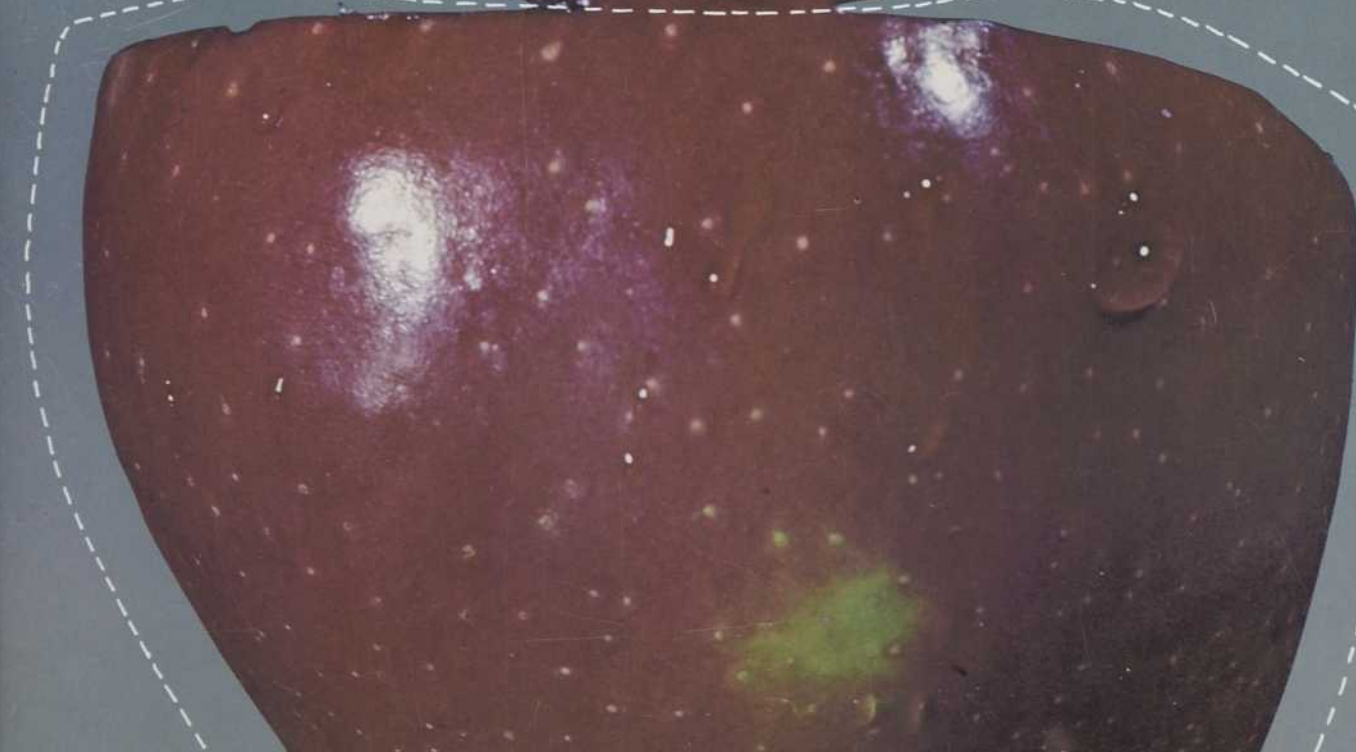


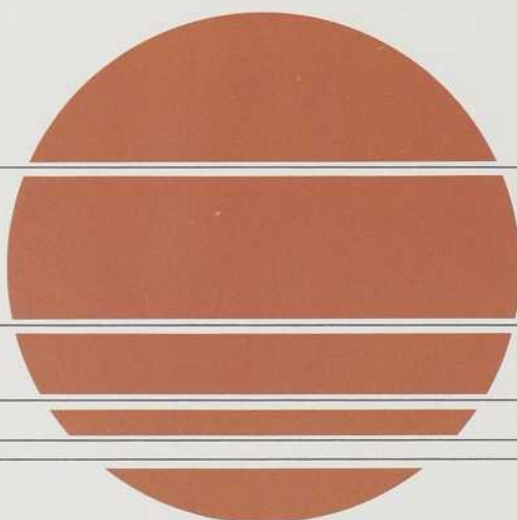
QUÉBEC SCIENCE

BIBLIOTHÈQUE
BUREAU DÉPÔT LÉGAL
1700 ST DENIS
MONTREAL P.Q.
H2X 3K6
AOUT 82
A JUIL 75
01927

LA PHOTOGRAPHIE TOTALE



LA SCIENCE MÈNE L'ENQUÊTE LE TEMPS DES PHOQUES DES FOURMIS ET DES HOMMES



SCIENCES DE L'ATMOSPHÈRE À L'UNIVERSITÉ DU QUÉBEC

Bachelier en sciences pures, en sciences appliquées ou en géographie, as-tu pensé à te spécialiser en sciences de l'atmosphère dans des champs d'application tels que la météorologie, la climatologie, les prévisions synoptiques, l'océanographie, l'agriculture, la foresterie ou l'environnement ?

L'Université du Québec à Montréal (UQAM),
l'Université du Québec à Rimouski (UQAR) et
l'Université du Québec à Chicoutimi (UQAC),
conjointement, te proposent un programme de maîtrise
scientifique te permettant d'acquérir les connaissances
de base communes à ces divers champs d'application.

En plus, ce programme t'offre la possibilité
de t'initier au travail de recherche en
collaborant avec des équipes actives oeuvrant
dans des domaines correspondant aux axes
de développement de chacune de ces unités
constituantes.

Pour plus de renseignements, écris à :

Monsieur Jacques Dionne
Directeur du comité de programme
Université du Québec à Rimouski
300, avenue des Ursulines
Rimouski, Qué. G5L 3A1
Tél.: (418) 724-1762

Monsieur René Verreault
Responsable du programme
Université du Québec à Chicoutimi
930 est, rue Jacques-Cartier
Chicoutimi, Qué. G7H 2B1
Tél.: (418) 545-5489

Monsieur Isztar Zawadzki
Responsable du programme
Université du Québec à Montréal
Case postale 8888
Montréal, Qué. H3C 3P8
Tél.: (514) 282-7835



Université du Québec

Commission des programmes d'études avancées
gérés conjointement

Le magazine Québec Science, mensuel à but non lucratif, est publié par l'Université du Québec avec le soutien du ministère de l'Éducation du Québec et le Conseil national de recherches du Canada. La direction laisse aux auteurs l'entière responsabilité de leurs textes. Les titres, sous-titres, textes de présentation et rubriques sont dus à la rédaction. ISSN-0021-6127. Dépôt légal, Bibliothèque nationale du Québec, premier trimestre 1978. Répertoire dans PÉRIODEX et RADAR.

Courrier de deuxième classe, enregistrement no 1052. Port de retour garanti; LE MAGAZINE QUÉBEC SCIENCE, C.P. 250, Sillery, Québec G1T 2R1



© Copyright 1978 — le magazine Québec Science - Université du Québec. Tous droits réservés pour tous pays. Sauf pour les citations dans une critique, il est interdit, sans la permission écrite de l'éditeur, le magazine Québec Science, de reproduire ou d'utiliser ce mensuel, ou une partie de ce mensuel, sous quelque forme que ce soit, par des moyens mécaniques, électroniques ou autres, connus présentement ou qui seraient inventés à l'avenir, y compris la xérographie, la photocopie et l'enregistrement, de même que les systèmes d'informatique.

COMITÉ DE SOUTIEN

Bell Canada
M. Claude St-Onge
vice-président
Zone provinciale à Québec

Banque de Montréal
Jean Savard
vice-président — Division du Québec

Imasco Limitée
Les produits
Imperial Tobacco Limitée

Institut de recherche de l'Hydro-Québec
M. Lionel Boulet
directeur

La Brasserie Labatt Limitée
M. Maurice Legault
président

La Sauvegarde Cie d'assurance sur la vie
M. Clément Gauthier
président

Université du Québec

Jean-Marc Gagnon
directeur
et rédacteur en chef

Diane Dontigny
Louis de Bellefeuille
adjoints à la rédaction

Jean-Pierre Langlois
directeur de la production

Marie Prince-Giasson
promotion et publicité

Patricia Larouche
administration, composition
et secrétariat

Nicole Bédard
Claire D'Anjou
diffusion

Quadrichromies
Audart inc.

Photogravure et impression
L'Éclaireur ltée

Distribution en kiosques
Les Messageries Dynamiques

Abonnements
(1 an / 12 numéros)
Régulier: \$17.00
Groupe (10 et plus): \$15.00
À l'étranger: \$21.00
À l'unité: \$1.75

Port de retour garanti
Le magazine QUÉBEC SCIENCE
Case postale 250
Sillery, Québec
G1T 2R1
Tél.: (418) 657-2426
Télex: 051 3488

Les chèques ou mandats postaux
doivent être établis à l'ordre du
MAGAZINE QUÉBEC SCIENCE

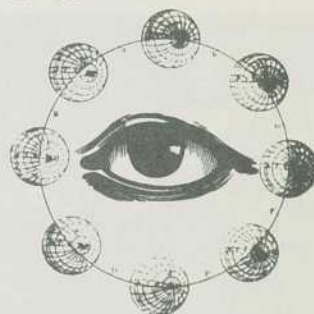
Sommaire

- 4
Courrier
- 6
La tête en fleur
- 9
Télécommunications
Le Québec a des antennes
- 10
Énergie
Le nucléaire a des alliés
- 11
Géologie
Le «Pacifique» retrouvé
- 12
Énergie
Feu le chauffage en solo
- 13
Écologie
Le capital nature
- 47
Astronautique
Gare aux anneaux
- 48
Météorologie
Des baromètres célestes
- Cardiologie
Des soins express
- 50
Énergie
Un livre blanc et «plate»
- 51
Vie urbaine
Montréal en sourdine
- 52
Pollution
La bonne volonté ne suffit pas
- 54
Temps pleins
- 55
Parutions récentes
- 57
En vrac

1 ENCART

La contamination par l'amiante au Canada
Le Conseil des sciences du Canada

16



La photographie totale
Christopher Outwater
et Eric Van Hamersveld
Avec quelques notions de base, toute personne intéressée peut s'initier à l'holographie

26

Le temps des phoques
Jean-Marc Carpentier
Une époque où la sentimentalité rivalise avec le rationnel

32

Des fourmis et des hommes
Pierre Sormany
Quand la biologie essaie d'envahir la sociologie

38

La science mène l'enquête
François Picard
Un éventail des méthodes de plus en plus sophistiquées des scientifiques détectives

COURRIER...

FINIES LES ERREURS DE CALCUL:

Près de 6 000 personnes ont participé au concours 15^{ème} anniversaire de QUÉBEC SCIENCE, organisé en collaboration avec la coopérative étudiante de l'École Polytechnique de Montréal. On aperçoit sur la photographie les cinq courageux gagnants qui ont affronté une tempête de neige pour recevoir leurs prix des mains de Mme Grace Powell, représentante de la firme Hewlett-Packard et de MM. Louis L'Homme, président de COOP-POLY et Jean-Marc Gagnon, directeur de QUÉBEC SCIENCE.



Voici la liste officielle des gagnants:

HP-67:

Roger Jenkins, Carignan

HP-65:

Réal Rancourt, Orléans (Ont.)

HP-25C:

Jacques Fournier, Montréal

HP-27:

Sylvain Girard, Alma

HP-25:

Christiane Bouchard, St-Irénée

HP-21:

Yvan Demers, Victoriaville

Denis Ricard, St-Hyacinthe

Laurent Gilbert, Ste-Foy

Marcel Gaudreau, Arvida

Richard Deschênes, St-Jean-Port-Joli

Benoît Lemay, Hawkesbury (Ont.)

Jean-Pascal Vesin, Montréal

Bruno Letendre, Windsor (Qué.)

André Pinsonnault, Ville de Gagnon

Ginette Guérette, Cap-aux-Meules

CERTAIN EST SCIENTIFIQUE

Connaissant votre souci de bien informer les lecteurs de *Québec Science*, je me permets de vous souligner qu'un article récent (décembre 1977) est rempli d'erreurs et d'imprécisions scientifiques de nature à mal informer vos lecteurs. L'article est «Certain n'est pas scientifique», une entrevue avec Edgar Morin. Étant professionnellement engagé dans l'enseignement des sciences aux jeunes et aux moins jeunes à l'Université depuis de nombreuses années, je me sens

obligé de devoir corriger ces erreurs.

Je suis tout d'abord étonné de constater que l'auteur, un sociologue, discute à plusieurs reprises de la physique et des principes de base qui ont guidé certains des plus grands physiciens de tous les temps tels Képler, Galilée, Copernic, Newton, Laplace. Il mentionne également les noms de 2 philosophes. Le nom d'aucun sociologue n'apparaît. Il discute comment les principes de base de la physique s'appliquent difficilement à la sociologie. Cela est bien connu. Pourtant comme sociologue, il prétend préconiser des idées scientifiques meilleures que celles de Képler, Galilée, Copernic, Newton et Laplace. Allez-vous affirmer que Monsieur Morin parle en connaissance de cause en contredisant ces plus grands savants dans leur propre spécialité sans même énumérer les arguments mettant en doute les idées de ces génies? Pour qui Monsieur Morin se prend-il?

Venons-en aux affirmations de Monsieur Morin. Le titre est faux. Le contraire est vrai. Si une loi est certaine c'est scientifique. Mais que veut dire «certain» en parlant des sciences. Nous avons appris dans beaucoup de livres de philosophie qu'il existe différentes espèces de certitudes qui reposent sur nos moyens naturels de connaître.

Nous avons ici affaire à la certitude physique qui provient de la croyance de l'esprit au témoignage des sens. Nous avons la certitude physique par exemple, que le monde existe, et que le soleil éclaire. Monsieur Morin en doute-t-il? Puisque nous ne sommes pas Dieu, nous ne pouvons exiger la certitude absolue. D'ailleurs nous n'en avons pas besoin. Qu'avons-nous besoin d'expliquer aujourd'hui, les résultats d'expériences extrêmement sophistiquées que nous ne pourrions effectuer que dans 1 000 ans. Cela compliquerait fort inutilement nos théories. D'autre part la science a permis de prédire des phénomènes avec le plus haut degré de certitude jamais rencontré par l'esprit humain. Par exemple, la loi d'attraction universelle par laquelle tous les corps s'attirent. Cette loi a été vérifiée des millions de fois autant à l'échelle atomique qu'en astronomie. Jamais on n'a pu trouver un seul exemple contredisant cette loi. Bien plus si une seule exception à cette loi pouvait être mise en évidence, la loi serait par le fait même éliminée car toute exception détruit une règle. Il est faux et illogique de croire qu'une exception confirme une règle.

Bien d'autres lois telles que la loi de conservation de l'énergie et de la matière (incluant la transformation matière-énergie), la loi de la conservation de la quantité de mouvement (linéaire et angulaire), la loi de l'action et de la réaction, la loi de la conservation de la charge électrique et bien d'autres lois ont été vérifiées un nombre incalculable de fois dans des conditions extrêmement diverses et elles sont certaines jusqu'au point que personne n'a jamais pu détecter aucune exception. Cela n'est pas peu

dire puisque de nombreux chercheurs ont recherché des exceptions sans jamais en trouver. Je répète donc que le degré de certitude de certaines lois physiques est extraordinairement élevé et que ces lois forment la base de la science moderne.

La science (scientia) veut dire savoir. Si ce n'est pas certain, il y a de l'ignorance, c'est le contraire du savoir. Ce qui est incertain peut être de l'ignorance ou au mieux une hypothèse qui sera rapidement éliminée si elle n'est conforme à l'expérience.

Dans le texte publié, on pose des questions à la fois non répondues et surprenantes. L'on demande «Pourquoi vouloir simplifier la vie quand la vie est si merveilleusement complexe?» Le but de la science n'est pas de simplifier la vie mais plutôt comprendre, connaître. C'est le mécanisme de compréhension qu'on essaie de simplifier, non la vie. C'est la technologie qui peut modifier les habitudes de vie.

L'on énonce aussi sans commentaire «Rien n'est simple». La simplicité est fonction du pouvoir de compréhension ou de l'habileté de la personne impliquée. Il n'est pas difficile pour un adulte normal de déplacer un objet sur une table. Il est simple de comprendre qu'après l'avoir déplacé, il n'est plus à l'endroit où il était. Pourquoi un tel énoncé?

Monsieur Morin préconise «... une rationalité de la contradiction...» un peu plus loin on lit «Ainsi... ai-je résolument adopté le parti pris de l'incertitude comme moyen d'accéder à un nouveau principe de connaissance». Ces deux derniers énoncés sont contraires à la méthode scientifique. La science utilise la contradiction pour prouver l'impossibilité ou l'erreur. Une connaissance nouvelle (loi scientifique) résulte d'une généralisation de connaissances certaines préalables (observations ou autres connaissances) et non de l'incertitude. N'aurait-on pas dû s'interroger pour savoir si la méthode scientifique s'applique ou non à la sociologie?

Je suis convaincu que cette mise au point est très importante étant donné que l'article de *Québec Science* laisse entrevoir que les idées de Monsieur Morin pourraient être valables en sciences exactes. D'autre part, je n'ai certainement pas l'intention de discréditer les affirmations de Monsieur Morin, s'il veut les appliquer à son domaine, «la sociologie». Je suis toutefois perplexe de savoir où tout cela va le conduire étant donné que contrairement à Descartes qui doutait de ses connaissances, Monsieur Morin comme il le dit bien, doute de ses doutes. Je me permets de mentionner qu'il serait important que vos journalistes interrogent les sociologues sur des sujets qui leur sont accessibles, si vous désirez maintenir la qualité maintenant bien reconnue de votre journal.

Paul Marmet, professeur,
Département de physique
Université Laval

POUR LA PARAPSYCHOLOGIE

Je lis *Québec Science* tous les mois. Je l'apprécierais davantage si vous parliez de ces sujets: les extraterrestres, la télépathie, l'hypnose, la métapsychique et la réincarnation.

Daniel Lavoie,
La Rédemption
Comté Matapédia

Quelques-uns de ces sujets ont déjà été abordés dans des articles que nous avons publiés: les extraterrestres dans un dossier traitant des OVNI en juillet 1977, intitulé L'énigmatique dossier des OVNI; la parapsychologie en général dans un article du numéro de janvier 1977, Les fragiles assises de la parapsychologie. Quand l'occasion se présentera, nous n'hésiterons pas à publier un article sur les sujets que vous nous avez suggérés.

VIVONS-NOUS PLUS VIEUX?

Je me réfère à vous pour vous demander si vous pourriez m'indiquer des références ou tout simplement répondre, par la voie de votre chronique, à ma question qui est la suivante: plusieurs gens de mon entourage ne sont pas en accord avec mon idée que les gens d'aujourd'hui, en général, vivent plus vieux que ceux de jadis, et j'aimerais que vous infirmiez ou confirmiez mon hypothèse.

Daniel Gratton
Sorel

Notre collaborateur Yanick Villedieu, dans le livre *Demain la santé que nous avons publié en 1976, vous fournit des éléments de réponse à votre question. L'espérance de vie à la naissance des hommes au Québec (c'est-à-dire le nombre d'années que peut espérer vivre un homme à sa naissance) a en effet augmenté depuis le début du siècle. Toutefois, il faut apporter quelques nuances. En effet, l'espérance de vie à la naissance des hommes québécois a tout juste augmenté d'un an entre 1961 et 1971; pendant les trente années précédentes pourtant, elle avait augmenté à un rythme moyen quatre fois plus élevé. Chez les femmes, dont l'espérance de vie est plus forte et augmente plus rapidement que celle des hommes, on se dirige aussi vers un plafonnement: leur espérance de vie à la naissance a augmenté deux fois moins vite, entre 1961 et 1971, qu'elle ne l'avait fait en moyenne au cours des trente années précédentes.*

Dans le premier chapitre de Yanick Villedieu, vous trouverez une analyse détaillée de l'espérance de vie des Québécois ainsi que des causes de mortalité.

FAMILLE DES SCIENCES

GRADES: B.Sc.; B.Sc. A.

Programmes

Baccalauréat en biologie (B.Sc.)

- options: biologie moléculaire*
écologie

Baccalauréat en chimie (B.Sc.)*

- options: biochimie
chimie
chimie industrielle

Baccalauréat en géologie (B.Sc.)

Baccalauréat en géographie physique (B.Sc.)

Baccalauréat en informatique de gestion (B.Sc.A.)*

Baccalauréat en mathématiques (B.Sc.)*

- options: statistiques et recherche opérationnelle
informatique
mathématiques
économique
autres...

Baccalauréat en physique (B.Sc.)*

- options: physique
géologie
météorologie
autres...

Baccalauréat d'enseignement (B.Sc.)*

- biologie
- chimie
- mathématiques
- physique

Baccalauréat d'enseignement
en électrotechnique (B.Sc.A.)*

Baccalauréat d'enseignement
en techniques de la mécanique (B.Sc.A.)*

* Les programmes marqués d'un astérisque peuvent être suivis entièrement à temps partiel.

Conditions d'admission à ces programmes

- DEC ou l'équivalent;
- Les candidats, âgés d'au moins vingt-deux (22) ans, possédant des connaissances suffisantes et une expérience pertinente peuvent être admis sur recommandation du comité de sélection concerné.

Dates limites des demandes d'admission

- Temps complet: 1er mars 1978
- Temps partiel: 1er juillet 1978

Pour se procurer le formulaire de demande d'admission:

Bureau du registraire, Service de l'admission

Case postale 8888, Succursale «A», Montréal, Qué. H3C 3P8

Téléphone: (514) 282-7161



Université du Québec à Montréal



la tête en fleurs

Thérèse Dionne
et Bernard Dupuis

Merveilleuse fraîcheur des légumes tout frais cueillis au potager

Carottes tendres et sucrées, laitues croustillantes, fines herbes de saveur... la merveilleuse fraîcheur des légumes nouveaux! Faire pousser ses légumes est un privilège qu'un véritable amateur de jardin ne saurait négliger. Aujourd'hui plus que jamais — sans considération de rentabilité — mais surtout pour la satisfaction de se nourrir sainement.

Bien sûr, en mars notre climat québécois ne nous permet pas de faire des semis à l'extérieur. Mais le temps passe si vite qu'il faut déjà y penser afin d'être tout fins prêts lorsque la terre sera réchauffée. Et quand donc faut-il semer? On ne sème ni ne plante jamais trop tôt, pourvu que les conditions que réclame un bon semis ou une bonne plantation soient réunies.

Le juste milieu

C'est essentiellement le milieu qui commande: le temps d'abord, le sol ensuite. Pour germer normalement, les graines demandent un certain confort, assurant chaleur, humidité, aération. Si, en examinant les arbres, les bourgeons gonflent régulièrement, si le temps est suffisamment doux, sans gel plusieurs jours de suite, si les écarts entre le jour et la nuit sont relativement faibles et la luminosité suffisante, allez-y! Les graines de carottes, choux, fèves, laitues, oignons, poireaux, pois germent à partir de 6°C. Par contre, les semences de concombres, haricots, potirons, tomates demandent 14° à 15°C pour germer avec vigueur.

Quant au sol, il faut qu'il soit bien ressuyé et ne colle pas aux instruments. Nous avons vu dans les chroniques précédentes que les sols, selon qu'ils sont siliceux ou argileux, ne se réchauffent pas tous à la même période. La surface devra être affinée naturellement grâce au labour préhivernal. Cependant, si vous n'avez pu labourer le jardin à l'automne, pratiquez un ameublissement biologique, sans retournement, qui respectera la vie des micro-organismes utiles. Exécutez-le sur un sol propre, avec la technique suivante:

1. Enfoncez votre bêche légèrement oblique. Poussez-la de la main gauche. De la droite, prenez une poignée d'engrais.
2. Éparpillez cet engrais dans l'espace formé entre votre fer de bêche et la terre tranchée.
3. Tirez votre bêche vers vous de la main

gauche. Inclinez-la pour soulever la terre.

4. Sortez la bêche et recommencez (à côté, bien entendu).

5. Une fois la ligne ainsi travaillée, reportez-vous 40 centimètres en arrière pour en bêcher une autre.

6. Égalisez à la fourche crochue ou au rateau, semez et plantez.

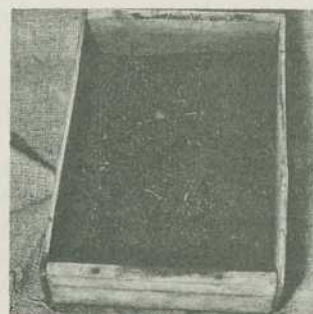
Cet ameublissement, dix fois plus rapide que le labour ordinaire, donne de bons rendements. Mais le labour préhivernal reste le plus à conseiller.

Pour travailler méthodiquement, faites-vous un petit carnet d'observations. Vous pourrez y consigner vos expériences ainsi que le plan du potager pour chaque année, les variétés semées avec leurs périodes de maturité, etc., enfin, tout ce que vous remarquerez dans votre potager. C'est la somme des expériences alliées à l'imagination et à un don de vision qui font l'excellent jardinier.

Terreau et compost

Soulignons tout de suite la différence entre terreau et compost. Un terreau n'a son origine que dans les débris de végétaux, tandis qu'un compost est le résultat de la décomposition des matières organiques tant animales que végétales, récupérées à la maison et au jardin. Fanes de légumes, cendres, plumes de volailles, mauvaises herbes non montées à graines, coupes de gazon, paille, fumier, coquilles d'oeufs, marc de café... voilà en quelque sorte tout ce qui est susceptible de se décomposer. Les fanes de légumes et les cendres comportent en particulier des éléments fertilisants non négligeables: azote, potasse, phosphore, et aussi de la chaux. Ce sont les bactéries naturelles du sol qui rendront possible la «désorganisation» de ces détritiques, qui, petit à petit, vont être humifiés.

Le coin du compost doit être situé dans un endroit assez ombragé, à l'abri d'une haie pour le protéger des grands vents. Il peut être entouré de bois, d'une clôture métallique ou de blocs de ciment ajourés. On dispose sur un sol suffisamment



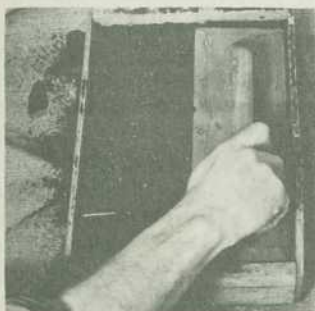
Les fentes ou trous de drainage sont couverts avec des tessons. Terreau: 2/3 sable et 1/3 tourbe, ou utilisez de la vermiculite. Tassez modérément avec les doigts.



Semez très clair pour ne pas avoir à éclaircir avec le premier repiquage.



Pour recouvrir très finement les grains, répandez le terreau à l'aide d'un tamis fin.



Serrez fermement le semis à la planchette.



Humidifier par imbibition. Mettez la caissette dans un sac de plastique jusqu'à l'apparition des germes.

perméable et ameubli en surface une bonne épaisseur de déchets organiques qui doivent être hachés grossièrement si on veut accélérer la décomposition. Lorsque le tas atteint 15 à 20 centimètres de hauteur, on arrose abondamment et on étend une légère couche de fumier de ferme ou de fumier pulvérisé du commerce, ou encore de la poudre d'os ou de la mousse de tourbe qu'on recouvre de terre et de quelques poignées de chaux. On alterne ainsi les couches jusqu'à la hauteur de un mètre, et on retourne le tas tous les deux mois pour l'aérer et stimuler la micro-faune qui y loge: bactéries, insectes, vers de terre. Ces derniers surtout sont les tubes digestifs du sol; de plus, leurs excréments enrichissent le compost en minéraux essentiels. Le tas de compost peut être aménagé tout au long de l'année, mais la décomposition est plus rapide lorsqu'il fait chaud. Au bout de trois à six mois, il a la consistance et l'odeur de l'humus des bois et on ne reconnaît plus les matières «premières». On utilise le compost au jardin avant de semer ou pour recouvrir le semis: 250 kilogrammes de compost (dix brouettes) suffisent pour 100 mètres carrés de terrain.

Les secrets d'un bon potager

Dans un jardin potager, un emplacement doit être réservé à tous les légumes nécessaires à la consommation familiale. Le potager doit être placé dans la partie la plus ensoleillée et la mieux égouttée du terrain. Il vaut sans doute mieux commencer par un petit potager et l'agrandir au fur et à mesure de son

expérience. Dans l'étude du sol, on a vu qu'avec les amendements et façons culturales appropriées, la terre qu'on possède peut être améliorée et utilisée. Des semences de qualité sont aussi nécessaires. Il faut les acheter chez des grainetiers et pépiniéristes de confiance de qui vous pouvez obtenir tous les renseignements sur les variétés les plus recommandées au point de vue goût, précocité, résistance aux maladies, etc. N'oubliez pas toutefois de disposer les plants de façon que les cultures élevées telles maïs, tomates tuteurées et haricots sur rames ne projettent pas leur ombre sur les plants plus petits.

Il est indispensable d'alterner les cultures et de ne pas laisser au hasard la succession des plantes cultivées sur un même terrain. Le principe fondamental est très simple: on alternera des cultures ayant des modes de végétation, des systèmes racinaires et des besoins nutritifs différents. Les racines de diverses plantes qui se succéderont pourront ainsi explorer toutes les couches du sol, et utiliser dans des proportions équilibrées tous les éléments qu'il contient. On classera les légumes comme suit:

- les légumes feuillus dont on mange les tiges et les feuilles: laitues, choux, etc. Leurs besoins en azote sont importants.
- Les légumes racines, dont la partie souterraine est comestible: rutabaga, carottes, etc. Ils ont plus besoin de potasse et d'acide phosphorique que d'azote.
- Les légumes fruits, dont la partie charnue est comestible: tomates, concombres, etc. Ils ont à peu près les mêmes exigences que les légumes racines.
- Les légumes à grains ou légumes secs comme les haricots et les pois. Ils enrichissent le sol en azote, mais demandent aussi des apports de potasse et d'acide phosphorique si le sol en est déficient (une analyse du sol vous le dira).

La rotation des cultures permet aussi de réduire les dégâts causés par les insectes ou maladies qui s'attaquent à certaines familles de plantes.

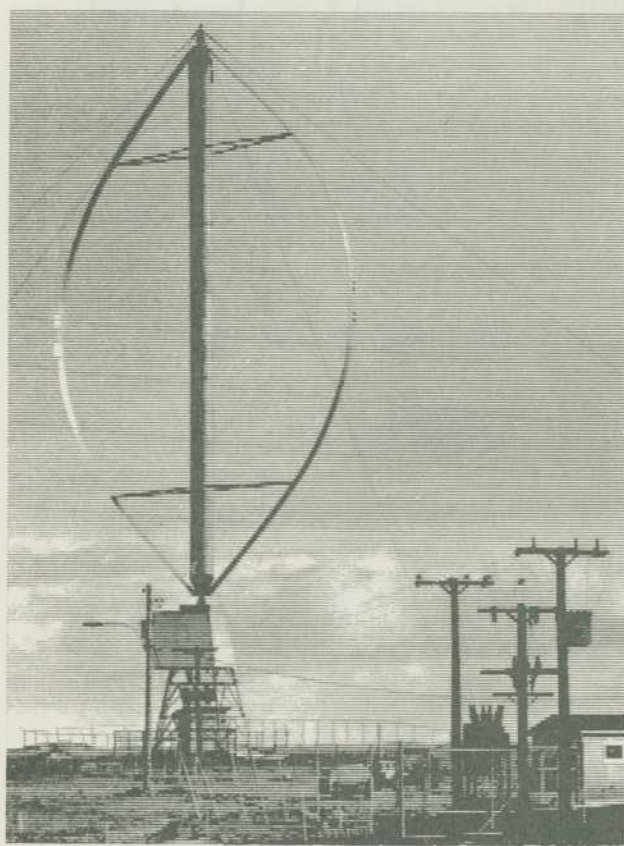
Qui sème dru récolte menu

Pour savoir quel espacement utiliser entre les semis, vous pouvez vous renseigner si vous ne le trouvez pas sur les enveloppes de graines. L'important est de ne pas enterrer trop profondément: les graines doivent être recouvertes de seulement trois fois leur propre épaisseur de terre. Il faut bien presser la terre avec le dos du rateau pour assurer un meilleur contact entre la graine et le sol. L'erreur la plus courante est de semer trop de graines dans un espace restreint: «qui sème dru récolte menu». On peut aussi semer chez soi en couches chaudes, en serre ou en caissettes les légumes qu'on veut récolter tôt ou ceux dont la saison de croissance est plus longue.

Pour en savoir plus

- C. Aubert, *Le jardin potager biologique*, Le Courrier du Livre, Paris, 1973
 R. Rodale, *The Basic Book of Organic Gardening*, Ballantine Books, 1971
 R. Gilbert, *Le Potager*, 1975
 La Mère Michel, *Le Jardin naturel*, Éditions de l'Aurore
Mon Jardin, ma maison (mensuel)

De l'énergie éolienne dans le réseau



Les Madelinots auront été les premiers Québécois à faire usage d'énergie électrique produite à partir du vent. Il était prévisible qu'il en soit ainsi, puisque les Îles-de-la-Madeleine, dans le golfe Saint-Laurent, sont l'un des endroits au Canada où les vents soufflent presque constamment.

L'aérogénérateur expérimental de 230 kilowatts installé aux Îles-de-la-Madeleine, a fourni au réseau local une puissance électrique de 60 kilowatts, pour la première fois, le 22 novembre 1977. La contribution au réseau sera toutefois irrégulière et conditionnée au programme des essais.

Ce "moulin à vent" des Îles, le plus grand et le plus puissant de ce type à être installé, a été mis au point par le Conseil national de recherche du Canada. L'Hydro-Québec, par l'intermédiaire de son Institut de recherche, fournit le site des essais, les fondations, l'installation, le système de contrôle, l'équipement de transformation et de commutation électrique et le personnel nécessaire au fonctionnement, aux essais et aux évaluations. La compagnie Dominion Aluminium Fabricating Indal Ltd, a fabriqué l'éolienne sous contrat avec le CNRC.

Caractéristiques techniques

L'éolienne des Îles-de-la-Madeleine est constituée d'un rotor à deux pales incurvées dont l'axe vertical mesure 37 mètres. A mi-hauteur,

les deux pales sont séparées par une distance de 24 mètres. Une tour en treillis de 9 mètres supporte l'éolienne, ce qui porte la hauteur totale de l'installation à 46 mètres. Pour la réalisation des pales dont le profil symétrique est caractérisé par une corde de 0,61 m, on a procédé par emboutissage en utilisant comme matériau un alliage d'aluminium. Des jambes de force horizontales renforcent les pales tout en les soutenant mieux. Quatre haubans relient le sommet de l'axe vertical aux socles en béton, qui se trouvent à 55 mètres environ du pied du pylône. Une transmission par engrenages et courroie couple l'axe vertical à l'arbre du générateur. Le rapport de démultiplication nominal est de 18, ce qui correspond à une vitesse de rotation comprise entre 38 et 39 tours/mi-nute. Ce rapport peut être modifié à volonté pour les essais.

Le générateur est constitué d'un moteur à induction de 230 kW dont la vitesse de fonctionnement est légèrement supérieure à la vitesse synchrone. Comme le moteur consomme une puissance réactive, quand il fonctionne en générateur, on a installé une batterie de condensateurs de 128 kvar qui permettra de maintenir un facteur de puissance de 99% environ. Un autotransformateur abaisseur de tension, raccordé en série avec la machine, au démarrage, réduit l'appel de courant et par conséquent, les chutes de tension dans le réseau d'alimentation.

Par suite des forts vents, de la salinité de l'air et du verglas qui se manifeste fréquemment, le réseau de distribution des Îles est plus vulnérable aux pannes de courant. Comme la vitesse de l'éolienne est limitée par le réseau, le circuit de commande et de régulation doit pouvoir empêcher la survitesse du groupe aéromoteur qui pourrait résulter d'une coupure de l'alimentation.

Les circuits de régulation sont donc destinés à permettre l'exploitation entièrement automatique de l'installation ainsi que sa protection. Il s'ensuit que les interventions humaines n'auront lieu que dans le cadre des inspections périodiques, de l'entretien préventif et des travaux de réparation.

L'éolienne peut être freinée. On distingue trois types d'arrêt: l'arrêt normal et l'arrêt complet, qui s'effectuent au moyen d'un frein à disque et par l'ouverture du disjoncteur principal, et l'arrêt d'urgence, qui fait intervenir les freins aérodynamiques installés sur les pales.

L'arrêt normal a lieu lorsque, à faible vent, un capteur directionnel de puissance indique que le réseau débite dans le groupe aéromoteur. L'éolienne peut redémarrer automatiquement une fois que la force du vent est à nouveau suffisante.

La séquence d'arrêt complet, pour sa part, est déclenchée par les capteurs mécaniques ou électriques

traduisant des dérangements, tels que la perte de la tension du réseau ou l'apparition de vibrations anormales. On doit alors procéder à une série de vérifications avant de pouvoir faire redémarrer l'éolienne.

L'arrêt d'urgence, enfin, s'effectue lorsqu'un détecteur de vitesse indique un emballement de l'éolienne.

Quant à la séquence de mise en marche, elle est déclenchée après que trois vérifications importantes ont été faites. En premier lieu, il faut que la force du vent soit suffisante, c'est-à-dire que sa vitesse moyenne dépasse pendant deux minutes environ une valeur prédéterminée. Les deux autres vérifications consistent à s'assurer que l'état dans lequel se trouvent le réseau et le groupe aéromoteur répond à certaines exigences. Une fois lancée la séquence de mise en marche, le moteur à induction accélère le rotor avant de passer au mode de fonctionnement en générateur électrique, l'aéromoteur entraînant alors la machine à induction à vitesse hypersynchrone.

