de remédier à cette lacune. Le programme IMPACT (Immunization Monitoring Program, Active), doté d'un budget de 250 000 \$, tentera d'établir les relations qui existent entre les réactions aux vaccins et les maladies infantiles. Cinq grands hôpitaux pour enfants participent à l'étude. On y passera au crible tous les cas d'hospitalisation, afin de découvrir des indices permettant de relier certains états pathologiques à des immunisations récentes.

QUESTION DE PRIORITÉ

Pour fonder sa lutte contre les maladies infectieuses, l'Organisation mondiale de la santé (OMS) compte beaucoup sur les nouveaux vaccins produits par la biotechnologie. Le premier d'entre eux, destiné à lutter contre l'hépatite B, vient d'ailleurs de faire son apparition. Ces vaccins proviennent de la « culture » des antigènes d'agents pathogènes dangereux, dont on a greffé une partie de l'ADN sur des organismes inoffensifs. Ces nouveaux vaccins – celui contre l'hépatite B est fabriqué par de la levure de pain – ne comportent plus les risques de leurs prédécesseurs. De plus, on pourra les produire en grande quantité, à peu de frais. Le nouveau vaccin contre l'hépatite B arrive d'ailleurs juste à point. L'Association des médecins du Canada vient en effet de prendre position en faveur de la vaccination universelle contre cette très grave et très coûteuse maladie.

Un programme de vaccination sélective est en vigueur depuis le début des années 80. Il vise certains groupes à risque. Malheureusement, 40 % des porteurs asymptomatiques ne font pas partie de ces groupes, et l'ancien vaccin laisse à désirer. C'est pourquoi la campagne n'a pas donné les résultats escomptés. Au contraire, l'incidence de la maladie a plus que doublé depuis dix ans au Canada. Son taux de mortalité, lui, a presque triplé. Lorsque d'aucuns, en janvier, se sont précipités sur le vaccin antiméningocoque, d'autres étaient d'avis que c'est à l'hépatite B qu'il aurait fallu s'attaquer. ■



Sygnia / Publiphoto

ÉRUPTION VOLCANIQUE ET PRÉVISION D'EFFET DE SERRE

Le réchauffement de la planète attribuable à l'effet de serre est temporairement stoppé. En 1990 tous les records de chaleur avaient été battus, les six premiers mois de 1991 étaient même pires, mais au milieu de l'année la température moyenne de la planète a commencé à chuter. Les modèles mathématiques des climatologues de la NASA prévoient maintenant que la Terre se refroidira de 0,5 °C en 1992, retombant ainsi à la température type d'il y a un siècle. Il ne faut pas crier victoire trop vite, ce phénomène ne serait que temporaire.

L'explication du refroidissement se trouve dans l'éruption du volcan philippin Pinatubo, en juin dernier. Cette éruption a projeté des millions de tonnes de poussières et d'aérosols (essentiellement des gouttelettes d'acide) à une vingtaine de kilomètres d'altitude. Puis la pollution volcanique

s'est dispersée autour de la planète. Elle filtrera pendant au moins deux ans les rayons du Soleil, causant un refroidissement suffisant pour masquer le réchauffement dû à l'effet de serre. Dès que la pollution volcanique retombera, la planète connaîtra à nouveau un réchauffement marqué.

Cette prévision est un véritable test pour les modèles climatiques. Fiables dans des conditions normales, ils n'ont jamais été testés lors d'un « forçage externe », lorsqu'un élément nouveau modifie grandement l'un de leurs paramètres. Dans le cas de l'éruption du Pinatubo, c'est l'ensoleillement au sol qui est anormalement bas. La conséquence prévue, une baisse de 0,5°, est beaucoup plus importante que les fluctuations naturelles du climat. « C'est donc un signal décelable », explique Jean-Pierre Blanchet,

professeur de sciences atmosphériques à l'Université du Québec à Montréal. Si les chercheurs de la NASA n'observent pas un tel refroidissement anormal au cours des prochaines années, une conclusion s'imposera : leurs modèles climatiques ne sont pas au point.

L'enjeu est de taille. Le réchauffement attribuable à l'effet de serre est lui aussi causé par un forçage externe, soit une augmentation artificielle du CO₂ et d'autres gaz. Mais on ignore la rapidité de réaction du climat lors des forçages externes. « La planète va se réchauffer, c'est certain... mais quand et de combien, c'est difficile à dire », estime Jean-Pierre Blanchet. En effet, la Terre offre peut-être une résistance aux changements climatiques beaucoup plus grande que ne l'estiment les scientifiques. Si 1992 et 1993 ne se révèlent pas aussi froides que prévu, les ajustements apportés aux modèles climatiques pourraient se traduire par des prédictions d'effet de serre moins alarmantes.

Ce test des prévisions d'effet de serre ne sera cependant pas complet. La réaction du climat à l'éruption volcanique est tellement rapide que seul l'ensoleillement au sol est modifié. Au contraire, le réchauffement attribuable à l'effet de serre s'étalera sur une période assez longue pour causer une multitude de changements qui, par rétroaction, en influenceront la vitesse. Les prévisions d'effet de serre doivent par exemple tenir compte d'une éventuelle augmentation du couvert végétal, ou d'une modification des courants marins.

La véritable influence de l'éruption du Pinatubo sur les prévisions de réchauffement planétaire sera peut-être... politique. Un porte-parole du National Oceanic and Atmospheric Administration, aux États-Unis, craint que plusieurs politiciens utilisent l'éventuel refroidissement de la planète pour discréditer les prévisions d'effet de serre, alors qu'au contraire il s'agirait d'une confirmation !

Étienne Denis

FIBROSE KYSTIQUE : LA PROTÉINE CLÉ ENFIN PRODUITE

Au moment où des médecins américains s'appêtent à mettre à l'essai une thérapie génique pour la fibrose kystique (voir *Québec Science*, mars 1992), les deux médecins torontois qui avaient identifié le gène responsable de cette maladie en août 1989, les Drs Tsui et Riordan, ont annoncé en février dernier qu'ils avaient réussi à produire « en quantités massives » la protéine dont sont privées les personnes atteintes.

Selon le Dr John Riordan, de l'Hôpital pour enfants malades de Toronto, la disponibilité de cette protéine offre une voie thérapeutique, moins « radicale » peut-être, mais plus simple que l'implantation du gène fonctionnel directement dans les tissus des malades par l'intermédiaire d'un virus.

Pour la production *in vitro* de cette protéine, les chercheurs torontois ont inséré le gène fonctionnel dans des cellules de chenille, cultivées en laboratoire, et ils ont stimulé l'expression de ce gène grâce à des « messages promoteurs » efficaces. Les cellules de chenille ont alors servi de véritables « usines biologiques », libérant de grandes quantités de protéines. Le procédé serait facile à reproduire

à grande échelle en industrie, estime le Dr Riordan.

Rappelons que la fibrose kystique est une maladie actuellement incurable, qui tue plus d'enfants au Canada que toute autre maladie génétique. Elle est liée à la malformation d'une protéine chargée du transport de certaines substances à travers la membrane. Cette malformation provoque l'accumulation



Association québécoise de la fibrose kystique

anormale d'un épais mucus à la surface des tissus épithéliaux du poumon et du système digestif, causant le décès des personnes atteintes, habituellement avant 30 ans.

ÉCHEC ET GO

Inventé en Chine il y a environ 4 000 ans, le go s'apparente au jeu d'échecs. Il consiste, en plaçant des pions noirs ou blancs sur les intersections d'un damier (361 au total), à encercler les plus grands espaces vides possibles. Comparé aux échecs, le go offre cependant une possibilité de coups nettement supérieure (10 à la puissance 761, contre 10 à la puissance 120). L'écart entre les deux jeux est également monétaire. Une fondation américaine offre une récompense de 100 000 \$ pour un programme informatique qui réussira à battre un champion d'échecs, tandis qu'une compagnie d'informatique offre dix fois plus pour un programme capable de vaincre un champion de go !

(Omni, 06/91)

JACQUES SCHROEDER, CHERCHEUR ET EXPLORATEUR

AU CŒUR DES GLACIERS

En réussissant à comprendre comment se créent les réservoirs aquifères des glaciers, on pourrait un jour les utiliser pour réduire la pollution dans les régions polaires.



*Par Sylvie Dugas
Photos de Jacques Schroeder*

Le professeur Jacques Schroeder, de l'Université du Québec à Montréal, repart ce mois-ci s'enfoncer dans les glaces de la Norvège. C'est pour détecter la vie intérieure des glaciers qu'il se glissera à nouveau dans leurs entrailles. À travers le monde, ils sont moins de dix à recueillir des données scientifiques par l'observation directe au cœur des glaciers

En fait, ce spéléologue et professeur de géomorphologie n'a rien du scientifique de laboratoire ni du technicien à blouse blanche. Rieur et intrépide, il a choisi de faire avancer la science en étudiant le terrain, parfois au prix de mésaventures pas ordinaires. Ainsi a-t-il fait naufrage dans l'océan Arctique en septembre 1989. Mais rien ne semble altérer la vigueur de sa jeune cinquantaine. « Des méthodes sophistiquées pour étudier le corps des glaciers existent depuis longtemps, explique le professeur Schroeder. L'échosondage en

avion permet de déterminer l'épaisseur du glacier par l'émission d'une onde radio. Mais toutes les méthodes de prospection indirecte, de l'échosondage à l'étude des bilans hydrologiques des glaciers, n'ont pas permis de comprendre comment le stockage des eaux se fait à l'intérieur du glacier. »

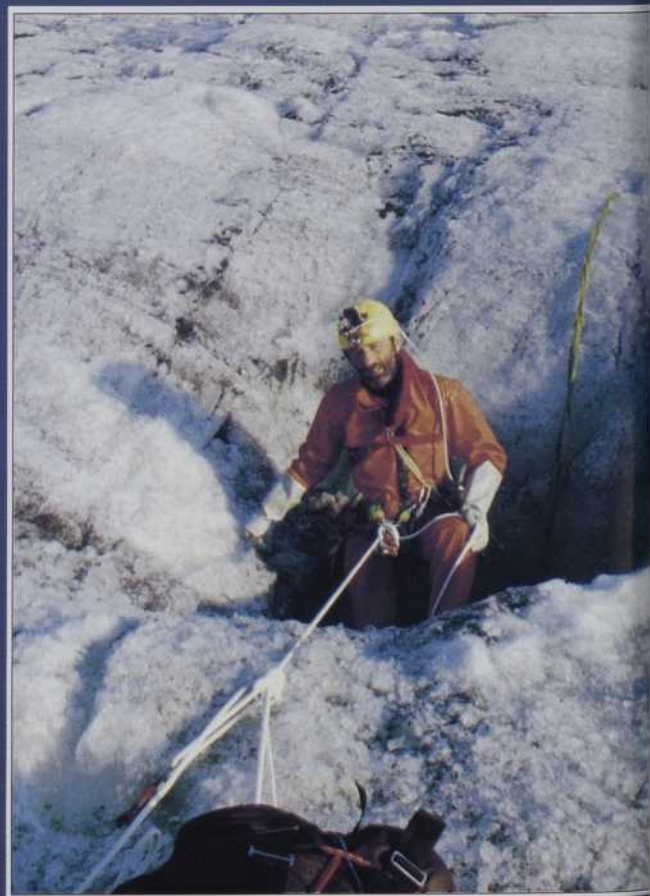
Depuis 1988, le chercheur étudie donc l'hydrologie des glaciers, plus précisément les réserves aquifères du Hansbreen, un glacier de vallée qui se jette dans la mer au Spitsberg (la plus grande île de l'archipel du Svalbard).

En décembre dernier, il présentait, dans la Tour olympique de Montréal, des images fascinantes, recueillies lors de son séjour précédent au fond des glaces du Svalbard, à 1 000 km au nord de la Norvège. Son exposé, plein d'humour et de fantaisie, a capté l'attention de plus d'une centaine d'invités, émerveillés par l'originalité de ses recherches.

À l'intérieur de certains glaciers, tout comme dans les roches, des eaux souterraines peuvent être stockées. Celles-ci constituent une réserve ou nappe aquifère, qui existe à condition que la glace ne soit pas trop froide et qu'elle fonde avec la neige, durant l'été, pour alimenter la nappe. « Le stockage de l'eau au cœur des glaciers, explique M. Schroeder, ressemble un peu au problème de la baignoire qu'il fallait résoudre à la petite école. S'il y a plus d'eau de fonte qui s'infiltré dans les crevasses du glacier qu'il y en a qui s'échappe à son extrémité, la nappe aquifère voit son niveau s'élever. C'est ce qui se passe durant l'été polaire. Par contre, si à cause du gel il n'y a plus d'eau qui descend du glacier, le niveau de la nappe aquifère s'abaisse car l'eau continue de s'échapper à son extrémité (il n'y a pas de bouchon au fond de la baignoire). La surface de la nappe, que les hydrologues appellent le niveau piézométrique, fluctue donc. »

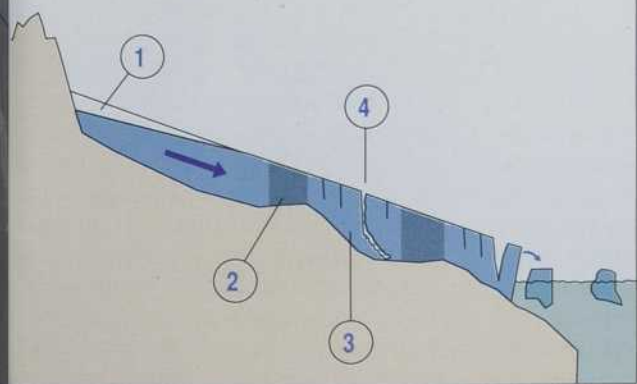
Mais pourquoi l'eau ne gèle-t-elle pas dans le corps de certains glaciers ? « Ça paraît fou, rétorque le savant, mais certains glaciers sont froids... et d'autres ne le sont pas. Certains ont des températures inférieures à 0°C sur toute leur épaisseur, tandis que d'autres demeurent au point de congélation, grâce à l'énergie dégagée par la chaleur de la Terre, au climat doux de l'été, mais aussi par suite de leurs propres mouvements. L'eau peut alors s'y stocker, constituer un vrai réservoir et servir de lubrifiant au glacier, au point d'accroître sa vitesse de 40 %. »

Le professeur cherche donc à découvrir comment la glace se déforme lors des déplacements du glacier. Pour ce faire, il a installé dans les cavités du Hansbreen des points d'arpentage dont il a relevé la triangulation en septembre et en octobre 1991. À la mi-avril, il repart vers le pays des blizzards avec Claude Paradis, spéléologue, qui l'assiste inconditionnellement. Tous les deux, ils redescendront dans les





- 1- Neige qui s'accumule et se transforme peu à peu en glace
- 2- Zone où la glace est en compression
- 3- Zone où la glace est en traction. Les crevasses s'ouvrent.
- 4- Gouffre Félix



Les gouffres apparaissent sur le glacier dans les zones où la glace en mouvement est en traction ; ils se referment lorsqu'elle est en compression à cause du relief de la roche. Même s'ils se déplacent avec la glace, c'est toujours dans les mêmes zones qu'ils renaissent. Ainsi, après une vie active de 5 à 10 ans, le Gouffre Félix renaîtra toujours dans la même zone, à l'amont immédiat de celui-ci.

gouffres du glacier. En mesurant à nouveau la triangulation de ses points d'arpentage, le professeur Schroeder pourra évaluer la déformation de la glace sur une période de sept mois. Avec son collègue le Dr Jania, il organisera enfin une réunion de travail pour les glaciologues, à la base polonaise située à proximité du Hansbreen.

Crampons aux pieds, marteau-piolet à la main et cordes statiques à la taille, les explorateurs progressent en utilisant les méthodes de la spéléologie verticale, la plus adaptée et la plus sécuritaire pour ce type d'expédition. L'automne dernier, le niveau élevé du réservoir aquifère a arrêté leur descente à 70 mètres sous la surface. Ils espèrent prendre leur revanche ce printemps-ci : le réservoir du glacier sera à son plus bas niveau après l'hiver polaire. M. Schroeder en est convaincu, puisqu'en 1988, dans le gouffre Félix, ainsi nommé en hommage à Félix Leclerc, qui venait de disparaître, il avait pu observer le réservoir jusqu'à une profondeur de 150 mètres.

Cette attirance pour le bleu profond des puits glacés, Jacques Schroeder ne l'entretient pas seulement par admiration des morphologies esthétiques. Les glaciologues n'ayant obtenu que tout récemment des radiographies probantes des glaciers tempérés, il veut aider à mieux connaître le comportement de ces « magnifiques machines qui, jusqu'au Québec, ont sculpté par le passé le paysage ». De plus, il croit qu'une meilleure compréhension du développement des réservoirs aquifères dans ces glaciers (que l'on peut retrouver jusqu'en zone polaire) devrait aider à protéger l'environnement.

« Les installations scientifiques et industrielles, conclut Jacques Schroeder, sont de plus en plus nombreuses dans les régions polaires. Il faut beaucoup d'eau pour faire fonctionner ces « îlots humanisés » dans les déserts froids. Aussi utilise-t-on des quantités énormes de carburants pour faire fondre la glace, ce qui cause une pollution importante. Dès que les réservoirs aquifères seront mieux connus, on pourra creuser dans le glacier pour se brancher sur ces châteaux d'eau naturels. Quelques expériences de ce genre ont déjà réussi, mais il reste encore beaucoup à faire. » ■

CARBONE 60

LA NOUVELLE VEDETE DE LA CHIMIE

Par Guy Paquin

**On n'a pas vu les spécialistes en chimie organique
aussi excités depuis la découverte des plastiques.
L'objet de leur enthousiasme est un minuscule ballon de soccer,
formé de 60 atomes de carbone.**

Depuis que l'astrophysicien Donald Krätshmer l'a décrite en 1990, la minuscule sphère géodésique de 7 angströms* de diamètre qui, aujourd'hui, passionne les chimistes est l'objet de centaines de recherches, et ses propriétés sont quasi magiques : elle est supraconductrice, indifférente aux chocs les plus violents, elle prend la forme d'un ballon de soccer, de rugby ou de football américain, on peut en faire des fibres de moins de 5 nanomètres de diamètre, c'est le lubrifiant le plus performant qu'on puisse imaginer, et elle constitue le troisième état connu du carbone moléculaire, après le graphite et le diamant.

Cette stupéfiante merveille moléculaire est à la portée de toutes les bourses et des expérimentateurs les plus malhabiles. « J'arriverais à en produire plusieurs grammes par jour, se vante Dennis Gilson, chercheur à la faculté de chimie de McGill, avec une

pompe à vide, une bonbonne d'hélium, un peu de graphite, un arc à souder comme en vendent les quincailleries et quelques bouts de tuyau. »

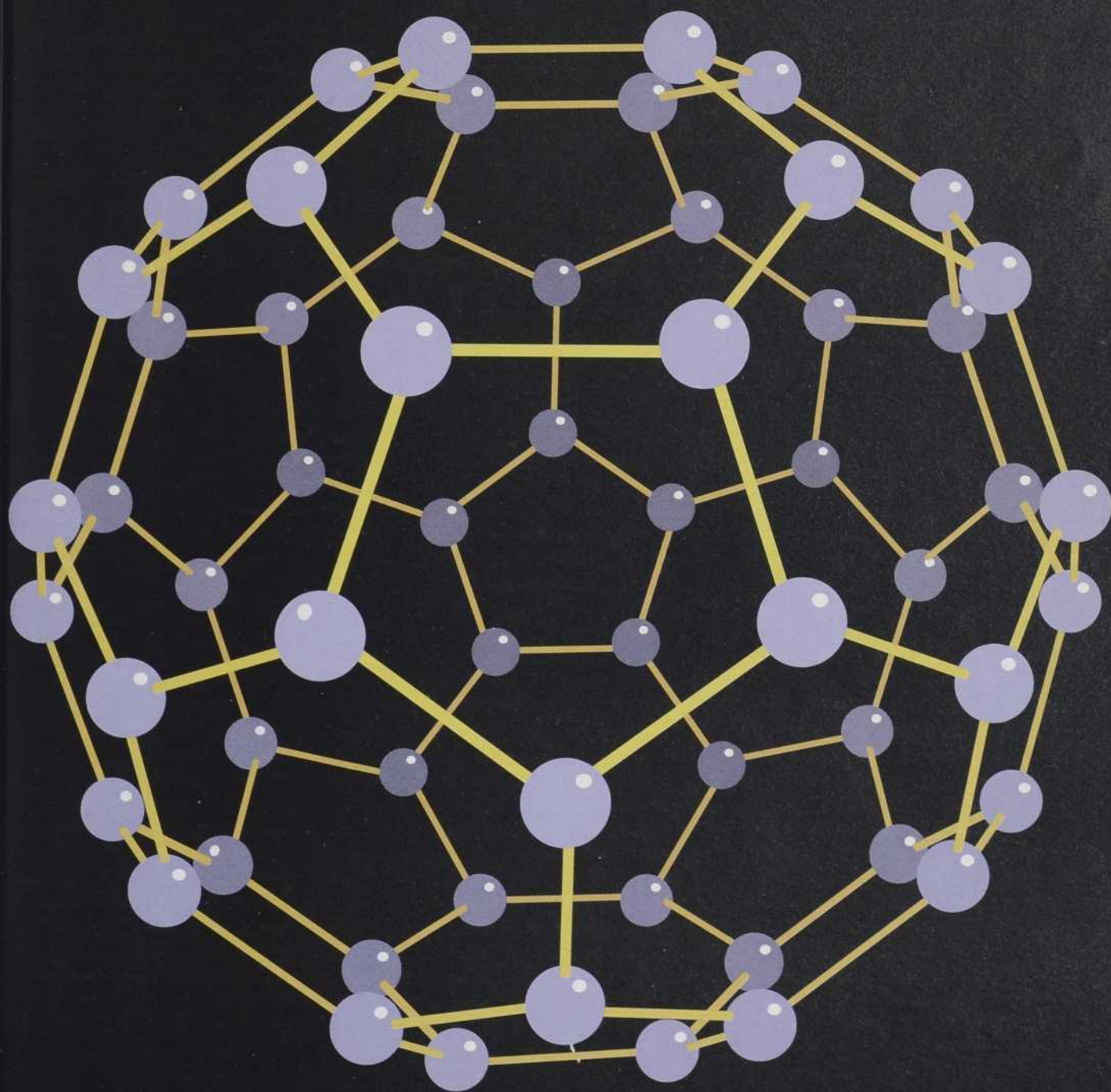
Les savants ont baptisé la superballe infinitésimale du nom de « buckminsterfullerène », d'après l'architecte américain Buckminster Fuller, théoricien et praticien des dômes géodésiques. La superballe est en effet formée, comme les dômes géodésiques, d'un assemblage de pentagones et d'hexagones, dont chaque sommet est un atome de carbone. La « *buckyball* », comme l'ont surnommée les Américains, est une application pratique d'un calcul fait en 1758 par le mathématicien suisse Leonhard Euler. Ce dernier avait montré que, pour transformer un réseau plat d'hexagones en sphère, il faut y introduire douze pentagones. Si les douze pentagones sont répartis de telle sorte qu'ils n'ont aucun sommet commun, on obtient l'objet le plus stable et le plus symétrique concevable dans un espace tridimensionnel. C'est le cas de la superballe.

