

2,95 \$

MAI 1986

QUÉBEC SCIENCE

LE MAGAZINE SANS FRONTIÈRES

UN PAS
VERS L'USINE
AUTOMATISÉE

DES VACHES EN SÉRIE

**ORIGINE DE L'HOMME:
L'HYPOTHÈSE AFRICAINE**

**DES ANIMAUX
EN BLEU ET VERT**

**QUE MANGEREZ-VOUS
EN L'AN 2000?**

BUREAU DÉPUTÉ LÉON
1700 ST DENIS
MONTREAL P.Q.
H2X 3K6

G 3
AD

Le 54^e CONGRÈS DE L'ACFAS À L'UNIVERSITÉ DE MONTRÉAL DU 12 AU 16 MAI 1986

UN RENDEZ-VOUS À NE PAS MANQUER Près de 60 sections • Plus de 60 colloques dont:

SCIENCES BIOLOGIQUES, MÉDICALES ET PARAMÉDICALES: Images biomédicales • Les ressources de la forêt • Les communautés forestières • Morphogénèse des patterns végétaux • Stratégie de conservation de la nature • La relation parents-jeune enfant • Anticorps monoclonaux et cancer • Vitroculture des végétaux • Québec: une politique de santé • Assurance de qualité en microbiologie • Neurobiologie de la vision • Régulation métabolique à l'exercice • Métabolisme du tissu musculaire • La recherche en sciences infirmières • La membrane cellulaire • Fibres alimentaires et fonctions digestives • etc.

SCIENCES PHYSIQUES, MATHÉMATIQUES ET GÉNIE: L'amiante: ses applications • Podzolisation et sols podzolisés • Microordinateur et enseignement du génie • La robotique au Québec • Ordinateur et enseignement biomédical • Gestion de l'environnement • Biologie et géomorphologie • La climatologie • La géophysique appliquée • Fonctions d'une variable complexe • Colloques de l'Ordre des Chimistes • etc.

SCIENCES SOCIALES ET ÉTUDES HUMAINES: Discours sur la retraite • Construction/Destruction des idées • La formation des méthodologistes • L'inadaptation psycho-sociale • Un programme de responsabilisation • Le travail social en milieu autochtone • L'évaluation: les défis • Les catéchismes en Amérique • La transition école-travail • Le behaviorisme paradigmatique • L'anthropologie esthétique • Linguistique africaine et haïtienne • Imagerie mentale et aide psychologique • Un dictionnaire du français québécois • Archives et territoires autochtones • Consultations publiques et planification • La démographie dans le social • Mouvement, corps et conscience • IRSST • Recherches évaluatives et problèmes psychosociaux • Administration de l'éducation • La recherche en éducation: Abitibi-Témiscamingue • Prospectives en EIAO • Bilan et prospectives LOGO • L'expérience éthique • La responsabilisation des jeunes et la délinquance • L'enseignement télévisé • Un marché, deux sociétés • etc.

COLLOQUES INTERDISCIPLINAIRES: Le libre-échange • Les scientifiques et la paix • Systèmes experts en milieu gouvernemental • La coopération franco-québécoise • Identification, évaluation et conduite des projets • La statistique • La télédétection • Les figures de l'Indien • Sciences et Pseudo-sciences • L'expérience contre la science? • 25^e anniversaire du Centre d'études nordiques • L'ergonomie dans l'entreprise • Le financement de la recherche universitaire • et caetera.

Pour information:
L'Association canadienne-française
pour l'avancement des sciences
2730, Chemin de la Côte Ste-Catherine
Montréal (Québec) H3T 1B7
Tél.: (514) 342-1411

2000 COMMUNICATIONS
5000 CONGRESSISTES

SOYEZ DU NOMBRE!