Il faut voir

Des études échelonnées sur une période de dix ans ont démontré qu'aux Îles-de-la-Madeleine, la moyenne annuelle de la vitesse du vent est de 8,5 mètres/seconde, ce qui correspond à une source abondante d'énergie éolienne.

Utiliser au maximum la force des vents pour réduire d'autant la consommation de fuel peut représenter un avantage économique important. Selon les calculs, on estime qu'une éolienne comme celle des Îles, dont la vie utile est d'environ 30 ans, peut produire une énergie équivalente à 5 400 000 litres de fuel.

L'évaluation de l'éolienne installée en mai dernier, se poursuivra jusqu'au milieu de 1979. L'Institut de recherche de l'Hydro-Québec a inscrit, dans son programme quinquennal, une autre étude de faisabilité économique pour une éolienne d'un mégawatt, ou plus, ce qui multiplierait considérablement la puissance de l'aérogénérateur expérimental présentement utilisé dans le réseau électrique des Îles-de-la-Madeleine. Selon les conclusions de l'étude, cette éolienne géante pourrait être installée au même endroit et être couplée à un système de stockage d'énergie.

Il existe au Québec d'autres régions, notamment la Gaspésie et la Côte-Nord, où il serait possible d'installer avantageusement des éoliennes de grande puissance. Les résultats des expériences des Îles serviront à déterminer la rentabilité des éoliennes dans un réseau comme celui de l'Hydro-Québec et à déterminer les possibilités d'avenir de cette énergie "douce" et renouvelable.

TÉLÉCOMMUNICATIONS

LE QUÉBEC A DES ANTENNES

Nous sommes irrémédiablement entrés dans l'ère des satellites. En plus de ceux qui sont destinés à l'espionnage, à la télédétection et aux prévisions météorologiques, il faut compter ceux qui servent de support aux télécommunications internationales, relayant voix et images tout autour de la terre. Une bonne part de nos communications téléphoniques avec l'Europe et nombre de pays passent par les satellites d'INTELSAT. Cet organisme international, regroupant 101 pays dont le Canada, exploite en effet un système mondial d'engins placés en orbite géostationnaire au-dessus de l'Atlantique, du Pacifique et de l'océan Indien.

La société canadienne dont relève les télécommunications internationales, Téléglobe Canada, vient de faire un pas supplémentaire important dans le développement des télécommunications par satellite en annonçant sa décision de construire une station terrestre à Weir, à une centaine de kilomètres au nord-ouest de Montréal dans les Laurentides.

Cette station, réservée aux satellites, coûtera quelque 14 millions de dollars et sera mise en service aux cours de l'année 1979. Elle devrait servir à répondre à l'accroissement des communications téléphoniques qui aura certainement suivi le récent lancement, au cours du mois de décembre dernier, du service automatique international. En effet, il est maintenant possible, pour certains «échanges», c'est-à-dire les numéros de téléphone commençant par 522, 524, 681, etc., d'appeler directement dans une bonne vingtaine de pays sans passer par la téléphoniste. D'autres échanges et d'autres pays vont s'ajouter progressivement au fil des accords entre pays et de la solution des problèmes techniques.

À l'heure actuelle, les douzaines de câbles sous-marins qui relient les continents les uns aux

autres assurent encore 60 pour cent des communications, contre 40 pour cent pour les satellites. Même si leurs capacités sont limitées, notamment pour la télévision, les câbles se défendent fort bien et on prévoit qu'ils continueront à transmettre, pour de nombreuses années encore, la moitié des communications.

Car ils sont nettement plus rentables que les satellites. Ils ont une durée de vie qui atteint facilement 60 à 70 ans et offrent une excellente qualité pour la voix humaine et d'autres types de transmissions. On peut les réparer par sections et les répéteurs qui réamplifient les sons à tous les cinq kilomètres environ

se montrent également assez solides pour durer près de 40 ans.

Les satellites ont le désavantage de mourir au bout de quatre à cinq ans, lorsque leurs piles sont épuisées, de ne pouvoir être réparés lorsqu'il y a un bris et de nécessiter des fusées de lancement et tout un appareillage encore coûteux.

Mais ils ont de bons atouts dans leur manche puisqu'il sera bientôt possible de les placer en orbite et de leur faire un brin de toilette grâce à la navette spatiale. De plus en plus puissants et de plus en plus perfectionnés, ils offrent aussi plus de possibilités, c'est-à-dire plus de canaux, tant pour la transmission de la

télévision couleur que pour celle des données numériques, par exemple.

La station de Weir est d'ailleurs conçue pour cette nouvelle génération de satellites, dont trois exemplaires, des INTELSAT IV-A, sont postés au-dessus de l'Atlantique. L'un d'entre eux sera relié à la base des Laurentides.

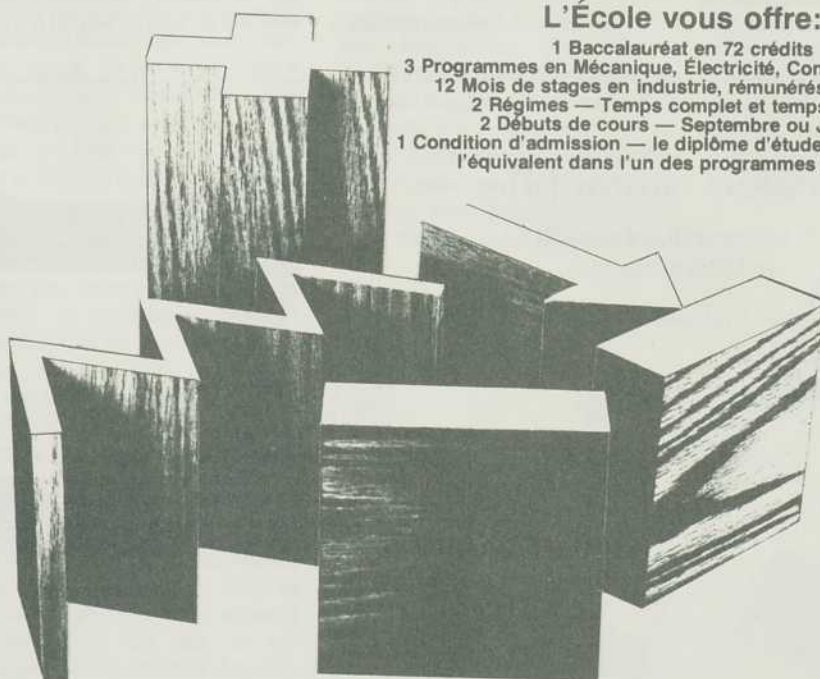
Une station terrestre comme celle de Weir se trouve au début ou à la fin du processus de transmission. Quand vous voulez appeler de Montréal en Grande-Bretagne, par exemple, vous composez zéro pour entrer en contact avec la téléphoniste. Celle-ci vérifie alors, auprès de Téléglobe, s'il y a des lignes

L'industrie a besoin de bacheliers en Technologie

...pour développer et implanter de nouvelles méthodes
...diriger les opérations d'usines et de chantiers
...apporter des solutions aux problèmes techniques
...assumer des postes de cadres.

L'École vous offre:

- 1 Baccalauréat en 72 crédits
- 3 Programmes en Mécanique, Électricité, Construction civile
- 12 Mois de stages en industrie, rémunérés et crédités
- 2 Régimes — Temps complet et temps partiel
- 2 Débuts de cours — Septembre ou Janvier
- 1 Condition d'admission — le diplôme d'études collégiales ou l'équivalent dans l'un des programmes suivants:



ÉLECTRICITÉ

- électrotechnique (243.00)
- électrodynamique (243.01)
- instrumentation et contrôle (243.02)
- électronique (243.03)
- techniques de laboratoire physique (244.00)
- aéronautique (280.00)
- avionique (280.04)

CONSTRUCTION CIVILE

- technologie du bâtiment et des travaux publics (221.00)
- technologie de l'architecture (221.01) ou (220.00)
- technologie du génie civil (221.02) ou (240.00)
- mécanique du bâtiment (221.03) ou (245.00)

MÉCANIQUE

- techniques des matières plastiques (211.00)
- techniques de la mécanique (241.00)
- techniques de fabrication mécanique (241.01)
- équipement motorisé (241.02)
- dessin de conception mécanique (241.03)
- mécanique du bâtiment (221.03) ou (245.00)
- applications thermiques du bâtiment (245.02)
- mécanique de marine (248.03)
- technologie de la métallurgie (270.00)
- aéronautique (280.00)
- aéronautique: techniques de fabrication (280.01)
- aéronautique: techniques d'entretien d'aéronef (280.03)

ADULTES: Les candidats âgés d'au moins vingt-trois ans, possédant des connaissances suffisantes et une expérience pertinente peuvent être admis sur recommandation du comité de sélection.



Université du Québec

École de technologie supérieure

180 est, rue Ste-Catherine, Case postale 370, Succursale N, Montréal, Qué. H2X 3M4 (514) 282-7784

disponibles, par câble ou satellite. Si oui, votre voix est acheminée tout d'abord jusqu'au centre international de Téléglobe, rue Belmont à Montréal. Le son est alors transmis par voie hertzienne sur des lignes que Téléglobe loue de Canadien national-Canadien Pacifique jusqu'aux deux stations terrestres de Mill Village en Nouvelle-Écosse. Celles-ci sont reliées à deux satellites INTELSAT IV-A en orbite au-dessus de l'Atlantique.

De Mill Village, la communication peut également passer par un câble sous-marin, comme celui qui a été posé il y a deux ans pour relier le Canada et la Grande-Bretagne, et qui dispose de 1 500 circuits. Une station en Grande-Bretagne reçoit votre voix et l'achemine jusqu'à l'abonné à Londres ou ailleurs, de nouveau par voie hertzienne. Le déroulement des événements est le même en sens inverse, à cette exception près que plusieurs pays européens peuvent déjà, depuis plusieurs années, appeler de façon entièrement automatique.

Le poste de Weir, avec son antenne, va remplir un peu la même fonction que celui de Mill

Village ou celui de Lake Cowichan en Colombie-Britannique, ce dernier servant pour les télécommunications avec l'Australie, la Nouvelle-Zélande et l'Extrême-Orient.

Située à une distance raisonnable du centre international de Montréal, la nouvelle station va jouer également d'un site qui se prête bien aux télécommunications puisqu'il n'y a ni pollution industrielle, ni trafic aérien, ni interférence des fréquences dans les environs immédiats. Il semble même, selon Robert Séguin, vice-président pour l'ingénierie à Téléglobe, que les conditions de propagation des ondes à Weir conviennent mieux à l'utilisation de bandes de fréquence élevée que celles à la station de Mill Village.

Pour ceux qui ne sont pas bavards au téléphone, signalons que la station des Laurentides pourra aussi être utilisée pour la transmission des données numériques et la transmission vidéo, ainsi que pour les téléconférences vidéo, y compris les liaisons bidirectionnelles audiovidéo et la télécopie.

Michel Gauquelin

ÉNERGIE

LE NUCLÉAIRE A DES ALLIÉS

En réponse aux nombreux mouvements antinucléaires, qui touchent tant les pays socialistes que les pays libéraux, et qui n'épargnent pas les physiciens nucléaires eux-mêmes, 14 d'entre eux ont réaffirmé récemment, dans un «livre blanc» à l'intention de tous les gouvernements, leur conviction que toute option non nucléaire serait une lourde erreur pour l'humanité.

Ce document, qui constitue plutôt un manifeste en 14 points, n'apporte guère de faits nouveaux dans le débat. Il mérite toutefois qu'on s'y arrête à cause de la réputation de ses signataires, au nombre desquels on trouve Nikolai Basov, physicien chef de l'Institut de physique nucléaire Lebedev, à Moscou, leader mondial des recherches sur la fusion thermonucléaire, William B. Lewis, aujourd'hui de

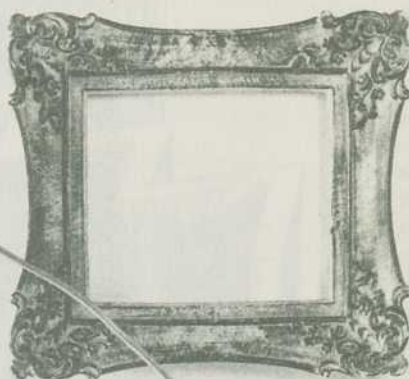
l'université Queen's, en Ontario, qui fut le père de la filière canadienne CANDU, Hans Bethe, physicien nucléaire de Cornell qui fut associé de Gamow dans la théorie cosmologique du «Big Bang», Edward Teller, de l'université de Stanford, une des autorités les plus écoutées en matière nucléaire aux États-Unis, Eugene Wigner, de Princeton, chef de file du programme de fusion aux États-Unis, etc.

Comme le dit leur manifeste, préparé à l'occasion du Forum scientifique international sur un avenir nucléaire acceptable, tenu à Miami à la fin de novembre dernier, les physiciens estiment que le prix à payer pour le non nucléaire, en termes de retard dans le développement des nations moins favorisées, d'instabilités sociales, de guerre et d'autres fléaux dépasse largement les dangers du nucléaire. Ils favorisent à la fois un développement des ressources renouvelables, comme l'énergie du soleil, et l'accentuation des recherches et de la collaboration internationale ouverte dans le domaine des ressources inépuisables (la fusion). Ils jugent néanmoins que le développe-

le discours immobile,

le samedi, de midi
à treize heures

89,1
CKRL-MF
Québec



pour une relecture des divers modes
qu'emprunte l'expression contemporaine
(médium tiède)

ment des filières nucléaires actuelles, ainsi que de filières utilisant les ressources encore plus abondantes de thorium, demeurent dans tous les cas nécessaires.

Les physiciens rejettent la décision américaine d'interrompre le retraitement des combustibles nucléaires usagés (à cause du risque inhérent de prolifération des armements qu'implique cette production de plutonium pur). Ils estiment au contraire que le retraitement est, en fait, la meilleure façon de régler le problème des déchets, puisqu'on en retire alors les isotopes à très longue vie pour les réutiliser dans la production énergétique, et que

l'objectif de non-prolifération des armements pourra être atteint par des mesures «politiques, institutionnelles et techniques prises par la communauté internationale». Acte de confiance qui demeure toutefois imprécis.

Enfin, les physiciens écartent aussi les prétendus risques inhérents à la technologie des centrales elles-mêmes, qui leur paraissent être déjà «acceptablement petits et qui diminueront encore et encore, à mesure que le nombre de réacteurs augmentera, grâce à un usage adéquat de l'expérience acquise».

Pierre Sormany

GÉOLOGIE

LE «PACIFIDE» RETROUVÉ

La théorie de la tectonique des plaques a entraîné durant les années 60 et 70 une véritable révolution dans la pensée géologique. On savait depuis longtemps que la formation des nombreuses chaînes de montagnes du globe devait nécessairement résulter de l'action de forces de compression agissant sur elles. Quant à l'origine de ces forces, on n'en savait rien. Or, avec cette théorie, et comme par enchantement, tout s'explique désormais par des collisions entre d'immenses plaques en très lente dérive sur lesquelles flottent les masses continentales (ces dérives se chiffrent à quelques centimètres par année).

On sait que la croûte terrestre se divise en deux types très différents: la croûte océanique, formée de roches volcaniques généralement d'origine sous-marine, et la croûte continentale, constituée de roches plus légères. Lorsqu'il y a collision entre deux fragments de croûte continentale, il se forme une chaîne de montagnes de type alpin. C'est le cas de l'Himalaya, formé par la rencontre du continent asiatique et de l'Inde, cette dernière étant venue se butter contre la première. Lorsqu'il y a collision entre un fragment de croûte continentale et un fragment de croûte océanique, celui-ci passe en-dessous du premier par le mécanisme qu'on appelle la subduction. C'est ce qu'on observe au Japon, où la plaque du Pacifique s'enfouit lentement

sous l'archipel japonais, d'où, entre autres phénomènes, l'abondance des tremblements de terre.

L'interprétation de la formation de la chaîne alpine par la tectonique des plaques ne pose pas de problèmes particuliers (dans son sens large, le terme «chaîne alpine» désigne l'ensemble des montagnes qui s'étendent des Alpes au-delà de l'Himalaya). Tout le long de la chaîne, on peut observer aujourd'hui les masses continentales qui sont comprimées l'une contre l'autre. Il existe par contre d'importantes chaînes de montagnes dont le mécanisme de formation est moins évident. Elles possèdent les mêmes caractéristiques que la chaîne alpine — très grande épaisseur, jusqu'à 70 kilomètres sous les Andes par exemple, largeur considérable, activité sismique importante, déformation prononcée des roches, hauts plateaux — mais on n'y observe pas la rencontre de deux masses continentales. De fait, on retrouve de telles chaînes de montagnes sur une bonne partie du pourtour du Pacifique: tout le long de l'Amérique, au nord-est de la Sibérie, en Corée, etc. Comment expliquer la formation de ces montagnes circon-pacifiques?

De nombreux indices géologiques nous laissent deviner la réponse. Toutes ces chaînes se seraient formées par collision avec des masses continentales aujourd'hui agglomérées aux

continents actuels, et ces anciennes masses continentales proviendraient de la fragmentation d'un continent unique qu'on a nommé *Pacifica*. C'est du moins l'hypothèse émise dans la livraison du 3 novembre de la revue *Nature* par Ames Nur et Zvi-Ben-Avraham.

De l'Amérique du Sud à l'Alaska il existe de nombreuses masses isolées de roches d'origine continentale à proximité du Pacifique, et même en-dessous de celui-ci comme au large du Pérou. Au sud de ce pays, par exemple, on trouve des roches métamorphiques cristallines qui sont des reliquats de croûte continentale, et ce à des centaines de kilomètres à l'ouest des roches sédimentaires plissées provenant du continent à l'est. On croit qu'à l'ouest de l'Amérique du Nord, de la fin du Primaire il y a au moins 275 millions d'années au début du Tertiaire, il y a de cela quelque 60 millions d'années, se trouvaient d'importantes masses continentales, *Cascadia* et *Llanoria*. On a en effet observé des conglomérats composés de fragments dérivés de roches d'origine continentale, roches que l'on n'observe nulle part aujourd'hui. Par ailleurs, des données paléomagnétiques laissent supposer que pendant le Crétacé, il y a une centaine de millions d'années, ce qui constitue actuellement le Honduras se trouvait alors dans le Pacifique.

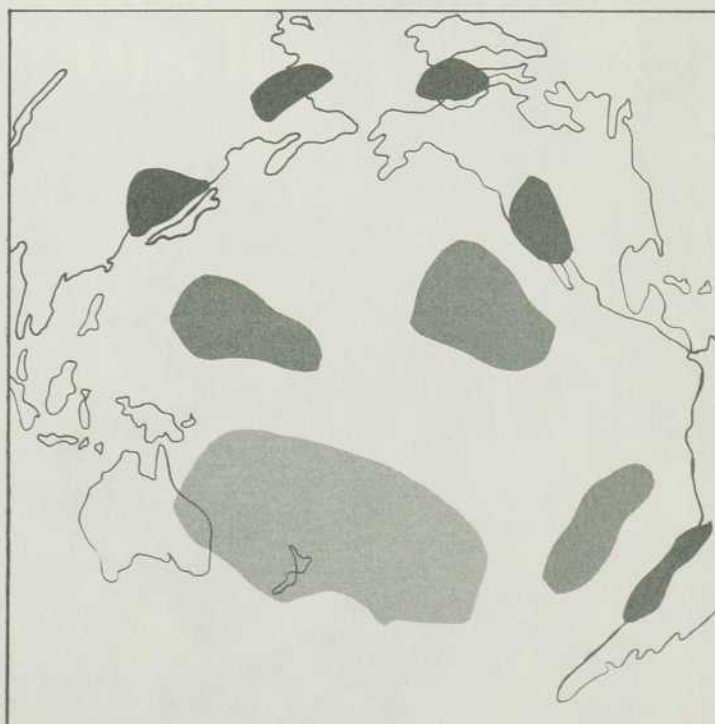
En Sibérie orientale, des don-

nées paléomagnétiques indiquent que les blocs continentaux de *Kolyma* et *Sikhote Alin* se sont soudés au continent asiatique, probablement à la fin du Jurassique ou au Crétacé il y a plus de cent millions d'années. D'où la formation des chaînes de montagnes de *Verkhoyansk* et *Sikhote Alin*. On estime également que la mer d'*Okhotsk* et ses régions environnantes, la quasi-totalité de la Chine au sud du 40^e parallèle et la Corée reposent sur des socles continentaux provenant du Pacifique et qui se sont agglomérés à l'Asie durant le Secondaire et le début du Tertiaire. Il existe en outre des fragments de masses continentales enfouis sous les eaux du Pacifique occidental, en Indonésie notamment.

À vrai dire, l'idée d'un continent disparu dans le Pacifique remonte aux années 50. Des biogéographes avaient alors avancé cette hypothèse pour expliquer la répartition géographique de diverses espèces animales et végétales fossiles.

Donc, les témoignages de la géologie, la géophysique et la biogéographie convergent: dorénavant, il faudra réserver une place à *Pacifica* dans les manuels d'histoire de la Terre. Les échelles de temps ne sont évidemment pas les mêmes, mais à défaut d'avoir trouvé l'Atlantide, on a trouvé le «Pacifide»!

Louis de Bellefeuille



ÉNERGIE

FEU LE CHAUFFAGE EN SOLO

Chauffer des maisons par un système décentralisé ou centralisé? Qu'importe, pourvu qu'on ait chaud, répondra le Québécois moyen, perdu dans son hiver sans fin. Mais pour les spécialistes, la question n'est pas anodine. Elle devient même importante, comme en témoignent les travaux du récent séminaire «Habitat et énergie» tenu en octobre dernier à Ottawa sous les auspices de la Commission économique pour l'Europe de l'ONU.

Nos systèmes actuels de chauffage sont, pour la plupart, décentralisés et individuels: ils desservent une maison individuelle, un immeuble ou tout au plus un petit groupe de bâtiments. Mais, animé d'un souci de conservation de l'énergie, on commence à se demander si des systèmes de chauffage plus collectifs et centralisés, par quartiers ou par villes entières, ne seraient pas plus avantageux.

De fait, s'il est peu connu en Amérique du Nord, le chauffage par quartier existe depuis très longtemps en Europe. En URSS, et dès 1924, tous les immeubles neufs de Leningrad reçoivent

leur chaleur à partir d'une seule centrale thermique située près de la ville, et l'on chauffe les villes moyennes avec une chaufferie centralisée. Dans les pays scandinaves, c'est vers les années cinquante que s'est développé le chauffage par quartier. Celui-ci y fournit aujourd'hui de 15 à 75 pour cent de toute la chaleur consommée dans les zones urbaines.

Techniquement, un SEQ (système d'énergie par quartier), comme disent les spécialistes, est simple: une centrale unique, alimentée par n'importe quelle source première d'énergie (bois, pétrole, gaz, énergie hydraulique ou nucléaire et éventuellement solaire, ou déchets domestiques), permet le chauffage des locaux d'abonnés-consommateurs par l'intermédiaire d'un réseau de distribution central. La chaleur arrive sous forme d'eau chaude (ou de vapeur, pour certains usages industriels) dans de gros tuyaux raccordés à des pipe-lines souterrains. En bout de chaîne, l'usager utilise des calorifères ordinaires et un thermostat individuel, le cas échéant.

Si l'on en croit les mémoires

des experts présents au colloque de l'ONU, les avantages de tels systèmes sont nombreux. En premier lieu vient l'économie de combustible qu'ils permettent de réaliser à une époque où les prix des hydrocarbures et de l'électricité ne cessent de grimper en flèche. D'une part, en effet, le rendement des grandes fournaies peut atteindre 85 ou 90 pour cent (comparé à 60 à 75 pour cent pour les fournaies individuelles), grâce à l'entretien spécialisé et au fonctionnement réguliers. D'autre part, l'économie d'échelle réalisée lorsqu'il s'agit de fournir de la chaleur à 100 000 personnes par un système centralisé plutôt que de faire fonctionner 30 000 ou 40 000 fournaies peut être très appréciable. Enfin — et c'est un argument important — les grandes fournaies peuvent utiliser des combustibles de moindre qualité (la tourbe est très utilisée en Finlande, par exemple) ou de la chaleur jusqu'ici gaspillée.

On sait notamment que la chaleur dégagée lors de la production d'électricité d'origine hydraulique ou nucléaire est généralement relâchée dans l'atmosphère en pure perte. Pourquoi ne pas l'utiliser pour chauffer les maisons ou les bâtiments publics, se demandent les spécialistes. Ils expliquent que cela se fait déjà couramment en Europe, et que la cogénération ou production conjointe d'électricité et de chaleur utile est possible dans une centrale, même si elle nécessite certains équipements spéciaux, comme les turbines à contre-pression ou les turbines à gaz en cycle fermé.

C'est ainsi que le ministère de l'Énergie de l'Ontario projette d'utiliser la chaleur résiduelle des centrales nucléaires pour chauffer les zones urbaines à forte densité d'habitation. Des études préliminaires montrent qu'il est possible et rentable de récupérer l'énergie «perdue» produite par un réacteur de type CANDU de la centrale de Pickering et de la distribuer pour le chauffage collectif de la nouvelle ville de North Pickering (jusqu'à 200 000 habitants prévus) située à quelque huit kilomètres de là. Le chauffage centralisé nucléaire serait donc, tout au moins pour l'Ontario, une solution d'avenir. D'une pierre on ferait deux coups: on rentabiliserait les énormes capitaux investis dans le nucléaire, et on éliminerait

une grande partie de la pollution thermique des eaux créée par les réacteurs nucléaires.

Les défenseurs du chauffage collectif font aussi remarquer que la source d'alimentation de la centrale peut être aussi bien des déchets domestiques ou encore l'énergie solaire directe. Dans le dernier cas, la nature diffuse et intermittente du rayonnement solaire prêche peu en faveur de son utilisation centralisée, mais, pour ce qui est des déchets, on s'accorde à dire qu'il y a sans doute un avenir de ce côté. Déjà la vapeur produite par certains incinérateurs (dont ceux de Montréal, Québec et Hamilton, au Canada) est récupérée et vendue sur le marché. Des études sont en cours pour une conversion massive de l'énergie perdue des déchets en chaleur pour des quartiers entiers.

Plusieurs spécialistes présents à Ottawa ont toutefois souligné que les systèmes de chauffage centralisés présentent des pertes de chaleur dans les réseaux de distribution et que le stockage à long terme de grandes quantités d'eau chaude n'est pas encore au point. Ces systèmes nécessitent aussi de très gros investissements en capitaux, ce qui, pour l'instant, est le désavantage le plus sérieux. On souligne aussi que ces systèmes sont monovalents, donc vulnérables. Comme dans le cas des réseaux d'électricité, les effets de pannes prolongées pourraient être désastreux pour un grand nombre de gens. Enfin, les participants à «Énergie et habitat» se sont montrés sensibles à la possibilité qu'une telle centralisation pourrait, à son tour, influencer la forme de l'habitat en le rendant plus dense. Ce qui est peut-être souhaitable dans certains pays ou dans certaines zones urbaines, mais ce qui ne l'est pas dans d'autres...

En définitive, le chauffage par quartier, à l'ordre du jour dans un contexte d'économie de l'énergie, n'a donc rien d'une panacée. Les occasions de l'appliquer ne seront pas légion, surtout au Canada. Cette solution est toutefois très intéressante pour les zones à forte densité d'habitation, et surtout pour les nouvelles villes. C'est là qu'on peut s'attendre à la voir appliquée à l'avenir.

Jean-Pierre Rogel



éditeur officiel du québec

ÉCOLOGIE

LE CAPITAL
NATURE

C'est peut-être un testament que laissent les écologistes du Service des études écologiques régionales (SEER) de la région de Québec, au moment où Environnement Canada songe à fermer sa Direction régionale des terres à Québec. Pour des raisons d'ordre budgétaire, semble-t-il. Le lancement d'un volume intitulé *L'inventaire du Capital-Nature*, publié en collaboration par les écologistes Michel Jurdant, Jean-Louis Bélair, Vincent Gérardin et Jean-Pierre Ducruc, s'est tenu presque en famille dans les locaux d'Environnement Canada, à la fin de novembre dernier, car l'avenir s'annonce plutôt sombre pour cette équipe d'écologistes maintenant bien rodée et parfaitement en mesure d'effectuer l'inventaire des richesses écologiques du territoire québécois.

Philippe de Saint-Marc, auteur d'un classique de l'écologie (*La socialisation de la nature, éditions Stock, 1971*) a créé cette notion de «capital-nature» retenue par les chercheurs du SEER, pour souligner la nécessité d'inventer des outils de protection et de mise en valeur des richesses écologiques de l'environnement. La cartographie écologique du territoire constitue le moyen le plus efficace d'aboutir à une planification écologique des activités humaines dans le milieu. La SEER a donc mis au point une méthode complète et détaillée d'inventaires écologiques, méthode que l'on explique dans la publication d'Environnement Canada.

Les travaux expérimentaux furent entrepris dès 1967, dans le cadre d'un projet-pilote dans la région du Saguenay-Lac-Saint-Jean. La publication, en 1972, des cartes écologiques, accompagnée de recommandations concernant le développement de la région en harmonie avec son potentiel écologique, a entraîné diverses retombées, plus ou moins directes, plus ou moins évidentes, mais toujours issues des données rendues disponibles à la suite de l'inventaire. Les études écologiques du Saguenay-Lac Saint-Jean auront permis la protection des paysa-

ges ruraux de villages tels que Sainte-Rose du Nord ou l'Anse Saint-Jean. Elles auront aussi guidé les aménagistes dans la localisation d'un port en eau profonde pour l'expédition de minerai de fer, dans le choix des tracés pour les lignes hydroélectriques provenant de la Baie James et dans la description du potentiel d'un parc régional.

L'intérêt de la méthode a aussi amené la SDBJ à charger l'équipe d'effectuer, de 1973 à 1975, l'inventaire écologique du territoire de la Baie James, qui couvre

une superficie de 350 000 kilomètres carrés. La méthodologie fut alors mise à l'épreuve dans un cadre opérationnel; les résultats furent tout aussi concluants, l'équipe ayant mené à bien l'opération (pour la circonstance l'équipe comptait 26 personnes). Les futurs travaux d'ingénierie du complexe NBR, deuxième phase des travaux de développement de la Baie James, seront fortement influencés par les cartes écologiques que l'on a dressées, bien qu'elles se prêtent à de multiples interpréta-

tions. La sauvegarde des écosystèmes fragiles, la gestion des ressources forestières, le choix des sites favorables aux infrastructures de transport et même la détermination des meilleurs secteurs pour la relocalisation des Autochtones déplacés sont autant d'exemples de l'utilité pratique des inventaires écologiques détaillés.

Néanmoins, seulement deux régions du Québec ont été inventoriées de la sorte. L'ensemble du territoire, plus particulièrement la vaste plaine du Saint-

L'Art de
bien faire.La créativité sous
plusieurs formes.

Paul-Émile Borduas

par François-Marc Gagnon. 64 ill. n. et b., 12 ill. coul., 118 p. \$3.95

Les fours à pain au Québec

par Lise Boily et Jean-François Blanchette. ill. coul., n. et b., 127 p. \$6.00

Guido Molinari

par Pierre Théberge. ill. coul., n. et b., 160 p. \$17.50

L'orfèvrerie en Nouvelle-France

par Jean Trudel. ill. n. et b., 239 p. \$12.00

John Vanderpant Photographies

par Charles C. Hill. ill. n. et b., 96 p. \$5.95

Envoyez votre commande à l'adresse suivante:

Les Musées nationaux du Canada,
Section des commandes postales, Ottawa, Canada K1A 0M8

LES MUSÉES NATIONAUX DU CANADA
Et d'histoires en Histoire. . . .



Laurent et le secteur encore jeune mais fort prometteur de la Côte-Nord, ne devraient-ils pas être explorés pour en faire ressortir la diversité des ressources et la richesse écologique? Dans le cas de la plaine du Saint-Laurent, les conflits entre urbanisation et agriculture, entre détérioration du milieu et exigences de qualité de vie se font de plus en plus aigus. Sur la

Côte-Nord, la perspective de grands projets d'exploitation de l'énergie, des mines et autres ressources laisse planer le danger de destructions écologiques majeures. L'inventaire du capital-nature de ces régions fournirait, dans un premier temps, les outils essentiels à une planification sensée des développements à venir et à une intégration des aménagements nécessaires aux

écosystèmes naturels, sans pour autant diminuer la productivité de ces secteurs.

Pas moins d'une quarantaine de cartes sont nécessaires pour traduire les données de terrain sur les reliefs, la végétation, les risques d'érosion, le potentiel agricole ou forestier, l'attrait des paysages et sur bien d'autres paramètres encore. La méthode, développée par les écologistes

du SEER, permet aussi l'intégration de toutes ces cartes de base en une carte synthèse de «l'indice du capital-nature»; celui-ci présente une image globale de la richesse et de la diversité des unités écologiques et leur intérêt pour l'homme.

Ces informations sont essentielles pour orienter la croissance d'un pays et harmoniser son développement aux exigences du maintien des équilibres écologiques. Le Québec ne doit pas échapper à cette règle et doit tenir compte du coût de la terre, du sol, de l'eau, du paysage pour utiliser rationnellement la nature et ses ressources. Si Environnement Canada ne peut plus entretenir une équipe d'écologistes québécois très aptes à fournir les outils de ce développement harmonieux, peut-être le Québec, par le biais de son ministère de l'Environnement ou de son ministre délégué à l'Aménagement du territoire, devra-t-il prendre en charge une telle équipe. L'inventaire écologique du territoire sera un outil précieux pour l'avenir du Québec. Qui d'autres que les Québécois peuvent assumer les coûts des enquêtes et des cartes écologiques destinées à la mise en valeur de leurs ressources?

André Delisle



Avec vous jusqu'aux bouts du monde

Vous sentez le coureur des bois s'agiter en vous, vous avez envie de vacances différentes, vous rêvez de paysages encore vierges... Alors grimpez dans la nacelle avec nous "jusqu'aux bouts du monde" et partez vers des horizons nouveaux (départs: juin, juillet, août, septembre et octobre)



CLUB AVENTURE VOYAGES INC.,
399, boul. Labelle, Chomedey,
Laval H7V 2S5 Tél.: 688-4632

(nous acceptons les frais d'appel)
détenteur d'un permis du Québec.

AFGHANISTAN:
chevauchée à travers les plateaux du Nord
(1 mois)

AMAZONIE:
descente de rivière en pirogue
(1 mois)

ANDES:
expédition à cheval à Vilcabamba
(1 mois)

GALAPAGOS:
découverte d'une faune unique au monde
(1 mois)

MAROC:
randonnée chez les Berbères du Haut-Atlas
(1 mois)

THAÏLANDE:
le Triangle d'Or à dos d'éléphant
(1 mois)

ces voyages sont aussi disponibles sur une base de 2 ou 3 semaines

A tous ceux qui, dans leur domaine,
font progresser la science.
A tous ceux qui cherchent et qui trouvent.
A tous ceux qui veulent comprendre.
A tous ceux dont la profession
est l'innovation.
Autrement dit à tous ceux qui pourraient
l'écrire, Scientific American
présente son édition en français :
Pour la Science.

**MAINTENANT
SCIENTIFIC AMERICAN
EN FRANÇAIS**



LA PHOTOGRAPHIE TOTALE

Faire de l'holographie
n'exige pas absolument des connaissances très spécialisées
sur le sujet ni un équipement spécialisé comme nous le démontre le livre
Holographie. Guide théorique et pratique de la photographie en trois dimensions,
publié en français aux éditions L'Étincelle.
Avec quelques notions de base, toute personne intéressée
peut s'initier à ce nouveau domaine.

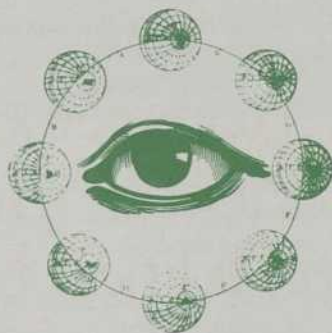
par
Christopher Outwater
et
Eric Van Hamersveld

Chapitre premier Quelques notions de base

Les premières questions qui nous viennent à l'esprit concernant l'holographie peuvent nous servir d'entrée en matière: «Qu'est-ce qu'un hologramme? Et quelles sont les méthodes de l'holographie?» L'holographie, c'est l'ensemble des techniques de préparation de l'hologramme, qui est la plaque ou la pellicule que l'on obtient comme produit fini. C'est le père de l'holographie, Denis Gabor, qui inventa, en 1947, les termes «hologramme» et «holographie». Le mot «hologramme» dérive des mots grecs holos, qui signifie entier ou complet, et gramma, lettre. En outre, le dictionnaire définit un testament holographe (ou olographe) comme étant «écrit en entier de la main du testateur».

Gabor, un physicien hongrois, conçut en 1947 la théorie de l'holographie dans le but d'accroître le pouvoir de résolution des microscopes électroniques. Mais, pour ce faire, il proposa une théorie portant non sur un faisceau d'électrons, mais sur un rayon de lumière. Il réalisa donc le premier hologramme. Les hologrammes de Gabor étaient déchiffrables mais entachés de nombreuses imperfections, car il ne disposait pas de la source lumineuse requise pour produire des hologrammes clairs, comme nous le faisons aujourd'hui, et il ne faisait pas usage du rayon de référence convergent, que nous décrirons plus loin. Quelle est cette source lumineuse qui lui manquait? C'est le laser, dont le premier prototype fut mis au point en 1960.

La lumière émise par un laser diffère radicalement de celle émise par toute autre source, qu'elle soit naturelle ou artificielle, d'où ses propriétés surprenantes. Car elle peut être cohérente. En principe, ceci signifie que sa longueur d'onde est



uniforme et que ses ondulations sont en phase. Peut-être s'agit-il là de termes nouveaux pour certains d'entre vous. Voici un analogue pour clarifier les choses.