UNE COCHONNERIE DANS L'EXPÉRIENCE ?

Sa découverte ne s'est pas faite toute seule. Comme le dit en riant M. Gilson, « on est allé la chercher dans la poussière interstellaire, alors qu'on l'aurait trouvée sur le costume du père Noël ». Pour comprendre cette plaisanterie, qui n'a de surréaliste que l'apparence, il faut connaître l'histoire de la superballe.

Les deux premiers à s'être intéressés à elle sont, curieusement, des astrophysiciens, Donald Huffman, de l'Université de l'Arizona, et Wolfgang Krätshmer du Max-Planck Institut, à Heidelberg. Tous les deux sont des spécialistes des poussières interstellaires. D'après eux, certains nuages de cette poussière devaient être composés principalement de molécules de carbone pur, à cause de la manière dont ils absorbent la lumière stellaire. Ils travaillaient à préciser la nature de ces amas de carbone et, pour y arriver, produisaient en laboratoire des amas de carbone de toutes

* 1 angström = 1 dix-millième de micron
1 micron = 1 millionième de mètre



dimensions, de 5 à 500 atomes, et les soumettaient à un rayon lumineux pour voir comment les molécules absorbaient la lumière.

En brûlant du graphite à très haute température dans une atmosphère d'hélium, les deux savants produisaient une suie (matière salissante, surtout pour le costume du père Noël) de

carbone pur, qui se condensait sur les parois de leur appareil. En 1983, ils découvrirent une courbe d'absorption ultraviolette extrêmement bizarre et curieusement persistante. Ou bien la suie contenait une importante quantité d'une molécule inédite, le carbone 60, ou bien une cochonnerie (« *some sort of junk* », comme l'écrivait Huffman

dans le numéro de novembre 1991 de *Physics Today*) s'était glissée dans l'expérience. Quand Krätschmer découvrit que le spectre d'absorption infrarouge de la mystérieuse suie était aussi étrange que l'ultraviolet, en 1988, il accusa sa pompe à vide de laisser fuir du liquide. La cochonnerie, encore !

Cette dernière ne laissait pas d'intriguer le chercheur allemand. D'ordinaire, les cochonneries font n'importe quoi, tandis que celle-ci donnait toujours les mêmes courbes d'absorption. Un collaborateur de Krätschmer eut alors l'idée de remplacer le carbone du graphite par un isotope, le carbone 13. Si la cochonnerie était bel et bien une nouvelle molécule de 60 atomes de carbone, son spectre d'absorption serait semblable, mais décalé précisément de la différence de masse entre le carbone 12 et le carbone 14. Ce fut très exactement le cas.

SÉPARER LE CARBONE DE LA SUIE

Cela fit bien plaisir à Harry Kroto et Richard Smalley, de l'Université Rice, aux États-Unis, qui avaient émis l'hypothèse, dès 1985, que la combustion de graphite produit une quantité importante de carbone 60 et que la diffraction électronique de cette molécule suggère fortement qu'au lieu d'une chaîne elle forme une sphère parfaite. Restait à le prouver. Les travaux de Krätschmer démontraient l'existence du carbone 60, mais sa forme demeurait inconnue, faute de pouvoir fabriquer assez de molécules pour voir si c'était une grille plate ou une sphère.

Krätschmer s'attela donc à la tâche de trouver une méthode lui permettant de dépasser les quantités ridicules de carbone 60, obtenues par lui, Huffman et l'équipe de Rice, de l'ordre du milliardième de gramme. Il modifia tous les paramètres successivement : température de cuisson du graphite, pression du gaz d'hélium, durée de la cuisson, et fit tant et si bien qu'il finit par perdre complètement son aptitude à faire du C60 ! Ce fut un étudiant de Huffman, Lowell Lamb, qui la retrouva, et Krätschmer se remit à la tâche.

En 1990, il tenait le loup par les oreilles. En choisissant la bonne pression d'hélium, il maintenait les atomes de carbone, arrachés au graphite par l'arc électrique, près de ce dernier, et une importante quantité de petits fragments de carbone se mettaient à croître

en absorbant de nouveaux atomes. Quand exactement 60 de ces atomes s'étaient ainsi assemblés, ils se refermaient sur eux-mêmes en une superballe. Plus de 20 % de la suie de Krätschmer était formée de *buckyballs*.

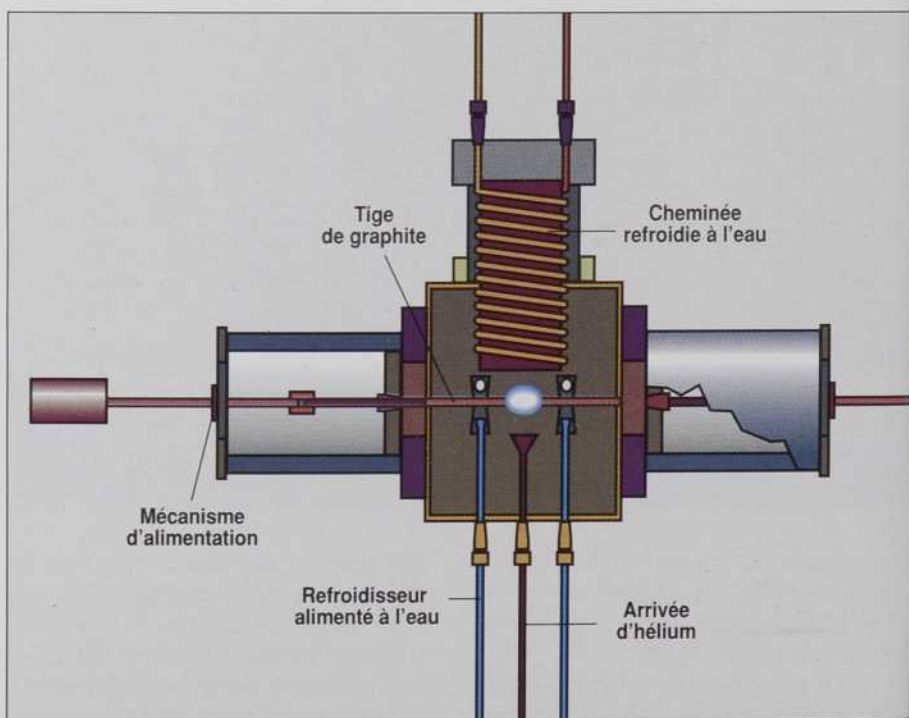
Comment séparer la précieuse superballe du reste de la suie ? Le chercheur remarqua que la superballe avait l'aspect d'un groupe d'anneaux de benzène assemblés en sphère. Il se dit que, puisque les semblables se dissolvent, le benzène dissoudrait les *buckyballs*, tandis que le reste de la suie ne ferait qu'un dépôt noir au fond de l'éprouvette. Il avait raison. Il ne restait qu'à évaporer le benzène pour retrouver les superballes à l'état pur. Le chercheur tenait sa méthode. Il arriva, dès le premier jour, à produire une centaine de milligrammes de C60.

La recette fit vite le tour du monde et les savants se déchaînèrent. On découvrit bientôt qu'en plus du C60 l'expérience permettait d'obtenir, en moindres quantités, d'autres bulles géodésiques infinitésimales de carbone pur. La suie contenait en effet 23 % de C70 et des traces de C72, de C74... jusqu'au C240. Plus étrange encore, un chercheur japonais, Sumio Iijima,

a même produit l'automne dernier un tube hélicoïdal de carbone pur, une fibre supraconductrice inédite.

LE CRISTAL ET LA TACHE D'HUILE

On découvrit, du reste, d'autres propriétés fascinantes de ces superballes. D'abord, leur appétit féroce pour les électrons. De là, on se demanda quel genre de conducteur elles feraient, si on les assemblait en cristaux. Mais de quoi a l'air un cristal formé de millions de petites balles ? C'est un peu ce qui se passe quand vous enfermez des balles de billards dans leur triangle et que vous poussez celui-ci sur le tapis : les balles roulent, tout en restant près les unes des autres. Assemblées en cristal, les *buckyballs* tournent sur elles-mêmes plus de 100 millions de fois à la seconde. « Nous croyons, risque Dennis Gilson, que les fullerènes, chauffés, exhibent une sorte d'hésitation entre la phase liquide et la phase solide. Au lieu de liquéfier, ils tournent de plus en plus vite, comme réticents à se départir de leur solidité. » Pour vérifier cette hypothèse, Gilson, avec ses collaborateurs de McGill, Yining



Lors de la « fabrication » des fullerènes, l'arc électrique produit entre deux barres de graphite libère des atomes de carbone, qui se combineront en feuilles. Ces feuilles, lorsque maintenues près de l'arc grâce à l'hélium, se referment. Voilà la superballe !

Huang et Ian Butler, ont soumis les cristaux de fullerènes à de fortes pressions. Les rotations se sont ralenties et le cristal a perdu une partie de sa cohésion, indice de son passage à une phase hésitant à nouveau entre le solide et le liquide. Ces travaux ont d'ailleurs suscité une controverse entre chimistes, certains ayant obtenu des résultats différents.

Reste que l'extrême agitation des molécules de fullerène dans un cristal passe pour être responsable de sa plus stupéfiante propriété, la supraconductivité. À 40°Kelvin, les cristaux de superballe n'offrent plus de résistance au courant.

« Mais il s'agit d'une sorte de supraconductivité parfaitement inédite, complètement différente de celle qu'on trouve dans les céramiques », précise Claude Bourbonnais, professeur de physique à l'Université de Sherbrooke. « En refroidissant un cristal de *buckyballs*, les électrons qui gravitent autour de chaque superballe la déforment, en quelque sorte. Quand on fait passer un courant d'électrons dans le cristal, les déformations de chaque balle se reflètent sur le comportement des électrons, qui se mettent ainsi en phase à des distances très courtes, de l'ordre de 10 angströms. »

Apparaissent ainsi dans le cristal des couples d'électrons mis en phase, comme des taches d'huile de plus en plus nombreuses, qui finissent par se rejoindre et rendre l'ensemble du cristal supraconducteur. Le phénomène commence donc localement, sur de courtes distances. C'est le contraire qui se produit ordinairement dans les céramiques supraconductrices. Les électrons se mettent en phase à des distances considérables (pour un électron, s'entend), de l'ordre de 1 000 angströms, et le phénomène est dès l'abord général.

Moins mystérieuse est la remarquable résistance mécanique de la superballe. Projetée sur une plaque d'acier à 28 000 km/h, elle rebondit, intacte, ce qui s'explique par sa forme et sa parfaite symétrie. On pense à faire de ce roulement à billes microscopiques inusable des lubrifiants... en attendant d'autres découvertes, c'est-à-dire d'autres rebondissements, dans l'affaire de la superballe.



INRS

LA FORCE DE LA SCIENCE

L'INRS, c'est la force de plus de 400 personnes impliquées dans la recherche de pointe.

L'INRS, c'est la force d'un réseau de sept centres de recherche orientés dans des domaines de haute priorité scientifique et technologique :

- Eau
- Énergie et Matériaux
- Géoréssources
- Océanologie
- Santé
- Télécommunications
- Urbanisation

L'INRS, c'est aussi un partenaire dynamique qui favorise les ententes de collaboration avec les organismes privés et gouvernementaux.

Renseignements :

Téléphone : Québec (418) 654-2500



Université du Québec

**Institut national
de la recherche
scientifique**

PRÉCIS DE TÉLÉDETECTION • TOME I

par Ferdinand Bonn et Guy Rochon
1992, 608 pages

Ajoutez la TPS (7%) 45 \$

EN VENTE CHEZ VOTRE LIBRAIRE

ou chez l'éditeur au (418) 657-3551, poste 2860. Télécopieur: (418) 657-2096.
Presses de l'Université du Québec, C. P. 250, Sillery, (Québec) G1T 2R1

Nom _____

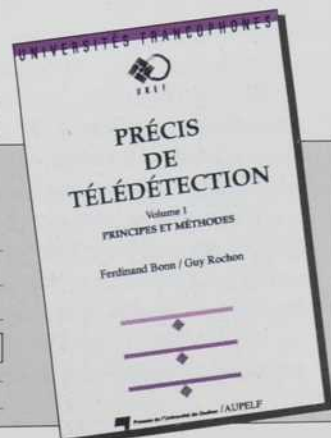
Adresse _____

Code postal _____

Chèque Mandat postal Visa MasterCard

Date d'exp. _____ Numéro _____

Signature _____



LE POISSON-CASTOR, VOYAGEUR DU TEMPS

Par Pierre d'Amour

Peut-on avoir 12 millions d'années et ne pas s'en porter plus mal, être à la fois un père attentif et avoir l'allure d'un char d'assaut ? Pour répondre à ces questions, il faut observer *Amia calva*, alias Poisson-castor.

Connaissez-vous John A. Grindle ? Non, ne le cherchez pas dans le *Larousse illustré*, ni dans le *Petit Robert 2*. Guère plus dans les pages mondaines de nos quotidiens. En fait, John A. Grindle loge plutôt dans un... aquarium. Car c'est bien d'un poisson qu'il s'agit, et d'une espèce à la fois curieuse et fascinante.

D'abord, la question de son nom. John A. Grindle n'est qu'un de ses pseudonymes. Le pauvre en possède autant qu'un bandit des grands chemins. Selon la province, l'État ou la région qu'il habite, entre Montréal et Miami, il peut emprunter des noms aussi communs que *Mudfish*, *Dogfish*, aussi farfelus que *Choupiquel*, *Speckled cat*, ou aussi intrigants que *Avocat*. En tout, ce poisson est connu sous 17 noms vernaculaires différents, en plus de son nom scientifique, *Amia calva*, que lui a donné, en 1766, le père de la taxonomie, Linné. Si ce poisson n'a pas connu de crise d'identité...

Au Québec, le nom le plus souvent utilisé est Poisson-castor. Malgré cette

appellation distinctive, le personnage demeure mystérieux.

FACE-À-FACE AU FOND DU RICHELIEU

J'ai fait la connaissance du Poisson-castor lors d'un face-à-face inusité au fond de la rivière Richelieu, près de Noyan, à quelques minutes de la frontière du Vermont. Amateur de plongée, j'explorais l'épave d'une vieille barge, qui avait coulé à cet endroit au début du siècle. C'est en pénétrant au cœur du vieux squelette de bois que j'aperçus une drôle de créature, qui semblait prendre ses aises sur une poutre.

Son corps était plus long que ceux des poissons qu'on rencontre normalement dans le Richelieu. Il était vert olive, avec des stries brunes et noires. Sa tête ronde avait les traits massifs, comme ceux d'un bulldog.

Sur le coup, j'ai cru qu'il s'agissait d'une anguille. Mais, en m'approchant, j'ai pu distinguer sa longue nageoire dorsale et sa queue hémisphérique, et

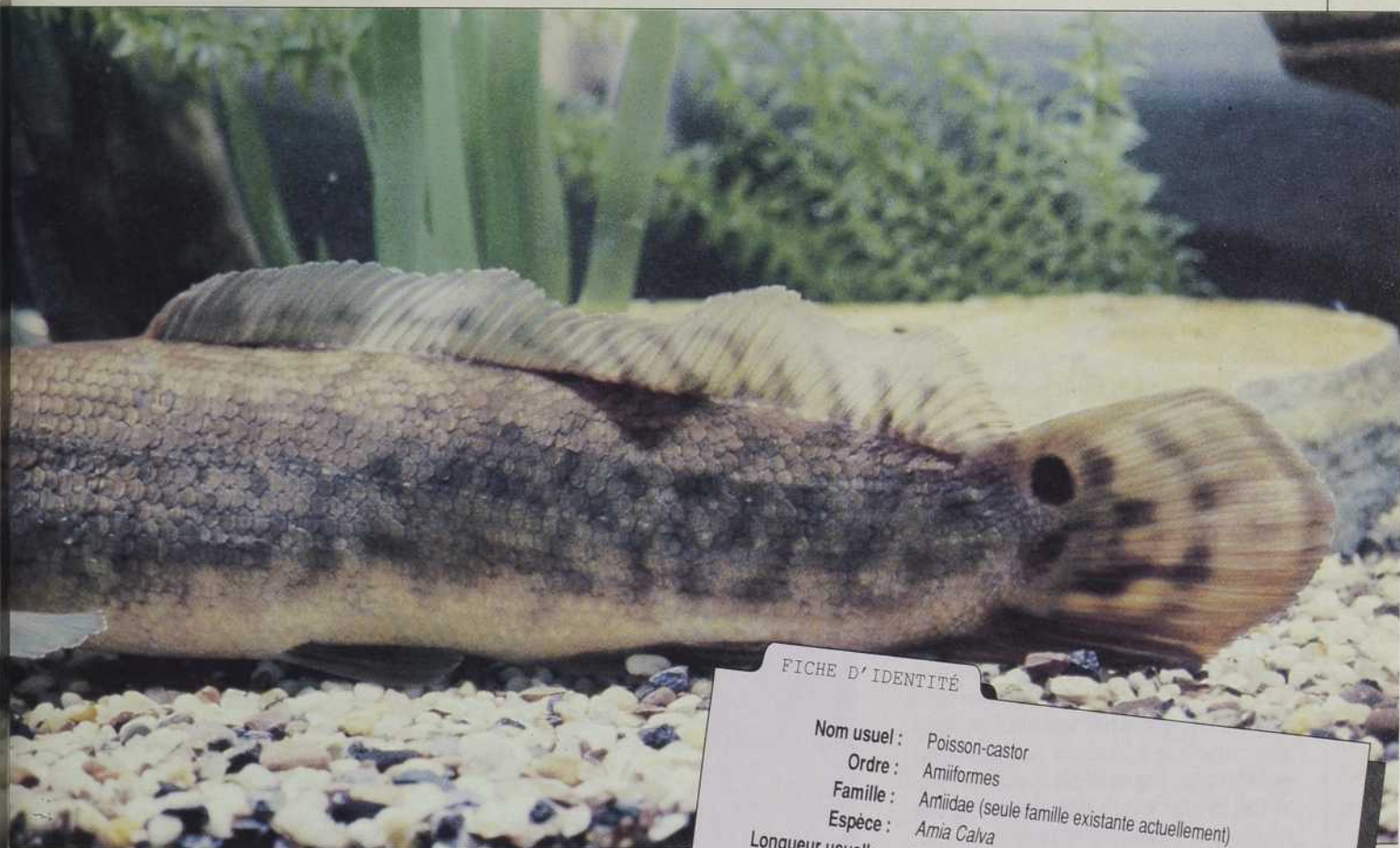


Fred Klus / MLCP

non triangulaire comme c'est généralement le cas dans le royaume des ichtyoïdes. À sa base elle était décorée d'une tache ronde, noire, bordée de jaune, qui ressemblait à un troisième œil (en fait, cette marque est exclusive au mâle de l'espèce).

Je me suis approché assez pour pouvoir le toucher. Il n'a pas fui. Alors je l'ai flâté, passant ma main lentement sur sa nageoire dorsale. J'ai poursuivi ce manège pendant au moins une minute, et l'étrange poisson se laissa apprivoiser. Tout au long de l'exercice, ses yeux restèrent immobiles. Des yeux placés en parallèle sur le devant de la tête, et non de chaque côté comme chez la plupart des poissons.