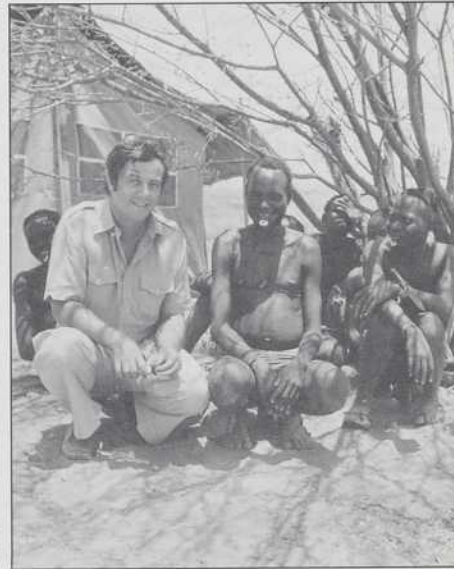
TOUT UN PROGRAMME!



Page 14



Page 24



Page 30

ENQUÊTES / REPORTAGES

Un pas vers l'usine automatisée

Pierre Sormany

Tous les experts s'entendent pour parler du retard du Québec quant à l'automatisation de ses usines. Pourtant, quand on y regarde de près, ce retard est beaucoup moins tragique qu'on ne le croit généralement

14

Des vaches en série

Jean Paquin

Fécondation *in vitro*, transplantation d'embryons, création de jumeaux : les techniques les plus modernes de reproduction animale transforment le monde de la production laitière

24

Origine de l'Homme: l'hypothèse africaine

Propos recueillis par Bernard Gianetto

Parce que la Terre s'est fracturée en Afrique, l'Homme, ce bipède des savanes, est apparu, nous dit Yves Coppens. Une hypothèse aussi séduisante que son auteur?

30

Des animaux en bleu et vert

Ève-Lucie Bourque

Comment expliquer ces bleus et ces verts qui habillent les oiseaux et les papillons?

36

Que mangerez-vous en l'an 2000?

François Goulet

Les mets que l'on mangera en l'an 2000, bien que présentés sous une apparence qui nous est familière, auront une composition tout à fait différente

40

ACTUALITÉS

Le couperet fédéral épargne la science	7
L'ordinateur se fait musicien	9
L'hormone du cœur va de l'avant	45
Au menu: scarabées sauce tomate	47
Raquettes «high tech»	49

CHRONIQUES

Post-scriptum	Le mot du rédacteur en chef	5
Infopuce	Apprivoiser l'informatique	11
Boîte à livres	Nous avons lu pour vous	50
Cinésience	La science à l'écran	51
En vrac	Les p'tits mots de la fin	52
Mois prochain		53

SUBVENTIONS DE RECHERCHE SUR LA SÉCURITÉ ROUTIÈRE

Un programme de subventions de recherche portant sur la sécurité routière est offert conjointement par la Régie de l'assurance automobile du Québec et le Fonds pour la formation de chercheurs et l'aide à la recherche (F.C.A.R.). Il s'agit d'une ACTION CONCERTÉE SUR LA SÉCURITÉ ROUTIÈRE*.

A distinguer d'une précédente action concertée sur la sécurité routière offerte pour les exercices 1983-1984 à 1985-1986 inclusivement.

Admissibilité: Les chercheurs, seuls ou en groupe, provenant des établissements universitaires ou collégiaux, des instituts de recherche à caractère public, ou qui n'ont pas d'affiliation institutionnelle reconnue, sont invités à présenter des demandes.

Objectifs:

- sensibiliser les chercheurs à l'importance d'un secteur de recherche encore peu exploité au Québec;
- inciter les chercheurs issus de diverses disciplines à travailler à l'amélioration de la sécurité routière;
- créer un potentiel de recherche en contribuant à la formation des chercheurs et des experts dont le Québec a besoin dans le domaine de la sécurité routière;
- assister financièrement les chercheurs effectuant des travaux qui contribuent au développement de la connaissance du système de mobilité routière et de son niveau de sécurité;
- stimuler la diffusion des connaissances dans le domaine de la sécurité routière et encourager leur exploitation.

Particularité: Les projets soumis doivent obligatoirement revêtir un caractère local ou régional.

Critères: Les critères d'évaluation des demandes sont les suivants:

- pertinence du projet par rapport aux orientations retenues;
- concertation avec les intervenants locaux ou régionaux en sécurité routière;
- qualité de la démarche poursuivie (créativité, problématique, méthodologie, innovation et progrès scientifique);
- qualité de l'équipe (capacité, production scientifique).