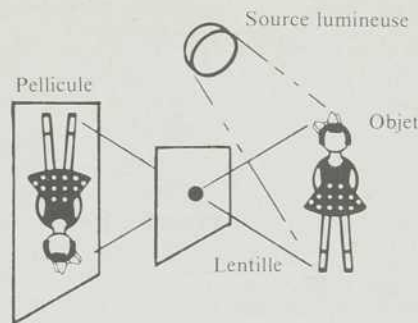
Supposons que vous êtes en train de survoler une autoroute à une heure de pointe et, plus précisément, un long tunnel que doivent emprunter tous les véhicules. Il n'y a rien d'étonnant à ce que des types de véhicules sortent du tunnel à des vitesses variées: une Cadillac à 120 km à l'heure, une Volkswagen à 75, une motocyclette à 95 et un camion à 65. Les distances entre eux varient également. Nous avons donc des types distincts de véhicules se déplaçant à des vitesses différentes, avec entre eux des écarts se modifiant constamment.

Alors quelque chose de très étrange se produit. Vous voyez de plus en plus de Cadillacs Coupé de Ville 1973 à la sortie du tunnel. Mais regardez de plus près. Il n'y a plus que des Cadillacs Coupé de Ville 1973 identiques, couleur or avec des fenêtres teintées. Non seulement sont-elles pareilles, mais elles se déplacent toutes à la même vitesse, en conservant une distance constante entre elles. De sorte que si, par hasard, vous aviez un chronomètre, vous observeriez que les autos sortent à la fréquence d'une à la seconde. Si vous vous éloigniez ou, plus probablement, si vous deviez vous évanouir à cause des gaz d'échappement, vous verriez en reprenant vos esprits que les autos sortent toujours au rythme d'une à la seconde. On dira qu'elles sont en phase.

Or la lumière cohérente à la sortie d'un laser est analogue. Il est vrai qu'on atteint rarement, sinon jamais, une cohérence de 100 pour cent, il existe plusieurs sortes de lasers actuellement disponibles dont la cohérence est suffisante pour préparer des hologrammes à rayons convergents d'excellente qualité.

La lumière émise par un laser est, si l'on veut, toute du même modèle, celui-ci variant selon les caractéristiques de la

Procédé photographique



Pour la photographie, le soleil et les ampoules domestiques peuvent servir de sources lumineuses. Cette lumière est réfléchiée par un objet, puis concentrée par une lentille. L'émulsion réagira à l'image lumineuse: les photons provoqueront la transformation chimique des molécules d'halogénure d'argent.

substance active du laser. Nous expliquerons dans le prochain chapitre la signification du terme laser et comment il fonctionne pour produire de la lumière cohérente. Ce qu'il faut retenir maintenant, c'est que la fréquence de la lumière laser est constante et que, dans un milieu donné, toute la lumière, quelle que soit sa longueur d'onde ou fréquence, voyage à la même vitesse.

C'est un fait que tout rayonnement électromagnétique, y compris la petite portion du spectre électromagnétique que l'on appelle la lumière visible, se déplace dans le vide à la vitesse de 300 000 km à la seconde. (Notez que la vitesse de la lumière dans le vide, que l'on désigne par la lettre c , est une des constantes de la nature.) Les ondes lumineuses peuvent osciller à des fréquences variées et, conséquemment, avec des longueurs d'onde différentes. De sorte que durant un intervalle de temps donné, disons une seconde, il y aura émission d'un plus grand nombre de longueurs d'onde pour des ondes courtes (bleues par exemple) que pour des ondes plus longues (rouges par exemple). Ce qui ne veut pas dire que les diverses longueurs d'onde voyagent à des vitesses différentes. Retournons à notre autoroute: pour une vitesse donnée et un écart constant entre les véhicules, il y aurait plus de Volkswagens (longueur d'onde courte) que de Cadillacs (longueur d'onde longue) qui passeraient par un point quelconque pendant un intervalle de temps donné.

Le temps est venu de définir quelques termes que nous avons déjà utilisés et qui reviendront fréquemment dans cet ouvrage. La longueur d'onde, désignée par la lettre grecque λ , et la fréquence, désignée par la lettre grecque ν , sont reliées par l'équation $c = \lambda \nu$, où c est la vitesse de la lumière dans le vide. Plus la longueur d'onde est courte, plus la fréquence est élevée, et inversement. L'amplitude est la hauteur ou l'intensité d'une onde. Par exemple, un laser coté à 5 mW

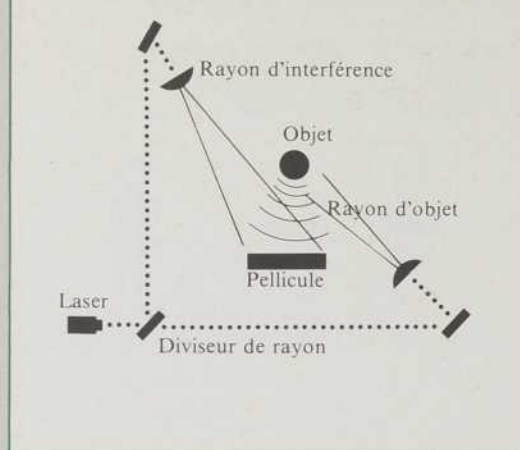
(5 milliwatts, ou millièmes de watts) émettra de la lumière de même fréquence et longueur d'onde qu'un laser du même type coté à 1 mW. Mais la hauteur des ondes émises par le laser de 5 mW sera cinq fois supérieure à celle des ondes du laser de 1 mW.

La longueur d'onde est la distance d'une crête à l'autre; elle équivaut également à un cycle. L'unité de temps conventionnelle pour compter les cycles est habituellement la seconde. D'où l'expression couramment utilisée de cycles à la seconde (c/s), qu'on nomme également Hertz (Hz) en l'honneur du physicien allemand Rudolph Hertz, qui a découvert les ondes radio. La fréquence du rayonnement électromagnétique visible est de l'ordre de 10^{15} Hz; sa longueur d'onde varie de 400 à 700 nanomètres (milliardièmes de mètre).

Jusqu'ici nous avons décrit la lumière comme s'il s'agissait d'énergie se déplaçant dans l'espace sous forme d'ondes. Certes, cette vision des choses est valable pour traiter de l'holographie. Mais la nature de la lumière n'est pas si simple que cela. De fait, l'histoire relativement récente de la théorie de la lumière a parfois des allures de conte de fée. Ses auteurs comptent parmi les grands noms de la science: Christiaan Huygens, Isaac Newton, Augustin Fresnel, Thomas Young, Max Planck, Niels Bohr et, évidemment, Albert Einstein. Pourtant, la dualité de la nature de la lumière, qui se comporte tantôt comme une onde, tantôt comme une particule, demeure une des énigmes du monde naturel. Un grand pas a été franchi en 1900 lorsque Max Planck avança l'hypothèse que tout rayonnement électromagnétique est émis sous forme de paquets qu'il nomma quanta. Einstein s'inspira par la suite de la théorie de Planck pour expliquer l'effet photoélectrique; il nomma à son tour photons ces paquets d'énergie. Aujourd'hui les hommes de science considèrent la lumière soit

En holographie, il faut une source qui n'émette qu'une seule longueur d'onde de lumière cohérente, le laser. La lumière émise se divise en deux pour former un rayon de référence dirigé directement sur la pellicule. L'autre rayon, le rayon objet, sera braqué sur l'objet à holographier. La lumière réfléchie par l'objet varie maintenant en intensité et en phase par rapport au rayon de référence. Les deux rayons réagiront par interférence à la surface de la pellicule.

Procédé holographique



comme formée de particules (photons ou quanta), soit comme un train d'ondes continues, selon la situation ou l'expérience. Ce n'est pas la nature qui «cloche», mais plutôt nos modèles ou représentations qui sont défaillants. Il est très important de ne pas laisser nos idées ou nos modèles de ce qui devrait être nous fermer l'esprit sur ce qui est ou sur ce qui pourrait être. Il faut toujours rester disponible à toute nouvelle observation, qu'elle concorde avec notre vision des choses ou non.

Le physicien anglais Thomas Young a réalisé en 1802 une éloquente démonstration de la nature ondulatoire de la lumière. Il fit passer la lumière émise par une source unique par un petit trou dans un écran, puis par deux fentes étroites voisines l'une de l'autre dans un deuxième écran avant d'observer sur un troisième écran le résultat obtenu. À sa grande surprise, il n'avait pas, sur le dernier écran, une simple superposition de la lumière ayant passé par les deux fentes, mais une alternance de lignes claires et sombres.

Il en a déduit que cette alternance était la résultante du mélange des ondes lumineuses émanant des fentes. Les nombreux disciples enthousiastes de Newton, qui avaient certes raison de l'être, éprouvaient pourtant de la difficulté à expliquer cette nouvelle découverte avec la théorie corpusculaire de Newton. En effet, celui-ci avait tenté d'expliquer les phénomènes optiques tels que la réfraction et la réflexion en termes d'effets gravitationnels. D'une certaine façon, la théorie quantique devait plus tard lui donner partiellement raison.

Nous appelons motif d'interférence des ondes lumineuses les lignes ou «franges» qu'observa Young. Lorsqu'une crête se superpose à une autre crête, il y a interférence constructive, d'où la formation d'un point brillant. Si, par contre, une crête se superpose à un creux, il y a interférence destructive.

On s'en souviendra, la lumière visible oscille à quelque 10^{15} Hz, c'est-à-dire un million de milliards de fois à la seconde. L'homme n'a encore inventé aucune machine assez sensible pour enregistrer chacune des ondulations de l'onde. Ce que nous percevons, c'est l'effet additif des ondes lumineuses, dont 10^{15} longueurs d'onde viennent heurter l'écran à chaque seconde. Un tel nombre, comme tant d'autres que l'on rencontre dans des domaines comme la physique, l'astronomie et l'électronique, peut paraître éloigné de toute expérience sensible. Pourtant, l'obtention de mesures précises est inhérente au progrès de la science. Notons simplement qu'un milliard de secondes, par exemple, équivalent à environ 30 années et que 10^{15} secondes est encore un million de fois plus grand.

Devant des chiffres si considérables, même si nous ne sommes pas encore aujourd'hui en mesure de compter les ondes individuellement, comment a-t-on découvert que la lumière est un rayonnement électromagnétique? Le mérite en revient à J. Clerk Maxwell, qui a conçu en 1864 une théorie mathématique qui s'est révélée étonnamment fructueuse. Il a prédit non seulement la nature électromagnétique de la lumière, mais aussi sa vitesse de déplacement. Einstein s'est d'ailleurs appuyé sur les équations de Maxwell pour asseoir sa théorie de la relativité restreinte. Toutefois, ce n'est pas avant la création en 1900 de la théorie quantique, dont il a été question plus haut, que l'on a commencé à comprendre réellement comment se forment les ondes lumineuses.

Chapitre 2

Le laser

Maintenant que nous connaissons dans ses grandes lignes la nature de la lumière, nous pouvons étudier la source lumineuse qui rend possible l'holographie: le laser (acronyme créé à partir des initiales des

mots anglais **Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation**: création de lumière par stimulation des émissions de radiation). Car la compréhension du phénomène d'émission spontanée de lumière, en somme du fonctionnement du laser, sera d'un précieux secours pour visualiser le processus holographique.

Sans le laser, les caractéristiques uniques de l'holographie que sont la création d'images décrivant les trois dimensions de l'espace et la conservation des phases de la lumière seraient impossibles telles que nous les connaissons aujourd'hui. Deux ans après l'invention du laser à onde continue, durant les années 1959 et 1960, Leith et Upatnieks reprirent avec le laser (à l'Université du Michigan) les expériences de Gabor en 1947: Ce fut le début de l'holographie moderne.

Le laser est un créateur de lumière doté de caractéristiques très particulières. Deux théories fondamentales en ont permis la conception et la réalisation: la théorie atomique du physicien danois Niels Bohr et la théorie quantique. En 1913, s'inspirant de la récente théorie quantique, Bohr avança l'hypothèse que l'électron, dans son orbite autour du noyau, ne peut occuper que certains niveaux précis, ou quantiques, d'énergie. Au niveau inférieur, dit **niveau (ou état) fondamental**, l'électron est le plus rapproché du noyau. Mais si l'on expose l'atome à une source extérieure d'énergie, l'électron pourra être élevé à un niveau d'énergie supérieure, c'est-à-dire qu'il deviendra dans un état excité: l'électron décrira alors une orbite d'une plus grande circonférence autour du noyau. Il est important de comprendre que, lorsqu'il est excité, l'électron n'est pas libre de se déplacer n'importe où et qu'il doit se confiner à certains niveaux. D'autre part, une quelconque quantité d'énergie ne suffit pas pour faire changer l'électron d'orbite. Cette quantité doit être égale à la différence d'énergie entre le niveau fondamental et le niveau excité auquel aura accédé l'électron. Le rapport de cette différence d'énergie sur la constante de Planck «*h*» donnera la fréquence. À vrai dire, l'électron peut accéder à plusieurs niveaux d'énergie, mais cela n'est pas essentiel à notre description du fonctionnement du laser.

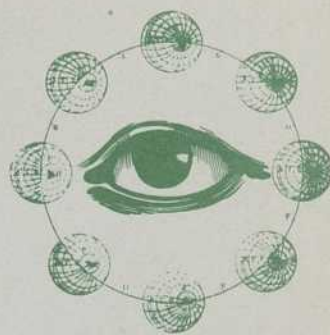
L'énergie absorbée est irradiée en paquets discontinus, lesquels interagissent avec leur milieu de façon très sélective. Deux phénomènes fondamentaux sont à l'origine du fonctionnement du laser. Il dépend tout d'abord des caractéristiques d'émission très particulières de certains atomes dont des électrons ont été élevés à un niveau excité. Lorsqu'un électron retombe à son état fondamental (comme tous les électrons tôt ou tard), il **émet** à son tour un paquet d'énergie électromagnétique ou radiative qui équivaut

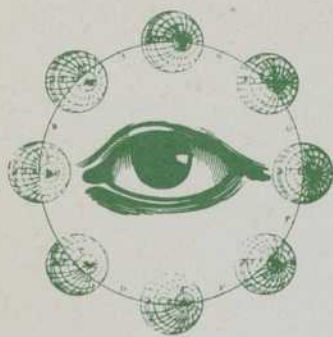
précisément à la différence d'énergie entre les deux niveaux, fondamental et excité. En d'autres termes, ce qui rentre ressort. Mais ceci ne suffit pas à rendre une substance adéquate pour un laser car, s'il y a trop d'électrons dans l'état fondamental, l'énergie émise par les électrons excités sera absorbée par les électrons dans l'état fondamental. Ceux-ci émettront spontanément, à un moment ou l'autre, un quantum qui sera peut-être d'énergie voulue, mais cela serait sans utilité pratique. Car nous ne voulons pas qu'un atome émette un photon à n'importe quel moment: c'est pourquoi on **stimule** l'atome pour qu'il émette son énergie à un instant prédéterminé. Ce paquet d'énergie ne sera pas absorbé par un électron dans l'état fondamental mais stimulera plutôt un atome déjà excité à émettre un photon. Or, pour soutenir l'émission par stimulation de photon qui permette au laser d'émettre sa lumière, il faut tout d'abord créer puis ensuite maintenir une **inversion de population**.

Avec les lasers, on applique les principes de l'électronique à la partie visible du spectre électromagnétique. En électronique, on produit une oscillation par réaction dans un amplificateur. C'est le circuit de réaction qui détermine la fréquence d'oscillation. Dans un laser, c'est le tube d'atomes excités qui constitue l'amplificateur et c'est le miroir, ou résonateur, qui constitue le circuit de réaction. Il y a oscillation à ces longueurs d'onde là où le gain équivaut aux pertes, pour un trajet aller-retour, par exemple entre deux miroirs. Ce qui détermine le gain d'un laser, c'est le degré d'inversion de population, c'est-à-dire lorsqu'il y a plus d'électrons excités que d'électrons à l'état fondamental (à leur plus bas niveau d'énergie).

Le type de laser dont vous vous servirez probablement est le laser à l'hélium-néon, qui est sans doute le laser le plus couramment utilisé aujourd'hui à cause de son prix modique. Le tube du laser contient environ 10% d'hélium et 90% de néon. De ces deux gaz inertes, c'est le néon qui est l'élément actif du laser, l'hélium agissant en quelque sorte comme catalyseur puisqu'il facilite l'absorption d'énergie par le néon. Les atomes et les molécules de ce système gazeux sont en mouvement avant même qu'on y introduise volontairement plus d'énergie. Quelques électrons (mais d'une très, très faible quantité) sont déjà dans un état excité, et donc à un niveau d'énergie supérieur, et quand ils retombent à l'état fondamental, comme ils doivent nécessairement le faire tôt ou tard, ils émettent un photon qui sera rapidement absorbé.

Peut-être vous demandez-vous comment il se fait qu'il y ait des électrons, peu nombreux certes, dans un état excité sans qu'il y ait eu une décharge énergétique





préalable, i.e. avant que n'ait été branché le laser. La réponse, c'est que, même à température ambiante, les atomes et molécules vibrent suffisamment vite pour qu'il y ait passage d'électrons à un état excité. Ce phénomène s'exprime selon des lois statistiques. Par analogie, si 250 personnes assistent ensemble à la messe, tôt ou tard, durant le sermon, quelqu'un toussera ou éternuera. Si vous comparez le nombre de moments où deux ou trois personnes toussent avec celui où elles ont toutes respiré normalement, vous aurez une idée de ce qui se passe dans un laser avant qu'il n'y ait excitation. Les quelques atomes qui sont dans un état excité retombent à leur état fondamental en émettant un photon. Celui-ci heurtera alors un autre atome, qui sera fort probablement dans l'état fondamental: le photon sera alors absorbé. Ceci est la clé du fonctionnement du laser. S'il y a suffisamment d'atomes avec des électrons excités, il devient probable qu'un photon incident ne sera pas absorbé et que, par surcroît, il pourra frapper un autre atome qui émettra un autre photon. Très rapidement, on a un, deux, quatre, huit, seize photons, etc. Il y a eu **inversion de population**: beaucoup plus d'électrons sont dans un état excité que dans l'état fondamental.

N'oubliez pas qu'il ne s'agit ici que du laser à l'hélium-néon qui est le type le moins coûteux et celui dont vous vous servirez sans doute. Mais il existe d'autres types de lasers, dont le laser à l'argon ionisé, qui peut émettre de la lumière bleue et verte, et le laser au krypton-argon, qui peut émettre de la lumière de trois couleurs: bleu, vert et rouge. Hélas, ces lasers coûtent extrêmement cher.

Il existe également le laser à rubis, qui permet de faire des hologrammes d'objets animés. Des atomes de chrome inclus dans un cristal de saphir sont à l'origine de l'émission stimulée de lumière. On excite les atomes de chrome avec un éclair lumineux produit par un flash spécial.

Avant d'aborder les aspects plus mécaniques du fonctionnement d'un laser, revenons un peu en arrière pour décrire le rôle que joue l'hélium dans un laser à l'hélium-néon. L'hélium possède un niveau d'énergie métastable (de longue durée) qui coïncide à peu près avec un des niveaux d'énergie du néon qu'il nous faut exploiter pour déclencher le fonctionnement du laser. Or on a découvert qu'il est beaucoup plus facile d'élever l'hélium à ce niveau excité et de le laisser transférer au néon les paquets d'énergie voulue lors des collisions entre les atomes des deux gaz dans le tube (qui est sous la pression nécessaire pour accélérer le processus). On utilise donc l'hélium en quelque sorte comme un messenger ou, si vous préférez, comme un filtre pour emmagasiner pour le néon le niveau voulu de haute énergie. Si

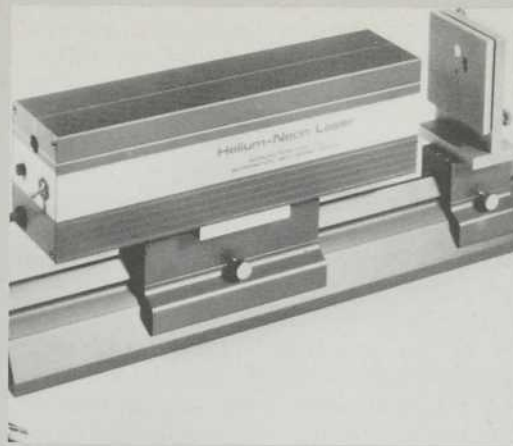
le néon est l'élément actif du laser, l'hélium en facilite grandement le fonctionnement.

Ce que nous avons décrit jusqu'ici n'est à vrai dire rien d'autre qu'un tube lumineux sophistiqué semblable à ceux qui éclairent les lieux de divertissement nocturnes. Ce qui différencie le laser du tube lumineux ordinaire, ce sont surtout ses caractéristiques mécaniques, c'est-à-dire la nature des relations géométriques entre ses composantes optiques.

Dans le tube du laser, les atomes émettent leurs photons dans toutes les directions de l'espace. Un très faible pourcentage de ces photons, environ 2%, sont émis horizontalement dans le tube. Ils stimulent alors les atomes excités, qu'ils rencontrent sur leur passage, à émettre des photons dans la même direction. Ceci ne serait d'aucune utilité si nous ne placions un miroir à chacune des extrémités du tube afin d'obliger les photons à se déplacer aller-retour parallèlement à l'axe du tube: à la longue, un grand nombre de photons finissent par se déplacer de la sorte. Un des miroirs n'est que partiellement opaque, ce qui permet à une partie de la lumière de s'échapper.

Nous avons évoqué plus haut quelques-unes des caractéristiques de la lumière laser. Nous pouvons maintenant poursuivre l'examen de son fonctionnement: la source de lumière est l'énergie libérée lorsqu'un électron retombe à l'état fondamental. Or il n'y a qu'une seule espèce d'atome qui participe en fin de compte à la création de la lumière cohérente du laser. Il s'ensuit, selon les lois de la mécanique quantique, que l'énergie libérée par des transitions électroniques identiques dans chaque atome doit être exactement la même. En d'autres termes, chaque photon est porteur d'une même quantité d'énergie. Les photons auront donc la même fréquence et la même longueur d'onde: ils formeront un rayon de lumière cohérente. C'est le dispositif constitué par les miroirs, qu'on appelle parfois **cavité de résonance** (ou résonateur), qui oblige cette lumière intense et monochromatique à quitter le tube sous forme d'étroit faisceau rectiligne. Non seulement les photons contiennent-ils la même quantité d'énergie émise par stimulation, mais aussi se déplacent-ils dans la même direction.

La longueur d'onde exacte de la lumière émise par le laser est tributaire de la distance entre les miroirs. Les transitions électroniques produisent une étroite bande de longueurs d'onde, dans laquelle se situe la longueur d'onde de la lumière émise par le laser. Le diamètre du rayon émis varie selon l'alésage du tube; pour la plupart des lasers à l'hélium-néon, il est de l'ordre de 1,5 mm à la sortie. Un tel rayon s'étale beaucoup moins rapidement qu'un



Le laser à l'hélium-néon, le plus couramment utilisé aujourd'hui, contient environ 10 pour cent d'hélium et 90 pour cent de néon. Le néon est l'élément actif du laser, l'hélium agissant en quelque sorte comme catalyseur en facilitant l'absorption d'énergie par le néon.

rayon de lumière incohérente.

Si la lumière laser est cohérente, c'est qu'elle est irradiée par un ensemble homogène d'atomes soumis à des conditions identiques. Les miroirs à chaque extrémité obligent le faible pourcentage d'électrons qui les frappent à rebondir en ligne droite, d'où formation d'une cascade de lumière dans l'axe du tube. Si vous enleviez le revêtement du laser, vous verriez la même lumière monochromatique intense, mais vous n'apercevriez le rayon rectiligne, si caractéristique de la lumière laser, qu'à la sortie de l'extrémité où se trouve le miroir partiellement opaque. Voyons maintenant quelles sont les applications pratiques de la lumière cohérente et comment on les utilise en holographie.

Chapitre 3

Un hologramme simple

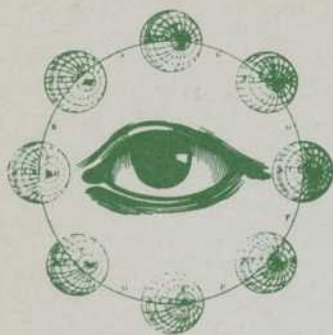
L'hologramme, c'est-à-dire le document qui contient l'information que nous voulons représenter, n'est rien de plus qu'une pellicule de film noir et blanc, à contraste élevé, et à grain très fin. Il existe d'autres substances photosensibles telles que les plastiques photochromiques et les cristaux ferroélectriques, mais il est plutôt improbable que vous les utilisiez au début. Nous traiterons donc d'émulsions à base d'halogénures d'argent semblables aux pellicules disponibles sur le marché. Toutefois, les pellicules conçues spécifiquement pour l'holographie se distinguent des autres par un aspect bien important: elles sont capables d'une résolution très élevée. Une des façons d'évaluer la résolution d'une pellicule ou d'une lentille est de compter le nombre de lignes que l'on peut distinguer dans une longueur donnée, par exemple un millimètre. Avec une pellicule relativement peu sensible telle que la Kodak Pan X on peut distinguer environ 90 lignes au millimètre (dépendant de la méthode de développement), alors qu'avec une pellicule de qualité conçue pour l'holographie comme l'AGFA Gaevert 8E75 on peut compter jusqu'à

3 000 lignes au millimètre. D'autre part, les pellicules holographiques sont fabriquées de façon à être sensibles seulement à la lumière d'une bande de longueurs d'onde prédéterminée. Aussi donne-t-on un numéro de code à chaque type de pellicule: l'AGFA 8E75 par exemple est sensible à la lumière rouge, et on l'utilise avec les lasers à rubis ou à l'hélium-néon. La Kodak 649F est environ 10 fois moins sensible que la précédente et enfin la plaque Kodak 120 et la pellicule SO173 sont très semblables à l'AGFA 8E75 mais pas aussi sensibles.

Mais pourquoi avoir besoin d'un pouvoir de résolution si élevé? Parce que l'hologramme n'est pas la représentation d'une image au foyer, comme en photographie, mais plutôt la représentation de l'interférence d'ondes lumineuses laser qui sont réfléchies sur l'objet cible avec les ondes d'un autre rayon de lumière cohérente, le rayon de référence, dont il sera question plus loin. La longueur d'onde de la lumière d'un laser à l'hélium-néon est de quelque 61 microcentimètres, ou milliardièmes de centimètres, d'où la nécessité d'un pouvoir de résolution élevé.

Vous comprendrez la différence fondamentale entre l'holographie et la photographie si nous décrivons ce qui se produit lorsque vous prenez une photo et lorsque vous préparez un hologramme.

Une **photographie** est en quelque sorte la représentation des diverses intensités de la lumière réfléchie par un objet et concentrée par une lentille. Cette lumière est incohérente. L'objet réfléchit donc de la lumière de longueurs d'onde variées, et la lumière d'une longueur d'onde donnée n'est pas en phase. L'émulsion réagira à l'image lumineuse concentrée par la lentille et c'est le bombardement par les photons qui provoquera la transformation chimique des molécules d'halogénure d'argent. Il y a correspondance ponctuelle entre l'objet et l'émulsion. Par cela il faut entendre qu'un point ou un ensemble de points qui reflètent de la lumière sur un objet, par exemple un chapeau blanc, sera une source plus intense de lumière, qui



sera concentrée par votre lentille, qu'un chapeau noir, qui absorbera plutôt qu'il ne réfléchira la lumière. L'objet blanc exposera plus d'halogénure d'argent, de sorte qu'après développement, lorsque vous imprimerez votre négatif pour en tirer un positif sur papier, une quantité moindre de lumière de votre agrandisseur pourra passer à travers la partie du négatif en question: la partie correspondante du positif sera donc plus claire.

On peut concevoir tout objet comme la somme des milliards de points qui reflètent, à divers degrés, la lumière. La lentille de la caméra concentre chaque point de l'objet sur un point correspondant de la pellicule, où sera exposé l'halogénure d'argent. Ce que vous consignerez sur pellicule, donc, ce sont les différences d'intensité à la surface de l'objet, lesquelles forment un motif associé naturellement à ce même objet. Il est vrai qu'en holographie également nous nous servons des propriétés des ondes lumineuses et que nous utilisons généralement des pellicules d'halogénure d'argent. Pourtant, la ressemblance s'arrête là: comme vous le savez maintenant, les sources de lumière de la photographie et de l'holographie sont **profondément différentes**.

Le soleil et les ampoules domestiques émettent de la lumière d'une multitude de longueurs d'onde. Le laser, nous le savons, n'émet qu'une seule longueur d'onde de lumière cohérente. Si nous nous contentions d'illuminer notre objet avec de la lumière laser pour ensuite le photographier, nous ne capterions toujours que l'intensité variable de la lumière réfléchie par l'objet. Nous n'apprendrions rien sur la phase des ondes lumineuses réfléchies sur l'objet.

Comment capter cette précieuse information? Il nous faut un point de référence ou de repère. Tout comme l'arpenteur qui a besoin d'un repère pour effectuer ses mesures, il nous faut une source de référence pour enregistrer les différences de phase des ondes lumineuses, ceci pour nous permettre de capter l'information qui rend les diverses dimensions de l'espace, y compris la profondeur. Ce repère, c'est le rayon de référence, qui provient de la source de lumière laser elle-même.

Le rayon de référence est émis sous la forme de ce que l'on appelle une **onde plane**. À l'aide d'un diviseur de rayon (ou lame semi-réfléchissante), on forme deux rayons, dont le rayon de référence, que l'on dirige directement sur la pellicule. Même si on étale ce rayon avec une lentille et si on le dirige sur la pellicule avec un miroir, cela ne modifie guère, à toutes fins pratiques, ses ondes lumineuses. L'autre rayon, que l'on nomme **rayon objet**, sera habituellement lui aussi étalé par une lentille et dirigé par un miroir, mais il sera braqué sur l'objet qu'on veut holographier.

Avant que le rayon objet ne frappe celui-ci, il est lui aussi composé d'ondes planes. Mais dès qu'il le heurte, il est modifié selon les caractéristiques physiques et les dimensions de l'objet. De sorte que la lumière qui atteint la pellicule après avoir été réfléchie par l'objet varie en intensité et en phase par rapport au rayon de référence, qui est resté à peu près inchangé. Ce qui était auparavant une onde plane est devenu un front d'ondes complexes résultant de l'effet cumulatif de l'infinité de points à la surface de l'objet qui reflètent la lumière.

Il serait inutile d'utiliser ainsi un laser pour obtenir ces renseignements sur un objet si l'on ne permettait aux rayons objet et de référence d'interagir par interférence à la surface de la pellicule. Le type d'interférence le plus simple que l'on puisse imaginer serait celle entre ces deux mêmes rayons, mais sans objet. Nous avons alors simplement deux trains d'ondes planes qui proviennent de directions différentes et qui interagissent sur la pellicule. Il est clair dans ce cas-ci que le rayon objet et le rayon de référence sont équivalents, puisqu'aucun des deux ne contient de renseignements sur un quelconque objet. Pourtant il se passe bel et bien quelque chose sur la pellicule. Si nous réussissons à bien comprendre ce qui se produit ici, pour le cas le plus élémentaire, il nous sera plus facile de comprendre par la suite les situations plus complexes.

En s'interpénétrant, les deux rayons agissent l'un sur l'autre. La crête d'une onde rencontre la crête de l'autre, ou peut-être rencontre-t-elle le creux. Ceci est analogue à l'expérience de Thomas Young évoquée dans le chapitre premier, à la différence près qu'il s'agit ici de lumière beaucoup plus cohérente.

Lorsqu'une crête rencontre une crête, il y a interférence constructive; lorsqu'une crête rencontre un creux, il y a interférence destructive. Il va de soi que là où deux crêtes se rencontrent la somme d'énergie est plus élevée et que plus d'atomes d'halogénure d'argent sont affectés ou «exposés» que là où une crête et un creux se rencontrent. L'addition de ces points d'interférence produit un motif stationnaire précis dans les trois dimensions de l'espace. Le dessin du motif dépend de la longueur d'onde de la lumière, mais encore plus de la différence entre les angles d'incidence des deux trains d'ondes planes. Nous reviendrons sur ce propos lorsque nous décrirons les divers types d'hologrammes. Il faut retenir que, par le processus d'interférence entre le rayon objet et le rayon de référence, l'émulsion photographique préserve et codifie en quelque sorte la direction de la lumière, sa phase, sa longueur d'onde et ainsi de suite. Ainsi, en dirigeant par la suite au



Ce montage servira à produire des hologrammes de retransmission simples. Ce type d'hologramme est réalisé par l'interférence des rayons objet et de référence à partir du même côté de la pellicule.

même angle un des rayons sur la plaque, vous reconstituerez l'image de l'autre rayon, et inversement.

Rappelons-le, le motif très précis que décrit l'émulsion est un enregistrement de l'interférence des fronts d'onde dans l'émulsion. Il ne s'agit pas du tout de la représentation directe, point par point, de l'image de l'objet, mais bien de la représentation de l'interférence entre la lumière cohérente qui a frappé l'objet et celle qui ne l'a pas fait.

Nous savons que la lumière, qui se déplace sous forme d'onde, peut être déviée ou diffractée le long de son parcours. On peut la dévier à l'aide d'une lentille par exemple. De fait, il est possible de visualiser un hologramme comme une sorte de lentille très complexe. Lorsque vous reconstituez l'image holographique, l'hologramme dévie et déforme la lumière du rayon de référence, qui reforme les fronts d'onde produits par l'objet. Vous voyez alors l'objet comme s'il était vraiment sous vos yeux: la multitude de points infimes qui ont réfléchi la lumière ayant interagi avec le rayon de référence sur la pellicule sont disposés précisément à leurs positions respectives dans l'espace.

En général, on pourra reconstituer les dimensions de l'objet, quelle que soit la grandeur de la plaque, et à la même distance de la pellicule que durant la préparation de l'hologramme. La lentille complexe que constitue l'hologramme concentrera le rayon de référence de reconstitution de telle manière que le devant de l'objet paraîtra plus rapproché et l'arrière plus éloigné, les points intermédiaires étant disposés à leur place respective. Peut-être pensez-vous qu'il y a correspondance point par point comme en photographie. Détrompez-vous, il y a une différence bien particulière, qui rend justement les hologrammes si extraordinaires.

Peut-être savez-vous déjà que si l'on brise ou découpe un hologramme, chacune de ses portions contient des renseignements sur la totalité de l'objet. En effet,

la lumière réfléchie de chacun des points de l'objet n'est pas concentrée sur un point précis de la pellicule. Elle sera plutôt diffusée à travers l'espace entre l'objet et la pellicule: elle couvrira ainsi une bonne partie de la pellicule et interagira avec le rayon de référence dans toute cette partie de la pellicule. C'est comme si chaque point était une source de lumière divergente, chacune avec son propre angle de divergence. Chaque point sera donc représenté sur une grande portion de l'hologramme.

Un exemple éclaircira sans doute les choses. Supposons que nous possédions un excellent hologramme de 28 x 35 cm d'un buste de Napoléon avec sa couronne impériale. Or deux musées aimeraient se le procurer, car il est unique et un tremblement de terre a détruit le buste. Après d'âpres négociations, on décide de couper l'hologramme horizontalement en deux, en plein milieu. Chaque musée obtient donc une représentation de l'ensemble du buste de grandeur égale, mais prise d'un angle différent. Pour bien visualiser ceci, imaginez-vous l'hologramme comme une fenêtre dans un mur de la pièce qui contient le buste. Si l'on rapetisse la fenêtre, l'objet, lui, conserve évidemment sa taille. Vous voyez simplement l'objet à travers un champ de vision plus étroit. Vous pourriez ainsi voir la couronne même dans la partie inférieure de l'hologramme. Toutefois, il est possible que vous ne puissiez apercevoir le sommet de la couronne à partir du bas. Dans ce cas, la lumière provenant de cet endroit n'aura pas pu s'étaler suffisamment pour atteindre le rayon de référence et interagir avec lui dans la partie inférieure de la plaque. Par contre, le propriétaire de la partie supérieure verra mal en dessous du menton de Napoléon. Il est vrai que l'on aurait pu éloigner l'objet de la plaque pour permettre à la lumière de mieux s'étaler. Mais plus on éloigne l'objet de la pellicule, moins on rend justice à sa tridimensionnalité.

L'INRS ET L'ÉDUCATION

Le Québec cherche constamment à améliorer son système d'éducation. Des efforts sont entrepris dans ce domaine et l'avènement du Livre vert sur l'enseignement primaire et secondaire en est une nouvelle preuve.

Conscient de l'importance que joue la recherche dans le secteur éducatif, l'INRS-Éducation cherche à répondre, le plus adéquatement possible, aux besoins du milieu scolaire. Depuis sa création comme groupe en 1972 puis comme Centre de recherche en 1975, l'INRS-Éducation a mené à terme plusieurs projets. Le Centre a produit d'importants rapports finals, élargi son champ d'action dans tous ses programmes, mis en place des services et des mécanismes susceptibles d'élargir et d'améliorer ses relations avec ses diverses clientèles, exploré de nouveaux horizons et pris des décisions en vue d'assurer une évolution contrôlée de sa programmation.

Devant ses réalisations, l'INRS-Éducation entend poursuivre son action en accord avec les politiques formulées par les divers organismes de l'État québécois et par l'Unesco tout en situant son action dans le cadre d'une véritable stratégie d'alternatives.