Soudainement, comme s'il se réveillait d'un profond sommeil, il sursauta et, d'un geste explosif de son corps puissant, se propulsa dans l'onde. En l'espace d'une fraction de seconde, il avait disparu dans les eaux troubles et mystérieuses de la rivière. J'étais conquis. Un être sau-



FICHE D'IDENTITÉ

- Nom usuel :** Poisson-castor
Ordre : Amiiformes
Famille : Amiidae (seule famille existante actuellement)
Espèce : *Amia Calva*
Longueur usuelle : De 45 à 60 cm
Poids : Entre 1 et 2 kg
Fraie : En mai et juin, de 20 000 à 64 000 œufs
Habitat : Baies marécageuses des lacs et rivières aux eaux chaudes de l'est de l'Amérique du Nord.
Caractéristiques : Seul poisson muni d'une plaque osseuse robuste sous la mâchoire.
 Possède une seule nageoire dorsale très longue.
 Le mâle a une tache ronde de couleur noire sur la queue.

vage m'avait permis de partager, pendant un bref instant, l'intimité de son existence. J'ai résolu d'en savoir plus long sur cet étrange poisson. Je n'ai pas été déçu.

VIEILLE CARROSSERIE

Les employés de l'Aquarium de Montréal m'ont confié qu'à l'occasion ils reçoivent des appels de pêcheurs perplexes, ayant au bout de leur hameçon un Poisson-castor. Mis à part ces quelques rencontres du troisième type, seuls quelques biologistes connaissent *Amia calva*. Et, pour eux, c'est un trésor vivant.

Pierre Dumont, biologiste au ministère des Loisirs, de la Chasse et de la Pêche dans la région de Montréal, l'a effectivement croisé à quelques reprises au cours de travaux dans la rivière Richelieu. N'allez surtout pas lui dire que ce poisson est laid.

« Au contraire, rétorquera-t-il, c'est une vieille carrosserie qui fonctionne très bien. Le Poisson-castor est un

de ces rares voyageurs temporels à avoir franchi les grandes époques préhistoriques, pour se rendre jusqu'à nous. C'est une pièce de musée, un fossile vivant. »

Effectivement, le Poisson-castor peut faire remonter son arbre généalogique jusqu'à une famille préhistorique nommée *Amiidae*, qui est apparue à l'époque du jurassique, il y a quelque 200 millions d'années. Plusieurs spécimens fossilisés de ce poisson ont été dénichés en Asie, en Europe et sur notre continent. Bien qu'elle n'ait pas été une espèce dominante, la famille *Amiidae* s'est bien tirée d'affaires, si on considère qu'elle avait à composer avec des voisins aussi terribles que le tyrannosaure, l'ichtyosaure (version amphibienne du premier) et une foule de « saures » aussi féroces les uns que les autres.

L'ancêtre direct du Poisson-castor, l'espèce des *Caturidae*, a fait son entrée au moment où les dinosaures préparaient leur sortie, à l'époque du crétacé, il y a 65 millions d'années. Il a survécu aux cataclysmes qui mirent fin à l'ère des reptiles. Puis l'espèce des poissons-castors, *Amia*, est apparue il y a environ 12 millions d'années. Elle est rapidement devenue une des espèces dominantes des eaux douces. Certains biologistes et paléontologues soutiennent qu'elle fut l'espèce la plus commune des rivières et des lacs de l'ère du cénozoïque.

Mais cette ère de gloire est terminée. L'habitat du Poisson-castor se limite aujourd'hui à quelques zones d'eaux douces de l'est de l'Amérique du Nord, dans les bassins hydrographiques du Mississippi, du Saint-Laurent et des Grands Lacs. Les scientifiques font l'hypothèse que la famille *Amia* aie perdu une longue bataille épisodique avec le froid. Au fil des millénaires, les cycles de glaciation ont graduellement réduit les populations à néant en Europe et en Asie. En Amérique du Nord, le Poisson-castor semble avoir joué de plus de chance, retraitant aux confins de la Floride pour attendre le retour des jours meilleurs.

EN ATTENDANT L'AUTOMNE

Comparer le Poisson-castor à un poisson d'eau douce de l'ère moderne, c'est faire un saut de 12 millions d'années. La morphologie de cette espèce n'a pas évolué du tout, depuis son avènement. Bref, il n'a pas vieilli d'un trait. Son corps est massif et parfaitement cylindrique, contrairement aux profils ovales et plus hydrodynamiques de ses voisins. Les écailles sont épaisses, on dirait une cote de maille. Quant à la tête, elle est également recouverte d'une armure. Cela le différencie radicalement de la plupart des poissons modernes, qui ont des écailles minces et une tête plutôt lisse.

De plus, les poissons version moderne ne peuvent survivre hors de l'eau. Le Poisson-castor si... et très bien, merci. C'est que, juste sous les yeux, cette espèce arbore deux petites protubérances, qui sont en fait des narines ! Ce sont les prises d'air de la vessie natatoire, organe que possèdent tous les poissons, qui leur permet de régulariser la flottabilité et qui leur sert de tambour sonore, pour capter les vibrations produites dans l'eau. Mais la vessie natatoire d'*Amia calva* est tellement vascularisée que le sang qui y passe peut y puiser directement son oxygène. Ainsi, le Poisson-castor peut sortir sa tête de l'eau pour respirer à l'air libre... pendant plus de 24 heures ! Un spécimen a déjà été retrouvé à une distance de 500 mètres d'un cours d'eau, dans une chambre de boue humide à quelques centimètres de la sur-



face. Au printemps, la rivière inondait cet endroit. Le poisson, semble-t-il, y passait les mois chauds et secs dans un état de léthargie, en attendant que les pluies d'automne ramènent la rivière.

Cette vessie natatoire confère au Poisson-castor un grand avantage, par rapport aux autres espèces d'eau douce, puisqu'il peut s'aventurer là où ses contemporains (et plusieurs humains) n'osent pas pénétrer, c'est-à-dire dans les marécages et les eaux dormantes des petits ruisseaux agricoles.

Cette prédilection pour les eaux stagnantes et leurs habitants semble lui avoir garanti une existence paisible. Ne faisant pas concurrence aux espèces sportives prisées par les pêcheurs, il risque moins de finir sur la liste des espèces menacées, comme d'autres « pestes », le loup arctique par exemple.

Cela ne veut pas dire qu'il dédaigne les achigans, les truites ou les perchaudes. Au contraire. Le Poisson-castor n'est pas une fine gueule. Il se délecte d'à peu près tout, insectes, grenouilles, écrevisses, poissons ou petites crevettes. Il y a même eu ce cas d'un *Amia* particulièrement costaud qui s'est mesuré à un canard... au grand dam du volatile.

Contrairement à l'impression que m'avait laissé le spécimen de l'épave par sa fuite précipitée, le Poisson-castor n'est pas un nageur rapide. Aussi, sa technique de chasse n'a rien de gracieux. Ce poisson préfère se cacher. Lorsqu'une victime s'aventure assez près, il ouvre grande sa gueule et prend une profonde « respiration », aspirant une grande quantité d'eau en même temps que son repas. L'eau est rejetée par les ouïes, mais le gueuleton n'a pas la même chance. Et ce chasseur aime savourer ses prises : il peut prendre jusqu'à 32 heures pour digérer son repas.

LE PÈRE PARFAIT

Les mœurs courantes, dans les royaumes fluviaux, veulent qu'après une période plus ou moins intense d'ébats amoureux, les jeunes frivoles se disent adieu, pour probablement ne jamais se revoir. Ils laissent ensuite leur progéniture se débrouiller comme elle peut.

Ça ne se passe pas ainsi dans la chaumière du Poisson-castor. C'est un papa qui s'occupe de tout... sauf de la ponte bien sûr. Il trouve d'abord un endroit propice dans la végétation épaisse des zones peu profondes, pour

tailler un nid à l'aide de ses dents acérées. Dans ce petit bassin circulaire, il s'installe pour attendre la femelle. Ou plutôt les femelles, car se sont les filles qui sont volages dans l'univers de l'*Amia calva*. Celles-ci se promènent de nid en nid et peuvent libérer jusqu'à 64 000 œufs chacune.

Le mâle, lui, fait son devoir. Il agit en bon père de famille, défendant son nid contre toute menace, y compris les intrus équipés de masques et de tubas !

Des études ont démontré que les mâles sont toujours plus petits que les femelles et vivent moins longtemps. Est-ce à dire que la responsabilité paternelle pèse trop lourdement sur les écailles d'*Amia* ? L'espérance de vie moyenne est d'environ 12 ans, bien que certains spécimens aient vécu jusqu'à l'âge vénérable de 30 ans, en aquarium.

Pour libertine qu'elle semble être, la reproduction des poissons-castors est strictement réglementée. *Amia* ne

ment plutôt terne des lits de rivières. Mais, enfin, qui voudrait s'en prendre à un char d'assaut ?

UN VOISIN MÉCONNU

La relation du Poisson-castor avec l'homme a toujours été froide et distante. Il ne se mêle pas aux espèces sportives, plus populaires. Quand il lui arrive de mordre à nos hameçons, cela fait, paraît-il, une histoire de pêche mémorable. Le Poisson-castor est d'un physique trapu et puissant, et peut mesurer jusqu'à un mètre de longueur et peser sept kilogrammes. Les amateurs de pêche affirment qu'il résiste vigoureusement, surtout s'il est pris à la mouche.

Côté gastronomie... il résiste aussi. Quelques cuisiniers de bivouac en sont venus à bout à l'aide d'une puissante marinade, concoctée avec du vinaigre et beaucoup d'épices. Mais sa chair est plutôt fragile et gélatineuse et elle est truffée d'arêtes. Difficile d'apprécier ce mets !

De fait, le Poisson-castor est beaucoup plus intéressant vif que mort. Les musées et aquariums s'arrachent les spécimens comme pièces d'exposition, parce qu'il s'agit d'une espèce à distribution restreinte, donc rare, mais surtout parce que c'est une espèce charnière, qui permet de faire la transition entre les poissons de la préhistoire et ceux de l'ère moderne. En Asie comme en Europe, *Amia calva* est considéré comme un atout important dans toute collection de poissons d'eau douce. Un tel intérêt mondial ne justifierait-il pas qu'on prenne le temps de se sensibiliser à sa présence parmi nous et d'apprendre à connaître davantage cet étrange fossile vivant qui loge dans nos eaux ?

« Le Poisson-castor, estime le biologiste Pierre Dumont, remet en question des notions fondamentales concernant l'évolution. Voici un poisson qui ne s'est pas modifié physiquement depuis 12 millions d'années, qui évolue dans l'eau, mais peut respirer à l'air libre, qui a un comportement social complexe et qui se montre responsable face à ses petits. » Pourquoi toutes ces « qualités » sont-elles disparues chez nos poissons modernes ? □

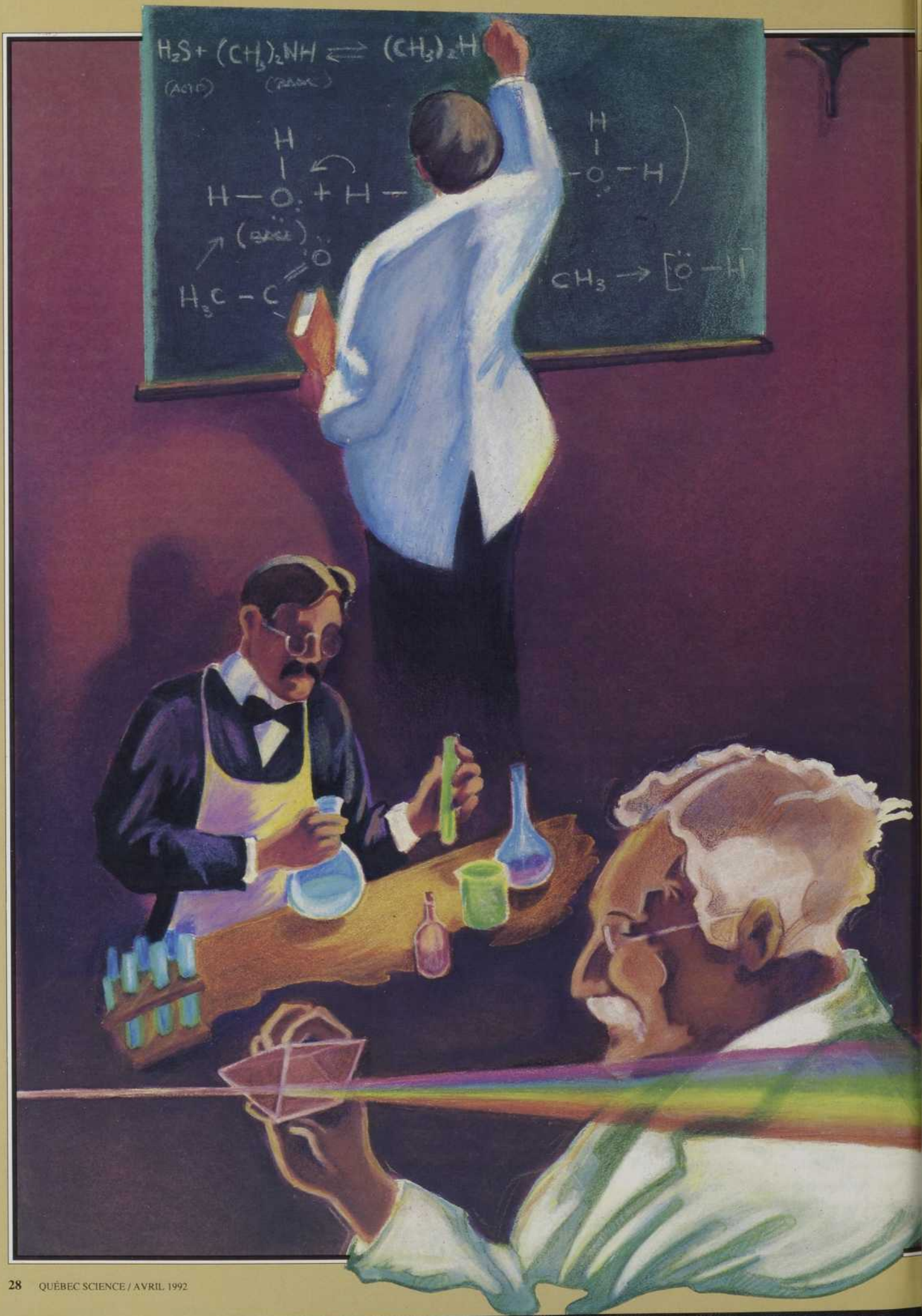


La tête du Poisson-castor est dépourvue d'écailles. Sur cette photo, on distingue nettement les tubes, ressemblant à des barbillons, qui prolongent ses narines.

Puisque les femelles visitent plusieurs nids à divers moments de la période de frai, le mâle se trouve à gérer des milliers d'œufs, évoluant à différentes étapes de gestation. L'éclosion a lieu au bout de 8 à 10 jours. Dès la première semaine, les petits sont en mesure de quitter le nid, sous la gouverne attentionnée de papa. Ainsi escortés, ils sortiront dans le chenail principal pour se nourrir. Si un danger les menace, le père agitera le fond pour créer un nuage de sédiments en suspension, que les jeunes pénétreront pour confondre le prédateur et regagner la quiétude du nid. Cette étape dure de quatre à six semaines.

se laisse tenter par les plaisirs de l'amour que si la température de l'eau se situe entre 21 et 26°C. C'est une mince fourchette, qu'on ne retrouve pas facilement, d'où la faible distribution de l'espèce.

Heureusement, le pourcentage de survie d'*Amia calva* est excellent. Les petits sont exposés au risque pendant quelques semaines, mais ils croissent rapidement (de 0 à 23 centimètres en moins de six mois). Une fois leurs écailles et leurs dents développées, ils deviennent de redoutables antagonistes et craignent peu d'ennemis, même si leur teint rougeâtre spectaculaire les démarque nettement, dans l'environne-



LA VIE SCIENTIFIQUE AU CANADA FRANÇAIS

LES ANNÉES HÉROÏQUES

Par Danielle Ouellet

Au début du siècle, entreprendre une carrière scientifique, pour un francophone, signifiait presque changer de culture. Cinquante ans plus tard, sous l'impulsion du clergé qui la dirigeait et avec l'aide de chercheurs européens, l'Université Laval avait donné ses lettres de noblesse à l'enseignement scientifique.

Au début des années 60, Cyrias Ouellet, un des premiers chimistes formés à l'Université Laval, affirmait : « On pourrait, sans rien omettre, faire remonter à 1920 l'origine de la vie scientifique au Canada français. Ce qui s'est passé avant n'est pas dénué d'intérêt, mais se résume à des faits isolés qui n'ont pas eu de suite. »

Ce jugement s'explique par le fait que, avant cette date, l'Université Laval et sa « succursale » montréalaise limitaient leur enseignement à la théologie, au droit et à la médecine. La Faculté des arts, qui formait surtout des professeurs pour les collèges classiques, se chargeait tant bien que mal de l'enseignement des sciences, telles la physique, la chimie, la géologie, la botanique et la zoologie. En 1870, l'Université Laval avait refusé une subvention gouvernementale pour la création d'une école francophone de sciences appliquées à Québec. On craignait l'ingérence de l'État dans les affaires de l'Église.

À la fin du 19^e siècle, devant l'absence presque totale de professeurs de sciences compétents, on décernait une licence ès sciences à tous les professeurs de philosophie des collèges classiques.

La recherche scientifique et les applications pratiques de la science ne faisaient pas partie de la vie universitaire. Les étudiants apprenaient souvent par cœur les rudiments d'une science immuable d'une génération à l'autre. Ils retournaient ensuite enseigner des notions souvent mal comprises. Les résultats rappelaient ce « jeu du téléphone », où le message final n'est pas nécessairement conforme au message initial.

L'ÉVEIL DES PRÉOCCUPATIONS SCIENTIFIQUES

Un tel apprentissage scientifique finit par susciter les critiques. En 1903, Camille Roy, professeur de littérature française et futur recteur de l'Université Laval, propose de créer « une manière d'École normale supérieure », pour augmenter le niveau de la formation scientifique. Sa suggestion, plutôt discrète, ne suscite pas beaucoup d'échos. La question de la formation des professeurs de sciences continuera pendant plusieurs années de défrayer en vain les chroniques de l'enseignement dans les collèges classiques.

Mais le développement industriel exige aussi des compétences techniques et scientifiques, et l'École polytechnique sera créée à Montréal. Mais

cela ne suffit pas. Les industries papières et électrochimiques se développent, et le manque de main-d'œuvre spécialisée se fait cruellement sentir.

Au cours des premières années du siècle, Georges Garneau, un industriel proche à la fois du milieu des affaires et des autorités de l'Université Laval, où il enseigne la chimie, propose l'organisation d'un enseignement scientifique supérieur préparant au travail dans l'industrie. Son objectif : former, en science, des professionnels au même titre que les avocats ou les médecins. Garneau sait se ménager des appuis solides parmi les membres du clergé. Il rallie à sa cause les autres professeurs de chimie, comme l'abbé Philéas Fillion et, plus tard, l'abbé Alexandre Vachon.

Avec l'utilisation qu'on y fit des armes chimiques, la Première Guerre mondiale apporte des arguments supplémentaires aux défenseurs de l'enseignement scientifique. Elle dévoile en effet une nouvelle facette de l'utilisation de la chimie, au cœur d'une prise de conscience dramatique, mais efficace. Au Canada, deux universités seulement offrent alors un programme de doctorat en sciences : l'Université de Toronto depuis 1896 et l'Université McGill depuis 1904. Entre 1920 et 1930, tout le pays réagit. On crée au

Canada plus de chaires de chimie que pendant tout le 19^e siècle. L'Université Laval et l'Université de Montréal n'ont plus le choix. Elles s'inscriront dans ce mouvement national.

L'ACTION DE MGR PELLETIER

À la fin de la guerre, le recteur de l'Université Laval, Mgr François Pelletier, se laisse donc convaincre de l'importance de former des chimistes. Il s'engage avec ardeur dans la défense de son projet. Plusieurs se rappelleront l'avoir vu se démener en déclarant à qui voulait l'entendre : « Il faut de la chimie ! Il faut de la chimie ! » En réalité, créer une école coûte cher, et ce qu'il lui faut avant tout, c'est de l'argent.

À l'image de William Dawson, recteur de l'Université McGill au siècle dernier, Pelletier tente de se rapprocher du monde des affaires. La tactique est nouvelle à l'Université Laval. Fort des recommandations de Georges Garneau, il s'acharne à obtenir l'appui des industriels. « Vous allez vous rendre au sous-sol de l'église Saint-Roch, chuchote-t-il un jour à son bras droit, rencontrer un groupe d'hommes d'affaires de ce quartier. Vous leur direz de ma part que les premières dépenses que l'Université fera à même les fruits de la souscription serviront à fonder une École de chimie. » Ses démarches sont couronnées de succès. La Chambre de commerce de Québec décide de prendre les moyens pour, selon ses propres termes, « mettre son admirable projet à exécution ».