Crédits disponibles pour 1986-1987: 200 000 \$

Inscription: **Date limite de dépôt des demandes**
31 juillet 1986

Annnonce des subventions
octobre 1986

Les documents nécessaires pour la préparation des demandes (guide explicatif et formulaires) sont disponibles dans les universités, les collèges, ou au Fonds F.C.A.R. à l'adresse suivante:

Fonds F.C.A.R.
979, rue de Bourgogne, 4e étage
Sainte-Foy (Québec) G1W 2L4 TÉLÉPHONE: (418) 643-8560

SUBVENTIONS DE RECHERCHE SUR LA SÉCURITÉ DANS LES SPORTS

Un programme de subventions de recherche portant sur la sécurité dans les sports est offert conjointement par la Régie de la sécurité dans les sports du Québec et le Fonds pour la formation de chercheurs et l'aide à la recherche (F.C.A.R.). Il s'agit d'une ACTION CONCERTÉE SUR LA SÉCURITÉ DANS LES SPORTS.

Admissibilité: Les chercheurs, seuls ou en groupe, provenant des établissements universitaires ou collégiaux, des instituts de recherche à caractère public, ou qui n'ont pas d'affiliation institutionnelle reconnue, sont invités à présenter des demandes.

Objectifs:

- sensibiliser les chercheurs à l'importance d'un secteur de recherche encore peu exploité au Québec;
- inciter les chercheurs issus de diverses disciplines à travailler au développement de la sécurité dans la pratique des sports;
- créer un potentiel de recherche en contribuant à la formation des chercheurs et des experts dont le Québec a besoin dans le domaine de la sécurité sportive;
- assister financièrement les chercheurs effectuant des travaux qui contribuent au développement de la connaissance des exigences de sécurité dans la pratique des sports;
- stimuler la diffusion des connaissances dans le domaine de la sécurité sportive et encourager leur exploitation.

Critères: Les critères d'évaluation des demandes sont les suivants:

- pertinence du projet par rapport aux orientations retenues;
- qualité de la démarche poursuivie (créativité, problématique, méthodologie, innovation et progrès scientifique);
- qualité de l'équipe (capacité, production scientifique);
- concertation avec les autres chercheurs œuvrant dans le même domaine.

Crédits disponibles pour 1986-1987: 75 000 \$

Inscription: **Date limite de dépôt des demandes**
31 juillet 1986

Annnonce des subventions
octobre 1986

Les documents nécessaires pour la préparation des demandes (guide explicatif et formulaires) sont disponibles dans les universités, les collèges, ou au Fonds F.C.A.R. à l'adresse suivante:

Fonds F.C.A.R.
979, rue de Bourgogne, 4e étage
Sainte-Foy (Québec) G1W 2L4 TÉLÉPHONE: (418) 643-8560

Le magazine QUÉBEC SCIENCE

C.P. 250, Sillery, Québec G1T 2R1
Tél.: (418) 657-3551; 1-800-463-4799
Abonnements: poste 2854; Rédaction: poste 2494

DIRECTION

Fernand Grenier, directeur
Jean-Pierre Rogel, rédacteur en chef

RÉDACTION

Diane Dontigny, adjointe à la rédaction
Gérald Baril, Ginette Beaulieu, Gilles Drouin,
François Picard, Pierre Sormany, Vonik Tanneau,
journalistes, collaborateurs réguliers
Claude Forand, correspondant à Toronto
Bernard Giansetto, correspondant à Paris
Ève-Lucie Bourque, recherches iconographiques

PRODUCTION

Jacki Dallaire, directeur de la production
Richard Hodgson, conception graphique
Line Nadeau, réalisation graphique
Raymond Robitaille, typographe
Alain Vézina, photo couverture
Les ateliers graphiscan ltée
séparation de couleurs
Imprimerie Canada inc., Sillery, Québec
photogravure et impression