Objectifs généraux

Selon la mission confiée à l'INRS, l'INRS-Éducation, sans pour autant exclure toute activité de recherche fondamentale, a nettement opté pour la recherche appliquée et orientée vers la solution de certains problèmes majeurs du système québécois d'éducation. Ainsi, le Centre poursuit les trois objectifs généraux suivants:

développer (c'est-à-dire créer, expérimenter et évaluer) des systèmes ou sous-systèmes éducatifs qui constituent des alternatives réelles dans les situations existantes et qui permettent

à l'apprenant de devenir l'artisan principal de son développement;

favoriser, grâce à l'évaluation scientifique, le développement et l'efficacité de systèmes éducatifs dans le but de les aider à se surbor-donner à la croissance de l'apprenti;

répondre dans la mesure du possible aux demandes de recherche appliquée de formation et de consultation exprimées par le milieu.

L'INRS-Éducation entend réaliser ses objectifs par des activités de recherche qui s'intensifieront grâce à des contacts avec des équipes pédagogiques qualifiées favorisant son insertion dans le milieu scolaire.

La recherche

En recherche, les activités de l'INRS-Éducation visent surtout à rendre tout travail de recherche et de développement immédiatement profitable au milieu enseignant. Aussi, les programmes de recherche sont réalisés en collaboration avec des équipes pluridisciplinaires comprenant des pédagogues, des psychologues, des linguistes, des mathématiciens, des docimologues et des administrateurs scolaires.

Programme I

SAGE (Système d'Apprentissage Géré par l'Étudiant)

En conformité avec les recommandations du règlement no 7 du ministère de l'Éducation du Québec qui préconise le progrès continu et l'individualisation de l'apprentissage, l'INRS-Éducation a créé un système d'individualisation de l'enseignement et de l'apprentissage appelé SAGE pour le second cycle du primaire dans les matières suivantes: français, langue maternelle, mathématiques, anglais, langue seconde et sciences (humaines et naturelles). Une des caractéristiques de ce programme est d'avoir un Comité directeur chargé par le Sous-Ministre de l'éducation d'approuver le plan annuel des activités du programme.

Dans le cadre de SAGE, l'INRS-Éducation poursuit plusieurs projets distincts mais interdépendants. Les projets concernant le français, l'anglais, les mathématiques et les sciences consistent à développer les programmes institutionnels sous forme d'objectifs spécifiques d'apprentissage. Chacun des objectifs se concrétise dans un instrument pédagogique, appelé unité d'enseignement et d'apprentissage, accompagné de moyens audio-visuels. D'autres projets touchent la révision des unités et des tests, les styles d'apprentissage, la préparation des enseignants utilisant le système SAGE, l'expérimentation du système dans trois Commissions scolaires de la Province et l'évaluation du système depuis sa mise en application en 1973.

Devant la convergence de témoignages importants et le résultat positif de l'analyse de données objectives,



les responsables du projet SAGE à l'INRS-Éducation et le Comité directeur de SAGE songent à proposer ce système comme une alternative au primaire.

Programme II

Enseignement du français

Le programme «Enseignement du français» a comme objectif de promouvoir la qualité de l'apprentissage du français. Ce programme comprend actuellement deux projets.

Le projet «Curriculum» s'intéresse aux programmes et à la pédagogie de l'enseignement du français, langue maternelle, aux niveaux primaire et secondaire. Le projet «Réalité de la classe: étude ethnographique» relatif également à la pédagogie de l'enseignement du français, favorise l'utilisation d'une méthode d'observation participante pour tenter de définir les conditions et les problèmes de l'enseignement du français.

Programme III

Évaluation de l'innovation

Ce programme vise à répondre aux demandes provenant de groupes ou d'organismes engagés d'une façon ou d'une autre dans la création d'alternatives à l'enseignement scolaire actuel et qui ont besoin de services qualifiés pour l'évaluation des innovations dont ils sont les artisans.

À la demande de la Télé-Université, l'INRS-Éducation a réalisé, en 1976-1977, un rapport-synthèse des travaux de recherche effectués depuis 1974 pour le compte de la Télé-Université ou conjointement avec elle.

D'autres études portent également sur l'évaluation d'une calculatrice autocorrectrice créée par la compagnie Monroe et sur l'évaluation d'un programme de sensibilisation des étudiantes du secondaire au marché du travail. Cette dernière étude est faite en collaboration avec le Conseil du statut de la femme (Québec).

Programme IV

Instruments de mesure

Par ce programme, l'INRS-Éducation vise à mettre à la disposition des chercheurs des instruments nouveaux ou à établir la validité d'instruments existants, pour la mesure de phénomènes suscités ou modifiés par des situations nouvelles dans l'enseignement scolaire québécois. Les problèmes particuliers de méthodologie, de psychométrie ou de statistique rencontrés dans les autres programmes sont étudiés par les chercheurs rattachés à ce programme.

L'INRS-Éducation maintient des liens étroits avec le CIIPME (Centro Interdisciplinario de Investigaciones in Psicología Matematica y Experimental) d'Argentine dans le cadre de travaux conjoints portant sur les styles d'apprentissage. Par cette étude, l'on espère identifier les principales variables permettant de définir les styles de pensée et d'apprentissage des enfants de 9, 10 et

11 ans en partant de leur structure propre et des problèmes que posent les systèmes symboliques ou langage différents.

La synthèse des travaux de recherche du projet PERPE (Perception Étudiante de la Relation Professeur-Étudiant) a donné lieu à la mise au point d'un manuel technique, résultat de la compilation des plus récents travaux psychométriques ou psychosociologiques effectués sur le questionnaire PERPE-Supérieur. Une collaboration est prévue jusqu'en 1979 avec les IREM (Institut de Recherche en Enseignement des Mathématiques) de Nantes et d'Orléans pour l'adaptation à la France de ce même questionnaire.

Dans le domaine des questions statistiques et dans le cadre de la participation à la résolution de problèmes statistiques, une étude d'un type particulier est en cours. Il s'agit d'une solution en analyse factorielle appelée la solution universelle.

Enseignement

Au chapitre de l'enseignement, l'INRS-Éducation répond aux demandes de collaboration formulées par divers organismes, actuellement par les constituantes de l'Université du Québec à Trois-Rivières (UQTR) et à Chicoutimi (UQAC). Il s'agit de séminaires ou de supervision de mémoires de maîtrise. L'INRS-Éducation offre également un stage de trois semaines en vue de préparer les enseignants à l'utilisation du système SAGE.

Renseignements

Pour de plus amples renseignements sur l'INRS-Éducation et les autres Centres de l'INRS, s'adresser au:

Secrétariat général

Institut national de la recherche scientifique

Case postale 7 500

Sainte-Foy, Québec G1V 4C7

téléphone: (418) 657-2508



Université du Québec

Institut national de la recherche scientifique

par Jean-Marc Carpentier

Encore cette année, les projecteurs de l'indignation se tourneront vers le Canada, en d'autres temps au-dessus de tout soupçon. Certains magazines à sensation en profiteront pour varier leur menu coutumier et remplacer les photos-couleurs des vedettes du moment par des photos combien touchantes de la glace tachée de sang. Cette débâcle saisonnière s'associe, on l'aura deviné, à la poursuite, sous l'égide du gouvernement canadien, de la chasse aux phoques sur la côte est du Canada et dans le golfe du Saint-Laurent. La campagne annuelle est habituellement menée par l'ex-journaliste suisse Franz Weber, qu'il ne faut pas confondre avec le milliardaire suisse Franz Carl Weber, grand fabricant de jouets. Bien qu'il ne soit pas millionnaire comme le veut la légende, Franz Weber contrôle les argents de la Fondation Franz-Weber, vouée à la protection de la faune et de la nature à travers le monde. Ce dernier bénéficie du soutien moral de Mme Brigitte Bardot qui partage sa lutte pour faire cesser le «massacre des bébés phoques». M. Brian Davis, du Fond international pour la protection des animaux, complète le tableau.

Avec tout ce bruit qui entoure maintenant la chasse aux phoques, on pourrait croire que cette chasse n'est pratiquée que depuis quelques années et qu'elle est réservée aux gens des Iles-de-la-Madeleine et de la Côte-Nord. Pourtant, la chasse aux phoques a toujours été pratiquée d'aussi loin que l'on puisse se souvenir. En 1534 par exemple, Jacques Cartier mentionnait qu'il avait observé des Indiens du Labrador capturant des phoques dans le détroit de Belle-Isle. De tout temps, cette chasse a compté parmi les activités des Russes de la mer Blanche et de la côte de Murman, de même que des Esquimaux, des habitants du Groenland.

La plupart des pays de l'Europe du Nord ont chassé le phoque dans la région de Jan Mayen (île volcanique de l'océan Arctique à l'est du Groenland) au cours du 18^{ième} et du 19^{ième} siècle, avant que cette activité ne devienne l'apanage exclusif des Norvégiens à la fin du 19^{ième} siècle. La diminution des prises dans cette région au début du siècle amena les Norvégiens à tourner leur attention vers les eaux de la mer Blanche. Comme les populations de phoques de cette région connurent aussi une diminution vers les années 30, et que de plus les navires de chasse norvégiens se virent exclus des eaux territoriales soviétiques de la mer Blanche, ils se tournèrent donc vers l'Atlantique de l'Ouest et la région de Terre-Neuve d'où ils tirent présentement la moitié de leurs prises. Pour sa part, l'URSS exploite la colonie de phoques du Groenland qui choisit, comme aire de reproduction, la région de l'archipel de Jan Mayen et la mer Blanche. Au Canada, les Indiens chassaient le phoque avant même l'arrivée des Blancs. A tous les printemps, cette

chasse constitue une activité importante des habitants du Labrador, de Terre-Neuve, de la Côte-Nord, des Iles-de-la-Madeleine, de l'Île-du-Prince-Édouard et du Cap Breton.

UNE GRANDE FAMILLE NORDIQUE

Les chasseurs de phoques s'attaquent en particulier à deux espèces: le phoque du Groenland et le phoque à capuchon, qui vivent sur les banquises à la dérive dans l'Atlantique Nord. On connaît trois populations principales de phoques du Groenland selon leur lieu de reproduction: la population de la mer Blanche, celle de l'Île de Jan Mayen et enfin celle de la Côte Est du Canada. Cette dernière se sépare encore en deux sous-groupes, celui du Front (cette région qui est au large du nord-est de Terre-Neuve) et celui du golfe du Saint-Laurent.

Chez les phoques du Groenland, les adultes, mâles et femelles, mesurent environ 1,6 mètre, pèsent approximativement 135 kilogrammes et vivent au moins une trentaine d'années. Dans une population chassée, la femelle atteint la maturité sexuelle à l'âge de quatre ans, ou un peu plus tard lorsqu'il y a abondance d'individus.

Au cours de l'été, les phoques de cette espèce nagent dans les eaux froides du Grand-Nord, surtout dans la région de Thulé (Groenland) et dans les détroits de Jones, de Lancaster et d'Hudson. Leur principale occupation est alors de se nourrir. À la fin de cette saison, le troupeau entreprend son voyage vers le sud, précédant les banquises arctiques à la dérive. Vers les mois de décembre et de janvier, on commence à en observer l'avant-garde dans la région de Terre-Neuve et dans le golfe du Saint-Laurent. À la fin de février et au début de mars, les adultes se réunissent en groupes pour la mise bas sur les glaces flottant autour des grandes banquises dans le golfe du Saint-Laurent, à l'ouest des Iles-de-la-Madeleine et, quelques jours plus tard, au large du Labrador.

Au cours des mois qui ont précédé la mise bas, les femelles avaient consommé une grande quantité de nourriture et étaient devenues très grasses en vue de la prochaine lactation. Le lait très riche de la mère suffira à porter le nouveau-né d'un poids de 9 kg à la naissance à celui de 35 kg au moment de l'abandon du rejeton après 16 à 19 jours d'allaitement intensif. Par la suite, les femelles s'accouplent et mangent avidement durant plusieurs semaines avant leur mue et le voyage de retour vers les eaux arctiques. Dès ce moment, le jeune est autonome et, grâce à son épaisse couche de graisse, n'a pas à se nourrir avant plusieurs semaines. À l'âge de quatre semaines, il peut déjà nager sur de grandes distances.

Bien que le phoque à capuchon appartienne à la même famille que le phoque du Groenland et habite à peu près les mêmes régions, il existe certaines diffé-

LE TEMPS DES PHOQUES

époque
où la saison
rive
avec la mer



PS OQUES

ue
mentalité
le
ctionnel

rences écologiques entre les deux, par exemple quant à la profondeur à laquelle ils vont chercher leur alimentation. De plus, la population de phoques à capuchon se concentre particulièrement dans la région de Jan Mayen lors de la période de gestation. Un nombre restreint se reproduit dans la région du Front et une mince proportion, dans le golfe du Saint-Laurent. Contrairement au phoque du Groenland, dont les mâles entretiennent souvent de véritables harems, les phoques à capuchon forment des cellules familiales et vivent de façon plus dispersée, ce qui en rend la chasse difficile et moins économique. D'ailleurs, on le chasse relativement peu dans le nord-ouest de l'Atlantique où les prises annuelles varient beaucoup et dépassent très rarement le nombre de 15 000, composé à 90 pour cent de jeunes de l'année.

UNE MISE À MORT CONTROVERSÉE

La technique de l'abattage n'a pratiquement pas changé au cours des siècles. Le chasseur tue l'animal en lui assénant un coup de gourdin sur le nez, puis l'écorche en glissant son couteau entre la carcasse de l'animal et la panne graisseuse qui est ainsi enlevée avec la peau. Il coupe, du même coup, les nageoires qui prendront le même chemin que la fourrure. Un chasseur habile et expérimenté peut effectuer l'opération en moins d'une minute.

Diverses autres méthodes de mise à mort ont aussi été étudiées. On envisagea tour à tour l'usage des armes à feu, des drogues, du bioxyde de carbone ou encore des pistolets à chevilles percutantes. Aucune de ces méthodes ne semble être aussi efficace que le gourdin qui provoque une mort instantanée ou, à tout le moins, un état d'inconscience profonde et irrémédiable. Des vétérinaires et des représentants des Sociétés protectrices des animaux examinent d'ailleurs périodiquement les méthodes d'abattage et voient à ce que les règlements qui s'y appliquent soient respectés par les chasseurs.

Les Russes ont cependant mis au point une technique particulière de chasse. Ils capturent, au moyen d'hélicoptère, le jeune phoque avant sa première mue, alors qu'il vient tout juste d'être abandonné par sa mère partie pour l'accouplement; il tire alors sa subsistance de l'épaisse couche de graisse qu'il a accumulée au cours du sevrage, et il n'a donc pas à se nourrir avant plusieurs jours. Toujours vivants, les jeunes phoques sont débarqués dans des parcs où ils passeront encore quelques jours avant l'abattage. Cette méthode permet de procéder à l'abattage, à l'écorchage et à la récupération de la viande dans des conditions optimum d'efficacité, de sécurité pour le chasseur et de célérité. De plus, elle favorise un meilleur contrôle de la qualité des fourrures, l'utilisation de

méthodes plus humaines d'abattage et, en minimisant la dispersion des phoques lors de la capture, une plus grande efficacité de chasse.

La chasse à l'aide de petits avions avait déjà été pratiquée dans le golfe Saint-Laurent au cours des années 60, mais elle est maintenant défendue. D'ailleurs, pour les régions du golfe et du Front, il est défendu de survoler des phoques à moins de 600 mètres de hauteur et d'atterrir à moins de 800 mètres d'un animal.

UNE CHASSE INDUSTRIELLE

Avant 1930, on chassait le phoque surtout pour l'huile et le cuir, très souple et résistant à l'eau. Par la suite, de meilleures techniques de manutention ont permis d'envisager l'utilisation de la fourrure. On obtient une fourrure blanche de très grande valeur si le blanchon est abattu dans les cinq jours qui suivent sa naissance. La peau du jeune phoque âgé de plus d'une semaine ne sert que pour le cuir car, durant trois semaines, ce sera la période de la mue et le jeune mammifère perdra tout son poil. La nouvelle fourrure, grise et légèrement tachetée, possèdera aussi une grande valeur.

Bien que les prix aient passablement baissé à la suite de l'augmentation des quotas et du boycottage consentis par certains pays sous la pression de l'opinion publique, chaque bébé phoque rapporte environ une trentaine de dollars. De la panne, on peut extraire 10 à 15 kg d'huile fine dont le prix varie entre \$0.50 et \$1.25 le kg. Le prix de la viande varie, pour sa part, entre \$0.30 et \$0.40 le kg. Les nageoires, qui constituent un mets de choix à Terre-Neuve, atteignent le prix de \$2.00 la pièce. Quand les conditions le permettent, la carcasse de l'animal peut être sauvée et servir éventuellement à l'alimentation humaine ou comme base pour de la nourriture à chien ou à chat. Toutefois, l'utilisation de la viande de phoque dans l'alimentation humaine sera toujours limitée car, tout comme le poisson, le phoque montre un taux de contamination par le mercure passablement élevé.

La chasse constitue en soi une importante source de revenu pour les populations des régions côtières de l'Atlantique et injecte annuellement plusieurs millions de dollars dans l'économie de ces régions. De plus, elle se pratique à une période de l'année où le chômage local atteint parfois plus de 80 pour cent de la population active. Quelques milliers de chasseurs participent chaque année à cette activité et, pour un mois de travail, ils en retirent en moyenne un revenu de quelques centaines de dollars s'ils comptent parmi les 3 000 Canadiens qui pratiquent la chasse côtière, ou de 2 400 dollars s'ils font partie des 200 Canadiens embarqués sur de grands navires pour la chasse maritime. Plusieurs autres centaines de personnes bénéficient également d'emplois saisonniers associés à la

chasse aux phoques, par exemple au service des acheteurs locaux, des conserveries ou des usines de traitement.

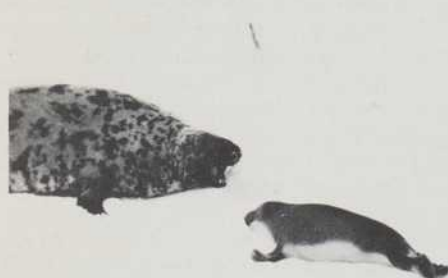
POUR FAIRE MIEUX VIVRE LES ÎLES

Les Madelinots prennent la mer

C'est au début de la saison de chasse 1977 que le ministère canadien des Pêcheries levait l'interdiction d'utiliser des navires de plus de 20 mètres pour la chasse aux phoques. Pris de court, les Madelinots n'ont eu alors le temps d'armer qu'un seul bateau, le M.W. Nadine.



florent plante



florent plante

Un lait nourrissant

Grâce au lait très riche de la mère, le nouveau-né verra son poids passer de 9 kilogrammes à la naissance à celui de 35 kilogrammes après 16 à 19 jours d'allaitement intensif.

Le cas des Îles-de-la-Madeleine illustre particulièrement bien l'importance économique de la chasse aux phoques. Au cours des derniers mois de l'hiver, plus de 80 pour cent de la population active des «îles» connaît le chômage. Depuis plusieurs années, l'Association des chasseurs de loups marins des Îles projette la mise sur pied d'une usine de dégraissage qui traiterait environ 20 000 peaux par année et assurerait de l'emploi à un bon nombre d'insulaires.

De plus, la restriction qui empêchait l'utilisation de navires de plus de 20 mètres pour la chasse aux phoques à l'intérieur du golfe a été levée au début de la saison de chasse 1977. Le ministère des Pêcheries avait alors émis deux permis de chasse pour gros bateaux, à condition que les capitaines et les membres d'équipage soient tous madelinots, et avait consenti un quota de 12 000 prises. Contrairement à la chasse côtière, qui a lieu essentiellement dans les eaux du littoral à partir de petites embarcations et qui est plus ou moins aléatoire à cause de l'imprévisibilité du mouvement des glaces (en 1976, les chasseurs côtiers des Îles ne purent capturer que 40 phoques), la chasse en haute mer assure une stabilité relativement grande des prises. Cette dernière utilise des navires à fort tonnage et se concentre sur les populations rassemblées pour la mise bas et l'accouplement sur les îlots de glace et des banquises.

Cette décision annoncée au milieu de décembre 1976, alors que les glaces commençaient à se former dans le golfe, prit les Madelinots de court. L'Association des chasseurs ne put armer qu'un seul bateau, un chalutier loué à Paspébiac au Québec: le M.V. NADINE. Dirigé par le capitaine Roland Renaud, le navire avait transporté à son bord 20 chasseurs madelinots et un agent fédéral des pêches. Il eut cependant le droit de prendre le quota total de 12 000 peaux prévu pour les deux navires.

Une fois assurée la stabilité des prises, les Madelinots peuvent commencer à songer sérieusement à l'établissement d'installations complètes de transformation qui, tout en générant un certain nombre d'emplois, leur garantiraient un revenu par peau beaucoup plus considérable. Avec une usine de dégraissage des peaux, on obtiendrait environ 50 pour cent de plus pour des peaux traitées. On ajouterait aussi à ce montant le prix de l'huile obtenue par cette opération, de même que la valeur de la viande récupérée systématiquement. De plus, plusieurs autres activités pourraient se greffer à cet ensemble: par exemple, le développement d'un artisanat local de la tannerie du cuir. Tout en injectant

quelques millions de dollars dans l'économie des Îles, cet ensemble intégré de mesures aiderait à résoudre le problème du chômage qui, à chaque hiver, touche très durement cette population de 14 000 habitants. D'autre part, en permettant à cette population de vivre des ressources de son milieu, on freinerait peut-être l'émigration massive qui décime cette communauté et, à long terme, met possiblement sa survie en danger.

EXPLOITER TOUT EN PROTÉGEANT

Naturellement l'exploitation stable, sur une longue période, d'une ressource comme le phoque ou toute autre espèce aquatique ou terrestre implique un minimum de mesures de protection. Celles-ci doivent assurer à la fois une exploitation optimum et la garantie absolue de la préservation de la ressource. Cette approche opérationnelle choisie par les experts de Pêche et Environnement Canada n'est évidemment pas incompatible avec la simple protection de l'espèce qui préoccupe tout autant les écologistes de ce ministère.

La mise sur pied de la première mesure de conservation remonte à 1870 où, pour la première fois, une date d'ouverture de la période de chasse fut déterminée. On protège ainsi le troupeau jusqu'à ce que le nouveau-né, à l'âge de quelques jours, puisse être chassé; cette date suit donc, habituellement, de quelques jours la date moyenne de mise bas. Elle se situe autour du 7 mars dans le golfe, du 12 mars sur le Front et du 23 mars dans l'Archipel de Jan Mayen. Un mois plus tard, à la date de fermeture, la chasse est interdite afin de protéger les adultes.

L'entrée en vigueur de l'interdiction complète de la chasse de femelles adultes de même que de certaines réglementations techniques de la chasse, et l'instauration de quotas viennent compléter ces mesures de protection. Les quotas tels qu'appliqués depuis quelques années limitent la chasse aux jeunes de l'année en admettant toutefois une marge de 5 pour cent de capture d'animaux plus âgés.

Depuis 1967, la gestion de la chasse aux phoques de l'Atlantique obéit aux normes de la Commission internationale des pêches de l'Atlantique du Nord-Ouest (CIPANO). En vertu des protocoles d'entente, les quotas passèrent respectivement de 245 000 en 1971 à 150 000 en 1972 pour atteindre un minimum de 127 000 en 1976. De nouvelles études scientifiques amenèrent un réajustement à 170 000 pour 1977 et le quota sera de 180 000 pour la saison 1978. Habituellement, 20 pour cent du quota est réservé à l'intention des chasseurs côtiers et on accorde le reste à ceux du large, sauf pour les deux dernières saisons où la part du premier groupe a été substantiellement augmentée.

Après plusieurs années d'hésitation, le gouvernement canadien, s'inspirant de nombreuses études scientifiques et allant à l'encontre d'une opinion mondiale défavorable, semble être bien décidé à poursuivre la chasse aux phoques. Cette volonté devient d'autant plus importante que, depuis le premier janvier 1977, le Canada exerce sa juridiction en matière de pêche sur une nouvelle zone territoriale de 200 milles marins qui remplace l'ancienne zone de 12 milles marins. En 1977, le gouvernement canadien a adopté les recommandations de la CIPANO comme normes de gestion et il est probable qu'il continuera de le faire tant et aussi longtemps que celles-ci seront en accord avec l'expertise de ses propres scientifiques. Les populations de phoques furent en effet l'objet d'une très grande quantité de recherches scientifiques, auxquelles on a consacré des sommes très importantes.

EN JOUANT À CACHE-CACHE AVEC LES RECENSEURS

Dans le passé, la plupart des mesures de conservation adoptées découlaient plutôt de l'évidence d'une surexploitation que d'une connaissance précise de l'étendue et de la productivité des populations. Outre la connaissance biologique de l'espèce qui a progressé notablement avec l'exploitation des populations, une évaluation précise de la population et du nombre de naissances constitue la donnée essentielle pour la détermination des quotas de chasse et des mesures de protection.

Les Russes, au cours des années 20, mirent au point une méthode aérienne pour évaluer les populations de phoques. Il est toutefois difficile d'interpréter correctement les résultats ainsi obtenus, comme l'a démontré la recherche intensive menée depuis le début des années 50 sur la côte canadienne. La difficulté vient principalement de ce que l'animal effectue régulièrement des plongées plus ou moins longues avant de revenir sur les îlots de glace. Des chercheurs russes ont déjà montré l'existence d'une corrélation statistique entre la durée des périodes d'immersion et un certain nombre de facteurs comme l'heure du jour, l'ennuage et l'âge du jeune rejeton. Les résultats peuvent être raisonnablement corrigés pour les femelles lors de la mise bas, mais pour les animaux en période de mue, la correction statistique apportée par le chronométrage moyen des durées d'émersion et d'immersion s'effectue très difficilement, ces durées variant beaucoup d'un individu à l'autre et en fonction de nombreux autres facteurs, comme la densité de couverts de glace.

La compilation du nombre de nouveaux-nés au moyen de la photographie aérienne est évidemment plus précise puisque ceux-ci demeurent quelques dizaines de jours sur la banquise avant de se lancer à la mer pour la première fois. Cependant,

le nouveau-né tout blanc est pratiquement invisible sur la glace et la neige... Par contre, on s'est aperçu il y a quelques années que le pelage des jeunes phoques absorbait les rayons ultraviolets émis par le soleil tandis que la neige et la glace les réfléchissaient. On a donc utilisé cette propriété en mettant au point la photographie dans l'ultraviolet qui transforme les points blancs sur un fond blanc en une image en noir et blanc précise et facile à analyser (voir *Québec Science*, octobre 1974, page 8). Cette méthode, la plus fiable jusqu'à présent, nécessite d'inventorier tous les groupes de mise bas, de considérer la durée totale de la période de mise bas et de compenser pour le pourcentage des nouveau-nés qui auraient déjà quitté les glaces au moment de la prise de vue.

Le marquage, la remise en liberté et la recapture constituent un autre moyen d'évaluer statistiquement la population. La méthode a connu quelques succès dans le golfe où des hélicoptères peuvent être utilisés. Par contre, la même opération sur le Front nécessite la présence de brise-glace, ce qui la rend difficilement applicable d'une façon généralisée.

Une dernière méthode semble permettre une détermination relativement précise du nombre de nouveau-nés; elle s'appuie sur l'accumulation d'une série d'observations sur la fréquence d'âges, observations recueillies à des sources aussi nombreuses et diversifiées que possible. On se rend compte alors que l'importance relative d'un groupe d'âge dans la population dépend directement du nombre de prises enregistrées lors de l'année de naissance de ces individus, indiquant ainsi la stabilité du nombre annuel de naissances. Cette stabilité n'a pas de quoi étonner puisque la femelle reste féconde sur une période d'environ 25 années et produit un nombre égal de rejetons. De plus, on a déjà observé que la précocité reproductive de la femelle et, d'une façon générale, la santé de la population augmentent avec la diminution de densité de la population. L'analyse de l'abondance relative des divers groupes d'âge en conjonction avec le nombre de prises des années correspondantes a permis d'en arriver à une estimation relativement fiable du nombre annuel de naissances.

UN PÊCHEUR QUI COMPÉTITIONNE AVEC L'HOMME

Toutes ces méthodes ont amené les scientifiques à évaluer la population de phoques qui se rendent chaque année sur la côte canadienne de l'Atlantique pour se reproduire entre 3 à 4 millions en 1950. Ce nombre a diminué jusqu'à un million il y a 3 ou 4 ans, et on évaluerait approximativement à 320 000 le nombre annuel de naissances. Présentement, la population serait à la hausse, autour de 1,2 million, et avec le programme actuel de gestion, ce nombre devrait atteindre



Florent plante

La première fourrure

Le blanchon fournit une fourrure toute blanche de grande qualité jusqu'à sa première mue. Durant celle-ci, le jeune phoque du Groenland perd tout son poil et sa peau ne sert que pour le cuir.

1,5 à 1,75 million vers 1985. Avec cette population optimum, la prise annuelle pourra se chiffrer à environ 200 000 phoques, dont 90 pour cent de nouveaux, sans mettre en danger la stabilité du nombre total d'individus.

D'ailleurs, les experts s'accordent pour dire que, même si la chasse cessait complètement, il n'est pas du tout sûr que la population de phoques puisse augmenter au point d'atteindre plusieurs millions comme il y a quelques décennies. En effet, à cause de la pratique de la pêche commerciale, la quantité de poisson, principal aliment du phoque, a considérablement diminué. L'homme et le phoque sont alors en compétition directe. Par exemple, la population totale de phoques du Groenland consumerait à elle seule environ 500 000 tonnes de capelan, ce qui est exactement le quota accordé aux pêcheurs canadiens au cours des dernières années. Il est donc évident que la pratique de la pêche au capelan puisse limiter la progression démographique du principal prédateur de ce poisson, le phoque. Cette population ne saurait vraisemblablement dépasser le plafond de 1950-1951, qui aurait alors été atteint à la faveur de l'arrêt simultané de la chasse et de la pêche pour plusieurs années autour de la seconde guerre mondiale.

D'ailleurs, des études menées au début des années 50 avaient permis d'observer le mauvais état de santé des mâles adultes, plusieurs étant blessés sérieusement ou porteurs de maladies. Ceci s'explique par la forte compétition qui prévalait alors aussi bien au sujet de la reproduction que de la nourriture. Ces signes de surpopulation sont classiques et ont déjà été observés, par exemple chez le chevreuil de l'île d'Anticosti qui, à cause de l'élimination par l'homme de son prédateur naturel, le loup, a vu sa population croître démesurément.

L'ARGUMENT ÉCOLOGIQUE AU SERVICE DE LA FINANCE

On peut considérer le phoque comme une ressource naturelle à exploiter. On peut aussi le considérer comme un ennemi et un compétiteur de l'homme. On peut aussi y voir une espèce animale qu'il importe de conserver pour sa simple valeur biologique, écologique ou même esthétique. Après analyse, il semble que chacune de ces attitudes soit satisfaite par la réglementation actuelle de la chasse aux phoques. Pourquoi donc cette opposition acerbe? Combats de moulins à vents, ignorance ou soucis réels de protéger la faune? Les raisons peuvent être aussi diversifiées que les opposants. L'esthétique n'y est sûrement pas pour rien. En effet, l'animal est très beau et tout aussi attachant. Un bébé phoque assommé à coup de gourdin soulève plus d'indignation qu'un bébé pieuvre que l'on laisse mourir lentement hors de l'eau. Les psychologues suggèrent même que la physionomie de l'animal n'est pas étrangère à cette compassion. En effet, la

tête ronde du bébé phoque tout blanc, ses grands yeux tristes, similaires à ces caractères physiologiques rencontrés chez le bébé humain, se révéleraient des déclencheurs très efficaces de l'affection humaine. Pourtant, ne devrait-il pas en être de même de l'agneau que l'on dissocie cependant très facilement du gigot fumant?

On ne peut penser qu'il s'agit d'une bataille pour la conservation d'une espèce dont la population se compte encore en millions, même après quelques siècles d'exploitation intensive. Ces opposants, en grande partie européens, devraient plutôt se préoccuper du sort du phoque moine de la Méditerranée, dont on n'observe plus que quelques individus et dont la disparition est imminente.

On peut aussi demander si l'on ne devrait pas voir dans cette croisade contre la chasse aux phoques une entreprise basement commerciale. D'ailleurs tous savent maintenant que Mme Bardot possède une marque de commerce X; elle s'est d'ailleurs efforcée, à chaque conférence de presse, de la rappeler à tous.

Il faut peut-être aussi pour bien saisir toute la problématique qui entoure cette question comprendre qu'une guerre sans merci oppose présentement les entreprises fabriquant des fourrures artificielles à leurs compétiteurs qui utilisent des produits naturels. Il est également intéressant de noter que les campagnes les plus virulentes prennent forme non seulement au moment de la chasse, mais aussi et surtout au moment des ventes annuelles de fourrure. Ceci a, entre autres, pour effet de faire dégringoler les prix et diminuer très fortement la demande pour la fourrure naturelle, au grand plaisir évidemment des producteurs de fibres synthétiques. On a même proposé, ironie du sort, de mettre sur pied une usine de fourrure artificielle à Blanc-Sablon, sur la Côte-Nord.

Comme on peut le deviner, l'enjeu dépasse le simple cadre écologique. Nombre de personnes qui éprouvent un souci réel pour le sort de certaines espèces animales sont sans doute les premières victimes de la multiplicité des intérêts qui s'entrecroisent dans cette affaire. On ne peut qu'espérer qu'à la lumière des faits, ils en arriveront à apporter plus de nuance et de circonspection à leur position au sujet de la chasse aux phoques.

Pour en lire plus

Franklin Delaney, *L'industrie du phoque et la chasse aux phoques aux îles-de-la-Madeleine*, ministère de l'Agriculture et de la Colonisation

M.C. Mercer, *La chasse aux phoques*, Direction de l'information, Service des pêches et de la mer, Pêches et Environnement Canada, Ottawa, K1A 0H3

D.E. Sergeant, *History and Present Status of Populations of Harp and Hooded Seals*, dans la revue *Biological Conservation*, 10, 1976, pages 95 à 118



Florent plante

Un nez gonflable

Le phoque à capuchon se distingue par une sorte de trompe gonflable chez les mâles adultes. L'animal peut gonfler une membrane nasale flexible en un appendice arrondi, ou capuchon, qui ressemble à un ballon en caoutchouc noir et qui s'étend des narines au front.

LA TECHNOLOGIE PHYSIQUE AU QUÉBEC

LE PROGRAMME

Le programme professionnel de technologie physique a été implanté au Québec en 1972. Il est actuellement dispensé dans une seule institution, soit au Cégep de La Pocatière, située à 120 kilomètres à l'est de la ville de Québec.

Le programme d'une durée de trois ans prépare des spécialistes polyvalents en technologie physique pour l'industrie ou pour les domaines de services. Il vise principalement à satisfaire les besoins:

- des centres de recherches de l'industrie, des universités ou des gouvernements;
- des laboratoires d'enseignement au niveau collégial ou universitaire;
- des centres nucléaires;
- des centres hospitaliers.

La première année du programme initie l'étudiant aux sciences de base, au dessin technique, aux techniques industrielles et à l'électrotechnique.

La deuxième année poursuit la formation en électrotechnique et inclut des travaux d'atelier mécanique et d'instrumentation physique.

La troisième année est essentiellement réservée à la spécialisation dans les différents domaines de la Technologie physique: technique des rayonnements, optique, lasers, technique du vide, physique atomique, acoustique, instrumentation, asservissements et technologie nucléaire. L'étudiant doit également intégrer l'ensemble de ses connaissances dans les projets de technologie qui le placent en situation concrète d'apprentissage.

LES STAGES

L'étudiant de Technologie physique participe à un stage en plus de ses études régulières. Ce stage est réalisé durant les vacances après la deuxième année et peut souvent être considéré comme un emploi rémunérateur. Les centres de stages se situent dans l'industrie, dans les laboratoires de recherches gouvernementaux et dans les universités. Depuis quelques années, quatre de ces étudiants font leur stage (3 mois) au Centre d'Études Nucléaires de Grenoble en France dans le cadre des échanges France-Québec. Des négociations sont actuellement menées pour échanger des stagiaires avec d'autres provinces canadiennes et avec les États-Unis.

PERSPECTIVES PROFESSIONNELLES

Le développement industriel, l'accent mis sur la recherche en cette ère de crise de l'énergie, le grand nombre de laboratoires scolaires, le développement des méthodes physiques d'analyse, les applications diversifiées de la physique de la radiation (micro-ondes, ultra-violet, plasma, nucléaire...) font que les finissants de Technologie physique sont en demande croissante dans le Québec. La technologie physique offre aux gradués des plans de carrières très avantageux.

En plus d'avoir accès à un marché de travail très ouvert après son cours, le finissant de Technologie physique peut accéder directement, sans recyclage, au programme d'électricité de l'École de Technologie supérieure de l'Université du Québec.

Selon une relance récente (30 septembre 1977) des finissants de Technologie physique, on constate que:

- 97% des finissants disponibles sont en emploi;
- 97% des finissants occupent un emploi pertinent avec la formation reçue;
- 100% des postes sont permanents;

- le salaire moyen de base se situe à \$240.31 par semaine;
- 60% des diplômés sont en industrie et 40% dans les services;
- le taux de satisfaction des employeurs est très élevé.

Des 107 étudiants dans le programme, 30 entreront sur le marché du travail en mai prochain. Nous prévoyons que d'ici trois ans, nous fournirons 40 technologistes par année.

RECHERCHE TECHNOLOGIQUE

En troisième année, chacun des étudiants réalise un projet de technologie en collaboration avec une industrie ou un centre de recherche. Une journée complète est réservée par semaine pour ce travail.

Un professeur supervise trois à quatre projets. De plus, l'équipe de Technologie physique poursuit des recherches technologiques à chaque année et participe à la conception et à la réalisation d'appareils nouveaux.

Cette recherche technologique jointe à l'organisation de stages intensifs de perfectionnement permet de garder le groupe à la fine pointe de la technologie physique.