À la collation des grades de juin 1919, Mgr Pelletier annonce triomphalement la création d'une chaire d'enseignement supérieur de la chimie, « quitte, dit-il, à trouver ensuite de quoi payer le professeur qui est déjà demandé ». Gagné par l'enthousiasme du recteur, l'industriel francophone et membre du Conseil législatif, Georges-Élie Amyot, décide de résoudre ce problème personnellement. Il donne 100 000 \$ à l'Université Laval, une somme énorme pour l'époque. Après la guerre, l'idée de la recherche scientifique se vend bien. Le premier ministre du Québec, Louis-Alexandre Taschereau, ajoute volontiers un million de dollars au pre-

mier million déjà récolté par Pelletier. De son côté, le secrétaire provincial, Athanase David, accorde des bourses d'études à des étudiants pour qu'ils aillent faire des études avancées à l'étranger. La même année, l'Université de Montréal, devenue autonome, fonde aussi sa Faculté des sciences, à l'intérieur de laquelle la chimie se développera plus lentement. Tandis qu'à Québec on veut former des chimistes pour l'industrie et des enseignants compétents, à Montréal, la chimie est

des arguments de poids pour convaincre les jeunes gens de tenter l'aventure. Au cours d'une de ses tournées de recrutement, Mgr Pelletier laisse miroiter aux élèves du Séminaire de Nicolet que les diplômés de l'École supérieure de chimie pourraient gagner jusqu'à 10 000 \$ par année ! Une promesse nettement exagérée, mais qui porte fruit. Le 14 septembre 1921, près d'une quinzaine d'étudiants entreprennent des études de chimie. Par contre, trois seulement obtiendront leur diplôme.



principalement au service de la médecine. Les buts et les moyens sont différents, mais le mouvement est lancé.

Le recrutement des étudiants, cependant, ne va pas de soi. Avant 1920, choisir une carrière scientifique, pour un francophone, équivaut encore pratiquement à changer de culture. Seule la médecine offrait jusqu'alors l'assurance de faire carrière en français dans une discipline scientifique. À l'École supérieure de chimie de Québec, les étudiants francophones pourront certes étudier dans leur langue, mais l'avènement du français au travail était encore lointain.

Les faibles perspectives financières de la profession de chercheur ou de professeur de science constituent un autre frein. Dans le Québec francophone de l'époque, faire fortune en sciences ne s'est jamais vu. Il faut donc trouver

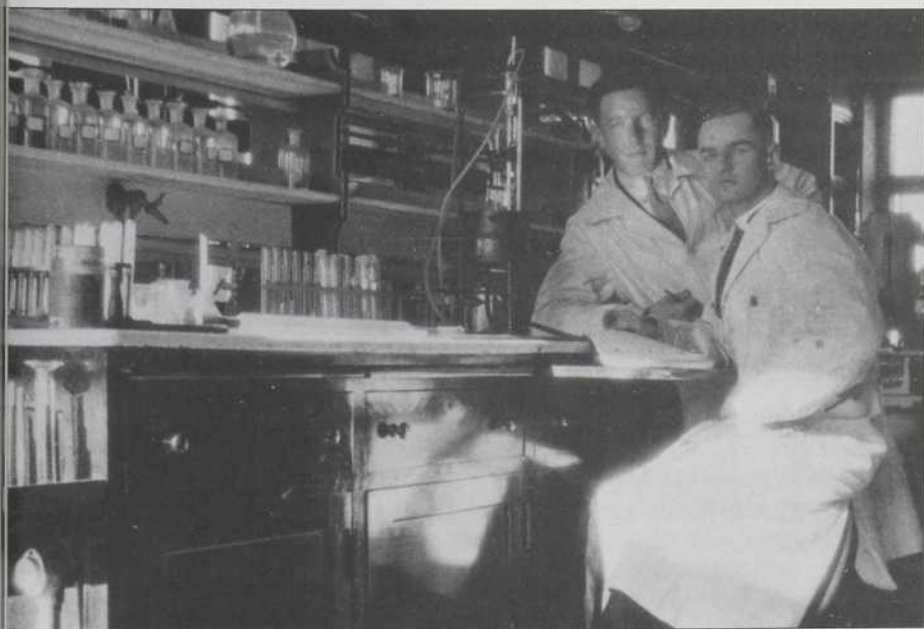
Leur piètre formation scientifique antérieure y fut certainement pour beaucoup.

UN SUISSE DE GRANDE AMBITION

L'enseignement des sciences au Québec se développera pendant deux décennies sous l'influence de trois générations de professeurs. Les pionniers sont des gens d'ici qui proposent cet enseignement renouvelé et s'engagent dans la création des facultés, mais ils ne produisent pas de connaissances nouvelles. Les maîtres viennent rapidement, d'Europe pour la plupart, et introduisent les méthodes d'enseignement et de recherche. Enfin, les premiers diplômés québécois constituent la relève, prête à assurer un enseignement supérieur de qualité et à mener des recherches originales.

À l'École supérieure de chimie de Québec, par exemple, Georges Garneau et les abbés Fillion et Vachon constituent le premier front de pionniers. Ils ne sont pas en mesure d'assumer un enseignement supérieur dans leur discipline et iront donc recruter des professeurs compétents à l'étranger. C'est ainsi que six jeunes diplômés de l'Université catholique de Fribourg, en Suisse, viendront à l'Université Laval. Ils ont été formés avec des normes assez exigeantes en chimie, celles du monde germanique de l'époque, très

À gauche, le laboratoire de chimie de l'Université Laval, en 1901-1902. Ci-dessous, en 1930, Joseph Risi, à gauche sur la photo, dans le premier laboratoire de chimie organique.



Archives de l'Université Laval

que à l'organisation de l'enseignement de la chimie. Il explique à la société québécoise qu'un chimiste doit pouvoir concevoir une expérience, l'exécuter et en interpréter les résultats. Il préside au réaménagement des locaux et équipe les futurs laboratoires. Il convainc aussi les autorités que l'engagement de docteurs en chimie n'est pas suffisant et qu'il faut aussi enseigner les autres sciences. C'est ainsi qu'un professeur de physique, Alphonse Christen, arrive lui aussi de Suisse. Son séjour sera court. Il vient à peine d'organiser un laboratoire de physique qu'il est renvoyé de l'Université, pour « conduite publique » : en fait, une banale histoire d'amour avec la nièce d'un ecclésiastique bien placé, qui avait eu vent de l'affaire. On pense alors à fer-

compris les autorités de l'Université, en annonçant « la construction imminente d'un très vaste édifice dont le coût atteindra facilement un demi-million ». Le projet se réalisera en 1926, mais ce sera sous la direction de son successeur.

LA RÉPUTATION DE FRIBOURG

Au cours de l'année 1924-1925, une bombe éclate dans la jeune communauté scientifique de Québec. Paul Cardinaux est soupçonné de fraude aux dépens de l'Université Laval. Après enquête, il est congédié pour commerce d'alcool, prise de commissions sur certains achats faits pour l'Université, comme des livres et des revues, commerce de produits pharmaceutiques non autorisés, caisse en douane au nom de l'Université contenant des produits pharmaceutiques, travaux d'analyse faits à l'École par des élèves pour le gouvernement et dont il n'a rien donné des bénéfices à l'Université. On avait d'abord hésité à se départir d'un directeur aussi compétent, mais il fallut s'y résoudre, devant l'évidence des délits.

Le départ précipité de Cardinaux place les dirigeants de l'Université Laval dans la situation inconfortable de devoir lui trouver un remplaçant. D'autres professeurs suisses sont arrivés, mais doit-on confier une fois de plus la direction de l'École à un étranger ? C'est finalement l'abbé Alexandre Vachon qui est choisi. Sa double formation, religieuse et scientifique, le place d'emblée dans une position privilégiée d'intermédiaire entre les autorités cléricales de l'Université et les nouveaux professeurs et chercheurs en sciences. Il est allé se perfectionner à Harvard. Il a même publié, en 1916, un *Traité élémentaire de chimie*, qui sera utilisé pendant près de vingt ans par les élèves de philosophie de tous les collèges classiques de la province. Alexandre Vachon deviendra ainsi le personnage central de l'évolution de l'École supérieure de chimie.

Les deux congédiements, coup sur coup, de Christen et de Cardinaux ne sont pas de nature à aider la cause de ceux qui défendent la modernisation

actif en sciences. Tous ne feront pas carrière ici, mais leur arrivée constitue un point de rupture dans l'évolution continue et homogène de l'enseignement des sciences depuis des décennies. Leur influence sera déterminante pour la modification en profondeur du niveau de l'enseignement et de la recherche.

Le premier s'appelle Paul Cardinaux. Il a quitté une Suisse où les universités se relèvent péniblement du désastre de la guerre. Arrivé à Québec à l'hiver 1921, Cardinaux devient aussitôt le premier directeur de l'École et s'atta-

quer le laboratoire de physique au beau milieu de l'année scolaire, et il faudra toute la persuasion de Cardinaux pour le garder ouvert. Vraiment, la physique n'est pas une priorité à Laval !

Cardinaux rêve d'orienter l'enseignement de l'École vers l'exploitation du territoire et des ressources naturelles. La chimie, dit-il, doit être rapidement appliquée à l'agriculture et à l'industrie. Mais le matériel est restreint et les deux petits laboratoires situés dans les locaux du Quartier latin ne pourront suffire longtemps. Cardinaux voit loin : un jour il surprend tout le monde, y

de l'enseignement scientifique. Le recteur Camille Roy ne désespère pas. Il recrute un autre docteur suisse, Joseph Risi, qui arrive à Québec au cours de l'été 1925. N'étant pas au courant des frasques de ses prédécesseurs, le professeur Risi ne comprendra que bien des années plus tard le sens de cette remarque que lui adresse le recteur de l'Université Laval à son arrivée : « Vous avez la responsabilité de la réputation de Fribourg. »

Joseph Risi commence à enseigner la chimie organique, tout en supervisant la construction de la nouvelle école : « La nuit je préparais mes cours, se rappellera-t-il, le jour je dirigeais le laboratoire... Les menuisiers, les plombiers, les électriciens n'avaient jamais vu un laboratoire. Il a fallu dessiner le mobilier à l'échelle, les tables, les hottes, enfin tout. J'ai fait l'ingénieur, l'architecte. » Risi établit aussi des contacts avec de nombreux dirigeants d'entreprises au Québec. Il veut connaître leurs besoins, pour mieux préparer ses étudiants. À l'instar de Cardinaux, Risi oriente ses recherches vers le développement des richesses naturelles.

LES PREMIERS DIPLOMÉS D'ICI

Pour plusieurs étudiants, la crise économique de la fin des années 20 favorise la poursuite d'études avancées. C'est le cas d'Arthur Labrie, qui ne trouve pas d'emploi et ne peut non plus se permettre d'étudier à l'étranger. Joseph Risi lui suggère d'entreprendre des études de doctorat sous sa direction. À l'automne 1930, Labrie s'intéresse à l'étude de l'arôme du sirop d'érable. L'industrie de l'érable est alors inquiète, car une fève découverte en Amérique du Sud permet d'imiter cet arôme, et les marchands n'hésitent pas à l'utiliser pour leurs desserts ou leurs glaces. Dans l'espoir que les développements en chimie analytique leur permettent de distinguer le vrai du faux, le professeur et son élève s'attaquent au problème.

Pour cela, il faut d'abord comprendre la chimie de l'érable. Le laboratoire se transforme donc en une véritable cabane à sucre. Avec du bois de chêne, les chercheurs réussissent bientôt à

recréer l'arôme du sirop d'érable, une percée que le jeune Labrie, dans son enthousiasme, s'empresse d'annoncer à qui veut l'entendre. Il regrettera rapidement sa précipitation. Le Conseil national des recherches, qui finance ses travaux, estime que l'industrie de l'érable est suffisamment mal en point sans que le pays ait besoin de nouvelles imitations. À l'automne 1932, le chercheur apprend qu'il ne recevra pas le dernier versement de sa bourse. Il doit terminer à toute allure ses recherches, qui sont heureusement suffisamment avancées pour qu'il puisse soutenir une thèse de doctorat.

En décembre 1932, Arthur Labrie devient donc le premier docteur en sciences de l'Université Laval. C'est l'occasion, pour Joseph Risi, d'introduire à Québec la tradition européenne de soutenance de thèse publique.

Vers la même époque, une douzaine d'étudiants de l'École supérieure de chimie se rendront en Europe poursuivre des études doctorales ou postdoctorales. Paul Cardinaux avait amorcé des contacts avec des universités européennes, et Alexandre Vachon a poursuivi dans cette voie, comme en témoigne son énorme correspondance avec ses élèves à l'étranger. Il les conseille, les encourage et incite l'Université à les soutenir financièrement lorsque c'est nécessaire.

Au début de l'existence de l'École de chimie, cette importance accordée à la recherche comme activité universitaire n'était pas évidente pour tout le monde. On pensait plutôt à des chimistes qui iraient prendre leur place en tant que francophones dans l'industrie, comme ce fut le cas pour Henri Shehyn, un des premiers gradués de l'École, qui fit une brillante carrière dans les laboratoires d'Alcan, à Arvida. Mais la vocation de l'École de préparer de véritables scientifiques a finalement prévalu. Au cours des années 30, les diplômés de l'École supérieure de chimie revenus d'Europe avec des doctorats, capables de mettre sur pied des programmes de recherches et de les mener à bien, formeront la relève. Ils sont aptes à assurer un enseignement supérieur en sciences, en s'appuyant sur des recherches originales. Quant à leur insertion dans l'industrie, elle se fera plus lentement.



Sise sur le boulevard de l'Entente, à Québec, la nouvelle École de chimie sera inaugurée en 1926.

Parent pauvre, le département de physique le restera jusqu'à l'arrivée du physicien Franco Rasetti, en 1939.

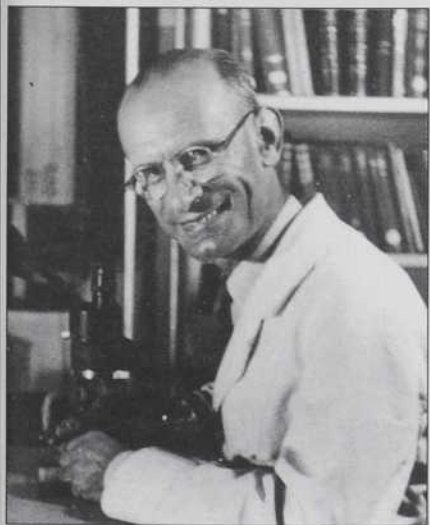
L'ÉLARGISSEMENT AUX AUTRES SCIENCES

Pendant que l'on forme les premiers chimistes à Québec, la Faculté des sciences de l'Université de Montréal s'organise peu à peu, en quittant le giron de la médecine. La création de l'Association canadienne-française pour l'avancement des sciences (ACFAS) en 1923, avec ses congrès annuels à partir de 1933, favorise les échanges dans la communauté scientifique francophone. À Québec, il faudra toutefois attendre en 1937 pour que l'École supérieure de chimie se transforme officiellement en Faculté des sciences, avec six départements. Les départements de chimie et de biologie sont les mieux organisés, notamment grâce à la création de la Station biologique du Saint-Laurent en 1931. Celui de géologie et de minéralogie est prêt à fonctionner, tandis que l'avenir du département de génie minier et de métallurgie est assuré par la création, à Québec, d'une École des mines.

Les mathématiques font encore figure de parent pauvre, mais Adrien Pouliot, le fougueux et original doyen de la Faculté des sciences, s'en occupe. Lui-même mathématicien, il verra personnellement à l'engagement de professeurs compétents. Son action sera aussi beaucoup plus large. Il sera le



Archives de l'Université Laval



moteur infatigable de l'expansion de la nouvelle Faculté, repoussant toujours plus loin les résistances au développement scientifique.

Le département de physique, lui, fait plutôt pitié. Il n'est, à toutes fins utiles, qu'une entité administrative vide. C'est un ancien diplômé de l'École supérieure de chimie, Cyrias Ouellet, qui assure l'enseignement de la physique. Il a passé quelque temps au célèbre laboratoire de physique Cavendish, en Angleterre, où il a même assisté à l'une des premières expériences de fission nucléaire au monde. Cyrias Ouellet insiste auprès des autorités de la Faculté des sciences pour qu'elles recrutent des physiciens compétents. Adrien Pouliot l'appuie sans réserves. Contrairement à la chimie, qui s'est organisée sous la pression d'industriels, la physique sera une création purement universitaire.

À la fin des années 30, la guerre est imminente en Europe. Plusieurs scientifiques tentent de quitter leur pays. Cette navrante situation sert bien l'Université Laval et lui permet d'accueillir l'un des plus grands physiciens de l'époque, Franco Rasetti. Celui-ci est le bras droit du célèbre Enrico Fermi, qui dirige une prestigieuse équipe de physiciens à Rome. Ces jeunes chercheurs italiens viennent de déduire la réaction en chaîne qui allait bientôt être à la base de la fabrication de la bombe atomique. Au printemps 1939, Fermi profite de la remise de son prix Nobel en Suède pour gagner les États-Unis. Resté à Rome, Rasetti voudrait bien, lui aussi, s'enfuir vers l'Amérique.

Le recrutement de Rasetti est digne des meilleurs romans d'espionnage. C'est loin des oreilles indiscrettes, au cours d'une promenade dans les rues de Rome, que Cyrias Ouellet conclut son engagement en mai 1939. Rasetti doit obtenir une permission spéciale des services de l'immigration canadienne pour entrer au pays. Il fera même l'objet, une fois à Québec, de la méfiance de certains étudiants de la Faculté des sciences, inquiets et même hostiles à cette présence ennemie.

UN DÉVELOPPEMENT EN VASE CLOS

Le désir de s'exiler de Rasetti n'est cependant pas la seule raison qui l'ait décidé à venir à Québec. Il ne fait aucun doute qu'il aurait pu, s'il avait voulu, rejoindre Fermi aux États-Unis, pour travailler en physique nucléaire. Il a préféré se tenir loin des recherches orientées vers la guerre. Quelques années plus tard, en 1943, il refuse catégoriquement de participer aux recherches secrètes sur les armes atomiques, effectuées dans le plus grand secret dans les locaux de l'Université de Montréal, sous l'égide du Conseil national de recherches du Canada. Alors que des chercheurs de l'Université McGill, de même qu'un chercheur de l'Université de Montréal, à l'insu de ses collègues, en profitent pour travailler avec des physiciens parmi les plus compétents, venus de plusieurs pays d'Europe, l'Université Laval reste à l'écart de ces

activités. Rasetti s'est en somme coupé de ses pairs, en raison de son choix idéologique.

De 1939 à 1947, le chercheur italien assure pratiquement seul l'organisation du département de physique, ainsi que la formation des professeurs et des chercheurs. Ses travaux concernent un sujet de pointe: les rayons cosmiques. Mais, dégoûté par la réalisation de bombes atomiques, il se désintéresse peu à peu de la physique et se passionne pour la paléontologie. Il deviendra même un paléontologue extrêmement compétent, dont les travaux sont reconnus internationalement.

Rasetti apporte malgré tout une solide formation aux premiers physiciens canadiens-français, qui apprennent à fabriquer leurs propres instruments, compteurs Geiger ou spectrographes de masse. Mais ils évoluent en vase clos. À l'exception d'Albéric Boivin, qui fait son chemin pratiquement seul en optique, la troisième génération, la relève, sera fortement influencée par les intérêts scientifiques de Rasetti. Toutes les thèses de maîtrise et de doctorat leur sont plus ou moins directement reliées, jusqu'au départ de Rasetti pour les États-Unis, en 1947.

Un ancien collègue italien, Enrico Persico, vient le remplacer pendant trois ans, mais les Québécois formés par Rasetti sont prêts à prendre la relève, en 1950. Parmi les contributions particulières de cette relève, on peut souligner l'apport de Paul Koenig au génie physique, celui de Larkin Kerwin et de Claude Geoffrion à la physique nucléaire et celui d'Albéric Boivin à l'optique. C'est grâce à leur impulsion que ces domaines se sont par la suite développés à l'Université Laval.

Malgré diverses tentatives, l'Université de Montréal ne réussit pour sa part à engager le premier physicien compétent qu'à la fin de la guerre. En effet, le Français Marcel Rouault arrive à Montréal en 1945, pour organiser dans cette université l'enseignement de la physique. Entre temps, l'ACFAS est devenue un important foyer de diffusion des recherches scientifiques pour les francophones. Les temps héroïques de la science au Québec sont révolus. □

LA FORÊT SAUVÉE PAR LE FEU

Les feux de forêt ne font pas qu'éliminer des arbres. Ils laissent de plus en plus apercevoir qu'ils pourraient bien, au contraire, être essentiels à la survie des forêts.

Par Sarah Perreault

Printemps 1987 : un feu de forêt frappe le nord-est de la Chine. Du jamais vu, de mémoire d'homme. En un peu plus d'un mois, 870 000 hectares de forêt partent en fumée. Été 1988 : l'histoire se répète, cette fois dans le parc de Yellowstone aux États-Unis. Les flammes arrachent au monument écologique 400 000 hectares, soit près de la moitié de sa superficie. 1991 : un lourd bilan pour le Québec. Les feux de forêt détruisent près de 380 000 hectares, soit dix fois plus que la moyenne annuelle des années précédentes.

Tous ces événements ont déclenché de vastes et coûteuses opérations en vue de limiter les dégâts. Pourtant, le feu est presque souhaitable dans nos forêts, car, comme le constatent les scientifiques, il est un élément indispensable à la régénération. Contrôlé, le feu pourrait être un outil précieux. Mais le supprimer complètement représenterait une plus grande menace que de le laisser simplement courir.

« Des catastrophes comme celle de Yellowstone, souligne Serge Payette, attaché au Centre d'études nordiques à Québec, nous rappellent simplement, mais de façon spectaculaire, que la forêt est dynamique. Tout comme les variations climatiques, les épidémies



d'insectes et les maladies, le feu est un élément perturbateur dont s'est dotée la nature pour assurer son renouvellement. » Ces perturbations éliminent des arbres, dans certains cas malades ou trop vieux, et créent des ouvertures qui permettront à de nouveaux individus de croître.