PUBLICITÉ

Les Communications 2005
Raymond Denis
1209, rue Bernard ouest, Bureau 203
Outremont, Québec H2V 1V7
Tél.: (514) 277-8080

COMMERCIALISATION

René Waty, directeur de la commercialisation
Marie Prince, adjointe à la commercialisation
Nicole Bédard, abonnements
Messageries dynamiques, distribution en kiosques



Presses de l'Université du Québec
Québec Science

Abonnements

Au Canada: Régulier: (1 an/12 nos):	25,00\$
Spécial: (2 ans/24 nos):	44,00\$
Groupe: (1 an/12 nos):	23,00\$
(10 ex. à la même adresse)	
À l'étranger: Régulier: (1 an/12 nos):	35,00\$
Spécial: (2 ans/24 nos):	61,00\$
À l'unité:	3,50\$

Voir le coupon d'abonnement à la fin du magazine

QUÉBEC SCIENCE, mensuel à but non lucratif, est publié par les Presses de l'Université du Québec. La direction laisse aux auteurs l'entière responsabilité de leurs textes. Les titres, sous-titres, textes de présentation et rubriques non signés sont dus à la rédaction.

Le soutien financier du magazine QUÉBEC SCIENCE est assuré par ses lecteurs, ses annonceurs, l'Université du Québec, le Fonds FCAR pour l'aide et le soutien à la recherche, le Conseil de recherches en sciences naturelles et en génie du Canada, ainsi que le Programme d'appui fédéral à la sensibilisation du public à la science et à la technologie.

Dépôt légal: Bibliothèque nationale du Québec, deuxième trimestre 1986, ISSN-0021-6127.
Répertorié dans POINT DE REPÈRE.

Courrier de deuxième classe, enregistrement n° 1052. Port de retour garanti. Port payé à Québec.
Tél.: 051-31623
Membre de:



CPPA

© Copyright 1986 — QUÉBEC SCIENCE —
PRESSES DE L'UNIVERSITÉ DU QUÉBEC.
Tous droits de reproduction, de traduction
et d'adaptation réservés.

Post-scriptum

LE MOT DU RÉDACTEUR EN CHEF

Les scientifiques ont un faible pour les sigles et les abréviations techniques. Certains n'en sont même plus conscients et ils prendront un air étonné si vous les arrêtez au milieu de leur discours: «Excusez-moi, vous venez de parler d'une «procédure P.T.F. 5» et d'un «C.C.M.H.»». Qu'est-ce que cela veut dire? Vous passerez alors pour un rabat-joie ou, ce qui est pire, un ignare satisfait.

Dans cet univers de technologies pointues, il est essentiel de suivre l'apparition de nouveaux sigles pour survivre, culturellement parlant du moins. Aussi ne prenez pas un air béat d'ignorance si on vous parle de CAO-FAO ou de CAD-CAM: c'est un des mots clés des nouvelles technologies industrielles, c'est le concept qui définit aujourd'hui l'usine automatisée de demain. Ne reculant devant aucun sacrifice, comme toujours, le magazine *Québec Science* a demandé à son collaborateur le plus expérimenté, Pierre Sormany, de plonger dans cet univers plein de sigles pour le décoder pour vous. Pierre ramène de son enquête une constatation rassurante: «Le retard supposé du Québec en matière de production industrielle automatisée n'est qu'apparent. Il existe des exemples d'entreprises très dynamiques et en réalité extrêmement bien armées pour faire face à la concurrence. Et puis, on a investi dans la formation, et ça, c'est un atout pour l'avenir!»

En ce mois printanier qui voit la nature changer de formes et de couleurs, Ève-Lucie Bourque vous propose un reportage photographique sur les animaux de couleur bleue ou verte. C'est en se trouvant face à un Morpho, un papillon bleu turquoise, lors d'une exposition l'an dernier, que notre collaboratrice s'est demandé comment ces couleurs écla-

tantes pouvaient se former. Ce fut le point de départ d'une enquête journalistique en bonne et due forme, jointe à quelques séances de photographie dont Ève-Lucie a le secret, puisque la photo est sa passion depuis dix ans.