RESSOURCES HUMAINES ET PHYSIQUES

L'équipe de Technologie physique regroupe 10 professeurs, qui sont physiciens ou ingénieurs; la plupart ayant un diplôme universitaire de second cycle. La moyenne des années de scolarité est de 18,9 et la moyenne des années d'expérience est de 7. Ces professeurs ont été sélectionnés pour leurs aptitudes à l'expérimentation et leur capacité de travailler en équipe.

Le département peut aussi compter sur trois technologistes; un gradué d'électrotechnique, un de technologie physique et un de fabrication mécanique.

Depuis 1972, le département de Technologie physique a investi en équipement \$261 800.

FORMATION PERMANENTE

Le Collège de La Pocatière organise à chaque année des stages de perfectionnement dans différents domaines de la Technologie physique. Ces sessions sont d'une durée de une à trois semaines, elles sont de niveau post-collégial et elles sont offertes à des techniciens diplômés ou aux ingénieurs désireux d'approfondir un secteur technologique de pointe.

Les secteurs visés à date sont: techniques du vide, optique instrumentale, lasers, acoustique industrielle, asservissement, instrumentation physique. En mai 1978, les trois secteurs couverts seront: métrologie acoustique, isolation des bruits et des vibrations et l'ampli-opérationnel. À chacun de ces stages, le département réunit en moyenne 6 spécialistes qui en assurent le fonctionnement.

AXES DE DÉVELOPPEMENT

L'évolution du programme de Technologie physique est confiée à un comité provincial de coordination; ce comité est sous l'autorité du Ministère de l'Éducation du Québec.

Sur le plan local, l'évolution de Technologie physique est la responsabilité d'une commission spéciale de développement dont l'objectif est l'implantation d'un centre intégré et polyvalent de technologie physique.

La commission travaille principalement au développement des domaines suivants: acoustique industrielle, radiation et radio-protection, fibres optiques et recherche technologique.

Cégep La Pocatière

DES FOURMIS ET DES HOMMES

Quand
la biologie
essaie d'envahir
la sociologie

par Pierre Sormany

C'est en 1858 que Darwin et Wallace ont présenté ensemble la théorie connue plus tard sous le nom de «darwinisme». En fait, l'idée que toutes les formes actuelles de vie organique aient pu apparaître et se développer par le biais d'un processus évolutif était connue depuis fort longtemps. Le grand-père de Charles Darwin, Erasme, avait lui-même écrit sur ce sujet dès le tournant du siècle, et les publications de Lamarck sur l'évolution par transmission de caractères acquis datent de 1809!

Mais ce qu'il manquait à ces théories de l'évolution, c'était un «paradigme» de base, c'est-à-dire un modèle qui explique et justifie à la fois ce processus, et lui donne jusqu'à un certain point un caractère prédictif. Jusqu'à Darwin et Wallace, la biologie se contentait de décrire les êtres, de comparer leurs organes, sans savoir pourquoi ils avaient ainsi évolué différemment. C'était la grande époque de la classification des espèces.

Le mécanisme proposé par Darwin reposait d'abord sur l'apparition continue de modifications plus ou moins aléatoires dans le patrimoine héréditaire non pas des espèces, mais des individus; après quoi la difficile lutte pour la survie et l'accès aux ressources limitées sélectionnaient les individus les plus aptes. Contrairement aux idées lamarkistes d'une évolution «dirigée» plus ou moins rigide par l'environnement, le modèle darwinien rendait compte du caractère apparemment arbitraire des formes diversifiées des espèces (l'évolution aléatoire), et aussi de l'évidente adaptabilité de toutes les espèces ayant survécu (sélection des plus aptes).

LES COMPORTEMENTS HÉRÉDITAIRES

Si la théorie de l'évolution par l'intermédiaire de la sélection naturelle a

soulevé une forte contestation au moment où elle fut énoncée, elle ne fait plus de doute aujourd'hui. On ne s'entend guère sur le mécanisme moteur de cette évolution: micro-mutations continues, comme le prétendait Darwin; macro-mutations hautement improbables mais très importantes, comme l'imposent tous les modèles plus récents; ou mutations provoquées par une mauvaise adaptation à l'environnement comme le proposent certains «néo-lamarkistes». Mais quelle que soit la cause initiale, la suite demeure inchangée. C'est l'environnement qui tranche finalement entre les formes «adaptées» et celles qui disparaîtront rapidement.

Même si ce modèle évolutionniste avec son fondement génétique s'est étendu sur tout le corpus de la biologie descriptive et comparative, l'éthologie, née plus récemment des premières observations du comportement social des insectes (Konrad Lorenz, surtout), des oiseaux (Von Frisch), des primates (par exemple Eibl-Eibesfeldt ou Desmond Morris), est demeurée plusieurs années à l'écart de ce mouvement de fond. On comparait les comportements comme autrefois les organes, sans se demander comment ces «modèles sociaux» étaient apparus et s'étaient maintenus, dans leurs ressemblances comme dans leurs différences.

C'est essentiellement cette intégration de l'étude du comportement social des animaux à la «synthèse moderne» (comme on appelle souvent le néo-darwinisme depuis l'apparition de la théorie génétique) qui constitue le champ d'analyse de la sociobiologie. Rien d'autre en somme qu'un prolongement normal de l'édifice de la biologie moderne.

Mais une telle intégration n'est possible que si, de fait, les comportements sociaux sont génétiquement déterminés. La question pose donc à nouveau le débat de fond entre l'inné et l'acquis, entre le gène et l'apprentissage. Là-dessus, les évidences se détachent aisément au-



jourd'hui des positions naïves et irrécyclables originelles de Konrad Lorenz (l'homme à la merci de ses instincts agressifs, qu'il doit libérer périodiquement par le football ou la guerre) ou de B.F. Skinner (l'homme vu comme une machine stimulus-réponse formée à partir d'une pâte vierge, par divers processus d'apprentissage).

Chez les micro-organismes coloniaux et les insectes sociaux (fourmis, abeilles, termites, etc.), les comportements apparaissent comme entièrement déterminés par les gènes. Chez les reptiles aussi, et pour la majorité des oiseaux, où la marge d'apprentissage semble très étroite (quoique non nulle). Chez les mammifères, la réponse fournie à un stimulus environnemental peut être modulée par des phénomènes d'apprentissage, mais le potentiel de variabilité d'un comportement semble encore étroit, et le schéma stimulus-réponse paraît lui-aussi être issu d'automatismes innés. Ce n'est finalement que chez les primates supérieurs, ou même plus exclusivement chez l'homme que le développement du cortex cérébral (depuis deux millions d'années surtout) semble ouvrir la porte à toute une gamme de réponses possibles à l'environnement, et faire passer les automatismes génétiques au second plan. Mais nous y reviendrons plus tard.

LA VACHE ET LA MOUCHE

Un seul exemple, cité par David Barash, nous fera comprendre comment l'approche génétique nous permet d'expliquer même les comportements animaux les plus raffinés. Lorsqu'une vache entend le «buzz» d'un moustique piqueur, ou même celui d'une mouche domestique, elle réagit faiblement en balançant sa queue avec nonchalance. Il est toutefois certaines mouches parasites qui provoquent au contraire une réaction vive, comprenant les meuglements, des battements des pieds, des sauts et mouvements de

fuite, etc. Pourtant, les insectes piqueurs infligent à l'animal une douleur immédiate, alors que les mouches parasites ne font que déposer sur leur peau des oeufs indolores. Quel processus d'apprentissage pourrait ainsi expliquer l'indifférence à la douleur, et l'excitation devant l'indifférent?

La seule explication est que ces oeufs microscopiques développeront, dans les jours qui suivent, autant de larves imperceptibles. L'infestation prendra des mois, et ne deviendra sérieuse et douloureuse que longtemps plus tard. Mais elle conduira souvent au décès de l'animal assiégé. Si l'on exclut l'hypothèse farfelue selon laquelle les vaches se transmettent culturellement la connaissance de ce long processus de la morphogénèse des insectes parasites, il faut bien admettre que l'impatience devant l'insecte parasite est innée. Question de réaction hormonale à l'odeur? Ou de réflexe nerveux au son particulier des parasites? On ne sait guère encore, mais l'essentiel est que cette réaction dépend d'un mécanisme biologique, lequel est l'aboutissement ultime du code génétique transmis à chaque vache.

Il faut donc admettre que si, dans l'histoire de l'évolution, certaines vaches ont été «par hasard» (ou à la suite d'une pression environnementale, diront les néo-lamarckistes) équipées de ce mécanisme de réaction automatique contre les parasites, ces vaches ont eu par la suite un succès reproductif beaucoup plus grand, de sorte que leur «assemblage génétique» particulier s'est finalement répandu à toute l'espèce.

On aurait pu choisir des centaines d'autres exemples de l'application du modèle darwinien aux comportements, mais tous ne sont pas aussi clairs que celui de la vache et de la mouche. Les stratégies sociales paraissent souvent répondre moins directement à des nécessités biologiques évidentes, et la sociobiologie ne pouvait se prétendre une

Une stérilité avantageuse

La première abeille qui aurait donné naissance à des filles stériles, à cause d'une reproduction haploïde-diploïde, aurait ainsi eu la possibilité de disposer d'une main-d'oeuvre abondante et dévouée, donnant ainsi à cette nouvelle race d'abeilles un statut évolutif privilégié.

science si elle ne raffinaient pas d'abord ses concepts de base.

UN MARIAGE À TROIS

La sociobiologie est donc née de la rencontre récente entre trois branches de la biologie moderne: l'éthologie, la génétique des populations et l'écologie. La première fournit une description «actuelle» du résultat de l'évolution. La seconde apporte des modèles mathématiques permettant d'expliquer comment une caractéristique génétiquement transmise peut apparaître et évoluer au sein d'une population. Et la troisième donne un tableau d'ensemble des facteurs de cette évolution: contraintes environnementales et démographiques.

De cette rencontre sont nés des concepts comme celui de «stratégie évolutive stable», de «sélection interdémique», ou «sélection parentale»... Une stratégie sociale sera instable, sur le plan de l'évolution, si l'apparition d'un nouveau modèle de comportement donne immédiatement un avantage considérable, sur le plan reproductif, à cet individu «mutant». On doit au sociobiologiste Maynard Smith l'analyse de ce concept.

Si, dans une espèce animale, tous les mâles refusent de se battre, il est évident que le premier mutant «agressif» pourra dominer facilement les ressources, et avoir accès à toutes les femelles, multipliant d'autant son modèle comportemental dans la génération subséquente. Si, par contre, tous les mâles de cette espèce poussaient l'agressivité jusqu'à la mort d'un des deux combattants, les chances de survie à long terme de chacun diminuerait avec l'accroissement démographique et la multiplication des rencontres entre mâles. Si, dans ce dernier cas, un mutant pacifique faisait son apparition, il aurait immédiatement un avantage considérable: celui de la fuite, et donc de la survie à long terme. Aucune des deux stratégies n'est donc évolutivement stable.

Par contre, des modèles mathématiques montrent qu'une stratégie qui consiste à attaquer tout étranger qui se présente sur son territoire, mais à fuir si la rencontre se fait sur un territoire étranger, deviendra le plus souvent une stratégie «stable», c'est-à-dire avantageuse par rapport à chacune des deux alternatives pré-citées. Or, il s'agit d'une stratégie très fréquente dans la nature, comme l'ont démontré les travaux de Lorenz ou de Von Frisch.

TOUT POUR LA FAMILLE

Les concepts de sélection interdépendante et parentale ont été invoqués pour expliquer, dans l'éventail des stratégies sociales possibles, la survie de comportements individuels visiblement privés de potentiel héréditaire. Qu'il suffise de mentionner des cas de suicides collectifs chez certains animaux, ou même de stérilité acquise génétiquement par de nombreux insectes. À première vue, les groupes dépourvus de ces comportements non conformes à la reproduction maximale (on parle, en sociobiologie, de comportements «altruistes», puisqu'ils ont comme conséquence indiscutable d'augmenter les chances des autres individus, dans la lutte pour la survie génétique) finiront par prendre toute la place, et les comportements altruistes sont donc fondamentalement des «stratégies évolutives instables».

Le premier mécanisme proposé, la sélection interdépendante, suppose que les comportements altruistes sont apparus de manière aléatoire, mais que la lignée altruiste a été isolée du reste de l'espèce. Dans ce cas, si la présence de ce modèle comportemental donne à ce sous-groupe un avantage marqué sur les autres groupes, il peut connaître un succès reproductif certain. On pourrait penser à la première abeille qui aurait ainsi donné naissance à des filles stériles, à cause d'une reproduction haploïde-diploïde. Au lieu de voir ses descendants fonder autant de ruches séparées, la possibilité pour cette «mutante» de disposer d'une main-d'œuvre abondante et dévouée (parce que stérile) aurait pu donner à cette nouvelle race d'abeilles un statut évolutif privilégié.

Dans la majorité des cas, il appert que l'altruisme pur, même s'il devait connaître un succès à cause de mécanismes de sélection interdépendante, demeurerait vulnérable à l'apparition, au sein de la population altruiste, de mutants dépourvus de tels schèmes comportementaux. En d'autres mots, l'altruisme demeure une stratégie instable.

Sauf s'il est sélectif. Hamilton, spécialiste de la génétique des populations, a en effet élaboré un modèle mathématique démontrant que l'altruisme sélectif, dirigé vers les proches parents, constitue une stratégie évolutive stable. On comprendra l'évidence de cette affirmation dans le cas des soins d'un parent à son enfant, mais le même phénomène joue

aussi entre des frères si le sacrifice de l'un profite à plus de deux d'entre eux, ou entre des parents plus lointains, à condition qu'à chaque fois l'individu altruiste contribue, par son sacrifice, à multiplier dans la génération subséquente le nombre d'individus ayant les mêmes gènes que lui. La probabilité d'un tel «profit» diminue à mesure qu'on s'éloigne des relations parentales, ne rendant stable sur le plan évolutif qu'une stratégie d'altruisme sélectif.

Cette notion d'altruisme sélectif, ou de «sélection parentale» revêt une importance toute particulière pour les sociobiologistes. Si dans son livre *Sociobiology and Behavior*, David Barash reconnaît l'existence d'au moins trois autres hypothèses expliquant la genèse de comportements sociaux non directement égoïstes (au sens reproductif), Richard Dawkins, un autre pionnier de cette discipline, refuse d'admettre la moindre contestation à l'approche mathématique d'Hamilton. Edward Wilson, ce spécialiste des insectes de Harvard dont l'imposant ouvrage (700 pages) sur la question a cristallisé le débat contre ce «nouveau darwinisme social», reconnaît lui-même que cette notion de parenté représente la «réponse au problème théorique central de la sociobiologie».

Ces notions sont importantes, car c'est finalement à partir de ce concept d'altruisme sélectif envers la proche parenté que les sociobiologistes expliqueront la majorité des modèles de vie en groupe, et plus tard, lorsqu'ils aborderont les fondements biologiques des comportements humains, qu'ils tenteront d'expliquer l'origine de certaines pulsions sociales à caractère de népotisme, ou à l'inverse, à caractère raciste.

UN ANIMAL À PART: L'HOMME

Mais avant d'aborder ce «dossier bouillant» de la sociobiologie humaine, précisons que cette nouvelle discipline a déjà enregistré, face à l'éthologie animale, des résultats intéressants.

En science, la valeur d'une théorie se juge en fonction de deux critères: son potentiel explicatif, concernant les faits observés, et sa valeur prédictive, qui apparaîtra comme une confirmation ultime. Sur le premier plan, la sociobiologie a permis d'expliquer par des références environnementales ou biologiques (les mécanismes reproducteurs notamment) la majorité des stratégies sociales étudiées antérieurement par les éthologistes. Mais bien sûr, ces confirmations *a posteriori* ne parviennent pas à convaincre les sceptiques. Il y a toujours moyen, disent-ils, d'ajuster les faits ou leur interprétation pour faire entrer des résultats judicieusement choisis dans le contexte d'une théorie.

La valeur prédictive semble donc plus importante. Et là-dessus, bien qu'on en soit aux tous premiers balbutiements, chaque pionnier se vante à juste titre d'avoir, une ou deux fois, deviné à

l'avance comment évoluerait telle ou telle stratégie sociale, si on modifiait l'environnement, et d'avoir pu confirmer ses hypothèses par des études en laboratoire ou sur le terrain. On n'en est bien sûr qu'au tout début, mais c'est assez prometteur pour que la sociobiologie ait déjà sa place dans le corpus des sciences biologiques.

La question fondamentale se pose donc ici: pourquoi en serait-il autrement dans le cas de l'homme? Si une théorie évolutive des comportements sociaux devait un jour expliquer sans faille (nous n'y sommes pas encore!) tous les modèles animaux, pourquoi ne pourrait-elle pas être généralisée à cet animal qu'on appelle l'homme? Ne serait-ce pas là son test ultime, la sociobiologie n'étant fermement établie que lorsqu'elle aura su intégrer la sociologie? Mais la réponse, c'est «non!».

LES LIMITES DU MODÈLE GÉNÉTIQUE

Curieusement, c'est le darwinisme lui-même qui permettra d'expliquer sa propre impuissance à décoder les comportements humains. En effet, dans le mécanisme évolutif de la «survie des plus aptes», l'avantage unique de notre ancêtre primitif apparaît être sa grande capacité d'adaptation, d'analyse de situations nouvelles, et de manipulation des outils. Tout ça, bien sûr, est complété par l'apparition, plus tardive, du langage. Il est donc plausible de croire que toute mutation génétique qui tendait à accroître ces facultés, toutes liées plus ou moins directement au développement du cortex cérébral, obtenait un succès reproductif considérable. On peut citer comme preuve de cette hypothèse la croissance extrêmement rapide (en termes évolutifs, bien sûr) de la capacité crânienne humaine: de 450 centimètres cubes, chez l'australopithèque, à tout près de 2 000 centimètres cubes aujourd'hui. Une multiplication par 5 en moins de 3 millions d'années!

Il s'ensuit qu'au niveau des comportements sociaux, la pression sélective aura favorisé, chez l'homme, les mutations qui lui permettent de s'affranchir le plus complètement des schèmes génétiquement déterminés, au profit des schèmes adaptatifs, particulièrement perméables aux facteurs d'apprentissage (le langage et la culture). Le fait de n'avoir aucune stratégie pré-déterminée devient donc, chez l'homme, une stratégie évolutive stable! Ce qui conduit le plus radical des sociobiologistes, Richard Dawkins, à affirmer péremptoirement que la sociobiologie est à peu près inapplicable à l'homme moderne.

Visiblement, Edward Wilson ne partage pas cet avis, mais il s'empresse de commenter: «La sociobiologie n'est pas une doctrine, comme l'était le darwinisme social du début du siècle. C'est une discipline de recherche. Elle a pour but l'analyse des fondements biologiques

des comportements sociaux y compris ceux de l'homme. Mais cela n'exclut pas la possibilité qu'un sociobiologiste estime, en fin de compte, que ces fondements sont négligeables chez l'homme.» Mais il ajoute aussitôt: «Quant à moi, j'ai rejeté cette hypothèse... Il y a trop d'évidences que certains de nos comportements ne sont pas étrangers à la biologie.»

RACISME ET DOUBLE STANDARD

Parmi ces comportements éventuellement biologiques, Wilson mentionne l'agressivité. Mais il rejette aussitôt la règle du «tout ou rien», chère aux premiers généticiens, pour adopter le concept «d'échelle comportementale» pré-déterminée. L'agressivité «innée» peut ne jamais s'exprimer ou, au contraire, devenir débordante en fonction de facteurs sociaux et culturels. L'homme n'est donc pas captif de ses gènes sur ce plan, puisque tous les échelons de l'échelle lui sont théoriquement accessibles. Mais comme l'agressivité est en partie fonction de nos hormones, la testostérone par exemple, et que les mâles en produisent plus, on doit s'attendre à ce que l'homme, en moyenne, soit plus agressif que la femme, tous les autres facteurs étant égaux.

Or, chez les primates, cette différence biologique conduit à une domination sociale par le mâle. Comme cette domination est en accord avec toutes les hypothèses de «stratégie évolutive stable», non seulement chez les primates, mais aussi chez l'homme, les sociobiologistes semblent enclins à croire que le sexisme social, sans se justifier, pourrait en partie s'expliquer par la biologie évolutive.

Leur analyse donne prise à des controverses encore plus chargées, émotivement, lorsqu'ils arrivent à la conclusion que le «double standard» (le fait que le mâle réagisse plus violemment à l'adultère de la femelle que l'inverse) est une autre «stratégie évolutive stable» pour bien des mammifères, et pour l'ensemble des primates. Visiblement favorisé par une culture historiquement dominée par le mâle, ce schème comportemental pourrait toutefois avoir aussi, chez l'homme, un fondement biologique, sinon déterminant, du moins «facilitant».

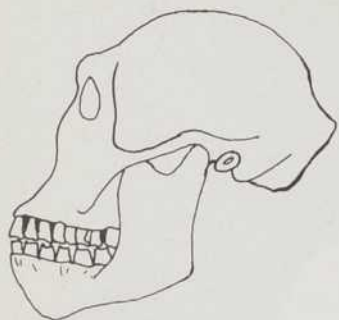
Même chose pour des comportements tendant à favoriser les membres de sa propre famille et à réagir plus agressivement aux étrangers. Visiblement renforcés par une culture à l'origine tribale, puis fortement nationaliste (régionaliste même), ces schèmes empreints de népotisme et xénophobiques (y compris le racisme) pourraient être facilités par un fondement biologique.

L'organisation sociale centrée autour du noyau familial, et le tabou concernant l'inceste, commun à toutes les civilisations humaines, pourraient aussi avoir des fondements biologiques «facilitants», de même qu'une foule d'autres caracté-

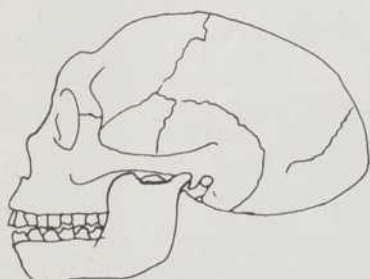


Une spécialisation autrefois utile

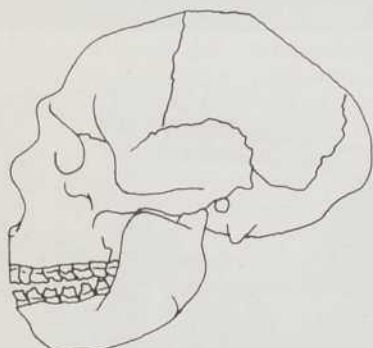
Les sociétés ayant développé culturellement un mode de vie centré sur la famille, avec une division des tâches entre les hommes et les femmes, perfectionnant en conséquence une éducation différentielle, pourraient avoir eu un succès évolutif plus grand, à l'époque primitive, sans que cette sélection des cultures ne fasse appel au moindre déterminisme génétique.



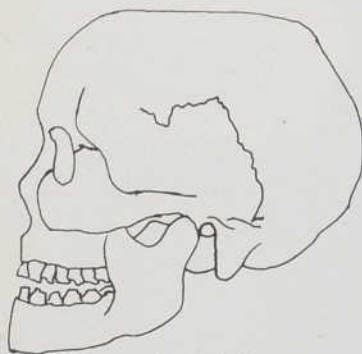
Australopithèque



Pithecanthropus



Homme du Néanderthal

Homme de Crô-Magnon
(Homo sapiens)

Une évolution vers les grosses têtes

La boîte crânienne humaine est passée de 450 centimètres cubes chez l'australopithèque à tout près de 2 000 centimètres cubes aujourd'hui. Cette augmentation de volume, accompagnée d'un développement du cortex cérébral, était liée aussi à la grande capacité d'adaptation de l'homme.

ristiques des sociétés humaines à la fois «prévues» par les modèles sociobiologiques, et communs aux primates supérieurs: les conflits parents-enfants à la puberté; l'importance du jeu dans le développement des jeunes; le nombre relativement restreint des relations intimes; et même une certaine division du travail dans les sociétés primitives...

LES ARGUMENTS DE L'ATTAQUE

Même si Wilson insiste, dès le premier chapitre de son livre sur la différence entre le «ce qui est» et le «ce qui devrait être», c'est-à-dire sur le fait qu'un comportement sélectionné par la nature n'est pas nécessairement un comportement souhaitable, au sens moral (ou, en langage imagé, que le fait de prétendre que la myopie est biologique n'est pas une raison pour ne pas porter de lunettes!), on a immédiatement accusé la discipline dont il voulait faire la synthèse (il n'en est pas le père, contrairement à ce qu'on croit trop souvent) d'être une caution au *statu quo*.

Les «Radical scientists» de Boston, autour de Richard Lewontin, et la «British Society for Social Responsibility in Science», les deux principaux détracteurs, ont donc immédiatement fait de la sociobiologie une doctrine, et non plus une recherche. Avec les conclusions qu'il tirait sur les sociétés humaines, Wilson aurait été un peu naïf de croire qu'il y échapperait!

Mais cette stratégie d'attaque a certes été une erreur. Les deux groupes l'admettent publiquement aujourd'hui. En comparant le livre de Wilson aux opuscules des «social darwinists», et en reliant ce courant de pensée aux horreurs nazies ou aux lois anti-immigration des États-Unis du début du siècle, ils s'adressaient à l'émotivité du public. Cela contrastait trop avec le caractère austère et studieux de l'oeuvre de Wilson. Cela donnait l'impression que les détracteurs n'avaient jamais lu ce livre, ou l'avaient volontairement déformé! Wilson devait remporter la première manche du débat, qui dura jusqu'à l'été 1976 (son livre est paru l'automne précédent).

En outre, en allant jusqu'à nier à la sociobiologie le statut de discipline scientifique, et en réclamant en conséquence qu'elle ne soit plus enseignée dans les universités américaines, les opposants semblaient vouloir liquider le débat avant même de l'avoir ouvert. Puisqu'il est réactionnaire de proclamer que les comportements ont un fondement biologique, c'est qu'ils n'en ont pas. Cela ressemble étrangement à l'attitude des scientifiques soviétiques qui ont rejeté pendant 40 ans la théorie génétique parce qu'elle était réactionnaire!

DES FAIBLESSES RÉELLES

Le fait que les opposants aient mal mené

leur attaque ne prouve pas non plus qu'ils avaient tort sur tous les points. Même si la sociobiologie est une discipline scientifique, même si elle a fait ses preuves avec les sociétés animales, rien n'indique que les sociobiologistes aient raison dans leurs hypothèses quant aux sociétés humaines. On a vu précédemment les raisons «évolutives» qui nous permettent de douter du déterminisme génétique humain.

Mais la situation se complique en fait même dans le cas des «évidences» de l'influence biologique dans certains schèmes comportementaux, évidences relevées par Wilson et qui peuvent fort bien être expliquées uniquement dans un cadre culturel. Prenons un exemple simple: il est courant dans les peuplades esquimaudes de voir les vieillards, lorsqu'ils sont incapables de suivre la troupe, la quitter pour se laisser mourir. Cette «propension au suicide» a-t-elle un fondement biologique ou n'est-elle que culturelle? L'hypothèse biologique supposerait dans ce cas que les systèmes hormonaux ou les autres mécanismes associés avec la «rage de vivre» décroissent avec l'âge. Dans les régions nordiques, où le sacrifice des vieillards devient très utile à la survie de la troupe, la pression sélective aurait favorisé à long terme les familles où ce «vieillessement de l'énergie vitale» est plus rapide.

Mais ce comportement «altruiste» peut aussi n'être que culturel. Quoique doté à la naissance du même potentiel de vie prolongé que tout autre être humain, l'esquimau serait culturellement «conditionné» à accepter éventuellement cet inévitable sacrifice. Là encore, l'évolution aurait favorisé les troupes ayant développé ce schème culturel. Le mimétisme parfait de ces deux processus rend impossible, *a priori*, de trancher pour l'un ou pour l'autre.

Il en est de même pour toutes les «évidences» de Wilson. Les sociétés ayant développé culturellement un mode de vie centré sur la famille, avec une division des tâches liant de plus près les femmes aux activités domestiques et les hommes aux activités de chasse et de lutte inter-tribales, perfectionnant en conséquence une éducation différentielle pour les garçons et les filles, pourraient fort bien avoir eu un succès évolutif plus grand, à l'époque primitive dont nous sortons à peine, sans que cette sélection des cultures ne fasse appel au moindre déterminisme génétique.

Cela ne nie pas, bien sûr, qu'il demeure, derrière l'important écran culturel qui moule les sociétés humaines, un arrière-fond biologique. Mais cela peut très bien conduire aux conclusions de Dawkins ou d'Alexander Alland («La dimension humaine, réponse à Konrad Lorenz») à savoir que les modèles génétiques ne sont guère utiles pour analyser les sociétés humaines.

Or, si les textes des pionniers de la sociobiologie ne tombent pas tous dans cet excès, la méthode utilisée par Wilson dans sa synthèse apparaît confuse sur ce

plan puisqu'elle repose en bonne partie sur des hypothèses: jamais de démonstration nette de la nature biologique d'un comportement, mais une série de développements logiques permettant de conclure qu'un comportement, puis un second, puis un troisième, «pourraient» tous être expliqués génétiquement. Il en résulte donc une impression d'évidence, fondée sur l'accumulation de cas qui ne le sont pas du tout!

«Méthode heuristique», soutient Wilson, en rappelant que chaque hypothèse ouvre une porte à la recherche. Admettons toutefois, en attendant, que le livre dégage une fausse impression d'évidence dont on doit se méfier...

LA TARE MATHÉMATIQUE

Mais la sociobiologie naissante s'est aussi engagée dans une voie piégée en donnant une importance trop grande à la mathématique hamiltonienne de la sélection parentale. D'une part, il s'agit d'une mathématique abstraite, tentant d'établir un rapport coût-bénéfice (en termes de potentiel évolutif) pour chaque allèle (c'est-à-dire chaque forme que peut prendre un gène, au sein d'une population), concernant chaque comportement.

Il s'ensuit une propension à considérer le gène comme unité importante du comportement, et à adopter une vision «génocentrique» de toute forme de vie. Par un glissement sémantique difficile à éviter, on finit par prêter des intentions et un jugement à chaque allèle génétique. Bien sûr, on peut toujours formuler les phrases autrement pour les rendre conformes à la vision matérialiste de l'évolution darwinienne, mais on se rend compte que le phénomène décrit ne résiste à ce glissement sémantique que si l'on postule que chaque comportement est délimité précisément par une structure génétique. Ce postulat de transposition directe gène-comportement a depuis longtemps été rejeté par la biologie moléculaire actuelle.

Or, si on abandonne ce postulat, et si on adopte une vision où les comportements altruistes seraient produits non plus directement par une sous-structure génétique, mais par l'ensemble de la structure biologique d'une espèce, indépendamment des allèles particuliers à chaque individu, ou encore comme autant d'effets secondaires liés directement à d'autres comportements «égoïstes» (c'est-à-dire potentiellement reproductifs), l'altruisme sélectif de la sélection parentale n'a plus sa raison d'être. L'explication du racisme non plus!

D'ailleurs, cette possibilité d'expliquer l'altruisme comme effet secondaire de structures comportementales égoïstes, sans référence à la mathématique hamiltonienne, n'échappe pas toujours à Wilson. Notons par exemple qu'il propose les deux explications dans le cas de la facilité avec laquelle l'homme se laisse endoctriner, au risque même de sacrifier sa vie pour une cause.

Mais Wilson, dans sa synthèse, a aussi fait d'autres choix discutables. Notamment l'usage abusif de l'argument suivant: si quelque chose existe, c'est qu'il a été retenu par sélection naturelle. Par exemple, pour Wilson, si l'homosexualité persiste de génération en génération chez l'homme, malgré son «aptitude darwinienne» inférieure (les homosexuels ont moins de descendants que les hétérosexuels), c'est qu'il doit bien y avoir une raison. Et ça l'amène à supposer que les familles où le patrimoine génétique prédispose à l'homosexualité seraient aussi les familles ayant globalement le plus de descendants, d'où un rôle altruiste possible des homosexuels (le soin des enfants de leur parenté dans les villages primitifs?).

Enfin, notons qu'on a aussi reproché au livre de Wilson de tomber dans le piège facile des analogies. Deux phénomènes n'ont pas nécessairement la même explication parce que des éthologues leur ont donné le même nom! Surtout si l'on fait d'un seul coup le saut des fourmis jusqu'à l'homme... Dans l'ensemble toutefois, il faut reconnaître que les sociobiologistes, Barash surtout, ont su se garder à l'écart de ces rapprochements trop factices.

Le débat passionnel sur la sociobiologie s'est maintenant apaisé. Les choses rentrent dans l'ordre, et le mariage entre l'éthologie et le darwinisme en est sorti renforcé. Espérons toutefois que la critique serrée de l'instrumentation conceptuelle se poursuivra. Car un piège guette cette science naissante: de trop grandes ambitions. Wilson lui-même a peut-être visé trop haut... ou trop vite.

Démarche heuristique? Seul l'avenir nous dira si elle aura été féconde.

Pour en lire plus

Alexander Alland, *La dimension humaine, réponse à Konrad Lorenz*, Le Seuil, Paris, 1974, 192 pages

David Barash, *Sociobiology and Behavior*, Elsevier Editor, New York, 1976, 278 pages

Richard Dawkins, *The Selfish Gene*, Oxford University Press, 1976, 224 pages

Edward O. Wilson, *Sociobiology, the New Synthesis*, Belknap Press of Harvard University, Cambridge, Massachusetts, 1975

LA SCIENCE MÈNE L'ENQUÊTE

par François Picard

Dans une enquête criminelle, un simple détail peut conduire à l'arrestation d'un suspect. Ainsi il suffit parfois d'une particule de peinture, d'une empreinte ou d'une tache de sang pour prouver la culpabilité de quelqu'un. Ces indices, c'est à des scientifiques que l'on demande de les déchiffrer. Ces spécialistes en criminalistique, en physique, en chimie, en biologie, en toxicologie et en médecine sont regroupés, au Québec, à l'Institut de médecine légale et de police scientifique qui dépend du ministère de la Justice. Ce ne sont pas des policiers, mais des experts dans leur domaine respectif; ils ne font des affirmations que lorsque les résultats de leurs recherches en laboratoire leur permettent de tirer des conclusions hors de tout doute raisonnable.

L'Institut comprend deux grands services, celui de la police scientifique et celui de la pathologie judiciaire, qui rassemblent toutes les connaissances et tous les moyens scientifiques et technologiques nécessaires pour étudier et caractériser les différents indices découverts sur les lieux d'un crime. Ils aident ainsi à déterminer avec plus de précision et de rapidité les circonstances du crime et l'identité du suspect.

Près de dix mille cas sont soumis chaque année à ces différents services. Selon la catégorie du crime perpétré, les éléments recueillis sur les lieux du crime sont apportés aux experts concernés qui utilisent alors les méthodes les plus modernes pour obtenir un maximum de renseignements pertinents.

DES BALLES QUI EN DISENT LONG

Un homme est abattu au cours d'un règlement de compte. Sur le lieu du crime, les enquêteurs retrouvent des projectiles dans un divan et dans un mur, ainsi que des douilles éjectées de l'arme du meurtrier. D'autres projectiles sont retrouvés dans le corps de la victime au cours de l'autopsie. Ces projectiles et douilles permettront aux experts en balis-

Un éventail des méthodes de plus en plus sophistiquées des scientifiques détectives

tique de découvrir des indices pour l'identification du coupable.

Déjà une première observation indique de quel type et de quel calibre sont l'arme ou les armes employées. Les projectiles ou les douilles pourraient cependant provenir de deux armes de même type et de même calibre. Toutefois, chaque arme y laisse des traces très personnelles, en quelque sorte une signature due aux défauts, si minimes soient-ils, du canon, du percuteur et de l'extracteur.

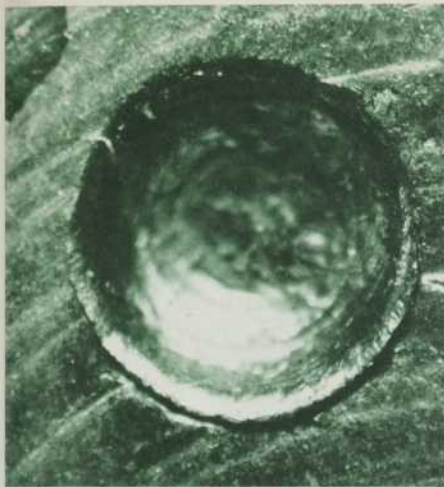
Pour les détecter, on les examine à l'aide d'un microscope de comparaison, c'est-à-dire d'un microscope à deux objectifs sous lesquels on place chacun des deux éléments que l'on veut comparer. Le spécialiste fixe l'un des projectiles dans une certaine position et varie la position de l'autre projectile jusqu'à ce que deux images semblables apparaissent dans l'oculaire. Les mêmes stries doivent se retrouver au même endroit sur chaque projectile.

Alors que les rayures sont les mêmes pour le même type d'armes, les stries, plus discrètes, varient avec chaque arme, même à l'intérieur d'une série. Une quinzaine de stries semblables sur deux projectiles ou deux douilles prouvent qu'ils ont été tirés par la même arme.

Une technique semblable permet de déterminer si une arme suspecte est vraiment celle qui a servi au criminel. Une balle est tirée avec cette arme, soit dans un puits d'eau, soit dans un système fait de tissu à fromage et de plaques de cellulose afin de ne pas altérer le projectile utilisé par un quelconque élément extérieur à l'arme. En comparant, au moyen du microscope, ce projectile et celui découvert sur les lieux du crime, on détermine si l'arme suspecte coïncide avec celle du criminel.

Ce travail de comparaison peut durer de quelques heures à quelques semaines selon l'état des pièces à examiner. Quand il s'agit de petits plombs, l'analyse comparative des stries est à peu près impossible.