LE FEU, MOTEUR D'ÉVOLUTION

Les traces les plus anciennes du passage du feu sur Terre parmi la végétation remontent à 350 millions d'années. Pour les scientifiques, les feux

de forêt sont le résultat, au cours de l'évolution, d'une croissance toujours plus en hauteur des végétaux. Tout en leur procurant davantage de lumière et une meilleure dissémination de leurs semences, ce développement aurait rendu les plantes plus vulnérables aux éclairs et donc aux feux. Encore aujourd'hui, les incendies causés par la foudre restent parmi les plus dévastateurs.

Alors que la forêt s'étendait, les feux sont devenus plus fréquents. Et, là où la foudre frappait davantage, la nature s'est progressivement adaptée. À tel point que certains arbres, tels



J.G. Faucher / Ministère des Forêts

Une vue du parc des Grands Jardins, immense territoire consacré à la conservation des espèces – en particulier le caribou –, après le désastre de 1991.

graines des conifères ont justement besoin d'un sol minéral pour germer.

Autre vertu du feu : il favorise l'activité de microorganismes qui stimulent la croissance des végétaux. Les flammes qui courent au sol éliminent aussi les espèces concurrentes, qui pourraient soit nuire à la croissance ultérieure des pins et des épinettes, soit éventuellement croître et dominer.

UNE PERTURBATION DES CYCLES NATURELS

En étudiant l'historique des feux (voir l'encadré « Retracer l'historique... »), les scientifiques ont observé que les forêts brûlent suivant un cycle relativement constant. Dans la forêt boréale, une superficie de 500 kilomètres carrés, par exemple, est naturellement la proie des flammes à tous les 50 à 150 ans. Ce cycle de feu naturel a historiquement maintenu la présence de pins et d'épinettes au Québec, en assurant leur renouvellement au détriment d'espèces concurrentes, comme le sapin.

Pour des raisons climatiques, le cycle de feu s'est allongé, notamment dans la partie nord de la forêt boréale, au-delà de la zone commerciale. Ces forêts, qu'étudie Serge Payette et son équipe, se sont progressivement adaptées à des conditions climatiques de plus en plus rigoureuses, depuis leur installation il y a 3 000 ans. Aujourd'hui plus ouvertes et peuplées d'épinettes tordues ou de petite taille, elles sont aussi devenues moins susceptibles d'attirer la foudre. Résultat de ces changements dans le climat et la végétation : on estime que le cycle de feu, dans ces forêts, se situe actuellement aux environs de 7 000 ans.

« Plus au sud, ajoute Serge Payette, c'est surtout l'arrivée des Européens en Amérique qui a profondément modifié les régimes de feu, soit la fréquence, l'intensité et l'étendue des incendies. Autant de facteurs avec lesquels la nature vivait jusqu'alors en équilibre. » La coupe forestière, les routes et les agglomérations ont agi comme des

les pins et les épinettes, possèdent aujourd'hui une écorce leur permettant de résister aux flammes. Dans le cas de l'épinette noire, mais surtout du pin gris, le feu assure également la dispersion des semences. Les cônes, dits sérotineux, de ces conifères sont recouverts d'une résine qui empêche la dissémination des graines. Mais, sous l'action de l'intense chaleur dégagée lors d'un feu, cette pellicule fond. Les cônes s'ouvrent alors et libèrent leurs semences par milliers. Seul le feu provoque l'ouverture des cônes du pin gris, alors que la dissémination des graines de l'épinette noire a lieu en

partie avant et en partie après un incendie.

Les pins et les épinettes poussent d'autant plus facilement, après le passage d'un feu, que celui-ci crée un milieu propice à la germination des graines libérées lors du feu ou provenant d'individus semenciers y ayant survécu. En brûlant, le combustible (bois mort, brindilles et aiguilles), toujours plus abondant au fil des ans, libère les éléments nutritifs qu'il retenait jusque-là sous une forme non utilisable par les plantes. Les minéraux, accumulés sous les débris, deviennent aussi disponibles, et les

pare-feux, réduisant la taille des incendies naturels. La fréquence s'est quant à elle accrue là où, par négligence ou pour des fins agricoles, l'être humain a allumé des feux.

Dans les zones facilement contrôlables et soumises à une lutte intensive contre les feux de forêt, la fréquence a au contraire diminué. Dans le parc de la Mauricie, par exemple, le succès connu par l'intervention humaine, depuis le début du siècle, a fait passer de 150 à 15 000 ans le cycle de feu pour les résineux ! Selon Hervé Pelletier, du Service canadien des parcs, ce contrôle a eu des conséquences directes sur la composition du paysage forestier. « D'après nos prédictions, si les feux s'étaient manifestés de façon naturelle, les pins occuperaient actuellement 10 % du territoire. Or ce pourcentage est aujourd'hui d'à peine 2 % et on observe une dominance du sapin. »

MOINS DE FEU, PLUS DE TORDEUSE

En effet, si le cycle de feu s'allonge, les sapins s'établissent en plus grand nombre. Au bout de plusieurs décennies, leurs cimes dépassent celles des pins et des épinettes. Ces derniers, intolérants à l'ombre et ne pouvant se renouveler, s'éliminent alors graduellement, pour faire place à la sapinière.

Depuis le début du siècle, le nombre de sapins s'est accru, non seulement dans le parc de la Mauricie, mais sur l'ensemble du territoire québécois. Cet accroissement serait en partie attribuable à la suppression des feux, mais aussi aux méthodes de coupe forestière. Les coupes à blanc, par exemple, ont créé de grandes ouvertures que le sapin, en absence de feu, s'est empressé de coloniser au détriment du pin et de l'épinette. Or le sapin est particulièrement vulnérable aux attaques de la tordeuse de bourgeons, et l'expansion de la sapinière n'est pas sans lien avec les épidémies de cet insecte, aujourd'hui plus fréquentes qu'aux siècles précédents et couvrant de vastes étendues.

Afin de remettre en production les forêts de pins et d'épinettes récoltées, le gouvernement a eu recours par le passé à de vastes opérations de reboi-

RETRACER L'HISTORIQUE DES FEUX

Pour déterminer le cycle de feu dans une région donnée, soit la fréquence à laquelle les incendies se sont manifestés par le passé, les chercheurs utilisent des données historiques et des indices laissés sur place. Les charbons de bois, mais aussi de fleurs, de graines ou de feuilles, qui se forment lorsque la combustion est incomplète, ont notamment fourni la preuve que des feux s'étaient manifestés au cours des temps géologiques.

Une autre trace, fort précieuse pour les scientifiques et laissée sur les arbres par le passage des flammes, est celle des cicatrices de feu. Il faut d'abord savoir que lors d'un incendie les arbres ne brûlent pas à la manière d'une bûche dans un foyer. Les conifères périssent si toutes leurs aiguilles meurent ou si une partie vitale de leur tronc, le cambium,

a été complètement détruite. Ce tissu essentiel constitue une mince couche d'à peine un centimètre, située directement sous l'écorce. Chaque année, au printemps et à l'automne, il donne lieu à la formation de bois nouveau, incluant les canaux qui assurent la conduction de la sève et de l'eau. C'est à cet ajout annuel et successif de bois que correspondent les anneaux concentriques des arbres, appelés cernes annuels de croissance.

Si le cambium est détruit, de nouveaux canaux ne pourront s'ajouter, et l'arbre, à plus ou moins long terme, mourra. Si le cambium ne brûle pas sur tout le pourtour du tronc, l'arbre survivra, mais les cernes annuels de croissance cesseront de se former là où le cambium a été détruit. Il en résultera alors une cicatrice de feu, qui permettra de retracer l'année de l'incendie.

CONCILIER FEU ET CONSERVATION DE LA NATURE



J.G. Faucher / Ministère des Forêts

Le 3 septembre dernier, à peine quelques mois après l'incendie de la Côte Nord, le Service canadien des parcs a mis volontairement le feu à treize hectares du parc national de la Mauricie. « Cette opération de brûlage dirigé, précise Hervé Pelletier, qui a pris part à la préparation, visait spécifiquement à vérifier notre capacité à maîtriser et à circonscrire ces feux volontaires. » Mais, dans un cadre plus large, ces brûlages auront dans l'avenir pour objectif de rétablir des forêts naturelles, c'est-à-dire telles qu'elles seraient aujourd'hui si l'homme n'était pas intervenu dans le passé.

De telles opérations nécessitent l'élaboration d'un plan de brûlage, où sont déterminées tant la localisation des

coupe-feux que la disposition du combustible et les mesures à suivre en cas de perte de contrôle. Il faut aussi tenir compte des modes de régénération de chaque espèce. La régénération naturelle en pin rouge, par exemple, nécessite la présence d'individus semenciers qu'auront épargnés les flammes.

Le feu ne sera finalement allumé que si les indices forêt-météo (risques de propagation, compte tenu du taux d'humidité, ainsi que de la force et de la direction des vents) sont propices à un brûlage sécuritaire mais suffisamment intense pour favoriser la régénération naturelle. La connaissance du comportement des feux représente donc un atout majeur... et c'est un secteur où le Québec est passé maître à force de les combattre.

sement artificiel. Mais, depuis 1987, la plantation de semis, trop coûteuse, a été réduite, au profit de la coupe avec protection de la régénération naturelle. Maintenant tenues d'assurer le renouvellement des forêts qu'elles coupent, les compagnies forestières laissent en place des arbres, source de semences, soit sur le site même de la coupe, soit en bordure. Dans le cas des forêts de pins gris, cependant, le reboisement artificiel restera indispensable, cette espèce ne se régénérant qu'en présence du feu.

Yves Bergeron, du Groupe de recherche en écologie forestière (GREF) de l'Université du Québec à Montréal, croit toutefois que même ces nouvelles méthodes ne freineront pas l'expansion de la sapinière. Si la coupe avec protection de la régénération naturelle connaît un certain succès, on observe déjà, selon lui, la présence de nombreux sapins poussant à l'ombre des pins et des épinettes.

Le chercheur, qui a participé à la rédaction d'un livre en vue de la Conférence des Nations Unies sur l'environnement et le développement de juin prochain, a aussi des craintes quant à la productivité à long terme de ces forêts qui ne renaissent plus de leurs cendres. « Les minéraux, note Yves Bergeron, ne sont pas ramenés en surface comme ils le seraient si le feu brûlait la matière organique. Or on ignore si les arbres, qui pousseront de plus en plus sur de la tourbe plutôt que sur un sol minéral, seront tout aussi productifs. »

LE BRÛLAGE VOLONTAIRE COMME SOLUTION ?

Denis Robitaille, ingénieur forestier au ministère des Forêts, a cependant étudié le rendement de plantations, après brûlage volontaire d'anciennes sapinières, dévastées par la tordeuse de bourgeons. Il a comparé ces résultats à ceux d'un groupe témoin, mis en terre après simple déboisement. Sur le site témoin, les semis étaient étouffés par la végétation concurrente, alors que ceux poussant sur le site incendié affichaient une croissance spectaculaire. « Ces arbres étaient 15 % plus hauts et 40 % plus gros en diamètre que les



J.G. Faucher / Ministère des Forêts

Le brûlage dirigé, contrairement à l'exploitation forestière qui crée plutôt des forêts homogènes, assurerait la diversité de la flore, donc une productivité à long terme de la forêt.

témoins. » Sur un deuxième site, plus fertile, ces valeurs atteignaient même respectivement 50 et 100 %.

En l'absence du feu, les arbres, du moins ceux qui sont mis en terre, ne sont donc pas aussi productifs qu'après un incendie. Mais il est trop tôt pour tirer des conclusions quant à l'impact des nouvelles méthodes de régénération sur le rendement des prochaines générations: Denis Robitaille considère néanmoins que la préparation des sols par le brûlage constitue une méthode nettement supérieure à l'approche mécanique actuelle. « C'est aussi, ajoute-t-il, la seule solution économique en vue de récupérer les superficies touchées par les épidémies de tordeuse, la régénération naturelle sur ces sites y étant difficile. »

L'utilisation du feu comme outil d'aménagement forestier est une pratique courante chez nos voisins, notamment de la Colombie-Britannique et de l'Ontario. Dans ces provinces, les compagnies forestières ont recours au brûlage dirigé pour favoriser la croissance des plants qu'ils mettent en terre. Ils brûlent donc les débris laissés sur les sites de coupe. « Si le Québec n'a pas encore recours au brûlage dirigé, pense Denis Robitaille, c'est parce que nous avons une peur terrible des feux de forêt. Pourtant, les aires d'ébran-

chage, en bordure des chemins forestiers, constituent non seulement une perte de 5 % sur le total des superficies coupées annuellement, mais aussi des foyers potentiels d'incendie ! L'été dernier, sur la Côte Nord, les feux n'ont pas manqué de se propager à de telles aires d'ébranchage...

Afin de réduire les pertes et les risques d'incendie, les compagnies forestières québécoises brûlent parfois ces débris à l'automne, alors que le feu a peu de chance de se propager. Mais la mise en circulation des éléments nutritifs et le retour en surface des minéraux ne se fait efficacement que si le brûlage a lieu en période de relative sécheresse. De telles opérations de brûlage dirigé nécessitent donc une préparation minutieuse, puisqu'elles sont menées alors qu'il y a risque de propagation.

Vers la fin des années 80, le ministère de l'Énergie et des Ressources avait songé à implanter le brûlage dirigé comme traitement sylvicole. Il avait effectué une série d'expériences, à l'intérieur desquelles s'inscrivaient les études de Denis Robitaille, afin de s'assurer de la capacité de ses intervenants à maîtriser la technique. Parce que les opérations n'ont pas connu un succès total à l'époque et parce qu'il y avait un manque d'intérêt pour ce trai-

tement sylvicole, le brûlage dirigé n'a jamais été officiellement implanté au Québec.

UN FACTEUR DE DIVERSITÉ

Yves Bergeron, du GREF, voit aussi dans le feu une forme de développement durable, que pratique la nature depuis des millions d'années. « Si les compagnies forestières veulent survivre, note le chercheur, elles n'auront pas d'autres choix que de tenir compte de l'impact des feux, non seulement sur la régénération, mais sur l'ensemble de la forêt québécoise. » Alors que les feux assurent la diversité de la flore, tant en âges qu'en espèces, l'exploitation forestière tend à créer des forêts homogènes. Déjà au Québec, on a observé un trou dans la pyramide des âges et on craint d'éventuelles pénuries de bois à couper dans certaines régions.

Des pays comme la Suède apprennent aujourd'hui, au prix d'un débat politique qu'Yves Bergeron compare à celui de Grande-Baleine, l'importance de la diversité de la flore par rapport à celle de la faune. En hiver, lorsque la neige est abondante, les rennes se nourrissent de lichens, qu'ils trouvent sur de vieux arbres et sur des épinettes. Or les compagnies forestières suédoises favorisent surtout de jeunes pins sylvestres, et les Lapons y voient une menace pour leurs troupeaux.

Serait-il souhaitable que le Québec cesse sa lutte systématique contre les feux de forêt? Non, répondent les chercheurs. Ces derniers prônent plutôt le recours au feu comme outil d'aménagement et l'introduction de « mosaïques », c'est-à-dire de forêts davantage diversifiées. Cela permettrait d'assurer la productivité à long terme de cette richesse, tout en limitant l'étendue des incendies naturels.

La plus grande crainte des chercheurs reste cependant la disparition progressive des espaces naturels. « Si le gouvernement n'intervient pas, craint Yves Bergeron, on ne retrouvera plus de forêts naturelles au Québec d'ici une trentaine d'années. Nous aurons alors perdu la chance inestimable que nous avions de comprendre comment la nature a, depuis des millions d'années, assuré un développement durable. » □

TABLEAU • D'HONNEUR

Les entreprises et institutions dont les noms apparaissent ici ont décidé d'investir dans la formation de la relève.

Elles ont accepté de parrainer certains étudiants parmi les plus méritants afin de les aider dans la poursuite de la formation scientifique et technique qu'ils ont entreprise.

Ces futurs chercheurs, ingénieurs ou scientifiques tiennent à leur exprimer leurs remerciements.

ONT PARRAINÉ 60 ÉTUDIANTS

MINISTÈRE DE L'ÉDUCATION

MINISTÈRE DE L'INDUSTRIE, DU COMMERCE
ET DE LA TECHNOLOGIE

ONT PARRAINÉ 20 ÉTUDIANTS

PRATT ET WHITNEY

ASSOCIATION DE LA JEUNESSE RURALE DU QUÉBEC

BELL CANADA

HYDRO-QUÉBEC

INSTITUT NATIONAL DE LA RECHERCHE
SCIENTIFIQUE

PARC TECHNOLOGIQUE DU QUÉBEC MÉTROPOLITAIN

QUÉBEC TÉLÉPHONE

TÉLÉ-UNIVERSITÉ

UNIVERSITÉ DU QUÉBEC

UNIVERSITÉ DU QUÉBEC À RIMOUSKI

L'avenir du Québec repose sur la science et la technologie.
Il faut tout mettre en œuvre pour promouvoir
leur développement. Merci !

QUÉBEC SCIENCE

TABLEAU • D'HONNEUR

PILTDOWN

LE RÊVE ET LA FRAUDE

Par Norman Leavy

*On avait teint les os, limé les dents, brisé la mâchoire... et déposé le tout dans la carrière de Piltdown.
Ainsi naquit l'homme de Piltdown, que le paléontologue américain Stephen Jay Gould
a appelé « la plus spectaculaire supercherie du 20^e siècle... ».*



Les protagonistes : au centre, Arthur Keith ; debout, de gauche à droite, Frank Barlow, Grafton Elliot Smith, Charles Dawson et Arthur Smith Woodward.

Au début du siècle, l'Europe continentale connaissait déjà des fossiles d'hominidés très anciens, mais en Angleterre les recherches piétinaient. Dans ce pays, les journaux rapportaient avec envie les débats des congrès préhistoriques français ou allemands. Les Anglais trouvaient alors de supposés outils de pierre, les éolithes, mais le public réclamait la créature qui les avait fabriqués.

LA DÉCOUVERTE

Près de Lewes, dans le Sussex, Charles Dawson, notaire et archéologue amateur, trouva des éolithes provenant d'une gravière située au lieu-dit de Piltown. Il soupçonna alors la présence de fossiles humains à cet endroit. Au printemps de 1908, à Piltown, des ouvriers écrasèrent accidentellement un crâne, qu'ils mirent pour une noix de coco. Ils remirent un des fragments à Dawson. L'épaisseur de cet os provenant de la région pariétale gauche suggéra à l'archéologue des ressemblances avec la mâchoire épaisse de l'homme d'Heidelberg exhumée en Allemagne. Dès lors, il commença à entrevoir la possibilité d'une découverte spectaculaire.

Dans le but de solidifier ce fragment fragile, Dawson consulta son ami, le chimiste Samuel Woodhead. « Il faut tremper l'os dans le bichromate de potassium », lui aurait alors suggéré ce dernier, ce qui eut également pour effet de lui donner un aspect plus ancien. En 1911, Dawson trouva une autre partie du crâne, comprenant une portion du bourrelet sus-orbitaire, ainsi qu'une dent d'hippopotame, faune disparue des lieux depuis longtemps. Cette association du crâne et de la dent d'hippopotame dans une même couche géologique confirmait, aux yeux de Dawson, la grande ancienneté de ces vestiges.

Après plusieurs mois de silence, Dawson décida de faire part de sa découverte à Arthur Smith Woodward, paléontologue professionnel au British Museum de Londres. Le spécialiste manifesta un vif intérêt. Les deux hommes entreprirent alors une fouille systématique du site et découvrirent d'autres fragments du crâne, apparemment broyés et éparpillés par les outils des travailleurs. Et, ultime récompense, ils tombèrent sur une mâchoire endommagée, d'aspect simien (relative au singe), à laquelle deux molaires étaient encore fixées. Le menton de la mâchoire avait disparu, ainsi que son point d'attache (appelé condyle) avec le crâne. De nombreux vestiges d'une faune très ancienne, trouvés en association avec les os, semblaient confirmer l'importance de la découverte.

Woodward se persuada que les fragments de crâne et la mandibule appartenaient à un seul individu. Dans son laboratoire du British Museum, il reconstitua une créature fantastique, un monstre à tête d'homme et à mâchoire de singe, qu'il présenta sous le nom d'*Eoanthropus* : l'homme de l'aurore. Bien que la mâchoire d'*Eoanthropus* le rapprochât du singe, ses deux molaires semblaient humaines.

Le 18 décembre 1912, Dawson et Woodward présentèrent leur découverte aux membres de la prestigieuse société de géologie. Malgré le scepticisme de quelques-uns, l'accueil de la communauté scientifique fut très favorable. Ce fossile tant désiré suscitait la fierté des Anglais.

Woodward prétendait que son fossile appartenait à une espèce d'hominidé ayant précédé l'*Homo sapiens*, à l'époque quaternaire, soit au début de la période des grandes glaciations.

En 1912, juste avant que Woodward ne dévoile son *Eoanthropus*, le savant anglais Arthur Keith s'était dit persuadé que l'homme moderne était né en Grande-Bretagne, bien avant que n'apparaisse en France le premier néanderthalien. Le fossile de Piltown confirmait sa théorie et montrait, selon lui, que le cerveau humain avait atteint sa pleine dimension à la fin de l'époque tertiaire, en Angleterre. Faut-il s'étonner que la presse anglaise d'alors ait salué une découverte qui, dans l'histoire de l'humanité, rendait à l'Angleterre la place qu'elle convoitait : la première.