Nous présentons aussi dans ce numéro deux articles qui explorent l'avenir. Celui de notre alimentation, selon François Goulet, qui a testé pour nous quelques recettes du futur. Et l'avenir de nos vaches, selon Jean Paquin, qui a visité des étables modernes, mais surtout des laboratoires où on prépare des manipulations génétiques sur les bovins de demain.

L'article le plus sérieux de ce numéro est sans doute celui de notre correspondant à Paris, Bernard Giansetto, qui trace un portrait d'un anthropologue à la fois sympathique et de grand renom, Yves Coppens. Vous me direz qu'au vu de la photographie ci-jointe, représentant notre



collaborateur en pleine préparation de son article, dans son salon, on a du mal à se convaincre du sérieux du sujet. Mais il m'assure qu'Yves Coppens aurait approuvé et que la science ne doit pas être trop guindée. Alors, allons-y pour Shakespeare revu et corrigé par Giansetto!

Jean Pierre Rogel

Les électrotechnologies

LA VOIE DE L'AVENIR

Les électrotechnologies, cette alliance entre l'électricité et l'industrie, représentent la fine pointe du progrès. Elles remplacent les combustibles fossiles, soumis aux incertitudes de l'approvisionnement, mais surtout, elles réduisent les coûts de production des entreprises, augmentent leur productivité, améliorent à la fois leurs produits, les conditions de travail et la sécurité.



Qu'est-ce qu'une électrotechnologie ?

Il s'agit d'équipements ou de systèmes qui utilisent l'électricité dans divers procédés de fabrication ou de transformation : séchage, chauffage, traitements thermiques, fusion des métaux. Les grandes industries, et les PME, peuvent les adopter puisqu'elles s'appliquent à des secteurs aussi variés que l'agro-alimentaire, les pâtes et papiers, la métallurgie, la chimie, les textiles, les mines et les minéraux non métalliques.

Un exemple...

Très répandu, le chauffage indirect par résistances électriques comporte de nombreux avantages. Il entraîne une économie d'énergie et il élimine toutes les nuisances associées au chauffage par combustion. Technique souple par excellence, cette électrotechnologie s'adapte, entre autres, à la cuisson de céramiques, de verres, d'émaux, à la cuisson et au grillage de produits alimentaires, au durcissement accéléré des métaux.

Mais comment procède-t-on ? Tout simplement en faisant passer le courant dans des conducteurs en nickel-chrome, appelés résistances. La chaleur qui s'en dégage est confinée dans une étuve ou un four. On y place le produit à traiter et le transfert des calories se fait par convection, rayonnement et conduction.

Les résistances et l'enceinte varient en fonction des procédés et des températures de traitement, qui vont de quelques dizaines à 1 400 °C. Parmi les différentes sortes de fours, on trouve les fours sous atmosphère normale ou contrôlée et les fours intermittents ou continus.

... parmi tant d'autres

Bien sûr, il existe d'autres électrotechnologies. Les principales sont les pompes à chaleur, l'infrarouge, l'induction, les micro-ondes, les hautes fréquences et les plasmas. Et elles bénéficient toutes des qualités de l'électricité : facilité d'installation, simplicité d'exploitation des équipements, précision et régulation de la température, protection de l'environnement.

L'aide aux entreprises

Pour contribuer à la modernisation et à l'expansion de l'industrie québécoise, Hydro-Québec offre, en plus de ses rabais tarifaires, une aide à l'implantation des électrotechnologies. Que prévoit ce programme ? Un soutien technique aux études préliminaires, un soutien financier aux études d'avant-projet et de faisabilité, un soutien financier à la réalisation des projets.

Vous désirez en savoir davantage ?

Venez assister au congrès canadien sur les électrotechnologies qui aura lieu à Montréal les 6 et 7 mars 1986. Pour vous renseigner, téléphonez au (514) 931-5921.