Les examens des spécialistes en balistique permettent aussi de dire à quelle distance approximative le tireur a fait feu sur sa victime grâce aux traces de poudre,



Institut de médecine légale et de police scientifique

et selon quel angle il l'a atteinte grâce à l'étude de la trajectoire du projectile.

Les armes à feu longues les plus fréquemment utilisées par les criminels québécois sont le fusil à un coup, la carabine 22 et la Winchester 30-30. Parmi les armes à feu courtes, on rencontre plus souvent le Colt ou le Smith et Wesson. Il est étonnant de voir qu'en seulement quelques jours, les enquêteurs de la Sûreté du Québec peuvent apporter une vingtaine d'armes à la section de balistique. En 1975 seulement, on a reçu au laboratoire, pour expertise, 661 revolvers, 354 pistolets, 569 carabines, 202 fusils, 14 mitraillettes et 1 825 projectiles et douilles.

Bien d'autres types d'empreintes intéressent les spécialistes de cette section, par exemple celles des pneus ou des semelles. Voici un type différent de cause qui peut leur être soumis: dans un magasin, un individu détachait l'étiquette collée sur de petites scies mécaniques pour l'appliquer sur de plus grosses du même genre qu'il payait donc moins cher à la caisse. Il essayait ensuite, dans un second magasin, de rendre cette scie en échange d'un montant équivalent à son prix réel, sous le prétexte qu'elle ne lui convenait pas. Le fraudeur fut pris en défaut quand, dans le second magasin qui ne vendait pas cette dimension de scie, la caissière fut intriguée par son manège. Pour l'incriminer, les experts durent prouver la relation entre l'étiquette de la scie achetée et la trace laissée par l'étiquette enlevée sur la petite scie. Comme au niveau des balles et des douilles, il s'agit surtout d'études comparatives entre plusieurs objets.

UN CRIME PARFAIT EXIGE LA PROPRETÉ

Les experts en balistique laissent la place aux biologistes lorsqu'il s'agit d'examiner et d'analyser différentes substances trouvées sur le lieu d'un délit, telles que du sang (dans 80 pour cent des cas), du sperme, de la matière fécale, de la salive, de la sueur ainsi que des cheveux, des poils et des fibres. Il leur faut alors

déterminer avec la plus grande précision possible la nature et l'origine de la matière étudiée pour, ensuite, faire des études comparatives entre des traces de ces matières trouvées sur les lieux du crime et des échantillons de ces mêmes matières provenant des présumés suspects.

Par exemple, une jeune fille est violée puis tuée par son agresseur, un crime trop fréquent qui reste rarement impuni. Les vêtements de la victime sont envoyés rapidement à la section de biologie de l'Institut. Chaque tache d'une substance biologique quelconque est repérée puis examinée. Si la tache est brune, le premier test consiste à imbiber un échantillon de celle-ci avec un mélange de benzidine et de peroxyde: la tache prendra une coloration bleu vert intense s'il s'agit de sang. Pour le second test, on place un échantillon de la tache de sang ainsi que du sérum anti-humain dans une éprouvette; si le sang provient d'un être humain, on observe un précipité entre les deux extraits. Le sérum anti-humain est le produit d'une réaction immunologique chez un lapin à qui on a injecté du sérum humain. On peut préparer de la même façon des sérums anti-boeuf, anti-chat, anti-chien, etc., qui permettront de reconnaître à quelle espèce animale appartient le sang de la tache.

Ayant identifié la présence de sang humain, il s'agit maintenant de déterminer à quel groupe sanguin il appartient. Le système ABO est le plus répandu pour grouper les différents types de sang. On sait qu'environ 40 pour cent des Canadiens sont du groupe A, 13 pour cent du groupe B, 42 pour cent du groupe O et 5 pour cent du groupe AB. Il existe cependant une dizaine de systèmes différents qui permettent à chaque fois d'isoler et de quantifier une substance particulière contenue dans le sang. Pour chacun d'entre eux, des recherches furent effectuées en collaboration avec les centres de police scientifique de Grande-Bretagne et du FBI américain pour retirer des données statistiques concernant les proportions de la population blanche de chaque groupe ou chaque sous-groupe sanguin. Les résultats peuvent être très

Deux balles, une arme

La comparaison de ces deux douilles au microscope ne laisse aucun doute sur le fait que c'est la même arme qui les a tirées toutes les deux.

précis puisque la possibilité de trouver deux personnes de même sang variera entre 1/100 et 1/200 000 000 000 selon que le sang considéré appartient aux groupes les plus fréquents ou aux groupes les plus rares.

A UN CHEVEU PRÈS

Si les analyses sont faciles à faire avec du sang liquide, elles deviennent difficiles avec une tache de sang séché. La détermination des groupes sanguins ne permet donc pas d'individualiser les taches ou les dépôts de sang séché, mais seulement d'établir des relations de similarité.

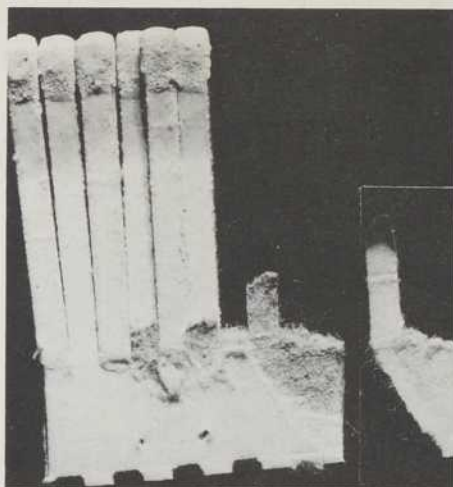
Ainsi le biologiste comparera le sang séché découvert sur les vêtements de la victime avec celui de la victime ainsi que celui du ou des suspects de façon à établir des relations. Les résultats de l'analyse serviront, par exemple, à confirmer ou à infirmer les déclarations du suspect, les suspicions des enquêteurs. Si le suspect porte des traces de sang de la victime sur ses vêtements, il aura bien du mal à se disculper.

Les experts peuvent aussi déterminer le groupe sanguin dans le système ABO à partir de sperme, de salive ou de sueur si la personne qui les a produits est d'un type sécréteur comme le sont 80 pour cent des Canadiens. Ces trois substances peuvent se retrouver sur le corps ou les vêtements de la victime. On ne peut pas dire de quand date une tache de sperme mais on peut confirmer sa présence et celle des spermatozoïdes au microscope. La présence de salive est décelée sur un vêtement, une cigarette, un timbre, une enveloppe en mettant une solution d'amidon en contact avec l'amylase de la salive, ce qui produit une tache blanche sur fond rose.

Quant aux poils et aux cheveux, on ne peut que déterminer s'ils sont d'origine humaine ou animale et établir des comparaisons au microscope avec d'autres poils ou cheveux. De même, un examen microscopique d'une fibre ne permettra qu'une étude de similitudes. Cependant, si les fibres constituent un morceau de tissu, on pourra établir des relations de complémentarité, par exemple dans le

Une allumette suffit

L'allumette jetée négligemment sur les lieux d'un crime a vite été reliée à l'homme qui détenait le reste de la pochette d'allumettes en comparant les deux morceaux.



institut de médecine légale et de police scientifique

cas d'un délit de fuite où l'on retrouve un morceau du tissu d'un vêtement de la victime resté accroché à la voiture suspecte. L'analyse des différents éléments d'origine biologique apporte un complément aux preuves testimoniales directes mais ne peut jamais s'y substituer.

UNE ÉCRITURE TRÈS RÉVÉLATRICE

Un individu peut aussi être piégé par ce qui a constitué l'acte même de son crime. Par exemple, une personne se fait appréhender dans une banque alors qu'elle tente d'encaisser un chèque qui ne lui est pas destiné et sur lequel elle a contrefait la signature du destinataire. Le chèque présumément falsifié est soumis aux spécialistes de la section Documents de l'Institut. Ils ont pour tâche d'établir une relation entre une écriture manuelle ou mécanique et son auteur, relativement à un acte criminel. Le criminologiste comparera l'écriture du document avec celle du ou des suspects, mais aussi avec celle de la personne qui aurait dû signer car il est toujours possible qu'elle ait elle-même essayé de déguiser son écriture dans le but d'encaisser deux fois le montant du chèque. Une fois cette possibilité écartée, le suspect appréhendé par la police doit écrire le plus spontanément possible un texte qui lui est dicté, puis refaire des signatures de son propre nom et du nom qu'il a supposément imité sur un papier de mêmes dimensions qu'un chèque.

Ayant entre les mains les documents à expertiser, le criminologiste fait une analyse comparative d'écritures. Il s'agit d'abord de rechercher les caractéristiques générales: spontanéité, sincérité, rapidité, alignement et format de l'écriture. Ensuite, on passe aux caractéristiques morphologiques, ces petits détails personnels, tels que l'orientation et la forme de chaque trait, que l'individu a ajouté à l'écriture scolaire de base alors que se formait sa personnalité. Il y a mille et une façons d'écrire chaque lettre et chaque chiffre et de les relier. Le tracé d'attaque de la lettre varie ainsi que les

boucles, la position et la liaison entre les lettres. Les signatures de même que les écritures très scolaires sont les plus faciles à imiter.

S'il y a suffisamment d'éléments semblables entre les documents examinés, on conclut à une identité d'origine hors de tout doute raisonnable. Il est déjà arrivé que 15 personnes pensent reconnaître un individu suspecté de faux, et que les experts prouvent son innocence. Si l'expert doit prouver les similitudes, il lui faut aussi donner des raisons possibles aux différences qui peuvent exister. S'il est dans l'incertitude, il le dit franchement.

DÉNONCÉ PAR SA DACTYLO

Il est aussi possible de retracer l'appareil qui a servi à dactylographier un document. Prenons, par exemple, le cas d'une demande de rançon lors d'un enlèvement. On identifie d'abord le type et la marque de la machine à écrire qui a servi à produire le document. Pour cela, on commence par regarder quelle longueur de papier est occupée par 100 caractères et de quel type ils sont. On examine surtout, pour comparaison, les détails des t-f-g-M-3 et 4 qui sont les caractères qui varient le plus. Un chiffre 2, par exemple, peut avoir le haut rond ou plat et la queue courte ou longue. On peut alors retrouver assez facilement la marque et le type de la machine parmi les 2 000 machines dont les caractéristiques sont fichées à l'Institut.

Si, par chance, on connaît la ville d'où peuvent venir les ravisseurs, il s'agit de retracer les magasins vendant ce genre de machine puis, parmi les factures, de sélectionner les noms de suspects possibles. On se rend alors chez ces derniers vérifier si les caractères de leur machine ne correspondent pas à ceux du document. En effet, chaque caractère de la machine peut avoir des défauts, dus à la fabrication ou à l'utilisation, qui ne sont visibles qu'au microscope et qui donnent une identité propre à chaque machine.

Ce genre d'identification peut aussi se faire pour des documents provenant de

photocopieuses ou même de protectomètres, ces appareils qui, dans les banques, servent à faire les chèques certifiés. En plus des appareils qui permettent des recherches à la lumière visible, tels que la loupe et le microscope, les spécialistes de la section Documents utilisent des lampes à ultraviolet et un système d'éclairage et de lecture à l'infrarouge. Cette dernière technique de luminescence infrarouge consiste à éclairer le document avec de la lumière bleue et ultraviolette, à filtrer pour obtenir une fluorescence dans le domaine du proche infrarouge et à utiliser un convertisseur d'image infrarouge pour la lecture.

Quant aux encres, elles sont encore difficiles à comparer par analyse, mais il est question que les fabricants y ajoutent bientôt un traceur pour qu'on puisse reconnaître l'année de fabrication. Par contre, deux encres de stylos peuvent être très différentes sous les rayons infrarouges. Une nouvelle technique d'analyse en luminescence infrarouge utilisée en transparence a récemment permis aux spécialistes de lire un texte écrit sous un gribouillage au stylo. Les contrefaçons de chèques, de permis ou de numéros de sécurité sociale sont surtout du ressort de la Gendarmerie royale du Canada, cependant quelques cas sont traités par l'Institut de police scientifique ainsi que les cas de falsification de billets de loterie qui sont très faciles à déceler en luminescence infrarouge.

TOUT CONTACT LAISSE DES TRACES

Un coupable quitte rarement les lieux de son délit sans laisser des traces. Ainsi le contact de deux objets entraîne presque toujours le transfert de particules de l'un sur l'autre. Imaginons, par exemple, une collision entre un automobiliste et un cycliste, sans témoin. On retrouve sur les lieux de l'accident la victime et sa bicyclette, mais le conducteur et son automobile ont disparu. Les enquêteurs découvrent des éléments du véhicule suspect: du verre des phares ou du pare-brise, des morceaux de plastique ou de métal et, ce qui est le plus important, des traces de peinture.

Le verre des phares ou même les moulures ne sont pas assez particuliers à un genre de véhicule pour fournir des éléments précis d'identification. Par contre, les traces de peinture prélevées sur les vêtements de la victime ainsi que dans ses blessures donnent beaucoup plus d'indices sur la voiture impliquée dans l'accident. Les spécialistes de la section chimie de l'Institut déterminent rapidement la couleur du véhicule suspect en repérant à la loupe et au stéréomicroscope les marques, les traces ou les déchirures sur les vêtements, où peut s'être insérée de la peinture. Ceci oriente déjà les recherches des enquêteurs. De plus, si l'insigne de la marque

LE RADAR ROUTIER



Le radar est un appareil qui fait frissonner plus d'un pied pesant sur l'accélérateur, mais qui ne mord pas. Il est opéré par des policiers qui ont suivi une formation de technicien-radariste, et qui sont donc aptes à présenter la preuve de l'excès de vitesse devant les tribunaux.

La partie visible de l'appareil, à l'extérieur du véhicule de police est l'antenne du radar. Les appareils habituellement employés au Québec sont à effet «Doppler», un système qui consiste à envoyer une onde électromagnétique émise sur une fréquence de 10 525 GHz depuis l'antenne vers un véhicule en marche sur lequel elle se répercute avant de retourner à l'antenne. La différence entre l'onde émise et l'onde reçue correspond à un changement de fréquence de 31,4 Hz par mille à l'heure parcouru par le véhicule en mouvement. Un dispositif calcule donc la différence entre l'onde émise et l'onde réfléchie qui sera ensuite traduite par des circuits électroniques en chiffres indiquant la vitesse. L'opérateur peut lire les résultats sur un cadran, des chiffres lumineux ou une charte.

Les manufacturiers indiquent un taux d'erreur possible de seulement 0,5 à 2 pour cent à une température ambiante de 25°C, mais on alloue habituellement à l'appareil une marge d'erreur de 5 à 10 pour cent. La marge d'erreur est toujours en faveur du citoyen.

L'opérateur doit poster son véhicule dans un endroit où le chemin est relativement droit et où il n'y a pas d'objets capables de causer d'interférence, ce qui est le cas des arbres, des enseignes mobiles ou au néon. Quelques secondes de réchauffage sont nécessaires avant que l'appareil soit prêt. L'opérateur vérifie ensuite l'efficacité de l'appareil et la lecture du cadran à l'aide de différents systèmes prévus à cet effet. L'antenne est placée de façon à avoir un maximum de précision dans les résultats.

Tout est prêt pour l'action... et c'est là que vous vous faites prendre. Profitez-en pour demander à voir l'appareil et son fonctionnement: vous en êtes devenu un actionnaire.

de la voiture était sale, elle peut s'être imprimée sur un vêtement.

La section de chimie possède des catalogues des peintures de voitures par rapport aux marques, aux types et aux années. Les constructeurs d'automobiles envoient régulièrement à l'Institut des échantillons des peintures qu'ils utilisent et des renseignements sur leur composition. Un système de classification constitué depuis 1970 donne les couleurs de la plupart des véhicules construits depuis 1961 et utilisés au Québec. Ces échantillons servent aux comparaisons sous microscope avec les prélèvements provenant du véhicule suspect.

Un spectrographe permet de caractériser les éléments chimiques selon leurs proportions dans l'échantillon. La couleur, le nombre de couches de peinture et de couches de fond ainsi que l'analyse spectrographique aident à prouver la similitude entre la peinture trouvée sur les vêtements et celle de l'automobile suspecte quand on l'a retrouvée, ou entre la peinture de la bicyclette et les traces qu'elle a pu laisser sur l'automobile qui l'a frappée. Ayant en mains la preuve qu'ils ont découvert le véhicule impliqué dans le délit de fuite, les enquêteurs doivent prouver qui était au volant; une toute autre affaire!

D'autres substances inorganiques trouvées sur les lieux d'un délit et sur le suspect ou des objets qu'il utilise peuvent aussi être soumises à l'expertise de ces chimistes, par exemple dans des causes de vols, d'incendies, de viols. Les matériaux à identifier et à comparer seront du ciment, du mortier, de l'isolant de coffrefort, des métaux, du verre, de la terre, différentes parties de véhicules, du caoutchouc.

Si des individus pénètrent dans une bâtisse en se servant d'outils pour forcer une fenêtre, une porte et un coffre, on retrouve des marques laissées par les outils sur ces différents objets ainsi que des traces de ces objets sur les outils. Les isolants de coffres-forts laissent aussi des traces très nettes et identifiables sur les outils et les vêtements des suspects. Si le coffre est transporté dans une voiture, on découvre des traces de l'un sur l'autre. Il est difficile d'établir une relation de lieux par l'analyse de sols sous une semelle, mais on peut cependant parler de possibilité ou d'impossibilité. Cependant, la peinture constitue environ 80 pour cent de l'ensemble des éléments analysés: une carabine à canon scié où on a retrouvé des traces de peinture de la scie à l'intérieur du canon; une voiture fraîchement repeinte après une tentative de meurtre; un tuyau de conduit de freinage brisé par une barre à clous qui a laissé des traces de sa peinture sur le tuyau...

DANS UN MONDE EXPLOSIF

La physique et la chimie se retrouvent sur un terrain d'entente quand il s'agit de déterminer la nature et l'origine physique

d'une explosion. Une cinquantaine d'explosions ont lieu chaque année sur le territoire du Québec pour différentes causes politiques, criminelles, ou accidentelles. Des spécialistes de ces deux disciplines se déplacent sur le terrain pour examiner les vestiges de ce qui a été détruit et essayer de dire s'il s'agit d'un acte criminel ou pas.

Un bon explosif laisse peu de traces, seulement quelques résidus solides difficiles à identifier. Deux appareils, un spectrophotomètre à diffraction de rayons X et un chromatographe sur couche mince, permettent de déterminer assez précisément la nature des composés cristallins de l'explosif employé, même si l'échantillon analysé est minuscule. Au Québec, la dynamite est l'explosif le plus fréquent; on en a déjà trouvé jusqu'à 150 bâtons dans la composition d'une bombe.

Les restants du mécanisme de mise à feu sont aussi examinés en détail. La technique utilisée pour faire les soudures ou pour modifier un cadran est un des éléments qui aident à relier un certain mécanisme à un individu suspect.

Les spécialistes de cette section, ou les hommes qu'ils ont formés, sont aussi appelés à désamorcer des bombes, qu'elles doivent exploser par un mécanisme simple à mèche ou par un mécanisme des plus sophistiqués à déclenchement radiocommandé. Bien sûr, il est plus facile de travailler et d'enquêter à partir d'un engin non explosé qui a été désamorcé à temps.

UN CRIMINEL INCENDIAIRE

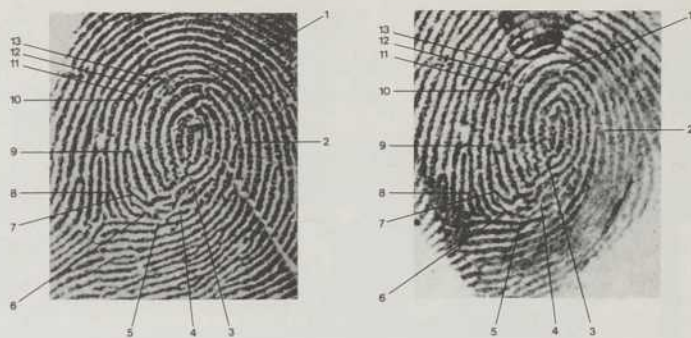
Si un incendie a entraîné la mort d'un être humain ou s'il est considéré comme suspect, ce sont les spécialistes de la section des incendies que l'on dépêche sur les lieux du sinistre. Chaque année, au Québec, il y a en moyenne 400 scènes d'incendies suspects. Les incendies criminels d'édifices privés, commerciaux ou publics sont de leur ressort tandis que les feux de forêts d'origine criminelle sont de la juridiction des ingénieurs des eaux et forêts.

Lorsque le spécialiste est appelé sur les lieux, la Sûreté du Québec ou la police locale ont déjà amorcé l'enquête, car tout incendie peut vouloir cacher un autre crime ou un décès accidentel, suicidaire ou criminel.

Il lui faut alors découvrir le foyer de l'incendie, c'est-à-dire où celui-ci a débuté. Il recherche donc les bandeaux de fumée, ces traces noires qui se retrouvent en dehors des ouvertures de la pièce où a débuté le sinistre, juste au-dessus des portes et des fenêtres. Il s'agit de traces laissées par les flammes alors qu'il y avait encore assez d'oxygène pour activer le foyer d'incendie. Par la suite, le manque d'oxygène diminue la puissance de combustion et le feu, en se propageant, ne laisse plus de bandeaux de fumée.

On recherche ensuite sur les murs les traces du plus bas niveau de carbonisa-

QUAND ON MET SES DOIGTS PARTOUT



La caisse d'une machine distributrice de breuvages chauds a été volée. La police détient un suspect. Pour confronter celui-ci, on compare ses empreintes avec celles découvertes à l'intérieur de la machine distributrice. Une douzaine de caractéristiques sont similaires entre les deux.

Dactyloscopie, lophoscopie, prise d'empreintes digitales, tous ces termes désignent une technique d'individualisation physique des personnages mise au point à la fin du siècle dernier alors que l'on utilisait surtout, en criminologie, le système de comparaison de mesures anthropométriques développé par le criminologiste français Bertillon.

Tout individu présente à l'extrémité de chaque doigt une série de sillons au dessin complexe et unique. Selon Jean Gayet, dans son *Manuel de police scientifique*, publié à Paris en 1961, l'origine des dessins digitaux est due à «des bourgeons dermiques, appelés papilles, qui contiennent des vaisseaux ou terminaisons nerveuses, le plus souvent séparées par les canaux sudoripares». Une blessure ou une maladie ne peuvent pas altérer ces tracés digitaux qui sont formés dès le sixième mois de la vie intra-utérine et demeurent inchangée toute la vie d'un individu.

Les détails varient en grand nombre d'un individu à l'autre, d'un doigt à l'autre. Les principales parties de l'empreinte digitale sont le cœur, cette partie centrale qui semblent encercler les autres lignes, et les deltas, ces lignes formant des triangles entre la zone centrale et la zone basale. La forme des lignes et leur position l'une par rapport à l'autre forment un nombre infini de combinaisons.

Quand un individu est arrêté, on prend ses empreintes avec une encre spéciale, grasse. Seules les crêtes capillaires sont imprimées sur la fiche dactyloscopique. Elles permettent de confronter les empreintes d'un suspect avec celles découvertes sur les lieux d'un crime. Des spécialistes en identité judiciaire des services de police sont chargés de les relever et d'établir des comparaisons.

On peut trouver des empreintes digitales moulées dans un élément mou tel que du mastic ou de la peinture fraîche; des empreintes visibles grâce à la coloration accidentelle des doigts du criminel. D'autres empreintes sont dites latentes, car visibles uniquement en lumière rasante; elles sont le report sur un objet du dépôt grasseux de la sueur qui recouvre la pulpe digitale. Pour mettre en évidence ces empreintes latentes, on utilise une poudre dont la couleur tranche avec celle de l'objet où se trouvent les empreintes. Ce peut être de l'oxyde de cuivre rouge, du noir animal, de l'oxyde d'aluminium ou de mercure. ... La poudre est déposée avec un pinceau aux poils faits de fibre de verre extrêmement souple soit par saupoudrage, soit par application. La poudre qui n'adhère pas aux traces ayant été enlevée avec un autre pinceau, on effectue le prélèvement des empreintes par photographie ou par transfert sur un support transparent prévu à cet effet, habituellement un film gélatiné spécial.

Pour éviter les possibilités d'erreur, la plupart des cours de justice, à la suite d'études statistiques, ont statué qu'un minimum de douze caractéristiques similaires est suffisant pour prouver l'identification d'un criminel par ses empreintes digitales; cependant, plus les points de similitude sont nombreux, plus on est sûr de l'exactitude des conclusions.

tion, ce qui indique la hauteur de la pièce où a commencé le sinistre, car les flammes se propagent rapidement de bas en haut, plus lentement à l'horizontal et très difficilement vers le bas. Une fois le foyer de l'incendie découvert, on en établit les causes en procédant par élimination, le nombre possible étant toujours assez limité. À cette étape des recherches, on peut de plus en plus être sûr qu'il s'agit d'un crime ou non. Il est difficile d'affirmer l'origine d'un incendie accidentel; le travail du spécialiste consiste souvent à essayer de déterminer si des causes d'apparence naturelle n'ont pas été provoquées. Ainsi l'examen des appareils électriques complets ou incomplets trouvés sur les lieux de l'incendie renseigneront sur leur état de fonctionnement au moment du sinistre; une défectuosité de l'un d'eux peut en être la cause.

Pour les incendies criminels, on relève souvent l'emploi de liquides inflammables, la plupart du temps à base de pétrole, qui dégagent une odeur caractéristique et qui ne sont pas miscibles à l'eau. Ces produits sont soumis à l'analyse, mais auparavant, il faut les séparer de l'eau en les distillant. Si, par exemple, on a trouvé sur les lieux de l'incendie un tissu imbibé d'un liquide odoriférant, on en découpe des morceaux que l'on place avec de l'eau dans un ballon à expériences. On chauffe l'ensemble pour obtenir une distillation: on récupère des vapeurs qui se condensent puis se déposent. Dans l'éprouvette qui recueille ces vapeurs, on obtient deux liquides séparés, l'eau, plus lourde, étant en-dessous du liquide à base de pétrole.

On caractérise le liquide par son odeur puis par une analyse au chromatographe en phase gazeuse. Cet appareil sert à en analyser avec précision les composantes, qui peuvent exister au nombre de plusieurs centaines. Tous les dérivés du pétrole sont de compositions bien différentes, ce qui permet d'obtenir des résultats précis. Il y a quelques années, l'appareil le plus employé était le réfractomètre qui identifie un produit par son indice de réfraction. Cet appareil, beaucoup moins précis que le chromatographe, donne seulement une idée de la nature du produit analysé. Il est cependant toujours utilisé lorsque l'on désire des résultats immédiats.

UNE ARME SILENCIEUSE ET DISCRÈTE

Certains meurtriers ne jugent pas toujours nécessaire de camoufler leur crime, leur arme n'ayant laissé aucune trace visible. Mais les spécialistes en chimie, en toxicologie et en pharmacologie, sont là, prêts à découvrir toutes traces d'une substance toxique qui aurait pu servir à un crime ou à un suicide. Il est indéniable qu'une bonne connaissance des divers types de substances toxiques solides, liquides ou volatiles mises à la portée des gens leur est indispensable.



institut de médecine légale et de police scientifique

Leur travail consiste surtout à fournir des informations à caractère toxicologique sur des cas soumis aux services de pathologie judiciaire. Des analyses sont effectuées sur des prélèvements faits au cours d'une autopsie pour essayer d'élucider la cause ou les circonstances d'un décès, en général d'un décès sans évidence de violence mais suggérant la possibilité de la présence de substances toxiques. Au cours de l'autopsie, ces substances peuvent être visibles, surtout quand il s'agit de ces nombreuses drogues médicamenteuses aux couleurs vives, ou, au contraire, très discrètes et une analyse chimique est indispensable.

Les suicides par absorption de substances toxiques sont beaucoup plus fréquents que les meurtres. Toutefois, il est parfois difficile de conclure au suicide, à moins d'évidence telle qu'une lettre laissée à proximité du défunt pour expliquer son geste. Le décès peut être accidentel, comme dans le cas d'une mauvaise utilisation d'une prescription médicale ou de l'incompatibilité des médicaments prescrits. Cette dernière possibilité peut se produire quand un patient a plusieurs médecins, en particulier dans un hôpital. Une erreur à l'anesthésie peut aussi être fatale.

La technique permet au spécialiste d'extraire et d'isoler la substance toxique d'une matrice biologique telle que le tissu des organes ou le cerveau. Son identification se réalisera par son analyse à l'aide d'un spectrophotomètre et d'un chromatographe. L'approche «artisanale» qui laisse une grande place à l'intuition scientifique et à l'expérience, est aussi de mise. Quand certaines observations suggèrent la présence d'une substance toxique ou d'une classe de produits, on identifie la substance isolée par un minimum de deux techniques différentes pour s'assurer des résultats.

Les produits toxiques qui causent le plus de morts au Québec sont ceux qui sont les plus faciles d'accès. Ce sont surtout des médicaments prescrits à des fins médicales mais utilisés à des fins émotionnelles et même suicidaires. Beaucoup de décès sont attribuables à l'association de drogue psychoactive et d'alcool. D'autres cas sont encore plus

Un éclairage révélateur

Un «bookmaker» avait oublié que la dernière page de son bloc-notes pourrait parler avec un éclairage rasant.

graves; certaines drogues telles que le DARVON et le PROPOXYPHENE peuvent être mortelles si elles sont mal utilisées, si on s'en sert comme si c'était des aspirines, en augmentant la dose prescrite. Ces substances anti-douleur prescrites en substitution à l'aspirine entraînent très souvent un arrêt respiratoire qui peut être fatal si la dose consommée est supérieure à la dose prescrite.

La section de toxicologie est chargée d'analyser les différentes poudres ou liquides où il est possible de trouver une quelconque drogue, sauf dans les cas de possession dans un but illégal ou pour du trafic qui relèvent de la Gendarmerie canadienne. Par contre, si un individu a été arrêté au volant d'un véhicule, conduisant sous l'effet de drogues, il est possible de lui faire une prise de sang en vue d'une analyse en laboratoire. Le travail des experts consiste souvent à relier le comportement d'un individu aux drogues qu'il a pu utiliser, en particulier dans le cas d'un crime ou d'une effraction au code criminel. L'alcool mélangé à une substance psychotrope telle qu'un somnifère, un agent anti-douleur ou un tranquillisant, peut entraîner une multiplication des effets de l'un ou l'autre des produits. On évalue entre 10 et 30 pour cent la proportion de gens qui conduisent sous l'effet d'une drogue quelconque, y compris l'alcool; pour certains, ce n'est pas dangereux alors que pour d'autres les effets sont très importants.

D'autres recherches sont entreprises, dans la même section, sur les poisons volatiles: 90 pour cent de ces travaux concernent les techniques de dépistage de l'alcool dans le sang; la détection de méthanol, d'acétone et de quelques autres produits toxiques volatiles est aussi de leur ressort, particulièrement dans des cas d'accidents, d'intoxications et de drogués par différents gaz.

UN CADAVRE SE CONFIE

La médecine a toujours joué un grand rôle parmi les sciences mises à la disposition des enquêtes criminelles depuis la création en 1914 à Montréal du «Labora-

toire provincial de recherches médico-légales», le premier de ce genre en Amérique. Le pathologiste est un médecin spécialisé dans l'étude des maladies par la recherche de leurs causes au niveau des tissus à la suite de prélèvements en opération ou en autopsie. Dix spécialistes en pathologie judiciaire, dont quatre seulement à temps complet, se partagent l'étude des cas de décès suspect ou violent soumis aux laboratoires de l'Institut de médecine légale à Montréal, Québec et Rimouski. Le rôle du pathologiste judiciaire est d'essayer de déterminer la ou les causes, le mode et le moment du décès d'un individu et parfois aussi de contribuer à l'identifier grâce à des données anthropométriques et odontologiques.

Dans le cas d'une mort violente ou suspecte, c'est au pathologiste qu'il incombe de constater le décès, en vérifiant d'abord l'absence de battements du poulx et de respiration, puis la température, qui a baissé, au toucher ou avec un thermomètre si nécessaire. Les causes ne sont facilement décelables visuellement que s'il y a des traces de coups de couteau, d'arme à feu ou de tout autre objet. Le médecin peut déterminer le moment du décès grâce à trois techniques complémentaires. À partir de la température de la personne décédée, des tables permettent de calculer l'heure approximative de la mort en tenant compte de la température ambiante. On tient aussi compte de la rigidité cadavérique qui, se manifestant quelques heures après le décès pour devenir totale au bout d'environ 12 heures et disparaître 24 à 36 heures après l'heure de la mort, donne aussi des indications. Ceci s'explique par le fait que les cellules du corps meurent d'une façon métabolique quelques heures après le décès apparent, entraînant des contractions musculaires jusqu'au moment où toute vie cellulaire cesse.

Le sang, qui n'est plus entraîné par le moteur cardiaque a tendance à se concentrer vers les parties du corps les plus proches du sol, ce qui leur donne une couleur rouge bleuté ou violacé alors que le reste du corps est blanc; c'est ce qu'on appelle la lividité cadavérique. Elle se manifeste quelques heures après le décès et le sang coagule peu à peu sur place. Ainsi 12 à 18 heures après l'heure de la mort, si on presse sur la partie où est concentré le sang, les endroits colorés restent colorés alors qu'auparavant on pouvait encore pousser le sang vers d'autres endroits. L'examen de la lividité cadavérique est très important pour déterminer si un cadavre a été transporté ou changé de position dans les heures qui ont suivi le décès. Faisant coïncider ses résultats avec les témoignages, s'il en a, le médecin détermine l'heure approximative de la mort; plus la période de temps est longue entre l'heure de la mort et les observations, plus les résultats sont imprécis. Sur les lieux du décès, le médecin essaie aussi d'évaluer le milieu ou l'environnement de vie de la personne

UN PETIT VERRE PLEIN DE CONSÉQUENCES

On trouve facilement un prétexte pour prendre un verre, puis un deuxième, puis... Très vite, on se sent mieux, mais les réflexes se ralentissent et l'acuité visuelle diminue. L'alcool sert alors d'anesthésique au système nerveux et, si l'on conduit, on devient un danger potentiel pour les autres.

La résorption maximum de l'alcool dans le sang a lieu 30 à 90 minutes après l'ingurgitation. Elle varie cependant avec la quantité d'alcool absorbée, avec l'accoutumance de l'organisme et un certain nombre de susceptibilités individuelles. L'élimination est beaucoup plus lente: une personne métabolise, en moyenne, 0,15 gramme à l'heure par kilogramme



Un détecteur d'ivresse

C'est aux chimistes de l'Institut qu'il revient de vérifier le bon fonctionnement des ivressomètres qui sont confiés aux corps policiers.

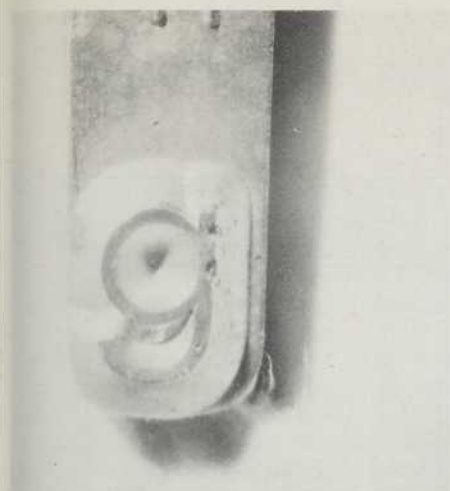
de son poids. Ainsi, un homme de 75 kg métabolise en une heure 7,5 g d'alcool, soit l'équivalent d'environ 30 ml (1 once liquide) de gin ou de whisky. Le taux de métabolisation est le même pour tous les individus, habitués ou non à l'alcool.

Il est impossible de prouver l'intoxication alcoolique d'un individu seulement par l'odeur de son haleine ou l'incoordination de ses muscles; il s'agit de faire un dosage de l'alcool éthylique contenu dans son sang, son haleine ou son urine.

Ayant entre les mains, un échantillon d'au moins 30 centimètres cubes de sang, le spécialiste, médecin ou chimiste, pratique la méthode d'analyse de Nicloux, vieille de 80 ans, utilisée depuis 60 ans au Québec, et qui s'avère toujours être la meilleure. Elle repose sur le principe de l'oxydation de l'alcool par l'acide chromique. Dans un ballon à expériences, on distille une quantité mesurée de sang, d'acide picrique et d'eau pour obtenir un distillat d'eau et d'alcool. On ajoute alors au distillat, incolore et inodore, une solution de bichromate de potasse et de l'acide sulfurique jusqu'à ce que tout l'alcool soit oxydé, ce qui se remarque par le passage de la teinte du liquide du vert bleu au vert jaune. Des calculs permettent ensuite de connaître la quantité d'alcool contenu dans le sang qui est proportionnelle à la quantité de solution de bichromate de potasse nécessaire à l'oxydation de l'ensemble de l'alcool.

On peut aussi reconnaître la présence d'alcool dans l'haleine grâce à des dépisteurs et des ivressomètres. Le dépisteur est constitué d'un ballon dans lequel on souffle une certaine quantité d'air qui réagit au contact de bichromate de potasse en donnant un composé vert qu'il s'agit alors d'interpréter.

L'ivressomètre est beaucoup plus précis que le simple dépisteur. Il permet de calculer la quantité d'alcool contenu dans le sang avec presque autant de précision que l'analyse de sang. L'haleine est alors mise en contact avec une solution de bichromate de potasse contenue dans une ampoule. La lumière passe à travers cette ampoule et son liquide avant d'atteindre une cellule photo-électrique qui fournit une intensité électrique relative à l'intensité de la réaction verdâtre du bichromate avec l'alcool. On sait, par des études statistiques, que l'haleine contient 2 100 fois moins d'alcool que le sang. Il s'agit donc de prévoir cette opération au niveau du système de lecture des résultats que l'on obtient avec un maximum de précision au bout de 90 secondes. La précision des appareils et des solutions est vérifiée régulièrement par des spécialistes de l'Institut de police scientifique.



décédée, en particulier dans le cas d'un suicide où il est important de connaître les lectures, les médicaments ou les produits qui pourraient être reliés au décès.