La capacité crânienne apparemment élevée de l'homme de Piltown éveillait la fierté, sinon le chauvinisme des Anglais. Woodward s'empressa de proclamer que l'homme de Néanderthal français constituait en fait une race dégénérée et que l'homme moderne descendait directement du « piltownien » d'Angleterre.



LA CONTROVERSE

À partir des fragments lacunaires, plusieurs reconstitutions s'avéraient possibles. Ainsi Woodward et Keith proposèrent-ils des reconstitutions différentes, inspirées de leurs théories respectives.

Woodward, darwiniste convaincu, disposait les fragments de telle sorte que la créature obtenue se conformait à l'idée que l'on se faisait alors du chaînon manquant imaginé par Darwin, avec un mélange de caractères humains et simiens. L'homme de Piltown selon Woodward était un pré-*Homo sapiens*, possédant un crâne d'allure moderne, mais petit, combiné à une mâchoire rustique, munie de canines offensives. Keith, pour sa part, disposait les fragments autrement et obtenait un véritable *Homo sapiens*, à la capacité crânienne élevée et à la mâchoire relativement moderne. Il rejetait en particulier l'hypothèse des canines proéminentes de Woodward. Aucun élément décisif ne venait trancher clairement dans ce débat, lequel finit d'ailleurs par mettre un terme définitif à l'amitié entre les deux hommes.

Le problème majeur que posait la reconstitution de Woodward avait trait aux canines. Comment un crâne d'aspect moderne avait-il pu coexister avec une mâchoire offensive, propre à l'attaque ? L'idée d'une telle créature ne tenait pas compte des connaissances

accumulées jusqu'alors. Déjà la majorité des anthropologues croyaient que les transformations du cerveau n'étaient apparues qu'après une certaine réduction de la mâchoire et que l'évolution des diverses parties de l'anatomie s'était produite dans une harmonie relative. Leur point de vue était confirmé par des fossiles découverts en Europe et en Asie.

Qu'à cela ne tienne, quelques spécialistes affirmaient le contraire, et parmi ces derniers se trouvait Grafton Elliot Smith, sommité scientifique de l'époque, en Angleterre. Pour lui, la reconstitution de Woodward s'avérait juste parce que, affirmait-il, le cerveau avait évolué avant la mâchoire. Les anthropologues anglais rejetèrent donc l'opinion majoritaire, pour faire bande à part. Le caractère insulaire des Anglais l'emportait, encore une fois !

La canine, qui aurait pu trancher le débat, manquait. Woodward en proposa une reconstitution hypothétique, dont il fit faire un moulage. Quelques mois plus tard, en fouillant le site de Piltdown, le père Teilhard de Chardin, ami de Dawson, découvrit une canine identique, sous les yeux presque ahuris de Woodward. Cette canine confirmait la reconstitution rustique de Woodward et consacrait sa victoire au détriment de Keith. Un peu plus tard, les fouilleurs découvrirent, dans des circons-

tances mystérieuses, un tibia travaillé en forme de bâton de cricket. Selon Woodward, cet outil aurait été utilisé par l'homme de Piltdown.

LES RUMEURS

En 1915, Dawson, poursuivant des recherches dans les alentours, découvrit un second crâne, très semblable au premier, ainsi qu'une molaire d'allure humaine. Le crâne de Piltdown 2 s'harmonisant bien avec la reconstitution de Woodward, la réputation de ce dernier ne fit que croître. La théorie de l'émergence de l'homme moderne en Angleterre acquérait ainsi plus de crédibilité.

Cependant, de nombreux Américains, Allemands et Français ne pouvaient admettre ce mélange, si peu harmonieux, de caractères humains et simiens. D'autant moins que, chez les autres fossiles d'âge similaire, l'évolution des caractères s'effectuait progressivement, sans disparité trop prononcée entre les diverses parties de l'anatomie. Comment des hommes au cerveau développé auraient-ils pu exister avec de telles canines ? Il y avait là quelque chose de presque effrayant !

Des rumeurs de fraude circulaient depuis le début de cette affaire. Cependant, la notoriété des principaux personnages impliqués empê-

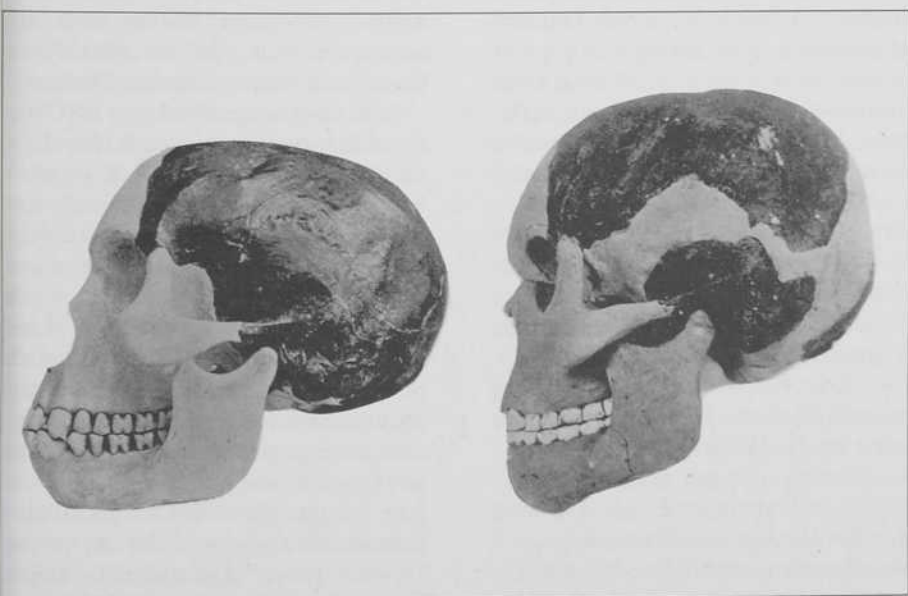
chait le déclenchement de ce qui aurait pu devenir un véritable scandale académique. Dans l'entourage de Woodward et Keith, personne n'osait se prononcer trop ouvertement, par crainte de compromettre sa propre carrière.

En 1935, à Swanscombe, dans le Kent en Angleterre, le dentiste Marston découvre un crâne fossile s'harmonisant bien avec les autres découvertes en Asie et en Afrique. Un véritable *Homo sapiens* archaïque venait-il de sortir des ténèbres ? Woodward qualifia l'homme de Swanscombe de néanderthalien, c'est-à-dire un descendant dégénéré d'*Eoanthropus*. Marston respectait la compétence de Woodward, mais, contrairement à ce que ce dernier croyait, des études géologiques récentes montraient que les restes de Swanscombe se trouvaient dans une couche géologique plus ancienne que celle des vestiges de Piltdown. Des doutes surgirent alors dans l'esprit de Marston. Appliquant ses connaissances de la dentition humaine aux restes d'*Eoanthropus*, il acquit la conviction que la mâchoire de Piltdown était en fait celle d'un chimpanzé.

Marston demanda alors au géologue Kenneth Oakley de soumettre les os de Piltdown au test du fluor mis au point par le Français Adolphe Carnot. Celui-ci avait observé que la quantité de fluor dans des os fossilisés au même endroit était proportionnelle à leur âge. Oakley appliqua le test et rendit son rapport en 1949. La faible quantité de fluor contenue dans les os commença alors à jeter un doute sérieux sur la grande ancienneté des fossiles. Cependant, les taux obtenus pour le crâne et la mâchoire étant semblables, cela signifiait qu'ils étaient d'un âge presque identique, et ainsi la probabilité de leur association fut accrue.

LE SCANDALE

Quatre ans plus tard, l'Australien J. S. Weiner, alors chargé de cours à Oxford, allait découvrir le pot aux roses. Lorsqu'en 1953 il aperçut le fossile de Piltdown, son œil averti décéla tout de suite des anomalies. Les molaires ne lui semblaient pas naturelles et l'usure des canines lui paraissait trop marquée.



Selon les théories, les reconstitutions du crâne diffèrent : à gauche, le pré-Homo sapiens de Woodward ; à droite, l'Homo sapiens de Keith.

De plus, il nota que l'ivoire était trop blanc sous la surface plus noire des dents. Tout cela suggérait l'imposture.

Weiner et son professeur, Wilfred Le Gros Clark, demandèrent à Oakley de réexaminer les fossiles. Oakley procéda d'abord à un examen microscopique de la dentition, qui révéla sur les molaires et la canine la présence de fines rayures, apparemment produites par l'action d'une lime. De plus, les plans supérieurs des deux molaires n'étaient même pas alignés. L'usure des deux molaires était comparable, alors que la première molaire d'une mâchoire naturelle commence à s'user avant que la seconde n'apparaisse. Enfin, un coup de lime avait trop abrasé la canine ; les dégâts avaient été réparés par une matière plastique ressemblant à du chewing-gum. La mandibule et la canine avaient été teintes pour harmoniser leurs couleurs avec celle du crâne, et le faussaire avait brisé le condyle pouvant relier la mandibule au crâne.

Il fut démontré, par la suite, que la mâchoire provenait d'un spécimen d'orang-outan, et que le crâne et la mandibule dataient de l'époque médiévale. De plus, des analyses chimiques montrèrent que tous les fossiles anciens ayant été trouvés en association avec le crâne avaient été introduits de l'extérieur.

La nouvelle de la fraude fut annoncée le 21 novembre 1953. La communauté scientifique internationale, d'abord stupéfaite par la grossièreté de l'affaire, s'accommoda par la suite fort bien des résultats, qui débarrassaient l'anthropologie d'un fossile en contradiction avec les données et les théories récentes. Dawson et Woodward étant morts, Keith fut l'un des seuls participants à vivre ces événements troublants. Des rumeurs quant aux coupables se mirent vite à circuler, alors que Weiner et Oakley entreprenaient une enquête auprès des survivants.

Charles Dawson, mort assez subitement en 1916, devint le bouc émissaire, d'autant plus qu'il n'était plus là pour se défendre. Woodward et Keith ayant tous deux consacré une partie de leur vie aux fossiles de Piltdown furent perçus comme les principales victimes.

Weiner écrivit un livre sur l'affaire, dans lequel il fit peser sur Dawson tout

Sur le terrain, en 1913. Dawson et Woodward tamisent le matériel mis au jour.

le poids du doute. Il ne réussit pas, toutefois, à démontrer avec certitude la culpabilité de ce dernier. D'autres personnes demeurèrent convaincues de l'innocence de Dawson. Pourquoi en effet cet homme respecté de tous se serait-il prêté à ce jeu risqué et exigeant ? Et pourquoi aurait-il voulu ridiculiser son allié et ami Woodward ? L'opinion émise par Weiner achoppe au niveau des motifs.

Bénéficiant d'une couverture importante dans les médias depuis près de quarante ans, l'affaire de Piltdown n'a pas encore livré ses secrets. De nombreux suspects ont défilé depuis, même Arthur Conan Doyle, le père de Sherlock Holmes. Aujourd'hui, la plupart des pistes proposées à l'origine sont rejetées par les scientifiques, et les espoirs de découvrir un jour la vérité s'estompent rapidement, au fur et à mesure que les personnes impliquées disparaissent.

LES SUSPECTS

Pour Stephen Jay Gould, Dawson et Pierre Teilhard de Chardin, le découvreur de la canine, auraient été complices. Les soupçons de Gould paraissent cependant peu fondés. Dans une lettre à Oakley, en 1953, Teilhard mentionnait que Dawson lui avait montré, en 1913, l'endroit où il avait trouvé les vestiges de Piltdown 2. Or, nous dit Gould, Dawson n'a fait cette découverte qu'en 1915 ! Cependant, il a été montré par Frank Spencer dans un livre récent, *Piltdown, A Scientific Forgery*, que Teilhard se référait alors à un autre site, Barcombe Mills, où effectivement Dawson découvrit des fragments moins importants en 1913. En 1953, 40 ans après les faits, qui pourrait reprocher à Teilhard de ne pas avoir fait la différence ?

Même si presque tous les scientifiques ne doutent pas du père Teilhard de Chardin, bon nombre pensent qu'il savait quelque chose. Une rumeur veut qu'il ait déposé dans une banque une lettre dont le contenu sera dévoilé après le décès de toutes les personnes



concernées et dont les noms seraient inscrits sur l'enveloppe.

Les soupçons de Peter Costello, biographe et historien littéraire de Dublin, se portent sur Samuel Woodhead, celui qui aurait conseillé à Dawson d'enduire son matériel de bichromate de potassium pour mieux le conserver. Il fonde son opinion sur une lettre récente écrite par Lionel Woodhead, fils de Samuel, dans laquelle il avoue savoir depuis 1930 que son père connaissait la fraude depuis ses tout débuts. Ce dernier n'aurait rien révélé par loyauté envers Dawson. Alors, se demande Costello, comment se fait-il que, connaissant déjà la fraude, selon les dires de son fils, il se retrouve encore sur le site, en 1913, et découvre d'autres pièces ? Si Woodhead savait que c'était une fraude et continuait malgré tout à aider Dawson, alors une seule conclusion s'impose, selon Peter Costello : il était lui-même le fraudeur !

En novembre 1985, la BBC de Londres présenta une émission dans laquelle Costello fut confronté à Lionel Woodhead, qui nia la culpabilité de son père. Le lendemain, Mme Elizabeth Pryce écrivit au rédacteur de la revue *Antiquity*. L'émission lui a rappelé une conversation tenue chez elle vers les années 1952-1953. Leur ami et voisin d'alors, le Dr Théodore Hewitt, professeur émérite de chimie à l'Université de Londres, décédé en 1954, aurait alors avoué être, avec un ami, à l'origine de la fraude de Piltdown. Costello poussa son enquête et découvrit que Dawson, Hewitt et Woodhead auraient fait partie d'une société des analystes pendant la période allant de 1911 à 1913. Une querelle entre Dawson et



Hewitt aurait pu constituer le motif de cette blague, prétend Costello. Cette thèse est populaire, et plusieurs archéologues y adhèrent encore aujourd'hui.

LES SPÉCULATIONS

John Winslow, archéologue américain à la retraite, prétend pour sa part qu'Arthur Conan Doyle, auteur bien connu, ami et voisin de Dawson, serait à l'origine de ce canular. Conan Doyle, un adepte du spiritisme, se serait vengé de Ray Lankester, un collègue de Woodward au British Museum, qui aurait déclaré que le spiritisme était le symptôme d'une maladie cérébrale. Dans un de ses livres, *The Lost World*, Conan Doyle aurait fait allusion à la fraude. Pourquoi le célèbre auteur n'aurait-il pas fait en sorte que l'erreur des paléontologues du British Museum devienne connue ? Il aurait pu le faire par une simple déclaration anonyme. Il ne risquait rien, sinon encore plus de célébrité !

Frank Spencer prétend dans son livre qu'Arthur Keith est le coupable. Les faits sont cependant fort peu convaincants. Spencer prétend qu'une lettre non signée et publiée à l'époque de la découverte aurait été écrite par Keith. « Ce serait là tout à fait son style d'écriture », affirme Spencer. Dans cette lettre, Keith expose des détails du site qu'il ne devait pas connaître à l'époque. Mais il est fort probable que cette lettre éditoriale ne fut jamais rédigée par Keith. De plus, les détails supposés non connus par lui avaient déjà été communiqués publiquement.

Frank Barlow, l'appareilleur du département de géologie du British Museum, aurait pu, lui aussi, participer à la fraude,

prétend Caroline Grigson, conservatrice d'un musée de Londres. Barlow, sous les indications de Woodward, effectua la reconstitution du crâne et fit tous les moulages. Son habileté dans le domaine était reconnue par tous, et Keith le qualifiait de prince des modeleurs. Est-il possible, se demande Grigson, que cet expert ne se soit aperçu de rien ? Une thèse séduisante, certes. Mais un tel expert se serait-il contenté d'une contrefaçon si mal réalisée techniquement ?

Martin Hinton, un joyeux luron du British Museum, a souvent été mentionné comme suspect potentiel. Il aurait contribué à propager une rumeur selon laquelle l'affaire de Piltdown constituait un canular. Lui et plusieurs de ses amis détestaient le sévère Woodward. L'un de ces amis, L. H. Matthews, est persuadé qu'il fut mêlé à l'affaire ; cette conviction n'est toutefois pas fondée sur des aveux de Hinton, mais sur des impressions personnelles, à la suite de discussions. Cette thèse est pourtant attrayante dans la mesure où, dans une description biographique publiée à son sujet, Hinton a fait inscrire qu'il était spécialiste des canulars, dont celui du monstre du Loch Ness.

L'AMATEURISME DE L'IMPOSTURE

L'imposture de Piltdown a contribué à ralentir le développement de l'anthropologie biologique. De nombreux fossiles, comme les australopithèques et l'*Homo erectus*, mirent plus de temps à être reconnus parce qu'ils ne s'harmonisaient pas très bien avec l'homme de Piltdown. De plus, les adversaires de la théorie de l'évolution ont profité de ces événements pour mettre en doute l'authenticité des autres fossiles découverts jusqu'alors.

Comment une telle duperie a-t-elle pu persister si longtemps ? Pour comprendre, il faut savoir que les anthropologues ne disposaient pas, alors, des méthodes de datation sophistiquées d'aujourd'hui. Les analyses de l'époque reposaient beaucoup sur l'opinion des autorités reconnues. La crédibilité scientifique accordée à Woodward et à Keith atténua l'impact des opinions dissidentes.

Il a aussi été maintes fois mentionné que les savants de l'époque n'ont pu examiner à loisir les fossiles originaux. Ils devaient travailler avec des moulages en plâtre, sur lesquels les anomalies sont difficilement décelables. L'anthropologue africain Louis Leakey rappelle dans ses mémoires publiées en 1972 qu'il n'a pu examiner les fossiles que quelques instants, lors d'une visite au musée en 1933. Cette pratique, qui visait à préserver les précieux fossiles, rendait plus difficile les analyses de détails.

Il y a plus. L'anthropologie émergente alors comme discipline professionnelle autonome, ses spécialistes n'avaient pas tous la formation requise. Woodward, l'homme sur la foi de qui le monde scientifique tout entier admit l'authenticité de l'*Eoanthropus*, était spécialiste des poissons. Quant à Keith, il était médecin et ne possédait pas de véritable formation en anthropologie. Dans ce contexte, qui peut s'étonner que des erreurs grossières se soient glissées ? Les fossiles ne servaient qu'à faire valoir des théories non suffisamment fondées sur des faits. Pour croire à l'authenticité d'une canine trempée dans de la peinture brune, pour lui donner un air de fossile respectable, il fallait vraiment vouloir prouver quelque chose. Dans le but certainement de préserver la crédibilité scientifique des personnes impliquées, Weiner prétendit que la fraude fut l'œuvre d'un faussaire « extraordinairement habile ». Aujourd'hui, nous savons que ce ne fut pas le cas : l'amateurisme de l'imposture paraît de plus en plus évident.

Pendant des années, la communauté scientifique s'attendit à des aveux sur leur lit de mort de l'un ou l'autre des principaux personnages impliqués, mais rien de cela ne se produisit.

Saura-t-on jamais un jour la vérité ? C'est peu probable, car tout cela se perd de plus en plus dans l'opacité du passé. Une chose apparaît de plus en plus claire, cependant : Charles Dawson n'est pas le coupable qu'on voulut faire de lui. Pour le reste, les spéculations continueront à s'accumuler, car, comme le dit si bien Stephen Jay Gould, « rien n'est aussi fascinant qu'un mystère qui a pris de l'âge ». □

LE CINÉMA QUI SECOUE



Grâce au Cinaxe, technologie canadienne s'inspirant du simulateur de vol, il est désormais possible de ressentir six mouvements différents durant la projection d'un film en salle. Le Cinaxe, que contrôlent deux micro-ordinateurs, a l'apparence d'une roulotte montée sur six vérins. Il procure aux spectateurs qui y prennent place des sensations de montée, de descente, de pivot, de roulis, de tangage et de déplacement horizontal. Ces mouvements correspondent à des images 70 mm, défilant sur un écran panoramique à une vitesse de 30 images à la seconde. Avis aux intéressés : le port de la ceinture de sécurité est obligatoire !

(Science et Vie, 09/91)

LA LIMITE DE ROCHE

Quand on parle de la force d'attraction, inversement proportionnelle au carré de la distance, il faut aussi tenir compte des composants d'un objet en orbite. Chaque point du « satellite » est individuellement soumis à l'attraction de la planète. La distance n'étant pas la même pour chacun, l'attraction varie d'un point à l'autre, ce qui tend à faire éclater l'objet. Le mathématicien français Édouard Roche, qui a mis en lumière ce phénomène, a aussi donné son nom à la limite en deça de laquelle un corps se rompt sous l'effet de l'attraction. Ainsi, la Lune exploserait si elle venait à moins de 18 000 km de la Terre. Heureusement qu'elle circule à 380 000 km, sinon on se ferait tirer des... roches !

(Science & Vie, 11/91)

POURQUOI FIDO ABOIE-T-IL ?

Selon deux chercheurs américains, l'aboiement du chien serait une activité sans signification biologique innée, un comportement totalement inutile, contrairement au grognement qui lui veut dire « déguerpissez ! » et au gémissement du chiot qui signifie « prenez soin de moi ». L'aboiement s'expliquerait par une bizarrerie de l'évolution qui aurait eu pour effet de maintenir le chien domestique dans un état d'adolescence permanente. Voilà pourquoi Fido court après sa queue et pourchasse les balles !