Pour obtenir gratuitement la brochure *Les électrotechnologies et l'industrie* et le dépliant *Programme d'aide à l'implantation des électrotechnologies*, écrivez à l'adresse suivante :

Centre de diffusion
Hydro-Québec
75, boul. Dorchester ouest, 14^e étage
Montréal (Québec) H2Z 1A4

Henriette Nobert
Publi-reportage
Hydro-Québec
Février 1986

**de l'énergie
et du cœur**

L'ÉLECTRIFICACITÉ
Hydro-Québec

LE COUPERET FÉDÉRAL ÉPARGNE LA SCIENCE

Le couperet du ministre des Finances, Michael Wilson, a éparigné la communauté scientifique lors du dernier budget fédéral. Mieux encore, la contribution d'Ottawa au financement des Conseils de recherches universitaires sera accrue de un milliard de dollars pour atteindre 3,4 milliards de dollars au cours des cinq prochaines années.

Plus de la moitié de cette augmentation est cependant conditionnelle à la contribution financière de l'entreprise privée. Le gouvernement fédéral s'engage, en effet, à égaler tout investissement fait par le secteur privé jusqu'à un maximum de 369 millions de dollars, dans les prochaines années.

Cette formule, qui a pour but de stimuler l'investissement du secteur privé dans le financement de la recherche universitaire, prévoit donc un financement égal du gouvernement, jusqu'à un maximum de 6% du budget annuel de chacun des conseils. De cette façon, au lieu d'investir davantage de fonds publics dans la recherche, le gouvernement se tourne du côté de l'industrie pour relever les finances des Conseils de recherches.

En vertu de la nouvelle formule, le Conseil de recherches en sciences naturelles et en génie (CRSNG) devra aller chercher, sur une période de cinq ans, plus de 214 millions de dollars auprès de l'entreprise privée afin d'obtenir son plein budget. Le Conseil de recherches médicales et le Conseil de recherches en sciences humaines devront, pour leur part,

aller chercher respectivement 111 millions et 43,9 millions de dollars de la même source. Ce sont ces trois organismes paragouvernementaux qui sont chargés de la gestion et de l'attribution des fonds aux différents groupes de recherche universitaire à travers le pays.

«Nous sommes heureux que le budget ne nous ait pas oubliés, car c'est déjà reconnaître notre travail. Nous considérons que nous sommes privilégiés car d'autres organismes, dont la productivité était reconnue, ont été coupés et nous ne l'avons pas été», a souligné le docteur Gilles Julien, directeur général du CRSNG, lors d'une entrevue qu'il accordait à *Québec Science*.

«Cette augmentation est cependant nettement en dessous de ce que nous avions suggéré au gouvernement. Nous avions demandé un cumulatif de 1,4 milliard de dollars pour cinq ans et notre budget garanti est de 300 millions de dollars par année. Il y a donc un manque à gagner», a-t-il ajouté.

Le docteur Julien a néanmoins reconnu qu'il y avait une stabilisation du budget du CRSNG et que le conseil était assuré d'une certaine base financière, au moins pour les cinq prochaines années.

Il faisait ainsi écho aux propos du ministre d'État chargé des Sciences et de la Technologie, Frank Oberle, qui s'est fait fort de souligner, au moment du budget, que le gouvernement fédéral avait non seulement augmenté le financement des conseils en leur

accordant des subventions pour la recherche universitaire mais qu'il leur assurait en plus la stabilité du financement au cours des cinq prochaines années, ce qui ne s'était jamais fait auparavant.

Moins enthousiaste que le ministre Frank Oberle, le président du CRSNG, Gordon McNabb, a déclaré, à l'issue de la conférence de presse annonçant cette nouvelle formule, qu'à moins d'investissements accrus du secteur privé, le financement fédéral à la recherche universitaire ne suffirait pas à contrer les effets de l'inflation.

Gordon McNabb a également exprimé sa crainte de voir le secteur privé transférer dans ce programme les fonds qu'il investissait ailleurs au niveau universitaire, pour bénéficier de crédit d'impôt à la recherche scientifique.