L'autopsie commence par un examen détaillé des vêtements qui est suivi d'un examen externe puis interne du corps. Tout élément relatif à la taille, aux empreintes, aux marques et blessures, à l'aspect des sinus frontaux ou aux fractures anciennes, surtout réparées avec des plaques métalliques, doit être décrit dans un rapport accompagné de photographies. Les différents organes de la victime sont examinés à l'oeil et au microscope. Des dosages sont faits pour retrouver des traces d'alcool ou de drogue. Le médecin essaie aussi d'interpréter la trajectoire d'un projectile dans le corps de la victime, ce qui lui donne une bonne idée de l'angle et de la distance depuis laquelle on a tiré. L'ensemble des examens permet de définir, dans la plupart des cas, la cause et le mode de décès.

En 1977, le service de pathologie judiciaire de Québec a eu quatre fois moins de cas d'homicides qu'en 1976; par contre, on en a eu à peu près autant à Montréal pour les deux années, soit près de 200. Les services de pathologie judiciaire de la province ont pratiqué 3 069 autopsies en 1976 pour 773 cas de mort naturelle suspecte, 1 283 cas d'accidents suspects, 681 cas de suicides et 266 cas d'homicides. Il arrive aussi aux pathologistes, rarement cependant, de faire des autopsies sur des mammifères de jardins zoologiques; ce fut le cas, un jour, pour un loup marin mort de l'ingurgitation de 24 sous noirs et d'une pièce de 25 sous qui avaient bloqué l'entrée de son intestin, une autre fois on a découvert qu'un singe était mort d'une infection des poumons.

Le travail des experts de l'Institut de médecine légale et de police judiciaire est très varié et souvent très complexe. Toutes les sciences peuvent apporter une aide plus ou moins importante pour formuler des preuves qui serviront contre ou pour un individu suspect ou le jugement très subjectif des enquêteurs. Les experts sont des scientifiques qui se



institut de médecine légale et de police scientifique

refusent de tirer des conclusions s'ils ont le moindre doute envers les résultats de leurs recherches. En regardant travailler ces gens, on se rend compte qu'ils ont un très grand souci d'exactitude et de vérité au service desquelles ils mettent toutes leurs connaissances scientifiques et tous leurs moyens techniques.

Des caractères signés

Chaque machine à écrire a des signes particuliers. Chaque caractère peut avoir des défauts, dus à la fabrication ou à l'utilisation, qui ne sont visibles qu'au microscope comme dans ce «g».

Pour en lire plus

J. Gayet, *Manuel de police scientifique*, Payot, Paris, 1961

P.L. Kirk, *Crime Investigation*, Interscience Publishers, New York, 1960

C.R. Swanson, *Criminal Investigation*, Good-year Publishing Company, Santa Monica, Californie, 1977

La toxicologie, Les Presses universitaires de France, collection «Que sais-je?», no 61, Paris

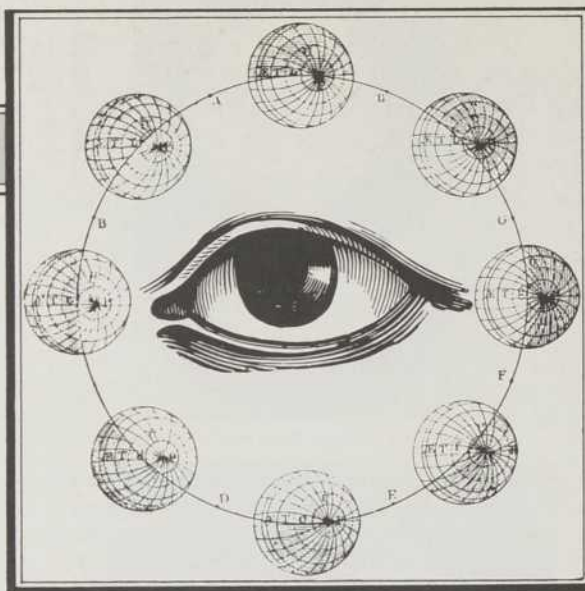
La criminalistique, Les Presses universitaires de France, collection «Que sais-je?», no 370, Paris

La balistique, Les Presses universitaires de France, collection «Que sais-je?», no 470, Paris

La médecine légale, Les Presses universitaires de France, collection «Que sais-je?», no 789, Paris

Les fraudes, Les Presses universitaires de France, collection «Que sais-je?», no 839, Paris

On peut aussi visiter le petit musée de l'Institut de médecine légale et de police scientifique, 1701 rue Parthenais, à Montréal.

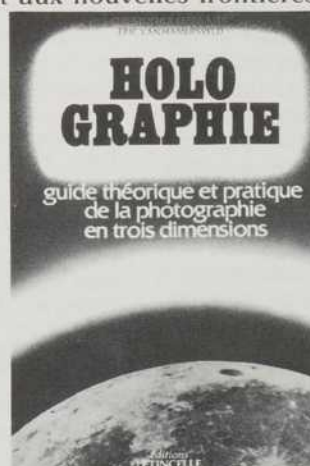


HOLOGRAPHIE

L'oeil humain perçoit en trois dimensions. Mais, jusqu'à très récemment, la photographie ne pouvait reproduire fidèlement ce que l'oeil voyait.

Mais voilà que dernièrement l'holographie, une des multiples techniques qui utilisent le laser, a fait une entrée spectaculaire dans le monde de la photo. L'holographie donne une nouvelle dimension à la photo puisqu'elle permet de reproduire, de façon tridimensionnelle et sans écran, des objets dont les images ont été fixées sur pellicule à l'aide de cette source de lumière cohérente qu'est le laser. Les résultats obtenus sont étonnants.

Les éditions **L'ÉTINCELLE** viennent de publier **HOLOGRAPHIE**. Guide théorique et pratique de la photographie en trois dimensions, écrit par deux pionniers de l'holographie, Christopher Outwater et Eric Van Hamersveld. C'est le premier ouvrage en langue française sur le sujet. Ce mois-ci, **Québec Science** a choisi de publier dans ses pages quelques extraits de ce livre. Nous recommandons sa lecture à tous ceux qui s'intéressent aux nouvelles frontières de la photographie.



Un livre illustré de 102 pages \$5.95
Traduit de l'américain par Louis de Bellefeuille

Si vous ne trouvez pas **HOLOGRAPHIE** chez votre libraire, vous pouvez l'obtenir en nous retournant ce coupon-réponse.

Je désire recevoir le livre *Holographie*. Ci-joint \$ _____ chèque _____ ou mandat _____

NOM _____

ADRESSE _____

Éditions **L'ÉTINCELLE**, 1651 rue Saint-Denis Montréal, Québec H2X 3K4

ASTRONAUTIQUE

GARE AUX ANNEAUX

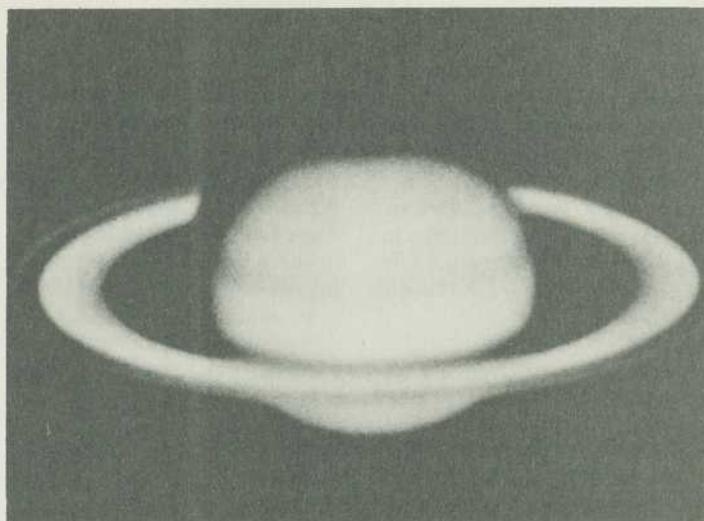
Contrairement à ce qui était prévu, Pioneer II ne traversera pas les anneaux de Saturne — il les contournera. Pioneer II, c'est une sorte d'éclaireur de l'espace qui teste la route que vont suivre deux véhicules spatiaux plus sophistiqués que sont Voyager 1 et 2. Voyager 1 amassera des données sur Saturne alors que Voyager 2 utilisera l'attraction de Saturne pour corriger sa trajectoire et se diriger vers Uranus. Avant d'arriver à proximité de Saturne, respectivement en 1979, 1980 et 1981, ces trois engins passeront à proximité de Jupiter, ce qui permettra de mieux connaître cette planète.

Pioneer II passera à 30 000 kilomètres à l'extérieur de l'anneau le plus éloigné de Saturne, puis, passant sous le plan des anneaux, il se rapprochera jusqu'à 25 000 kilomètres de la surface de la planète. La décision d'éviter les anneaux a été prise début décembre 1977 par les responsables des recherches en

sciences spatiales de la NASA. Le changement de trajectoire ordonné au cerveau électronique de Pioneer II vise à le faire passer à la même distance de Saturne que le fera Voyager 2 en août 1981, de sorte qu'il subisse la juste dose de gravité de Saturne qui lui permettra de se diriger vers Uranus. Le véhicule spatial a plus de chances de passer indemne à 3 000 km à l'extérieur des anneaux qu'à l'intérieur de ceux-ci car, selon les connaissances actuelles, ils sont faits de glace, de roches et de poussières dont on ne connaît pas les dimensions exactes.

Ces anneaux furent découverts par Galilée vers 1610, mais ce n'est qu'en 1656 que Christiaan Huygens se rendit compte qu'il s'agissait d'anneaux. Ils constituaient un phénomène unique dans le système solaire jusqu'à la découverte récente des anneaux d'Uranus.

Les quatre anneaux de Saturne, dont le quatrième a été dé-



couvert seulement en 1969, sont situées dans un même plan; celui-ci s'étend jusqu'à environ 137 000 kilomètres du centre de Saturne. Leur largeur varie de 16 000 kilomètres pour l'anneau externe à 25 000 kilomètres pour l'anneau interne. Leur épaisseur, mal connue, se chiffrerait de 16 kilomètres à seulement quelques centimètres, selon les estimations. De fait, ils sont si minces que vus en coupe de la terre ils sont à toute fin pra-

tique invisibles.

Pour l'instant, on sait peu de choses de Saturne, sixième planète du système solaire à partir du soleil. Elle mesure près de 120 000 km de diamètre et sa masse serait d'environ 95 fois celle de la terre. On estime pourtant que ce corps, d'une densité inférieure à celle de l'eau, serait essentiellement gazeux. L'atmosphère de Saturne est surtout composée d'hydrogène. Titan, un des dix satellites de la pla-



SCIENCES POUR TOUS ou LA VULGARISATION SCIENTIFIQUE INTELLIGENTE

En vente dans toutes les librairies ou bien retournez-nous ce coupon accompagné de votre paiement à l'adresse suivante:

Librairie Nouvelles Frontières
185 est, rue Ontario
Montréal H2X 1H5 Tél.: 844-3636

MARGOULOVA, Th.: Les centrales nucléaires, 479 pages, relié sous jaquette, 1977	☐ \$11.75
KEDROV, B.: La classification des sciences, t. 1, relié sous jaquette, 1977	☐ \$11.75
VYGODSKY, M.: Aide-mémoire de mathématiques supérieures, 861 pages, relié, 1975	☐ \$ 7.50
YAVORSKI & DETLAF: Aide-mémoire de physique, 963 pages, relié, 1975	☐ \$ 8.75
KUROSH, N.: Cours d'algèbre supérieure, 443 pages, relié, 1973	☐ \$ 8.00
NESTOURK, M.: L'origine de l'homme, 441 pages, relié sous jaquette, 1976	☐ \$ 4.95

Ci-joint un chèque ☐ ou un mandat ☐ au montant de \$

NOM

ADRESSE

VILLE

CODE POSTAL

- Expose les principaux aspects de l'évolution de l'homme, les traits de parenté entre l'homme actuel et les primates, etc.
- Une qualité précieuse de ce livre réside dans les positions athées et antiracistes de l'auteur.
- Ce livre en est à sa onzième édition en URSS.
- L'ouvrage intéressera aussi bien le spécialiste que le lecteur simplement curieux de savoir.

nète, est le plus gros satellite planétaire connu. C'est aussi la seule lune avec une atmosphère relativement dense.

Voyager 1, sur les traces de son éclaireur Pioneer II, va rassembler des données grâce auxquelles Saturne ne sera plus une planète aussi mystérieuse. Un pas en avant de la science, bien sûr, mais une goutte dans l'océan cosmique.

François Picard

MÉTÉOROLOGIE

DES BAROMÈTRES CÉLESTES

En novembre 1977 a eu lieu, au Cap Kennedy en Floride, le lancement du satellite Météosat. Conçu et fabriqué par l'Agence spatiale européenne, ce vaisseau est le premier de cinq satellites géostationnaires qui constitueront un élément important du Programme mondial de recherches météorologiques.

Météosat a été placé en orbite à 225 kilomètres d'altitude au-dessus de l'équateur à l'intersection du méridien de Greenwich, dans le golfe de Guinée. Les quatre autres satellites seront également situés au-dessus de l'équateur, à égale distance l'un de l'autre. Ils recueilleront une multitude de données météorologiques de stations terrestres, bouées et ballons et de satellites en orbite polaire. Au-delà de 150 pays apporteront leur contribution. Ils fourniront quotidiennement des informations météorologiques de surface et d'altitude. Celles-ci seront transmises à des centres de collecte des données à Washington et Moscou.

En outre, les États-Unis et l'Union soviétique lanceront chacun deux satellites en orbite polaire. Ceux-ci auront pour objectif de faciliter l'observation des régions polaires, de recueillir des données sur les formations nuageuses et sur les températures de surface; de recueillir et retransmettre des données météorologiques provenant de navires, de bouées et de postes d'observation automatiques; et d'analyser le flux de protons

d'origine solaire.

Le réseau de satellites géostationnaires nous renseignera sur les conditions atmosphériques de presque l'ensemble du globe. Aussi sera-t-il possible dans plusieurs cas d'établir des pronostics qui seront valables pour plus que quelques jours. Car les conditions climatologiques d'une région donnée peuvent tôt ou tard affecter des régions éloignées de milliers de kilomètres. L'Europe, bien qu'elle subisse fréquemment à son tour les contrecoups des systèmes climatiques originaires d'Amérique du Nord, ne reçoit actuellement, de satellites américains, que des données permettant d'établir des pronostics pour une ou deux journées.

Les satellites géostationnaires permettront également de réduire les pertes de vie et les dégâts matériels provoqués par les ouragans et autres phénomènes atmosphériques catastrophiques. Ou bien d'annoncer qu'il fera beau pendant les jours à venir. Il n'est pas difficile d'imaginer les conséquences

que cela aura pour les nombreuses activités sensibles aux sautes d'humeur des éléments: agriculture, pêcheries, transport, tourisme, construction, etc.

Déjà, Météosat scrute la terre et ses formations nuageuses en lumière visible et infrarouge. Un radiomètre à haute résolution permet de discerner sur le sol des objets de 2,5 kilomètres de diamètre en lumière visible et de 5 kilomètres en infrarouge. (Un tel pouvoir de résolution suffit pour les besoins de la cause, mais il est loin de constituer un record lorsqu'on considère que le pouvoir de résolution des plus puissantes caméras d'espionnage comme le fameux Big Bird est de l'ordre du mètre.) Par l'observation du déplacement des petits nuages, on peut connaître la vitesse des vents. Par l'étude du rayonnement infrarouge, on peut déterminer, à un degré près, la température du sol et celle des nuages; et en connaissant l'écart entre ces deux valeurs, on peut déduire la hauteur des nuages.

À défaut de bien comprendre

le système extrêmement complexe que constitue le climat de notre planète, et à plus forte raison de le contrôler, au moins serons-nous en mesure de mieux apprécier... sa complexité.

Louis de Bellefeuille

CARDIOLOGIE

DES SOINS EXPRESS

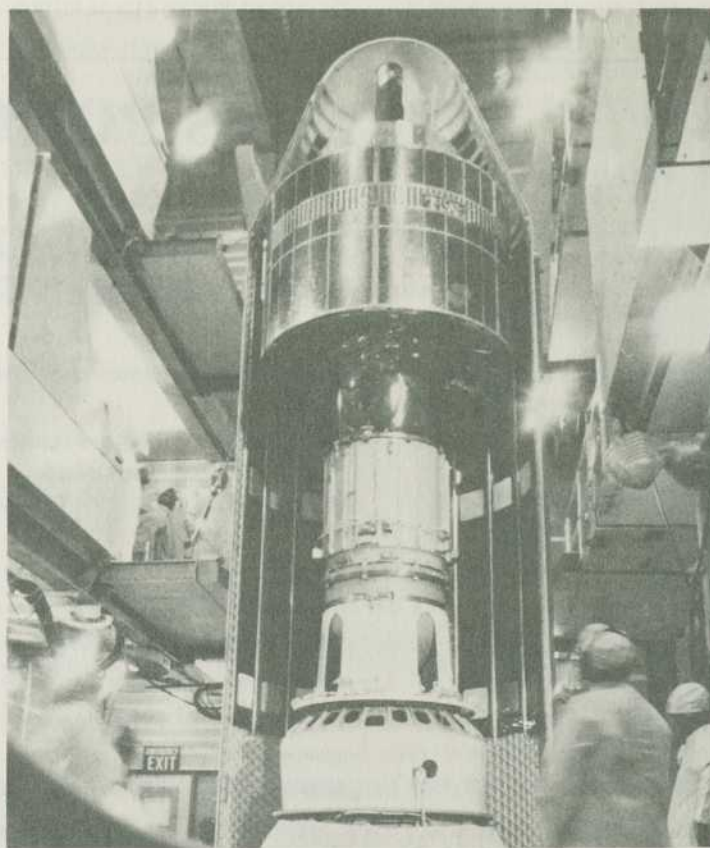
Il n'y a pas si longtemps, 60 à 80 pour cent des personnes souffrant d'infarctus ou d'arythmies cardiaques graves (fibrillations) au Canada ne résistaient pas à la première attaque. Les traitements hospitaliers parvenaient à peine à diminuer de moitié cette «espérance de décès».

Pourtant, au cours des deux dernières décennies, le développement des techniques chirurgicales (le pontage, par exemple) et la démonstration par Kouwenhoven, Jude et Knickerbocker que la réanimation cardiaque pouvait être réussie sans opération, simplement par des massages externes avec une pression suffisante et un rythme adéquat, ont contribué à diminuer considérablement la mortalité hospitalière.

80 à 90 pour cent des victimes du cœur qui survivent à la première crise et sont admises à temps à l'hôpital s'en tirent assez bien aujourd'hui, et le retour à la vie normale est même possible chez une personne sur cinq ayant été victime d'un arrêt cardiaque complet à l'hôpital.

Pourtant, ces améliorations indiscutables n'ont guère influencé largement les statistiques de mortalité totale. Les maladies cardiaques représentent toujours la majorité des décès chez les hommes de plus de 40 ans et les femmes de plus de 50 ans, et l'ensemble des troubles circulatoires compte, au Québec, pour 47 pour cent des décès. Comment expliquer cela?

Tout simplement par le fait que le décès survient dans une période de deux heures après l'apparition des premiers symptômes pour environ 60 à 70 pour cent des victimes d'arythmies léthales. Dans ces cas, l'excellence des soins hospitaliers ne change trop souvent rien au



nasa

Le climat pris en sandwich

On voit ici Météosat dans l'enceinte métallique qui l'a protégé durant son ascension, à travers l'atmosphère, au sommet d'une fusée Delta 136. Ce vaisseau est le premier de cinq satellites géostationnaires qui constitueront un réseau planétaire d'étude du climat.

L'économique :

avez-vous pensé?

Tout citoyen remplit une fonction économique en échangeant de la monnaie contre des biens et des services, en recevant un salaire pour un travail accompli, en touchant une rente sur une propriété, une valeur mobilière ou une allocation gouvernementale.

Pour mieux jouer votre rôle et mieux comprendre des phénomènes comme l'inflation, la fluctuation des taux d'intérêt, l'importance de la productivité pour l'entreprise, le chômage, ABONNEZ-VOUS À L'ÉCONOMIQUE. Ce bulletin vous est offert GRATUITEMENT par le Service de promotion de l'économique du ministère de l'Industrie et du Commerce.

Pour recevoir gratuitement L'ÉCONOMIQUE, nous vous invitons à remplir le bon de commande ci-dessous.

demande d'abonnement

Nom _____ Prénom _____
Adresse _____
Ville _____
Code postal _____
Employeur _____
Fonction _____

L'ÉCONOMIQUE
Service de promotion
de l'économique
Ministère de l'Industrie
et du Commerce 
710, Place d'Youville
9e étage, chambre 904
Québec, Qué. G1R 4Y4

destin du malade. L'hôpital est trop loin, et on y arrive trop tard!

C'est ainsi que, depuis quelques années, la Fondation canadienne des maladies du cœur a décidé de mettre plutôt l'accent, en matière de priorités thérapeutiques, sur les services d'urgence de base et le développement d'un réseau de services avancés très mobile, plutôt que d'accroître davantage la spécialisation des soins hospitaliers. (Si on ajoute la majorité qui n'atteindra pas l'hôpital à temps, les 10 à 15 pour cent de victimes à l'hôpital ne comptent finalement que pour 5 ou 6 pour cent de l'ensemble des victimes du cœur, soit plus de dix fois moins que ceux pour qui «on arrive trop tard».)

Le programme proposé compte quatre phases. La première, à la fois évidente et trop souvent négligée, porte sur la prévention des maladies du cœur. Il faut informer la population de l'importance de certains facteurs comme la cigarette, le manque d'exercice, le régime alimentaire et l'obésité, et lui apprendre à reconnaître les premiers symptômes.

La seconde phase, déjà largement entreprise, porte sur l'implantation d'un réseau de spécialistes non médicaux capables de fournir le soutien vital minimum en attendant les soins spécialisés. Les spécialistes en question sont choisis parmi ceux qui oeuvrent à secourir les gens (infirmiers et personnel paramédical, services ambulanciers privés ou services policiers, pompiers, etc). Ils reçoivent un cours portant entre autres sur les techniques de massage cardiaque et de respiration artificielle.

Toutefois, il est vite apparu que, si l'on désire non seulement faire survivre les victimes, mais aussi diminuer ou éliminer toute séquelle à leur attaque, surtout en ce qui a trait aux dommages cérébraux, le soutien vital minimum ne suffit pas. Il doit de toute urgence être complété par ce qui devra être la phase trois du programme: l'établissement d'un réseau de services avancés, réseau plus mobile que ne le sont les actuels services hospitaliers.

Enfin, la dernière phase portera sur la sensibilisation du

public à l'existence de ces divers services, lorsqu'on aura terminé de les mettre sur pied. On est donc rendu presque à mi-chemin.

Dans le Journal de l'Association médicale canadienne, livraison du 17 décembre dernier, le Dr A.C. Webster, président du sous-comité sur les techniques de réanimation cardio-pulmonaire aux services médicaux d'urgence du Thames Valley District, en Ontario, ainsi que W.A. Tweed et Ellnor Wilson, de la direction du programme Heart-Alert de la fondation du cœur du Manitoba, analysent les divers obstacles qui se dressent devant la suite du programme, et les objectifs que ses promoteurs doivent aujourd'hui se fixer.

Ils notent par exemple que la phase 3 implique la formation d'une nouvelle catégorie de travailleurs de la santé, capables de poser des actes médicaux parfois complexes dans le cadre d'un réseau décentralisé et mobile. Outre les problèmes de supervision médicale que cela pose, il y a aussi toutes les exigences de formation de la main-d'oeuvre et de contrôle de la compétence.

Les spécialistes les plus compétents et les mieux intégrés à une équipe d'urgence ne pourront guère sauver des vies si leur intervention est aussi tardive que celle des services hospitaliers actuels. Cela suppose donc l'intégration de ce nouveau service dans un système d'intervention très rapide. Or, même les services ambulanciers actuels ne répondent pas toujours à ce critère, compte tenu du fait que 95 pour cent de leurs appels sont de fait pour des situations peu urgentes. Enfin, il faut ajouter les problèmes relatifs à l'évaluation de l'efficacité de tels services accélérés si l'on veut les améliorer. Sans parler de ce que cela coûtera.

Dans un éditorial publié dans la même revue, le Dr Jean Lemire, de la Fondation canadienne des maladies du cœur, constate qu'en approuvant l'implantation de cours sur les techniques minimales de survie, cet organisme s'est déjà engagé dans une chaîne: l'implantation de la phase 3 est désormais nécessaire et inévitable.

Pierre Sormany

ÉNERGIE

UN LIVRE BLANC ET «PLATE»

La première tranche du «Livre Blanc de Joron», ouvrage très attendu depuis la fameuse première commission parlementaire du gouvernement péquiste, a été rendue publique à la fin de décembre dernier. À l'époque de cette Commission parlementaire sur l'énergie (février 1977), le ministre avait alors promis de faire connaître les intentions de l'État avant la fin de l'année. Les attentes de plusieurs furent sûrement déçues à la remise des trois premiers volumes du livre blanc sur l'énergie, puisque ces derniers ne contiennent que la simple constatation des faits. L'évolution des données énergétiques du Québec et les problèmes que posent sa situation actuelle y sont abordés et expliqués dans une perspective historique, compte tenu de la scène internationale où se joue en grande partie l'avenir énergétique des nations industrialisées.

À la lecture des documents, on se rend vite compte de la complexité des facteurs en jeu et de la portée des décisions à prendre concernant le rôle de l'énergie dans le développement futur du Québec. Une observation ressort clairement de la description de quelques faits marquants de la situation énergétique québécoise: elle est moins que reluisante. Aussi, la marge de manœuvre des gouvernants sur le bilan énergétique semble très mince.

Premier fait marquant: la production proprement québécoise d'énergie primaire n'atteint pas 20 pour cent des besoins du Québec en énergie. Les échanges avec d'autres pays et avec les autres provinces du Canada totalisent 83 pour cent de l'ensemble de l'énergie disponible au Québec. On ne peut démontrer de façon plus évidente la dépendance du Québec à l'égard des formes d'énergie importées. Cette dépendance découle avant tout de la forte utilisation du pétrole, représentant à lui seul 71 pour cent de la consommation

québécoise en énergie. Tout le gaz naturel provient aussi de l'extérieur, malgré qu'on ne l'utilise que de façon marginale (six pour cent de la demande totale en énergie). On voit à quel point le Québec est vulnérable.

Cette vulnérabilité est d'autant plus inquiétante que tout le développement du Québec, largement basé sur ses ressources énergétiques, est menacé. Du point de vue économique, la satisfaction des besoins énergétiques représente un coût de plus en plus lourd pour la collectivité québécoise. Au chapitre des achats sur le marché mondial, les sommes de 1 à 2 milliards de dollars nécessaires pour l'achat de pétrole privent définitivement le Québec de ressources financières importantes; tout indique aussi que la masse de ces richesses transférées à l'étranger ne peut aller

qu'en augmentant au cours des prochaines années.

En plus des dépenses liées à ses importations d'hydrocarbures, une grande partie des ressources ou capitaux québécois est drainée vers la mise en valeur de nouvelles sources énergétiques locales, ressources hydro-électriques en grande partie. Les investissements dans le secteur de l'électricité atteignent, depuis quelques années, des montants considérables, d'une part à cause de l'augmentation substantielle des coûts sous la pression inflationniste, mais aussi parce que les sites à exploiter sont de plus en plus éloignés et difficiles d'accès. En moins de 15 ans, la part des investissements québécois consacrés au secteur énergétique a doublé, passant de 6 à 12 pour cent.

Pourtant, au moment où les hydrocarbures sont de plus en

plus difficiles à payer, au moment où l'électricité devient de plus en plus chère, le Québec reste parmi les pays consommant le plus d'énergie au monde. Malgré sa grande dépendance, le Québec se situe tout juste derrière l'ensemble des autres provinces canadiennes en terme de consommation par habitant; le niveau québécois de demande d'énergie se compare à celui des États-Unis et dépasse de loin celui des principaux pays d'Europe. De tous ces pays, le Québec est celui qui dépense le plus d'énergie pour obtenir un dollar de production.

Ce phénomène s'explique par toute une série de causes climatiques, géographiques, économiques et historiques. Ainsi, dans le secteur industriel par exemple, plusieurs entreprises ont choisi de s'installer au Québec au moment où l'énergie était

PROGRAMME DE MAÎTRISE ET DE DOCTORAT EN VIROLOGIE

Objectif

Ces programmes visent à fournir à l'étudiant une formation susceptible d'être appliquée à divers champs d'activités en virologie humaine et animale, en diagnostic, en recherche fondamentale et appliquée et en enseignement.

Conditions d'admission

Maîtrise ès sciences (virologie)

Baccalauréat spécialisé en microbiologie et immunologie, doctorat en médecine, doctorat en médecine vétérinaire ou l'équivalent.

Doctorat (virologie)

Maîtrise ès sciences en virologie ou en microbiologie et immunologie ou l'équivalent.

Demandes d'admission

Les demandes d'admission pour la session d'automne 1978 doivent parvenir avant le 1er mai 1978, au:

Coordonnateur de l'enseignement, Institut Armand-Frappier
531, boulevard des Prairies, Case postale 100
Laval-des-Rapides, Québec H7N 4Z3
Téléphone: (514) 687-5010



Université du Québec
Institut Armand-Frappier

grandement disponible et peu coûteuse. Aujourd'hui, ces entreprises manufacturières, grandes consommatrices d'énergie, pensons aux pâtes et papiers ou à l'aluminium, occupent une place prépondérante dans la structure industrielle du Québec. De la même façon, les habitudes de consommation domestique et individuelle ont été acquises à cette époque d'énergie à bon marché. Il en résulte des gaspillages flagrants, par exemple pour le chauffage d'habitations inadéquatement isolées, et ce dans un climat particulièrement rigoureux. Ou au niveau du transport, où on se sert de véhicules très énergivores alors que les distances à parcourir sont la plupart du temps très grandes à cause de l'étendue du territoire.

Bref, au moment de prendre des grandes décisions sur l'avenir énergétique du Québec, il existe beaucoup d'incertitudes, d'incertitudes d'abord quant à la sécurité des approvisionnements à venir, face à l'instabilité de la situation politique au Moyen-Orient, et à la perspective d'une pénurie de pétrole au

cours de la prochaine décennie. Incertitudes sur les prix à payer pour se procurer cette énergie et sur la capacité de l'économie québécoise de supporter la hausse très rapide des coûts d'achats et d'investissements. Incertitudes enfin sur la possibilité de modifier certains comportements des consommateurs, aussi bien individus que commerçants et entrepreneurs, pour freiner les gaspillages.

Face à un tel tableau, on comprend mieux les hésitations d'un ministre. On comprend aussi qu'il vaut probablement mieux manquer partiellement à une promesse que de prendre des décisions hâtives. Car tous devraient assumer la décision finale: tous auront à choisir entre le prix à payer pour entretenir un rythme effréné de consommation et les sacrifices à faire pour réduire la dépendance du Québec en matière d'énergie. Le choix énergétique reste le choix de toute une société. Les principaux éléments de ce choix sont maintenant connus. Que le débat s'engage!

André Delisle

VIE URBAINE

MONTREAL EN SOURDINE

Du nouveau au Service de salubrité et bruit de la Ville de Montréal. En effet, on vient de compléter les cartes de bruit de fond pour l'ensemble de la ville. C'est l'aboutissement d'un laborieux travail débuté en 1971, alors que des étudiants, armés de sonomètres, parcouraient toute la ville. Au total, plus de 8 000 intersections ont été analysées à toutes les heures de la journée, en dehors des heures de pointe. Il a ensuite fallu pondérer et classer les données avant de leur attribuer des coordonnées spécifiques, correspondant au site d'échantillonnage. On a confié à un ordinateur le soin d'extrapoler et d'intrapoler les résultats, pour finalement tracer à l'échelle 1:4 800 les 29 cartes couvrant toute la ville de Montréal.

Le bruit de fond représente le niveau sonore atteint ou dépassé durant 95 pour cent du temps d'analyse. Les résultats sont exprimés en décibels A (dB A): il s'agit d'une échelle logarithmi-

que pondérée, qui tient compte de la réponse de l'oreille aux différentes fréquences et qui correspond à une intensité sonore équivalente à un signal émis à 1 000 Hertz. Car les bruits de basses fréquences sont moins dommageables que ceux de hautes fréquences, l'oreille humaine y étant moins sensible.

En première approximation, Yvan Haims, directeur, et Gérard Dansereault, ingénieur au Service du bruit, s'accordent pour affirmer que la circulation urbaine est responsable à plus de 90 pour cent de la situation actuelle. Il n'est donc pas surprenant de voir se découper des zones grises sur le parcours des autoroutes et artères principales. Au centre des autoroutes Décarie et Métropolitain, les niveaux sonores enregistrés dépassent les 70 dB A, pour décroître progressivement en bordure jusqu'à des niveaux d'environ 50 dB A, quelques rues plus loin. Au centre-ville, dans le secteur borné par les rues Saint-Denis, Atwater et



livres scientifiques
livres techniques

plus de 25 000 livres au format
de poche

2360 chemin Sainte-Foy, Sainte-Foy
658-3640

À VENDRE

BOULEVARD HYMUS POINTE CLAIRE

Terrain de 390 000 pi. ca.
Bâtisse de 2 étages avec sous-sol
Excellent pour centre de recherche
Avec animalerie
Pour de plus amples informations
et/ou pour visiter Téléphonez:
Division Industrielle
C.D. French, F.R.I.
(514) 842-5011



438 rue Isabey, St-Laurent / (514) 842-5011

des Pins et par le fleuve, le bruit de fond oscille entre 55 et 70 dB A. Rappelons que dans ce secteur, 30 pour cent de la superficie totale sert aux fins de l'automobile.

Ce ne sont là que des résultats préliminaires, les statistiques détaillées devant venir prochainement. Les cartes elles-mêmes ne représentent que la première étape d'un projet plus vaste. Il s'agissait en fait de se donner une première idée de la situation et de roder le système d'information pour en déceler et corriger les lacunes. On se prépare déjà à reprendre tout le travail avec de l'équipement beaucoup plus sophistiqué, qui augmentera d'au-



tant la précision et la rapidité de traitement des données. Entre autres, il sera alors possible de déterminer le «L équivalent», c'est-à-dire la somme des différentes sources de bruit avec leurs fréquences propres. Cette valeur permettra de mieux évaluer l'influence du bruit sur le système nerveux des Montréalais, influence pour le moins non négligeable.

L'équipe comportera une dizaine d'ingénieurs, techniciens et technologues d'ici l'été; elle prévoit être en mesure de renouveler ses cartes de bruit à tous les deux ou trois ans, ce qui lui permettra de tracer l'évolution du bruit. À l'université Simon Fraser, à Vancouver, on a évalué l'escalade des décibels à une unité par année. M. Haims explique que cela signifie un doublement de l'énergie sonore en trois ans seulement, ce qui, selon lui, serait surestimer la gravité de la situation. Les prochaines mesures devraient éclaircir ce point. De l'avis du directeur, une telle expérience de «planification du bruit» serait unique à la ville de Montréal. À l'avenir, il sera possible pour la ville, par le biais du Service d'urbanisme, par exemple, de recommander l'emplacement à tel ou tel endroit d'un projet, eu égard à la dimen-

sion sonore de la question.

L'expérience risquerait fort d'aboutir à des vœux pieux, sans plus, si le même service ne s'était doté parallèlement d'une loi réglementant le bruit à Montréal. En vigueur depuis l'été dernier, cette loi n'aura connu jusqu'à présent que peu d'écho, et pour cause. Si le Service du bruit cherche à la passer sous silence, c'est qu'il ne dispose pas encore entièrement de l'équipement et du personnel nécessaires à sa mise en application. Cependant, cette lacune devrait être corrigée prochainement: une équipe sera à pied d'œuvre dès le mois de mai.

Le tout récent règlement 4996 (disponible aux greffes de la Ville) vise deux points précis: le bruit émis par les véhicules automobiles et le bruit dans les lieux habités. La loi stipule qu'il est désormais considéré à Montréal «comme étant contraire à la paix et l'ordre public», d'émettre tout bruit d'une intensité supérieure au niveau maximum prévu par ordonnance. Dans le cas des véhicules automobiles, ceci inclut les excès émotifs des automobilistes — crissements de pneus, utilisation inutile ou abusive du klaxon, emploi du moteur d'un véhicule à des régimes excessifs lors du démarrage ou de l'arrêt ou par accélérations répétées, abus de la radio, interne ou externe. Sera-ce la fin du «dragage en char»? En tout cas, les femmes pourront porter plainte, tant des coups de klaxon que des messages «flatteurs» émanant des porte-voix dont se sont munis certains automobilistes.

La loi porte une attention particulière aux silencieux défectueux et prévoit la mise sur pied d'un poste de contrôle des véhicules. Lors des tests, les véhicules des particuliers et les taxis ne devront pas émettre plus de 89 dB A; les motocyclettes, véhicules de livraison et de commerce ainsi que les petits autobus, plus de 91 dB A, et les plus lourds, plus d'un chiffre entre 94 et 104 dB A, selon le poids. Ces normes sont basées de fait sur le niveau sonore minimal d'un véhicule en bon état, puisque le bruit est inhérent à leur conception technique.