(Omni, 07/91)

L'ÉLÉPHANT PYGMÉE

Les zoologistes reconnaissent généralement l'existence d'une seule espèce d'éléphants vivant en Afrique, le *Loxodonta africana*. Cette espèce comprend deux sous-espèces, hautes respectivement de 3,35 m et 2,44 m. Quant au légendaire éléphant pygmée, on ne le considère habituellement, à 1,83 m, que comme un jeune *Loxodonta*. Or, deux zoologistes allemands ont découvert que l'éléphant pygmée présente plusieurs caractéristiques significatives au niveau du crâne. Cet animal, qu'on peut observer en troupeaux entiers, démontre beaucoup plus d'agressivité que les jeunes *Loxodonta*, habituellement espiègles. En outre, les défenses de l'éléphant pygmée ont atteint leur croissance maximale. Aurait-on découvert une espèce ignorée ?

(Omni, 06/91)

LA PLAQUE ANTITABAC

Les États-Unis comptent 50 millions de fumeurs. Ceux d'entre eux qui désirent cesser de fumer auront bientôt accès à une plaque transdermique, capable d'introduire dans le sang un flot constant de nicotine pure. Cette drogue soulage de symptômes tels que l'anxiété et la difficulté à se concentrer, qui se manifestent après avoir laissé la cigarette. La plaque s'applique sur le haut du bras ou dans le dos et dure 24 heures. Au bout d'un mois, les ex-fumeurs commencent à se détacher de la nicotine en utilisant des plaques de plus en plus petites. Si l'hypnose, la gomme ou l'acupuncture ne font pas effet...

(Time, 2/12/91)

UNE MÉGALOPOLE ET SON ENVIRONNEMENT

En 1868, Tokyo était une ville verdoyante, alimentée par de très nombreuses voies d'eau. Un siècle plus tard, la capitale du Japon n'offrait plus que deux mètres carrés d'espace vert par habitant, tandis que des égouts remplaçaient les canaux d'autrefois qui n'avaient pas été transformés en routes. Les années 60 se caractérisèrent par une teneur élevée en SO₂ (0,059 ppm), des affaissements du sol et l'apparition de l'asthme de Kawasaki.



Mais dans les années 70 un courant réformateur, constitué de citoyens et d'élus locaux, allait favoriser l'application d'une réglementation environnementale rigoureuse. Après 1983, la teneur en SO₂ était tombée à 0,010 ppm. À cœur vaillant...

(Science et Avenir, hors série, 07-08/91)

DES PEINTURES IMMERGÉES

Un plongeur professionnel français a eu la surprise de sa vie, l'été dernier, en découvrant une grotte préhistorique derrière une entrée sous-marine située à 36 m de profondeur. Le site, d'une importance comparable à celle de Lascaux, est localisé près de Cassis, dans le sud de la France. Un couloir d'environ 300 m donne accès à une vaste grotte de 4 m de hauteur, située au-dessus du niveau de la mer.

Les peintures et gravures rupestres, au nombre de plusieurs dizaines, datent d'au moins 10 000 ans av.

J.-C. Elles représentent des animaux, des scènes de la vie quotidienne et des empreintes de mains. Amateurs d'art, à vos combinaisons de plongée !

(AFP, in La Presse, 21/10/91)



LE DÉFI DE PHILIPPE GROS : COMPRENDRE LA RÉSISTANCE DES CELLULES CANCÉREUSES

Par SUZANNE CHAMPOUX

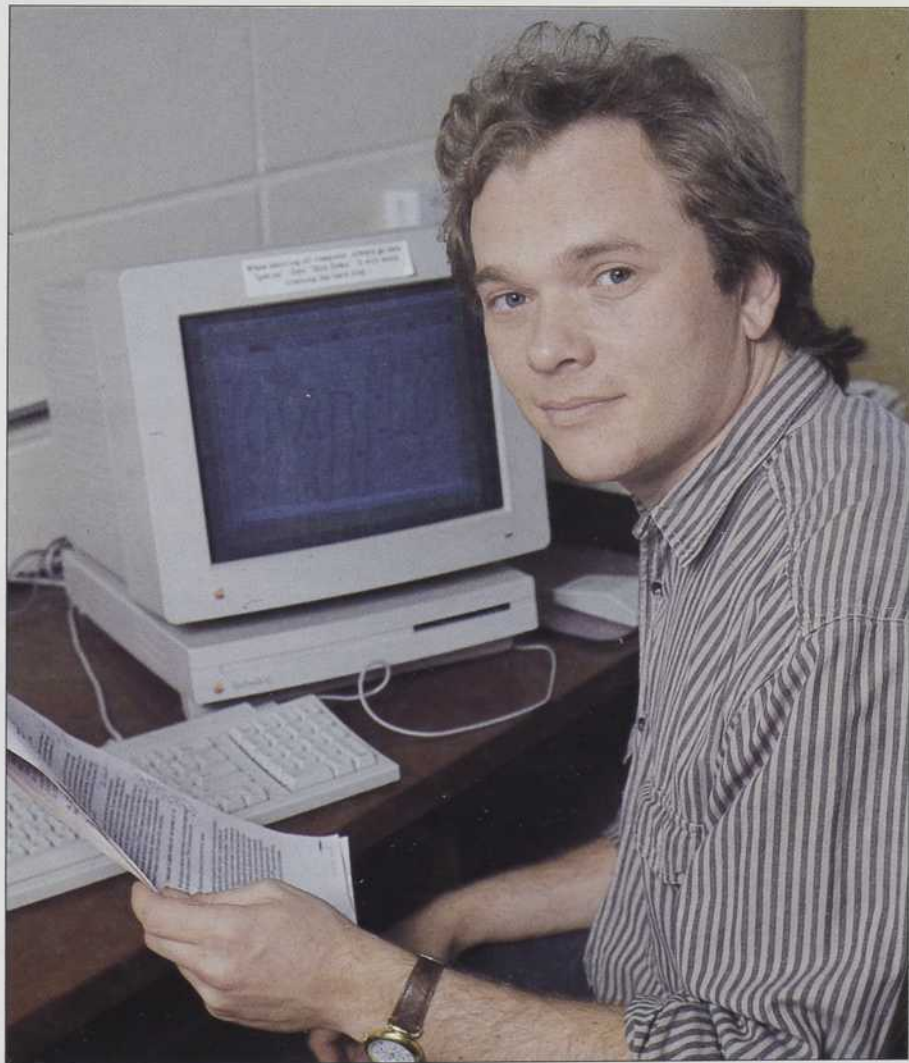
La chimiothérapie anticancéreuse (l'utilisation de drogues pour tuer sélectivement les cellules malignes) se heurte à un problème de taille : les cellules acquièrent souvent une résistance aux drogues destinées à les détruire. En isolant et en multipliant le gène de la glycoprotéine P, le Dr Philippe Gros, professeur associé de biochimie à l'Université McGill, de Montréal, a fourni aux chercheurs une clé importante pour comprendre et contourner ces résistances.

La glycoprotéine P est une protéine naturelle, que l'on trouve encastrée dans la membrane cellulaire de nombreux tissus, dont beaucoup de tissus tumoraux. Elle fut identifiée pour la première fois au début des années 70 par le Dr Victor Ling de l'Université de Toronto. Dès cette époque, on a soupçonné un lien entre cette protéine et la résistance des cellules tumorales à une classe de produits pharmaceutiques : les agents antimétabolites. Ces produits agissent lors de la division cellulaire (mitose) et rendent les cellules-filles non viables. Comme les cellules cancéreuses sont caractérisées par un rythme de division rapide, ce sont les premières victimes de ces drogues.

Mais le lien causal entre la résistance des cellules et la présence de la glycoprotéine P n'était pas prouvé. Le clonage du gène, en 1985, a permis de lever tous les doutes. « Nous pouvions dorénavant reproduire le gène *in vitro*, l'introduire dans des cellules sensibles aux chimiothérapies et nous assurer que ce gène y soit exprimé, explique le Dr Gros. Nous avons ainsi montré que ces cellules ne réagissaient plus aux drogues, ce qui confirmait l'existence d'une relation de cause à effet entre la glycoprotéine P et la résistance. »

LE GÈNE DMR-1

Les travaux du Dr Gros, qui lui ont valu, l'automne dernier, le prix annuel du Club de recherches cliniques du Québec, ont permis une moisson d'autres résultats, impossibles à obtenir sans le clonage du



Ève-Lucie Bourque

gène, dont une analyse détaillée de sa composition. Une fois le gène connu, il devenait possible de décrire ensuite la séquence des acides aminés qui constituent la protéine.

En analysant cette séquence, le Dr Gros a remarqué que la glycoprotéine P montrait des homologies avec certaines protéines bactériennes, impliquées dans le transport de molécules à travers la membrane. D'où l'hypothèse, aujourd'hui vérifiée, que la résistance conférée par la glycoprotéine P découle d'un mécanisme de pompage des

drogues, qui sont ainsi éjectées de la cellule avant d'avoir pu agir. Un mécanisme semblable, attribuable à une protéine de la même famille, a depuis été identifié dans les cas de résistance à la chloroquine, l'agent thérapeutique le plus largement utilisé contre la malaria.

Enfin, les informations génétiques obtenues grâce au clonage du gène ont servi à établir la cartographie en deux dimensions de la protéine. Des programmes informatiques permettent, à partir de ces données, d'identifier tous les « domaines »

pouvant devenir des cibles thérapeutiques intéressantes. Plusieurs firmes pharmaceutiques se sont en effet lancées dans des recherches énergiques, pour réussir à bloquer ou à contourner la glycoprotéine P.

Une de ces voies thérapeutiques consiste à produire des anticorps reconnaissant les domaines de la protéine qui se trouvent à l'extérieur des cellules résistantes et à leur associer une substance toxique qui tuerait les cellules dès qu'elles développeraient une résistance. L'autre approche repose sur une recherche systématique de composés pouvant se lier aux divers domaines actifs de la glycoprotéine P, en testant toutes les molécules déjà sur les tablettes des industriels. Ce qu'on recherche, c'est un composé qui aurait plus d'affinité avec la protéine, la bloquerait et laisserait ainsi la drogue libre de pénétrer la cellule tumorale et d'y agir à sa guise. Plusieurs essais dans ce sens ont déjà été réalisés chez l'humain. Le Dr Gros parle avec espoir de composés à l'essai aux États-Unis, particulièrement la cyclosporine A, qui sert dans la prévention du rejet des greffes. La route est encore longue, cependant, avant un emploi routinier en clinique.

Mais cette recherche systématique serait plus facile si l'on connaissait la

structure précise de tous les domaines actifs de la protéine. C'est dans cette direction que le Dr Gros poursuit ses travaux.

« Nous cherchons à comprendre comment il se fait qu'une seule protéine puisse reconnaître et interagir avec un aussi grand nombre de molécules », précise-t-il. En effet, lorsqu'une résistance apparaît au cours d'une chimiothérapie, une foule de substances aux structures très différentes sont touchées en même temps. C'est pourquoi on a baptisé le gène de la glycoprotéine P DMR-1, pour *multi drug resistance*. Lorsque l'équipe aura identifié clairement tous les domaines responsables de cette reconnaissance des substrats, il deviendra possible de synthétiser des molécules bloquant ces domaines.

DEUX HYPOTHÈSES

« L'autre partie de nos recherches, déclare le Dr Gros, tente de comprendre les mécanismes de régulation du gène. Par exemple, nous savons qu'il est exprimé dans l'utérus durant la grossesse et que cette expression est réprimée après l'accouchement. Si nous identifions les mécanismes responsables de l'activation et de l'inactivation du gène dans les cel-

lules de l'utérus, nous pourrions peut-être transposer ces résultats aux cellules tumorales et contrôler le gène DMR-1. »

Au-delà de cet objectif thérapeutique, il y a aussi la possibilité de mieux comprendre le rôle physiologique normal de la glycoprotéine P. Pour l'instant, deux hypothèses s'affrontent. La première considère que la protéine sert effectivement à la détoxification des cellules et que son expression dans la résistance aux chimiothérapies n'est que le reflet de son rôle biologique naturel. La glycoprotéine P se trouve facilement dans les cellules de surface de l'intestin, dans les reins et dans la barrière qui filtre les apports sanguins au cerveau, ce qui vient appuyer cette idée.

La seconde hypothèse veut que les drogues toxiques ne soient que des « passagers clandestins » de la glycoprotéine P. Son système de pompage servirait normalement au transport de substances physiologiques non encore identifiées, mais qui pourraient bien jouer d'autres rôles importants dans la vie cellulaire. À l'appui de cette thèse, le fait qu'on détecte la protéine dans des organes comme l'utérus en gestation, la moelle osseuse et les surrénales, qui n'ont aucun rôle dans le système d'épuration du corps.

L'ENVIRONNEMENT AU CANADA

FAIT:

Notre survie passe par la protection de l'environnement.

FAIT:

Pour protéger l'environnement, nous devons être informés.

FAIT:

Être informé c'est d'abord connaître tous les faits.



L'ÉTAT DE L'ENVIRONNEMENT AU CANADA

Ce rapport de 27 chapitres renferme les contributions de plus de 100 experts. On y explique en détail les conditions environnementales et les tendances clés, à l'appui de nombreuses photographies et de plus de 500 cartes et diagrammes en couleurs. Les données, rédigées dans un langage simple et accessible, vous fourniront une description complète de la santé du milieu naturel au Canada.

Édition en français ou en anglais

29,95 \$

plus TPS et taxes provinciales applicables.

Disponible en librairie ou par commande directe à :

Groupe Communication Canada,
Ottawa (Ontario), K1A 0S9. Téléphone :

(819) 956-4802



Groupe Communication Canada
Canada Group

Canada

La lumière staccato

par Raynald PEPIN

Deux heures du matin. Vous êtes assis, le teint livide, devant le téléviseur. Le western est plutôt débile, mais il y a des moments comme ça où on ne parvient pas à s'arracher du petit écran. Arrive l'instant palpitant : les méchants tentent de rejoindre les bons, qui roulent à toute allure en diligence. Bizarrement, les roues du véhicule semblent tourner vers l'arrière plutôt que vers l'avant. Oh là là ! Vaudrait peut-être mieux arrêter de boire et aller se coucher.

Pourtant, vous n'êtes pas fou, pas plus que Violette Bélanger, de Fleurimont, qui m'écrit : « Quand on regarde les enjoliveurs des roues d'une voiture en mouvement, il nous semble que les roues tournent parfois à l'envers. Pourquoi ? »

Précisons d'abord que cette illusion visuelle, appelée effet stroboscopique, ne se produit que quand la lumière est intermittente. On ne voit pas des roues tourner à l'envers, à l'extérieur, en plein jour ! Au cinéma ou devant la télévision, par contre, nous n'avons pas une vision continue de ce qui se passe. Un film nous présente 24 images par seconde ; en fait, chaque image est montrée deux fois, pour éviter que l'œil ne distingue la période de noirceur entre deux images successives. L'œil reçoit donc 48 images par seconde et les fusionne : l'objet paraît ainsi vu sans interruption. Le seuil critique est d'environ 40 images par seconde, seuil sous lequel l'observateur perçoit un clignotement.

En regardant un film, nous voyons donc en une seconde 24 instantanés de la roue, pris à des intervalles de temps égaux.



B. Amélie-Sygm / Pubipho

Selon sa vitesse, on peut avoir l'impression que la roue reste immobile, tourne vers l'avant ou tourne vers l'arrière.

Considérons (figure 1) le cas d'une roue dotée de huit rayons, qui tourne d'un huitième de tour pendant que le film avance d'une image. Comme la caméra fixe seulement les images à l'instant précis où un rayon vient de prendre la place de celui qui le précédait, au visionnement on ne verra pas cette substitution et on aura l'impression que la roue est arrêtée, alors que la voiture avance ! Si la roue a tourné de deux ou de trois huitièmes de tour, d'un tour complet, bref, d'un nombre entier de huitièmes de tours, l'effet reste le même.

Si la roue (figure 2) tourne légèrement plus vite que trois tours par seconde (ou un multiple entier de ce nombre), elle sem-

ble tourner lentement vers l'avant, parce que cette fois les rayons se seront déplacés dans le sens de la rotation entre deux images consécutives. L'impression ressentie est quand même étrange, parce qu'on voit les roues tourner lentement, alors que le véhicule semble rouler vite. De façon analogue, si la roue tourne un peu moins vite que trois tours par seconde, elle paraît tourner vers l'arrière, lentement là aussi.

Quelques jours après avoir reçu la lettre de madame Bélanger, j'ai eu l'occasion d'observer le même genre d'effet, de façon tout à fait inattendue. Je roulais à vélo, le soir, dans une rue de Montréal éclairée par des lampadaires au sodium (ceux qui émettent une lumière jaune). En observant ma roue avant, dont le pneu est muni de crampons, je me suis rendu compte qu'elle paraissait tourner à l'envers ! En augmentant graduellement ma vitesse, la roue a semblé s'immobiliser, puis s'est « enfin » mise à tourner vers l'avant.

Comme dans le cas du film western, j'étais en présence d'un effet stroboscopique attribuable à un éclairage intermittent. En effet, les lampes au sodium, comme les tubes fluorescents, sont des lampes à décharge : la vapeur de sodium, traversée par un courant électrique, émet de la lumière. Comme ce type de lampe est alimenté par un courant alternatif à 60 Hz, celui-ci s'inverse 120 fois par seconde. La décharge s'interrompt et reprend au même rythme, et l'intensité lumineuse passe donc par des maxima et des minima 120 fois par seconde.

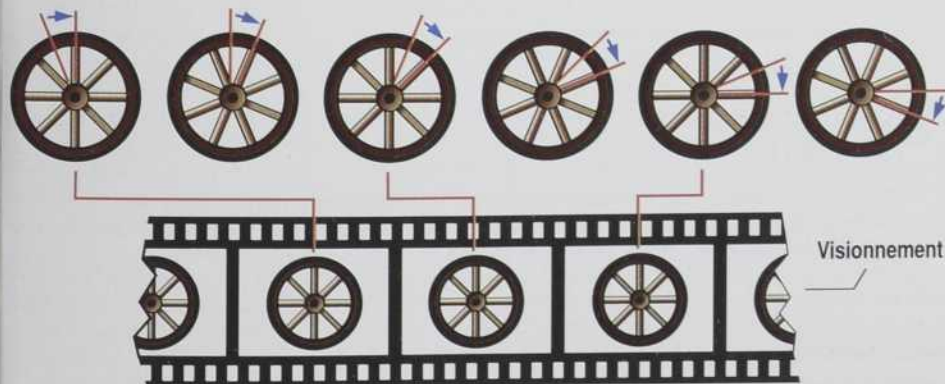


FIGURE 1

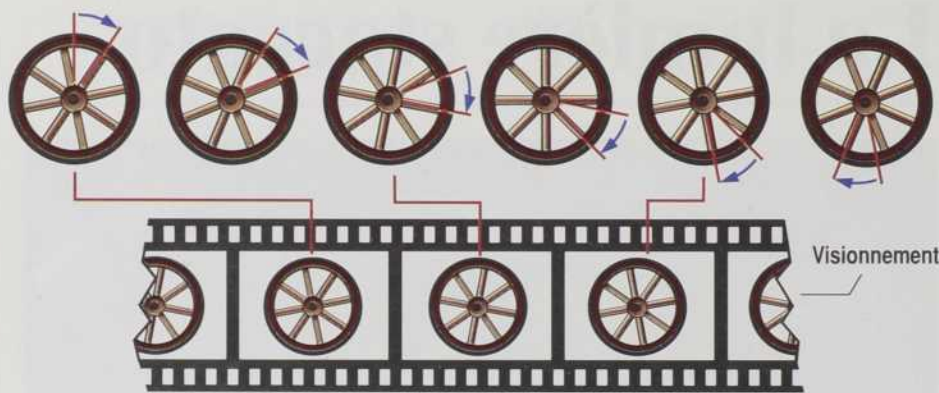


FIGURE 2

À cause de la fusion opérée par nos yeux, ce papillotement n'est pas perceptible. (Mais il l'est pour une mouche, dont l'œil distingue des événements séparés de seulement 1/200 de seconde.) La nature intermittente de l'éclairage devient toutefois évidente quand on observe certains mouvements. Avec une ampoule à incandescence, on ne perçoit pas d'effet stroboscopique : le filament ne se refroidit pas assez, d'un cycle à l'autre, pour que l'intensité lumineuse varie notablement.

Le pneu de ma roue de vélo comporte le même motif de crampons, répété 76 fois. Ainsi, quand la roue fait 1/76 de tour (ou un multiple entier) en 1/120 de seconde, elle apparaît immobile sous l'éclairage au sodium. Comme la roue a un diamètre de 66 centimètres, donc une circonférence de 2,07 mètres, cette condition correspondait à

une vitesse de 3,28 mètres par seconde, soit 12 kilomètres/heure. Pas en forme, le chroniqueur, hein ? Pour sauver l'honneur, précisons que je montais une côte.

Le stroboscope est un appareil qui permet d'éclairer ou d'observer un phénomène de façon intermittente. L'effet stroboscopique est mis à contribution dans les discothèques pour produire une atmosphère irréaliste en décomposant le mouvement des danseurs et danseuses. Le mouvement n'apparaît pas continu tant que la fréquence reste inférieure à 40 flashes par seconde.