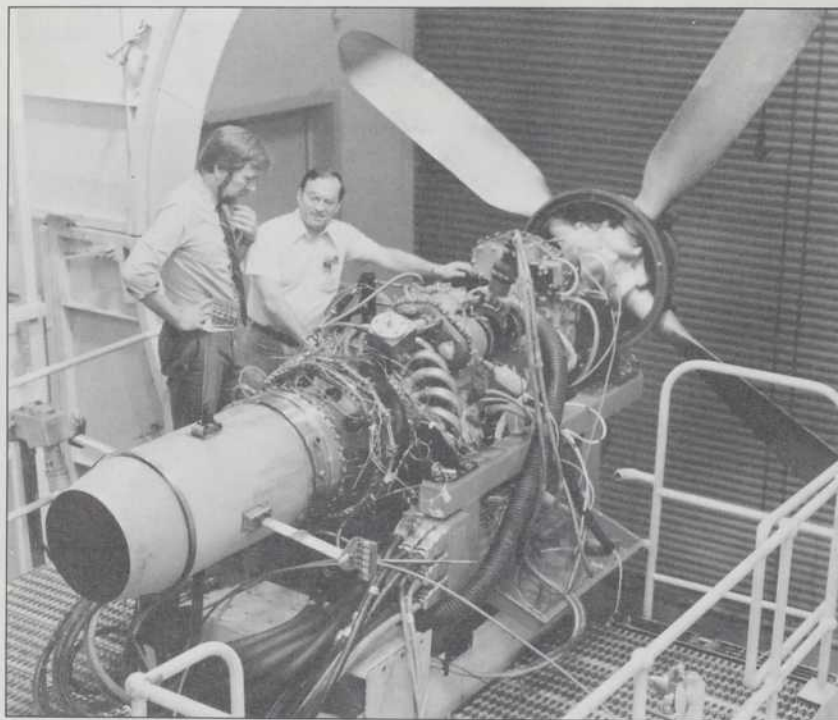
«Dans un sens, la décision du gouvernement nous rend compétiteur de notre propre client, les universités, a fait remarquer Gilles Julien. En effet, les milieux industriels pourraient très bien se dire qu'au lieu de donner un million de dollars à l'Université de Montréal, ils le donneront au CRSNG, puisque c'est plus avantageux. C'est une situation délicate et il nous faudra être très prudent avec les mécanismes que nous allons mettre en place pour aller chercher ces investissements industriels», a-t-il indiqué.

Soulignant qu'il s'exprimait en son nom personnel, Gilles Julien a toutefois indiqué que le succès de cette

nouvelle forme de financement reposait en grande partie sur les investissements industriels: «La première année sera difficile car il nous faut aller chercher 19 millions de dollars dans l'industrie pour obtenir notre plein budget. L'industrie fournit déjà 40 millions de dollars, ce qui veut

dire que nous devons encore aller chercher l'équivalent de plus de la moitié de ce montant! Nous avons heureusement un an pour bouger, puisque le programme ne commence qu'en 1987.»

Andrée Poulin



Pratt & Whitney

MANQUERONS-NOUS L'AVION?

Lancée à la fin des années 70, la série de moteurs PW 100 de Pratt & Whitney va bon train. Ce turbopropulseur équipe actuellement cinq types d'avions d'affaires ou de transport régional (*commuters*), du Dash 8 de De Havilland au nouveau ATP de British Aerospace. Quoique la compagnie de Longueuil travaille encore au développement de ce moteur (qui est au banc d'essai sur notre photo), notamment pour les modèles PW 124 un peu plus puissants, Pratt & Whitney considère cette famille de moteurs complète et en pleine production.

Déjà les regards se tournent vers la prochaine génération de moteurs pour ce marché des petits transporteurs d'affaires dans lequel la compagnie canadienne excelle. Selon le directeur commercial Georges Ostiguy, Pratt & Whitney surveille de près les développements du nouveau moteur à hélices «propfan» (voir *Québec Science*, janvier 1986, page 51) et pourrait se décider à investir dans cette direction «d'ici quelques années». Les concurrents, eux, se sont déjà avancés sur ce terrain et on apprenait récemment que McDonnell Douglas ainsi que General Electric venaient de s'allier avec Saab Scania de Suède pour mettre au point un propfan qu'on testera dès l'an prochain.