En ce qui concerne les lieux habités, est désormais prohibé tout bruit d'une intensité dépassant les limites permises, et en particulier la diffusion par appa-

reil sonore à l'extérieur des bâtiments (sauf, pour la période des fêtes, la musique prétendue de circonstance). Sont également interdits l'usage sans permis ou nécessité de sirènes et autres dispositifs d'alerte, les exécutions de musiciens ambulants en soirée et durant la nuit, la vente à la criée des marchands ambulants si la réclame verbale est trop bruyante et les bruits, au-delà d'un seuil minimum, émanant d'un local utilisé pour la danse ou la musique. Les pénalités prévues sont d'au plus 100 dollars pour les véhicules et les lieux habités. Dans ce dernier cas, la récidive coûte cher: le maximum s'élève alors à 500 dollars si le second délit est commis en moins d'un an, et, pour une troisième offense, entre 500 et 1 000 dollars ou, à défaut de paiement, 60 jours d'emprisonnement.

Des normes strictes existent désormais pour chaque catégorie de lieu habité, compte tenu de l'usage qu'on en fait. Il sera possible de faire appel au personnel spécialisé dans le contrôle du bruit de fond environ-

nant, de l'heure du jour et du type de bruit perturbateur (exception faite des véhicules moteurs comme source de nuisance).

Déjà, les responsables du programme projettent d'entreprendre une campagne d'information pour sensibiliser la population au problème très réel du bruit urbain, tout en la renseignant sur son droit récemment acquis au calme. Il est évident que, sans une campagne vigoureuse, on risque de faire sourde oreille à la loi anti-bruit. Sans diminuer pour autant l'intensité du bruit de fond, imputable surtout à la circulation normale, cette loi fait pourtant miroiter l'espoir de soulager notre système nerveux des bruits excessifs superflus. Encore faudra-t-il mener campagne contre l'usage abusif de l'automobile en milieu urbain et ne pas perdre de vue que les choses progressent peu dans le domaine industriel, sous juridiction provinciale et fédérale. Il s'agit donc d'une lutte à poursuivre. Espérons que dès mai ce règlement fera du bruit.

Pauline Gagnon

POLLUTION

LA BONNE VOLONTÉ NE SUFFIT PAS

«Au Québec, il devrait y avoir six millions d'inspecteurs intéressés à protéger l'environnement.» C'est ce que déclarait, en substance, il y a quelques mois, le ministre responsable de l'Environnement dans le cabinet Lévesque, Marcel Léger, misant sur l'intérêt de toute la population québécoise pour l'amélioration des conditions de vie ou d'environnement. Mais M. Toutlemonde se retrouve difficilement dans tout le processus qu'il lui faut entreprendre pour jouer vraiment le rôle que le ministre Léger envisage pour lui.

Prenons, par exemple, le cas de la Côte-Nord, cette lointaine région du Québec qui s'est développée à un rythme accéléré au cours des 25 dernières années avec l'exploitation du fer du Nouveau-Québec, puis avec le développement de sa forêt. Cette région n'est pas exempte des désastres écologiques, mais son manque de personnes ressource,

l'absence d'université, son éloignement des grands centres et, enfin, sa dépendance encore grande des compagnies qui l'ont développée rendent encore plus vulnérables et démunis les citoyens qui s'intéressent à la protection de la nature.

Ainsi, deux faits dans la région de Sept-Îles et de Port-Cartier démontrent qu'il est difficile, sinon impossible à quiconque veut du jour au lendemain tenter d'éclaircir l'origine, la responsabilité et les dégâts d'une pollution industrielle, de réussir dans une telle entreprise.

Le premier incident s'est produit vers la mi-septembre 1977. Les eaux de la rivière Moisie, dont l'embouchure se situe à une dizaine de kilomètres à l'est de Sept-Îles, se sont colorées en rouge sur une distance d'au moins 240 kilomètres. Il en fut de même, plus au nord, pour les eaux de la Rivière aux Pékans. Quelques jours plus tard, la com-

Compagnie minière Québec Cartier émettait un communiqué rassurant le public: «La coloration des eaux des deux rivières n'est due à aucune matière toxique pour la faune ou la flore sous-marine. Elle est due à des précipitations plus importantes que la normale dans la région du Mont Wright. Il s'agit là d'un phénomène passager.»

La plupart des journaux de la région se sont contentés de reproduire intégralement ce communiqué. En effet, pourquoi s'inquiéter quand la compagnie qui a laissé accidentellement échapper les eaux usées de minerai de fer de son bassin de sédimentation, indique qu'elle va s'occuper elle-même de réparer tous les dégâts et que rien n'y paraîtra plus!

Le point de vue de la compagnie mérite certes d'être pris en considération, mais il est préférable de consulter également les fonctionnaires du ministère du Tourisme, de la Chasse et de la Pêche, les spécialistes des Services de protection de l'environnement et toute la gamme de personnes ressources qui peuvent donner des informations pertinentes sur la nature et l'incidence d'une telle pollution, par exemple sur le saumon quand il remontera la rivière pour frayer.

Déjà ces renseignements sont difficiles à trouver pour le journaliste scientifique. On peut



s'imaginer les obstacles à surmonter pour le citoyen moyen. Qu'est-ce qu'un polymère? Est-ce que la substance utilisée comme dépolluant est aussi dangereuse que le polluant lui-même? Combien de temps cela prendra-t-il avant qu'il n'y ait plus aucune trace de coloration dans l'eau? Une couche stagnante sur la rivière peut-elle influencer le développement des plantes marines qui alimentent le saumon? Autant de questions que se posent aussi bien la population en général que le journaliste, et dont les réponses, sou-

vent très techniques, appartiennent exclusivement à un monde de spécialistes, presque hermétiquement fermé au profane.

Le deuxième événement est survenu au début d'octobre quand Robert Lemieux, avocat dans la région de Sept-Îles qui s'est fait connaître au cours des événements d'octobre 1970, dévoilait qu'il avait participé quelques mois plus tôt à une séance d'arbitrage de la Commission d'assurance-chômage au cours de laquelle un porte-parole de la compagnie Rayonier-Québec aurait révélé bien candidement que sa compagnie n'aurait pas hésité, juste avant de décréter un lock-out au mois de novembre 1976, à déverser quelque 1 800 mètres cubes d'acide à cuisson dans le fleuve...

Les journalistes, aussitôt informés, se sont empressés de vérifier auprès des Services de protection de l'environnement si, presque un an plus tard, cette opération, qui s'était effectuée apparemment sans que la compagnie utilise ses installations anti-pollution, avait détérioré un tant soit peu l'écologie du Saint-Laurent. Les SPE n'avaient cependant jamais été mis au courant de cette manœuvre. Il semble difficile maintenant de dire si une telle opération fut nocive pour la flore et la faune aquatiques du fleuve, car il faut considérer le facteur dilution de l'acide dans l'eau, la force de

cet acide, etc., enfin, une foule de données dont la compagnie garde bien le secret.

Peut-être démunies de plusieurs facilités techniques qu'on retrouve seulement dans les grands centres, les populations de régions éloignées comme la Côte-Nord et l'Abitibi, pour n'en nommer qu'une autre, doivent franchir un mur avant de pouvoir percer les secrets des compagnies. La presse est également limitée dans ces régions car, avant de faire état publiquement de telle catastrophe ou tel danger de pollution, encore faut-il avoir certains éléments en main. Certes, la surveillance exercée par les diverses autorités assure davantage une protection aux populations vivant autour des grands centres que dans les régions où la nature ne demande qu'à être conservée, où les industries sont libres de faire ce qu'elles veulent sans trop de contrainte.

Faut-il se rappeler finalement qu'au Québec il y a présentement plus de 5 000 garde-chasse, comparativement à seulement 30 «vrais» inspecteurs aux Services de protection de l'environnement? Si la tendance observée sur la Côte-Nord se poursuit, on peut s'attendre à ce que le nombre des garde-chasse diminue bientôt...

André Lamoureux

À tous les Québécois du domaine public et parapublic, nous disons merci pour l'appui accordé en confiant leur protection et leurs épargnes à des institutions qui leur appartiennent.



la mutuelle-vie des fonctionnaires du Québec

SIÈGE SOCIAL:

Édifice de La Mutuelle,
625 rue St-Amable,
QUÉBEC, Qué.

ADRESSE POSTALE:

C.P. 16040,
QUÉBEC, Qué.
G1R 7X6

TÉLÉPHONE:

643-3990 (QUÉBEC)
873-2410 (MONTREAL)

une responsabilité bien partagée

Le 1er janvier 1976, La Capitale, filiale de La Mutuelle-Vie des Fonctionnaires du Québec, se lançait sur le marché de l'assurance générale.

13,000 assurés plus tard et, à la lumière de cette première année d'expérience, La Capitale décide de réajuster ses primes en assurance-automobile et des biens: les nouveaux taux réduits sont déjà en vigueur.

Nous profitons de cette occasion pour remercier les fonctionnaires de leur accueil enthousiaste.

**LA
CAPITALE**

Compagnie d'assurance générale
Filiale de la Mutuelle-vie des Fonctionnaires du Québec

SIÈGE SOCIAL:

Édifice de La Mutuelle,
625 rue St-Amable,
QUÉBEC, Qué.

ADRESSE POSTALE:

C.P. 17100,
QUÉBEC, Qué.
G1R 7X2

TÉLÉPHONE:

643-2700

La séduction des nombres

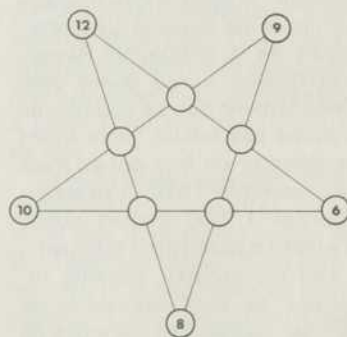
Les maths, un loisir? La réponse de la plupart des gens à cette question sera évidemment non!, les souvenirs laissés par les cours de mathématiques à l'école ou au collège n'ayant rien de bien ludique! Par contre, les prisonniers du groupe «Sciences et voyages» de l'institut Archambault, à Sainte-Anne-des-Plaines, qui ont passé une soirée avec des animateurs de l'Association mathématique du Québec l'hiver dernier, tout comme ce policier de la CUM qui est resté trois jours au kiosque de l'AMQ lors de la St-Jean 75, sur le Mont-Royal, auront eux une réponse bien différente: les mathématiques, par le moyen de jeux géométriques, numériques, de stratégie, etc. peuvent être un loisir passionnant.

C'est cette expérience de sensibilisation à la Saint-Jean 75, à Montréal, qui a incité les mordus des jeux au sein de l'AMQ à poursuivre et intensifier leur action auprès du public. Cette première tentative pour rejoindre tout le monde, qui se situait à l'intérieur d'un projet d'animation socio-culturelle et scientifique de la Confédération des loisirs du Québec et de la Fédération québécoise du loisir scientifique, fut un succès: chacune des trois sections du kiosque des «matheux» (jeux sur ordinateur; initiation au système métrique; jeux de manipulation et de stratégie) a accueilli pendant trois jours quelques milliers de visiteurs curieux et intéressés.

L'étape suivante du comité des jeux de l'AMQ fut de répertorier puis d'expérimenter les jeux les plus susceptibles de démystifier et de rendre accessibles les mathématiques. Le projet «Carrefour des Hyperboles», grâce à une subvention du Haut-Commissariat à la jeunesse, aux loisirs et aux sports, a permis de constituer une «valise mathématique» comprenant une cinquantaine de jeux, et de la faire circuler dans les endroits les plus divers: quelques centres d'achats et terrains de camping, un congrès de philatélistes et un autre de jeunes scientifiques, une prison, etc. Dans toutes ces manifestations, on essaie de se mettre au niveau du public rencontré: les prisonniers ont bien aimé les jeux qui prennent beaucoup de temps (!), les flâneurs des centres d'achats étaient plus

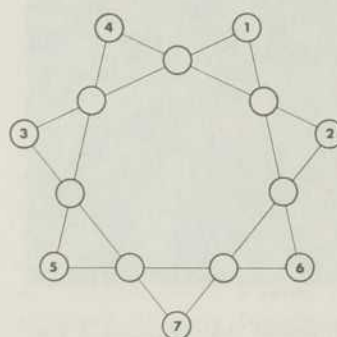
temps PLEINS

par Félix Maltais

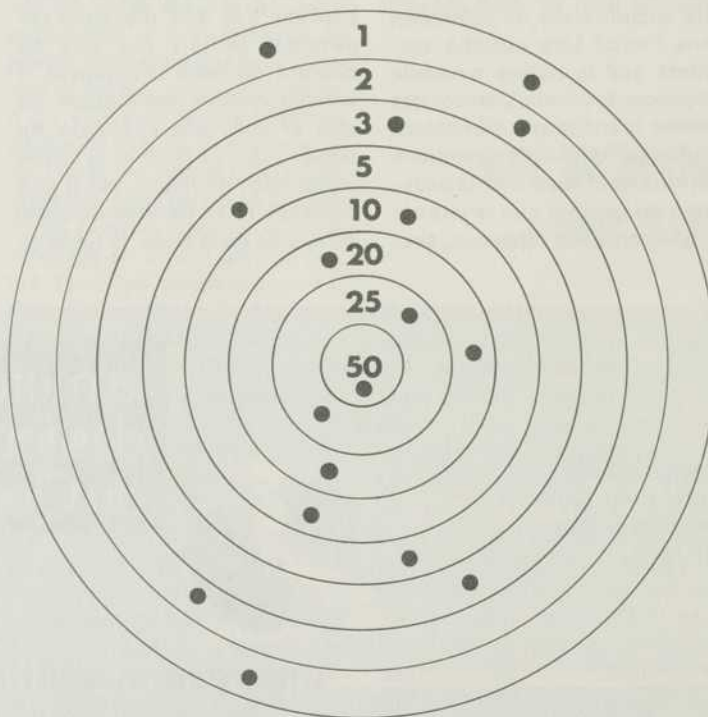


Étoiles magiques

Placez les nombres 1, 2, 3, 4, 5 dans les cercles ci-dessus de sorte que chaque rangée de 4 nombres donne un total de 24.



Placez les nombres 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14 dans les cercles ci-dessus de sorte que chaque rangée de 4 nombres donne un total de 30.



Concours de tir

Nicolas, Pierre et Georges ont tiré chacun 6 fois avec une carabine à air comprimé dans la cible représentée ci-dessus. Lorsqu'ils firent le décompte des points, ils constatèrent que chacun d'eux en avait réussi 71. Sur les 18 coups tirés, un seul est allé au centre de la cible (50 points). À vous d'établir lequel des trois garçons est l'auteur de cet exploit. Vous devez y parvenir en sachant que Nicolas a marqué 22 points avec ses deux premiers coups, et que la première tentative de Georges lui a rapporté 3 points seulement. Inspirez-vous aussi de la répartition des points telle que représentée sur la cible.

Tiré de: *Sur le sentier des mathématiques*, B. Kordiemsky, Dunod

sensibles aux jeux de manipulation, les jeunes scientifiques aux jeux de stratégie, etc.

À ce premier objectif de sensibilisation du public, le comité des jeux de l'AMQ veut en ajouter un deuxième: la création de cellules sur tout le territoire, où se rencontreront les mordus. Il importe donc d'augmenter le noyau central et de former des animateurs, un travail déjà annoncé lors du congrès de l'Association mathématique du Québec, en octobre dernier. Même si les gens déjà rejoints sont la plupart des professeurs de maths, l'objectif du comité n'est pas relié à l'enseignement; les jeux, ce n'est pas une façon de mieux faire avaler les mathématiques aux étudiants, mais bien de démystifier celles-ci auprès du public et de permettre aux plus intéressés d'en faire une activité de loisir. À cette effet, on compte publier ce printemps un cahier développant certains jeux qui ont retenu le plus d'intérêt de la part des participants.

Quelques ressources

Plusieurs livres sur le sujet sont sur le marché. Les plus recommandés sont les suivants:

- *100 jeux logiques*, Pierre Berloquin, Le Livre de Poche, numéro 3568.
- *Nouveaux divertissements mathématiques*, Martin Gardner, Dunod.
- *Mathématiques, magie et mystère*, Martin Gardner, Dunod.
- *Expériences et problèmes récréatifs*, Y. Pérelman, Éditions de Moscou.
- *Abstractions mathématiques*, Charles E. Jean, Les Éditions de l'Homme, 1977

Côté matériel, des grands magasins ainsi que des boutiques spécialisées vendent plusieurs jeux, comme le cube Soma, le Mastermind, le Tic tac toc à trois dimensions, les cubes Instant Insanity, etc.

Pour plus d'informations, on peut contacter Christiane Lacroix ou Pierre-Paul Renaud, du comité des jeux, à l'Association mathématique du Québec, 1415 est, Jarry, Montréal H2E 2Z7; tél.: 374-3541.

(Solutions des problèmes à la page 58.)

PARUTIONS RÉCENTES

LE BAL DES CELLULES
Lewis Thomas, Stock, collection «Monde ouvert», texte original 1974, traduction 1977, Paris, 233 pages, \$14.25

Deux phénomènes analogues peuvent fort bien correspondre à des réalités très différentes, à des lois qui n'ont rien en commun. La magie des mots et des idées peut ainsi rapprocher des phénomènes que rien n'associe en fait. Y a-t-il quelque chose en commun entre le «règne» du verseau sur le corps, et celui d'un monarque dans nos sociétés humaines? Efficace en poésie, l'analogie devient dangereuse quand on s'en sert comme base philosophique, pour étendre aux sociétés humaines les lois de la biologie.

Mais Lewis Thomas, très grand biologiste américain, et spécialiste du cancer, ne s'en formalise guère, lui qui avait entrepris de publier, dans un journal américain, ses *Notes of a Biology Watcher* («Réflexions d'un observateur de la biologie»), dans un ton tout à fait pascalien, à mi-chemin entre la science et l'évocation poétique, mais avec une telle chaleur et une telle lucidité face aux mystères de la biologie, en même temps qu'une ambition philosophique et mystique si englobante, que le miracle se produisait presque à chaque fois: le lecteur était envoûté, subjugué.

Ce sont ces réflexions libres, souvent décousues, mais tournant toutes autour de l'homme et de sa société dans un va et vient fascinant, que Viking Press, de New York, avait d'abord publié sous le titre *The Lives of a Cell*, avant que Stock n'en fasse une traduction.

Les organites qui forment toute cellule (mitochondries, bléploplast, centrioles, etc.) sont des entités parfaitement indépendantes. Comme la terre entière, chaque cellule est un écosystème en équilibre. Lewis Thomas inverse alors cette proposition, et l'écologie terrestre devient celle d'une seule cellule, avec ses organites producteurs d'énergie, son réticulum de communication, ses antennes sensorielles, et quoi encore...

Une fourmi solitaire ne ressemble à rien d'autre qu'à un angillon sur pattes. Pourtant, 10 ou 100 fourmis parviennent à faire de grandes choses, parfois même avec intelligence. C'est de la collectivité que naît la cohérence. Lewis Thomas étend ce

concept... Le Congrès des physiologistes, avec son bourdonnement bizarre, diffère-t-il vraiment de la termitière, vue de très haut? Et du coup, la société humaine devient aussi une «intelligence collective» interne à cette cellule que constitue la terre.

Énumérées ainsi, sans plus de détails, les évocations du biologiste peuvent faire sourire. Admirablement bien documentées, et reposant surtout sur des phénomènes biologiques à la fois surprenants et mal connus (comme la symbiose d'espèces diverses, dans des organismes biologiques complexes, tant chez les métazoaires que chez les végétaux et les animaux supérieurs), ces réflexions se lisent et se relisent sans jamais lasser.

Laissons donc aux sociologues l'analyse des dangers d'une approche aussi racoleuse, toute faite de poésie et d'analogies, et dans un premier temps, contentons-nous de rêver à la lecture de ces pensées qui, plausibles ou non, demeurent si belles.

Pierre Sormany

COUP D'OEIL SUR L'AGRO-ALIMENTAIRE AU QUÉBEC



Service des études économiques, ministère de l'Agriculture du Québec, Québec, 1977, 303 pages, \$3.00

L'agro-alimentaire occupe une place importante dans l'économie québécoise. De nombreuses personnes sont reliées à son existence, aussi bien au niveau de la production que de la consommation. C'est à elles que le ministère de l'Agriculture dédie cet ouvrage.

On y trouve une grande quantité de chiffres et de statistiques qui caractérisent les différents types de productions agricoles québécoises en 1976 en établissant des comparaisons avec les années 1970-1976 et avec le reste du Canada.

On apprend que la production laitière est la principale source de revenus des agriculteurs québécois, suivie par la production porcine et les produits végétaux. Le Québec a produit 111 millions de kilogrammes de poulets éviscérés en 1976, 388 millions de kilogrammes de pommes de terre

La Recherche a des lecteurs dans 82 pays : il doit bien y avoir une raison



La Recherche a une audience internationale parce que son contenu est international. Chaque mois, dans ses sommaires, des chercheurs du monde entier se donnent rendez-vous.

La Recherche est une revue interdisciplinaire : elle vous offre chaque mois une synthèse de tout ce qui se passe d'important sur tous les fronts de la recherche, de la biochimie à l'astrophysique.

Offre spéciale*

Je désire souscrire un abonnement d'un an (11 numéros) à *La Recherche* au tarif de 23 dollars canadiens au lieu de 33 dollars.

nom

adresse

à retourner accompagné de votre paiement à DIMEDIA, 539, bd Lebeau, Ville-St-Laurent P.Q. H4N 1S2.

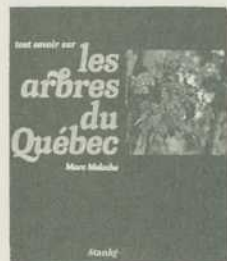
* Offre réservée aux particuliers, à l'exception de toute collectivité.

et 7,7 millions de litres de produits de l'érable. En 1976, la consommation moyenne apparente par habitant, au Québec, était de 108 kilogrammes de lait, 6,3 kilogrammes de beurre et 1,2 kilogramme de crème glacée. La même année, les 67 000 ruches québécoises ont produit plus de 1,8 million de kilogrammes de miel.

Il y a des milliers de renseignements intéressants reliés à l'agriculture, l'industrie de transformation, au commerce et à la consommation des produits alimentaires. Cet ouvrage est un document précieux pour toute personne qui cherche à avoir une vue d'ensemble du système agro-alimentaire québécois.

François Picard

TOUT SAVOIR SUR LES ARBRES DU QUÉBEC



Marc Meloche, Stanké, Montréal, 1977, 186 pages, \$6.95

Si vous vous imaginez qu'après la lecture de ce livre, vous serez en mesure de «tout savoir sur les arbres du Québec», commencez à déchanter immédiatement car vous serez peut-être déçus. Ce n'est pas que cet ouvrage n'ait pas de bons points à son actif. Au contraire, il sait nous initier aux premières notions de la biologie de l'arbre, nous donne de bons conseils sur la valeur ornementale des arbres et nous informe adéquatement sur leur transplantation et leur entretien. Mais il laisse grandement à désirer au niveau de la description détaillée des 90 variétés peuplant notre forêt québécoise: à peine cinq lignes sont consacrées à chacune d'elles alors que plus de 20 pages sont littéralement sacrifiées au bonsaï, cet art japonais qui consiste à cultiver des arbres normaux et à les miniaturiser par une taille répétée et des soins spéciaux! Car le dessin de l'arbre et de la feuille ainsi que les cinq lignes descriptives ne suffisent guère à nous aider à identifier positivement un arbre, surtout un feuillu, de la période de la chute des feuilles jusqu'à la floraison printanière. Tout d'abord, une photographie aurait été

un meilleur instrument d'identification qu'un dessin et il aurait fallu illustrer et décrire plus en détails l'écorce, le rameau et le bourgeon, auxquels l'on se fie à l'automne et en hiver commecclés d'identification des arbres.

Jean-Pierre Drapeau

LE SEPTIÈME CONTINENT.



Beauté et secrets de la faune sous-marine
Albert Fischer (traduit de l'allemand par Naftali Kessler), Albin Michel, Paris, 1976, 318 pages, \$16.50

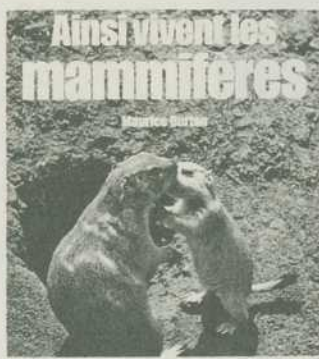
L'auteur, cinéaste bien connu qui a réalisé un magnifique film portant le même titre que le présent ouvrage, est à coup sûr un scientifique fort qualifié en biologie marine puisqu'il a consacré la majeure partie de sa vie à l'étude du continent bleu, c'est-à-dire l'ensemble de l'hydrosphère qui couvre près de trois quarts de la surface du globe. Si ce «continent» est de loin le plus vaste, il est aussi le moins bien connu. L'océanographie commence à peine à comprendre les phénomènes physiques, chimiques et biologiques qui se déroulent à la surface et en profondeur relativement faible des océans, mais on ne connaît pas encore les secrets et les ressources cachés dans les abîmes océaniques. Et pourtant on devine qu'à 10 000 mètres de profondeur il y a des animaux qui réussissent à vivre sous d'énormes pressions, qui s'y nourrissent, combattent pour la vie et s'y multiplient. L'auteur nous introduit dans ce monde étrange et merveilleux, peuplé d'animaux marins qui semblent aussi loin de nous que les habitants d'une autre planète. Son ouvrage, illustré d'un grand nombre de dessins et de photographies, nous aide à découvrir cet univers fantastique. Mais il ne nous laisse pas oublier pour autant l'importance potentielle de la mer dans la nutrition de notre

société de consommation qui aura, d'ici 25 ou 30 ans, détruit toute vie, même dans les mers et les océans, si elle ne prend pas immédiatement les mesures efficaces pour éliminer la pollution. Cette menace à l'humanité entière est d'autant plus grave quand on se rend compte du fait que, chaque année, environ 10 millions de tonnes de diverses sortes d'huiles (pétrole, etc.) et 5 000 tonnes de mercure — pour ne nommer que ces deux parmi des centaines de polluants — sont déversés dans l'eau des mers via les fleuves et les rivières.

Il est évident que les océans, malgré leur immensité, ne pourront pas absorber de telles quantités de déchets domestiques et industriels sans dommages irréversibles. En attendant que des mesures draconiennes puissent éliminer le danger d'une telle issue fatale, l'auteur nous enchante dans son ouvrage qui décrit avec compétence, la richesse de la faune encore inexploitée des profondeurs abyssales.

Joseph Risi

AINSI VIVENT LES MAMMIFÈRES et AINSI VIVENT LES POISSONS



respectivement par Maurice Burton et Peter J. Whitehead, Elsevier, Paris, 1976, 160 pages chacun, \$14.95

Dans cette série, outre ces deux volumes, on retrouve déjà les titres suivants: «Ainsi vivent les insectes», «Ainsi vivent les oiseaux», «Ainsi vivent les invertébrés», «Ainsi vivent les reptiles et les amphibiens» et «Ainsi s'aiment les animaux». Ces livres s'inscrivent dans le prolongement de l'intérêt croissant que suscite, chez des lecteurs de plus en plus nombreux, les manifestations de la vie animale.

Par leur texte très vulgarisé et très accessible à tous les lecteurs, même les plus jeunes, ces livres traitent de tous les sujets

Derniers livres reçus

Les champions des femmes. Examen du discours sur la supériorité des femmes

Marc Angenot
Les Presses de l'Université du Québec, Montréal, 1977, 193 pages, \$8.95

Les grands mécanismes de la maladie

H.M. Beumer, V. Chevalier, G.T. Haneveld, J.A. Maas, J.P. Schade
Elsevier Séquoia, collection «Introduction à la médecine», tome 3, Paris-Bruxelles, 1977, 208 pages, \$26.95

Les matériaux nucléaires

Jules Guéron
Les Presses universitaires de France, collection «Que sais-je?», Paris, 1977, 127 pages, \$2.50

Les papillons du monde

Alexander B. Klots
Marabout Color, Verviers (Belgique), 1977, 160 pages, \$4.40

L'attentat sexuel contre les enfants

Yves Lamontagne et Célyne Lacerte-Lamontagne
La Presse, Montréal, 127 pages, 1977, \$4.95

Je découvre les coquillages (Côtes européennes et méditerranéennes)

Jean-Bernard Lozet et Josette Dejean-Arracgros
André Leson, collection «Agir et connaître», Paris, 1977, 173 pages, \$8.50

relatifs à la vie des animaux: leur classification, leur anatomie générale, leur nutrition, leur reproduction, leurs moyens de défense et de communication, leurs mœurs, etc. Plus de 110 photographies en couleurs, œuvres d'une cinquantaine de photographes, et quelque 20 tableaux descriptifs ajoutent leur beauté ou leur intérêt à la leçon d'histoire naturelle de chaque ouvrage. Et les animaux ainsi que les poissons illustrés ne proviennent pas d'une seule contrée du globe, comme on peut parfois le déplorer pour certains ouvrages, mais couvrent assez bien les variétés de toutes les parties de la planète.

Dans l'ensemble, la collection constitue une anthologie assez complète des diverses formes de vie et chaque page est un peu comme chacune des vitres des aquariums ou chacune des cages des jardins zoologiques nous permettant enfin de voir et de comprendre le travail de la vie dans son effort créateur.

Jean-Pierre Drapeau

EN VRAC...

TOUT SUR LA FORÊT

Les étudiants en foresterie de l'université Laval, véritable pépinière de spécialistes en sciences forestières, ont décidé de réévaluer leur métier (en même temps que la principale richesse naturelle renouvelable du Québec) en organisant une semaine des sciences forestières du 13 au 18 mars prochain au Grand Séminaire de ladite université. Toute une semaine de conférences-débats à la fois instructifs et accessibles vous attend, ainsi qu'une exposition des plus instructives, semble-t-il. On y traitera, entre autres, de la situation quasi catastrophique de l'industrie forestière québécoise, des possibilités d'innovation, du développement coopératif de la forêt privée, de la reprise en main de la gestion de la forêt, de la formation de spécialistes en sciences forestières, des forêts urbaines... à sauvegarder et, surtout, à développer (cherchez-en sur la rue Sainte-Catherine...).

À NOTER

Les Services de protection de l'environnement avisent les citoyens du comté de Vaudreuil-Soulangue d'un nouveau numéro de téléphone pour rejoindre leur inspecteur en environnement. La population peut dorénavant communiquer avec l'inspecteur en signalant 453-5123. Son bureau demeure toujours situé dans l'édifice abritant le Département de santé communautaire de Pincourt, à 49, 5e avenue, à Pincourt. On peut communiquer directement avec l'inspecteur, chaque matin, de 8 heures 30 minutes à 10 heures. Aux autres moments de la journée, la réception du D.S.C. assure l'acheminement des messages qui lui sont destinés. Monsieur Jean-Maurice Delage continue d'assumer la charge de ce service.

BÉBÉ DE L'ESPACE

Selon Jesco Von Puttkamer, responsable de l'utilisation de l'espace des cabines et des stations spatiales des programmes spatiaux américains, une station spatiale pourrait être en usage vers 1990, peut-

être même vers 1986 et pourrait éventuellement accueillir de façon permanente entre 50 et 100 personnes. M. Von Puttkamer prévoit que ces habitants décideront tôt ou tard de modifier leur milieu, de le rendre plus confortable, de remodeler l'intérieur de la station et même de cultiver leur potager. Cet homme de science entrevoit aussi la possibilité d'une naissance dans la station spatiale dans vingt ans, ce qui serait, selon lui, le plus grand événement de l'Histoire moderne puisque cela prouverait qu'il n'est pas nécessaire d'être rattaché à la Terre pour se reproduire (bien qu'il faudrait que les partenaires soient rattachés à quelque chose s'ils vivent en état d'apesanteur).

LES CRIMINELS DEVRONT SE GANTER

Les criminels ne devront plus dorénavant oublier de porter des gants lors de leur «travail» car une nouvelle technique de détection des empreintes digitales, même de celles vieilles de plusieurs mois, a été mise au point par des chercheurs de la Division des sciences biologiques du CNRC. Cette technique utilise une lumière laser et des composés fluorescents pour faire ressortir les traces laissées par les pores des glandes sudoripares. La technique serait aussi efficace lorsque les empreintes digitales sont altérées et ne peuvent être relevées à l'aide des méthodes existantes. C'est en fait un combat entre la transpiration (nécessaire à l'invention) des chercheurs versus la transpiration des glandes sudoripares des criminels. Les paris sont ouverts sur le vainqueur de ce combat!

RETOUR À L'ENVOYEUR

Le Canada doit dès maintenant entreprendre un programme d'entreposage définitif des déchets nucléaires. C'est ce que recommande un rapport intitulé «La gestion des déchets nucléaires du Canada», préparé par le ministère fédéral de l'Énergie, des Mines et des Ressources. Après avoir passé en revue différentes méthodes d'entreposage de ces déchets (entreposage en surface, dans l'espace, dans les océans), le rapport en vient à la conclusion que la meilleure solution consiste à les enfouir dans les formations géologiques de roches ignées du Précambrien, de préférence en Ontario, où l'on trouve les formations les plus adéquates. D'ailleurs, la presque totalité de la production de ces déchets origine de l'Ontario. Les réacteurs canadiens ont produit jusqu'à présent 1 500 tonnes de combustible irradié; d'ici l'an 2000, on prévoit une production de 50 000 tonnes.

SI
VOUS
DÉMÉNAGEZ
FAITES-NOUS LE DONC
SAVOIR

NOM

numéro d'abonné

date d'entrée en vigueur

ANCIENNE ADRESSE

NUMÉRO RUE

APPARTEMENT

VILLE

PROVINCE ou pays

CODE POSTAL

NOUVELLE ADRESSE

NUMÉRO RUE

APPARTEMENT

VILLE

PROVINCE ou pays

CODE POSTAL

DES BONNES ET DES MAUVAISES NOUVELLES

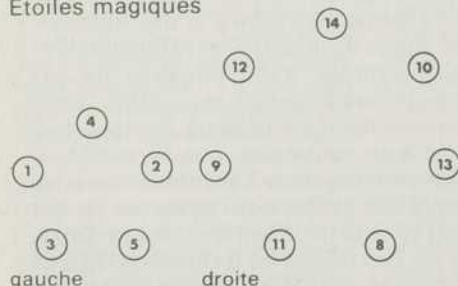
Un physicien de l'université Ann Arbour a annoncé au monde une bonne et une mauvaise nouvelle. La mauvaise: sa découverte de milliards d'étoiles auparavant inconnues suggère que l'univers, un jour, cessera de prendre de l'expansion et s'effondrera en un atome gigantesque, superdense; si cela arrive un peu après les prochaines 50 milliards d'années, ce sera la fin de la Terre et de l'univers connu. La bonne nouvelle: les hommes de science sont d'avis qu'un tel atome pourrait exploser, créant possiblement un nouvel univers. Il est à espérer que ces nouvelles brûlantes d'actualité et dont les implications géo-politiques sont incommensurables seront prises en délibéré aux Nations Unies.

DANS LA QUEUE DES COMÈTES

Selon une théorie élaborée par deux astronomes éminents, Sir Fred Hoyle de l'Institut royal de Grande-Bretagne, et le professeur Chandra Wickramasinghe de l'université Cardiff, les blocs essentiels à la construction de la vie ne se seraient pas formés dans la «soupe originelle» de la terre primitive —la théorie généralement admise— mais bien dans le noyau et la queue des comètes. Il y a quatre millions d'années, une comète se serait écrasée sur Terre apportant avec elle les organismes primitifs dont toute vie est issue. Ils estiment que la théorie en vogue repose sur des affirmations gratuites et que la leur repose sur quelques faits connus: les blocs essentiels à la construction de la vie —les acides aminés et autres molécules— se formeraient en grande quantité dans l'espace comme en témoignent l'existence de molécules organiques de la comète Kohoutek de 1973 et la présence d'acides aminés dans les débris des météorites tombés sur terre.

TEMPS PLEINS (solutions)

Étoiles magiques



Concours de tir

Georges

en AVRIL

François Picard nous ramènera à l'époque du Québec préhistorique

Nicole M. Gratton fera le bilan de l'expérience contraceptive de la Québécoise

Hélène Martineau nous initiera à un art millénaire: la teinture végétale

Luc Chartrand nous présentera le clochard québécois, celui d'hier et celui de demain

NE NOUS CHERCHEZ PLUS ABONNEZ-VOUS

Au tarif de \$17.00 (1 an / 12 numéros), je m'abonne pour années au magazine QUÉBEC SCIENCE.

- ☐ abonnement
☐ réabonnement

À L'USAGE DU MAGAZINE

1 5 6
7 8 9 10
11 16
17 20
21 24
25 26 27 29

COUPON D'ABONNEMENT (à remplir en lettres MAJUSCULES)

30 nom 50
60 prénom 80
B 7 8
9 numéro rue appartement 28
29 ville province ou pays 49
69 code postal 74
☐ Chèque ou mandat postal ci-joint
☐ Veuillez me facturer



CIME FM 99.5

SAINTE-ADÈLE, P.Q.

UN PROGRAMME UNIVERSITAIRE POUR VOUS TOUT PRÈS, TOUT PRÊT!

TOUT PRÈS de chez vous se manifeste une présence de l'Université du Québec. TOUT PRÊT pour vous, un choix de 320 programmes dans les grands secteurs d'enseignement universitaire: sciences humaines, sciences de l'éducation, sciences de l'administration, sciences de la santé, sciences pures et appliquées, arts, lettres et plusieurs autres champs d'études.

TOUT PRÈS, TOUT PRÊT, le réseau de l'Université du Québec admet aux études de 1er cycle le détenteur d'un diplôme d'études collégiales ou l'équivalent. De plus, le candidat âgé d'au moins vingt-deux ans possédant des connaissances appropriées et une expérience pertinente peut être admis.



Université du Québec