L'effet stroboscopique sert aussi à mieux décortiquer le mouvement d'un objet en rotation. Une application courante – mais qui tend à disparaître – est l'ajustement et le contrôle de la vitesse de rotation de plusieurs marques de tourne-disques.

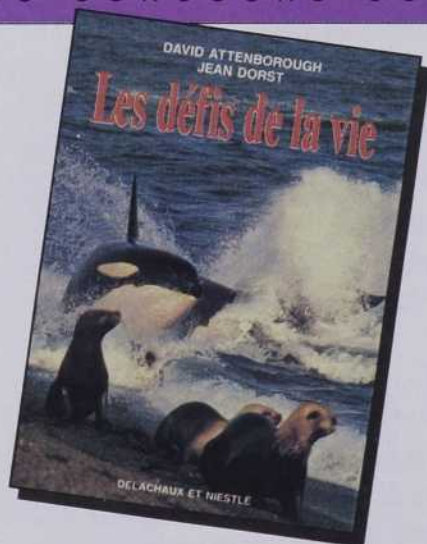
Le stroboscope d'un tourne-disques consiste en une petite lampe éclairant une série de coches espacées régulièrement sur le flanc du plateau. Sur la rangée utilisée quand le plateau tourne à $33 \frac{1}{3}$ tours par minute, j'ai compté 216 coches au total. Un petit calcul nous permet donc de déterminer qu'il passe en un point (vis-à-vis de la lampe, par exemple) 120 coches par seconde. Ce chiffre ne vous met-il pas la puce à l'oreille ?

Eh oui, c'est le double de la fréquence du courant électrique. Eddie Dufour, technicien au Studio 1006, à Montréal, complète l'explication : « La lampe est en fait un petit tube néon, qui émet une lumière rouge. Comme pour les lampes au sodium, le courant s'inverse 120 fois par seconde, et le tube néon produit ainsi 120 éclairs par seconde. » Si le plateau tourne exactement à 120 coches par seconde, deux images successives donneront à l'observateur l'impression que les coches n'ont pas bougé, ce qui indique que la vitesse de rotation est correcte.

Si les coches semblent bouger, il faut ajuster la vitesse. « Les commandes de vitesse, continue Eddie Dufour, sont des potentiomètres qui servent à varier la tension électrique fournie au moteur. Ces moteurs sont à courant continu. En baissant la tension, le moteur ralentit ; au contraire il accélère, si on augmente la tension. »

C'est donc grâce au stroboscope qu'on peut écouter du Bach ou du Madonna en retrouvant les bonnes fréquences !

RS • CONCOURS • CONCOURS • CONCOURS • CONCOURS • CONCOURS • CONCOURS



LA QUESTION DU MOIS

UN P'TIT COUP DE NOIR

Si, une fois versé, votre Château-Laffitte rutilé dans votre verre, il ne fait pas de même dans sa bouteille. Pourquoi, dans la bouteille, un vin rouge apparaît-il noir ?

La personne gagnante du numéro de février est :

M. Stéphane Bouchard
9118, avenue Royale
Sainte-Anne de Beaupré
(Québec) G0A 3C0

Pour sa réponse à la question « La physique au supermarché » cette personne recevra un exemplaire de l'ouvrage *Les défis de la vie*, de David Attenborough et Jean Dorst, gracieuseté des éditions Delachaux et Niestlé et de Diffusion Raffin. Une valeur de 44,25 \$.

RÉPONSE À LA QUESTION DU NUMÉRO DE FÉVRIER

Q. Où est-il préférable de mettre les objets lourds dans un caddie de supermarché ?

R. À l'arrière du caddie, soit près de la poignée. En effet, quand le caddie tourne, il pivote autour d'une de ses roues arrière. Plus les objets lourds sont proches du pivot, plus le « moment d'inertie » du caddie est faible et plus il est facile de le faire tourner. À l'inverse, quand les objets lourds sont déposés à l'avant du caddie, il faut exercer une force nettement plus grande pour le faire pivoter.

Les règlements de ce concours sont disponibles à l'adresse de Québec Science.

L'origine et la formation de l'Univers sont parmi les questions les plus intéressantes qu'offre la physique aujourd'hui. Intéressantes parce qu'elles posent les contingences de l'être humain : notre existence doit sa réalité à des circonstances particulières, qui sont celles de l'Univers. Intéressantes aussi parce qu'elles se situent aux confins de la métaphysique : l'être humain doit se satisfaire de modèles explicatifs hautement hypothétiques, voire spéculatifs.



Sous la direction de **MARC LACHÈZE-REY**
La Recherche sur les origines de l'Univers

Éditions du Seuil - La Recherche, Paris
Coll. « Points Sciences »
1991, 336 pages, 13,95 \$
ISBN 2-02-013534-5

Pourtant, *La Recherche sur les origines de l'Univers* n'aborde pas ces questions sous un angle philosophique. L'ouvrage se borne à dresser le portrait des connaissances - et des incertitudes - actuelles en matière de cosmologie. C'est déjà là une tâche énorme.

On referme le livre avec l'impression d'une science encore très jeune. En effet, qu'il s'agisse de la datation de l'origine de l'univers - de l'univers actuel, celui du big bang, pas nécessairement de l'Univers avec un grand U -, qu'il s'agisse de l'importance de sa masse, qu'il s'agisse du poids de la physique des particules dans les premières secondes après le big bang, qu'il s'agisse enfin de la formation des galaxies, les modèles avancés demeurent très limités.

Plusieurs auteurs nous ont déjà livré, ces dernières années, de tels

bilans sur l'astrophysique et la cosmologie. Le présent ouvrage s'ajoute à la liste et possède les mêmes qualités que les autres livres de la série « La Recherche », au Seuil. Mais il n'apporte pas beaucoup de plus-value à ceux qui traitent déjà du sujet.

Car entretemps le modèle du big bang a subi des attaques et des remises en question nombreuses, auxquelles on est encore loin d'avoir répondu de façon satisfaisante (voir en particulier *Nature*, 346 (1990). Malheureusement, ces remises en cause atteignent rarement le public, et le modèle est encore aujourd'hui présenté comme acquis et définitif, susceptible d'améliorations mineures seulement. Pourtant, expliquer 14 milliards d'années et plus demeure très hypothétique.

Benoît Godin

GOULET, DENIS ET ANDRÉ PARADIS
Trois siècles d'histoire médicale au Québec.

Chronologie des institutions et des pratiques (1639-1939)
VLB Éditeur, Montréal
1992, 528 pages, 28,95 \$
ISBN 2-8900-5474-8

L'histoire de la médecine et des institutions médicales au Québec est un objet d'étude qui suscite un intérêt grandissant chez plusieurs historiens, depuis quelques années. La publication d'un ouvrage, intitulé *Trois siècles d'histoire médicale au Québec. Chronologie des institutions et des pratiques (1639-1939)*, est un événement à souligner pour le progrès des connaissances dans ce domaine.

Certes, il ne s'agit pas de la synthèse générale qui manque encore à l'histoire de la médecine québécoise, puisque l'ouvrage en question est une chronologie. Cependant, cette contribution représente une étape importante vers cette synthèse, dans la mesure où ce livre réunit en une publication unique une multitude d'informations tirées de sources dispersées et variées. De plus, les auteurs ont eu l'heureuse initiative de structurer leur ouvrage autour de cinq chronologies thématiques, plutôt que de tout fondre en une seule chronologie générale. Ce choix permet un



début de classification des informations qui pourrait s'avérer fort utile dans la rédaction éventuelle d'une synthèse des différents aspects de l'histoire de la médecine au Québec.

Les cinq chronologies portent sur les institutions hospitalières, les épidémies et la santé publique, les aspects professionnels, l'enseignement médical et le développement de la médecine en tant que science. Pour celles et ceux qui pourraient être rebutés par la nature chronologique de l'ouvrage, disons que celui-ci est relativement facile à parcourir. En effet, les auteurs ne se sont pas contentés d'associer à une date une information factuelle extirpée de son contexte. Au contraire, certains blocs d'informa-

tions s'étendent sur plusieurs pages, par exemple celles esquissant les grandes lignes de la dramatique épidémie de choléra de 1832.

L'une des faiblesses de l'ouvrage est peut-être le choix de la période historique couverte, qui se termine à 1939. L'épopée de la recherche médicale québécoise qui a permis à la profession d'aspirer pleinement à un statut scientifique s'amorce véritablement pendant cette dernière période, avec notamment les Frappier et David. Mais on peut comprendre que les auteurs aient choisi d'exclure les cinquante dernières années puisque ce seul chapitre de l'histoire médicale québécoise constitue en soi un volet majeur, qui reste largement à élaborer.

La contribution des auteurs est néanmoins importante pour le progrès de l'histoire de la médecine au Québec. Mais c'est une histoire à suivre... dont l'étude sera notamment poursuivie par les auteurs à travers leurs activités actuelles, puisque Denis Goulet collabore présentement à la rédaction d'un ouvrage sur l'Hôpital Notre-Dame et qu'André Paradis travaille à une recherche sur les débuts de la psychiatrie au Québec.

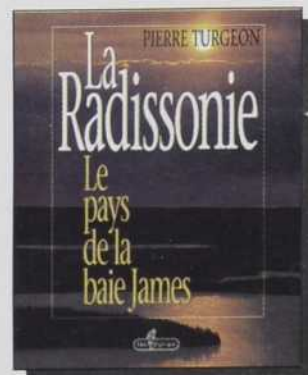
Daniel Guérin

À SIGNALER

TURGEON, PIERRE
La Radissonie.
Le pays de la baie James
Libre Expression, Montréal
1992, 192 pages, 34,95 \$
ISBN 2-89111-502-3

Le pays de la baie James : une région nordique au centre de débats passionnés, tant écologiques que politiques. Une région méconnue aussi, car nombreux sont ceux pour qui ce vaste territoire est né en 1971, avec la Loi du développement de la région de la baie James.

Dans *La Radissonie*, Pierre Turgeon, romancier et journaliste, entraîne le lecteur dans ce coin de pays où, aujourd'hui, deux cultures se côtoient et se heurtent parfois. Le lecteur est invité à explorer cette terre, à y découvrir la faune, la flore, le milieu aquatique, le climat,



mais surtout les humains qui y vivent. Une histoire pour comprendre cette région et les enjeux qui l'entourent, mais aussi un très beau livre : entre autres pour les photographies de Mia et Klaus, sur lesquelles s'ouvre chacune des cinq parties de l'ouvrage.

SPÉCIAL INNOVATION

LE NOUVEL ORDRE MONDIAL DE LA TECHNOLOGIE

La récession qui a frappé le Canada et le Québec, depuis deux ans, n'est pas qu'une question de cycle économique. C'est l'effet d'une profonde restructuration, nous dit-on. Nous sommes en train de passer d'une économie d'exploitation des ressources et de production de masse à une économie de « valeur ajoutée ». Qu'est-ce qui se cache derrière ce vocabulaire technique ? Pierre Sormany a parcouru les travaux des nouveaux théoriciens de l'économie mondiale, les Robert Reich, Michael Porter ou Jane Jacobs, et nous décrit comment les nouvelles règles de l'économie sont en train de nous affecter.

L'AVENIR, TEL QU'IL SE DESSINE
DANS LES LABORATOIRES DU QUÉBEC

Parmi les centaines d'entreprises, de centres de recherche ou de laboratoires universitaires en train de développer aujourd'hui des innovations qui risquent de redessiner notre avenir, nous en choisissons une vingtaine. Un choix arbitraire, forcément, mais qui nous servira à illustrer divers aspects de cette transformation industrielle, et la place qu'y jouent des « grappes technologiques », selon le modèle de développement proposé par le ministre québécois de l'Industrie, du Commerce et de la Technologie, M. Gérald Tremblay.



L'INSTITUT DE RECHERCHES CLINIQUES :
UN QUART DE SIÈCLE D'EXCELLENCE

Jacques Genest n'avait pas 30 ans que déjà il ébranlait la communauté médicale québécoise en dénonçant la faiblesse de nos structures de recherche. On l'a écouté, et on lui a confié la responsabilité d'un département de recherche clinique à l'Hôtel Dieu de Montréal. Quelques années plus tard, il convainquit Jean Lesage d'investir dans l'Institut de recherches cliniques de Montréal. À l'occasion du 25^e anniversaire de l'IRCM, Françoise Côté fait le point sur ce qui est devenu le meilleur centre de recherche médical au Québec.

Bonjour, je m'appelle Flippo

Je vous dévoile mon nouveau nom. Ce nom, dont je suis très fier, m'a été donné par les employés et les sous-distributeurs des Messageries Dynamiques, ceux qui ont la responsabilité de la distribution en kiosques du magazine Québec Science.

Grâce à vous, amis lecteurs, qui achetez ce numéro de Québec Science en kiosque et participez au concours, ainsi qu'aux gens de Messageries Dynamiques et des sous-distributeurs, je serai bientôt en mesure de recevoir officiellement mon acte d'adoption.

Plus vite vous participerez au concours, plus vite je serai adopté.

GAGNEZ UN SÉJOUR

de 3 jours et 2 nuits pour deux personnes à l'Hôtel Tadoussac
et une croisière d'observation des baleines.

Votre geste vous donnera également la chance de gagner une fin de semaine pour deux à l'Hôtel Tadoussac, au cours de laquelle vous aurez l'occasion d'aller observer les baleines à l'embouchure du Saguenay et, qui sait, peut-être d'y apercevoir notre futur adopté !

Si vous avez acheté ce magazine chez un détaillant, remplissez tout simplement le coupon ci-dessous, puis découpez et remettez-lui cette annonce complète (les fac-similés ne sont pas acceptés). Vous serez ainsi automatiquement inscrit au concours.



Estampe du détaillant

Remettez au détaillant qui vous a vendu
ce numéro de Québec Science

Nom _____

Adresse _____

Ville _____

Code postal _____ Tél. (____) _____

Cochez si vous désirez des renseignements
sur la Fondation Québec Science

Route _____

LES GAGNANTS 1992

COMPÉTITION
QUÉBÉCOISE
D'INGÉNIERIE



QUEBEC
ENGINEERING
COMPETITION

Université Laval, Québec
February 21-22-23 février

1992

Année internationale de l'espace - International year of space



La Compétition Québécoise d'Ingénierie, qui s'est déroulée à l'Université Laval du 21 au 23 février dernier sous le thème de l'espace, félicite les gagnants de sa huitième édition.

SOLUTIONS AUX PROBLÈMES INDUSTRIELS

DESIGN INNOVATEUR

ÉTUDE SOCIO-TECHNIQUE

PRÉSENTATION THÉORIQUE ET TECHNIQUE

Coupe électrogène marin 7.5 kW
Roger Clément
Université Laval

Rampe d'avion ambulance Challenger
Éric Bernier, Serge Fournier
Université Laval

1er Prix

L'ingénierie simultanée: le génie d'aujourd'hui
Jean-François Beaudoin, Anick Murray
Université de Sherbrooke

Aciers inoxydables: mythes et réalités
Marie Haguel, Annie Lavoie
Université de Sherbrooke

Antifouleur de pollution saline sur
bateur haute-tension
Philippe Ranger, Michel Roux
Université Laval

Coupe-bordure pour les parterres
Stéphane Boudreault, Éric Girard,
Nadia Lapointe, Steeve Tremblay
Université du Québec à Chicoutimi

2e Prix

Projet hydroélectrique de Grande-Baleine
El Hadji Babacar Fall, Marlène Paul
Université du Québec à Chicoutimi

Ventilation d'urgence dans le métro de
Montréal
Sonia Faucher
Université de Sherbrooke

Optimisation de la coupe de cylindres
en aluminium
Marie Loignon
Université du Québec à Trois-Rivières

BG-2000 (appareil briseur de glace)
Pascal Robitaille, Yves Boisvert, Luc
Boutin, Dany Goulet
Université du Québec en Abitibi-
Témiscamingue

3e Prix

Les enjeux du projet Grande-Baleine
André Beaudet, Bertrand Ponton
Université de Sherbrooke

Extrusion des métaux en phase pâteuse
Stéphane St-Louis
École de Technologie Supérieure

PRIX D'EXCELLENCE ET DE COMMUNICATION

PRIX DU LEADERSHIP TECHNOLOGIQUE PRATT & WHITNEY CANADA:
Coupe électrogène marin 7.5 kW (Roger Clément, Université Laval)

PRIX DU MINISTÈRE DE L'INDUSTRIE, DU COMMERCE ET DE LA TECHNOLOGIE:
Coupe-bordure pour les parterres (Stéphane Boudreault, Éric Girard, Nadia Lapointe
et Steeve Tremblay, Université du Québec à Chicoutimi)

PRIX D'EXCELLENCE DE L'ORDRE DES INGÉNIEURS DU QUÉBEC:
Rampe d'avion ambulance Challenger (Éric Bernier et Serge Fournier, Université Laval)

PRIX DE COMMUNICATION DU MINISTÈRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPÉRIEUR
ET DE LA SCIENCE:
Ingénierie simultanée: le génie d'aujourd'hui (Jean-François Beaudoin et Anick Murray,
Université de Sherbrooke)

PRIX DU PUBLIC:
Rampe d'avion ambulance Challenger (Éric Bernier et Serge Fournier,
Université Laval)

Illustration: R. Martineau

Ordre des ingénieurs
du Québec

SNC-LAVALIN

nt
northern
telecom



Hydro-Québec

PRATT & WHITNEY
CANADA

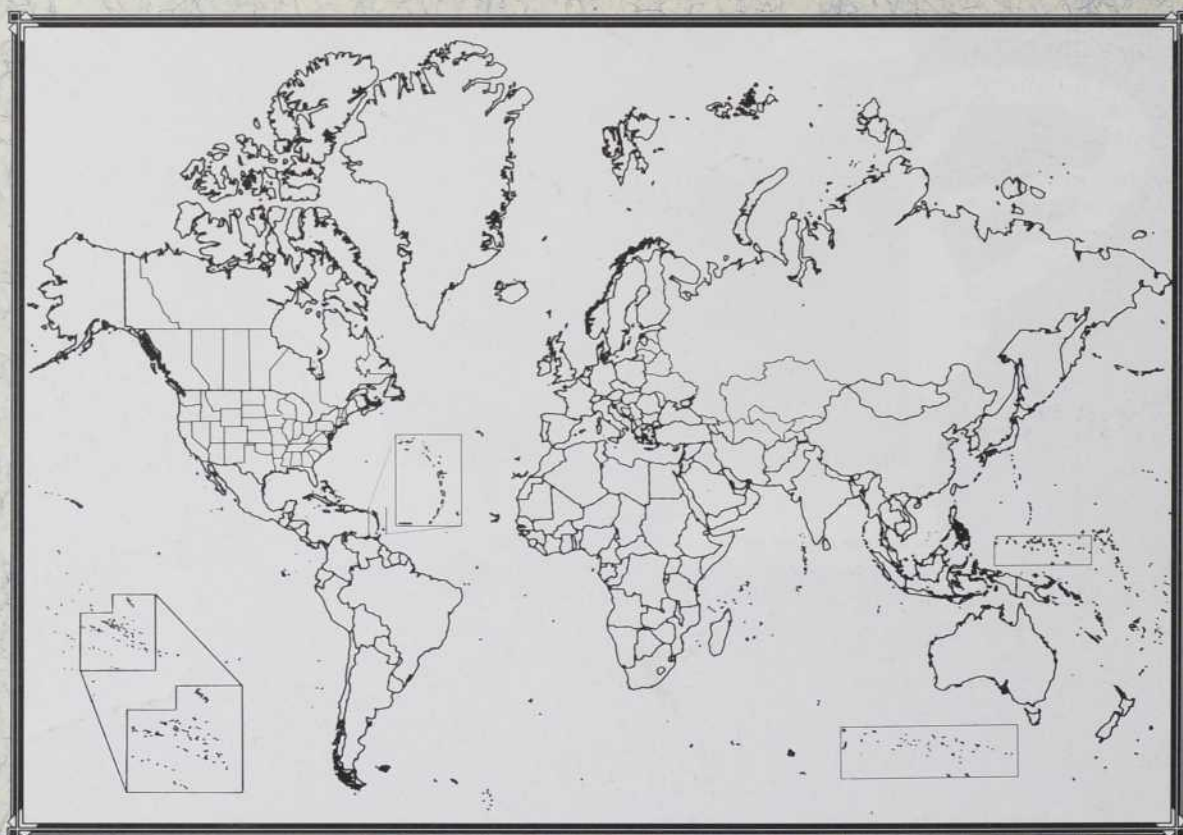
Bell

Deltson

Acartex



POUR COMPOSER VOTRE MONDE !



La carte **ACARTEX** est une **nouvelle**
carte géographique muette
et plastifiée sur laquelle on peut
écrire et effacer selon ses besoins.

La carte **ACARTEX** est un outil
pédagogique qui complète les ouvrages
généraux ou spécialisés concernant:

- .l'histoire, la géographie,
- .l'économie, la politique,
- .la sociologie, la littérature,
- .l'actualité, etc...

La carte **ACARTEX** permet à celui qui
veut apprendre ou visualiser un thème,
un projet, un concept, ou une mise en
situation de bien comprendre ou de bien
se faire comprendre.

les éditions françaises inc.

1411, rue Ampère, C.P. 395, Boucherville
(Québec) J4B 5W2
(514) 641-0514, 871-0111, 1-800-361-9635
Télec.: (514) 641-4893