J.-P. R.

L'ACFAS À MONTRÉAL

L'Association canadienne-française pour l'avancement des sciences (ACFAS) tiendra son 54e congrès à l'Université de Montréal du 12 au 16 mai prochain. Cette rencontre annuelle est considérée comme le plus important événement scientifique au Québec. Cette année, on attend quelque 5 000 chercheurs qui pourront assister ou participer à près de 2 000 communications, une cinquantaine de colloques, plusieurs symposiums et un Salon du livre scientifique. Le congrès de l'ACFAS est aussi l'occasion de la remise de prix visant à souligner le mérite de scientifiques québécois dans les principaux champs scientifiques. Quelques colloques porteront sur des thèmes à la mode: le libre-échange, les scientifiques et la paix, l'amiante, la robotique, les applications pédagogiques de l'ordinateur. D'autres ne manqueront pas d'exciter la curiosité des plus blasés: sciences et pseudo-sciences, de quelques applications «scientifiques étranges», la production des catéchismes en Amérique française ou encore les interrelations entre la biologie et la géomorphologie. Une semaine bien remplie pendant laquelle il sera possible de prendre le pouls de l'activité scientifique québécoise. Bien entendu, *Québec Science* en fera état dans ses prochains numéros.

BOUFFEURS DE BPC

(D'après *New Scientist*) Une équipe de scientifiques japonais a entrepris d'améliorer génétiquement un microbe afin qu'il puisse dégrader les biphényles polychlorés (BPC). Ils ont isolé d'une bactérie quatre gènes qui permettent de briser les molécules de BPC. Ils tenteront maintenant d'identifier un organisme capable de porter les quatre gènes de façon à pouvoir concevoir un système complet de destruction de ces encombrants polluants.

L'ORDINATEUR SE FAIT MUSICIEN

Lorsqu'on juxtapose deux mots comme musique et ordinateur, on rassemble deux cultures, deux courants de pensée si fondamentalement différents que la seule expression «musique numérique» sonne faux à bien des oreilles. Pourtant la musique, ça se compte et des opérations mathématiques, ça s'harmonise. Les experts des deux camps devront s'entendre sur l'orientation des recherches et des applications à développer.

Voilà ce qui ressort de la première édition de la Semaine internationale de musique par ordinateur (SIMO) qui se tenait en mars dernier au Centre d'art de Lévis. Organisée par Nil Parent, professeur de musique électro-acoustique à l'Université Laval, la semaine avait pour but de sensibiliser les non-initiés, comme de permettre aux experts (chercheurs ou musiciens) d'échanger sur leurs problèmes actuels et de préparer la musique de demain, en plus de faire comprendre la révolution musico-

technologique qui s'enracine profondément dans la musique populaire, les vidéo clips, les messages publicitaires, le cinéma, etc. En plus de faire une percée dans les communications de masse, l'ordinateur voit aussi ses applications se multiplier dans des domaines aussi diversifiés que l'enseignement de la musique et la recherche fondamentale.

On parle de musique numérique lorsqu'on se sert de microprocesseur à une étape ou l'autre de la production d'une œuvre musicale. L'ordinateur permet de faire le traitement de l'information musicale ou encore d'en faire la synthèse à partir de paramètres prédéterminés. Fondée sur les théories mathématiques de Fourier, la synthèse additive s'oppose à la synthèse soustractive des synthétiseurs analogiques en ce sens qu'au lieu de façonner le son par filtrage, on détermine à la source quelles seront les composantes principales du son (voir *Québec Science*, août 1984). Les microprocesseurs d'aujourd'hui per-

mettent de faire les milliers de multiplications et d'additions nécessaires à la génération des différentes harmoniques d'un son, et ce au rythme d'une horloge dont la seconde doit être multipliée par un million pour être comparable à la nôtre.

Pour démontrer la puissance de cette technologie qui date du début des années 80, la SIMO fit appel à l'Américain John Appleton. Cet homme d'une quarantaine d'années enseigne aujourd'hui au Collège Dartmouth, au New Hampshire. Il est le père du synthétiseur numérique de concert,

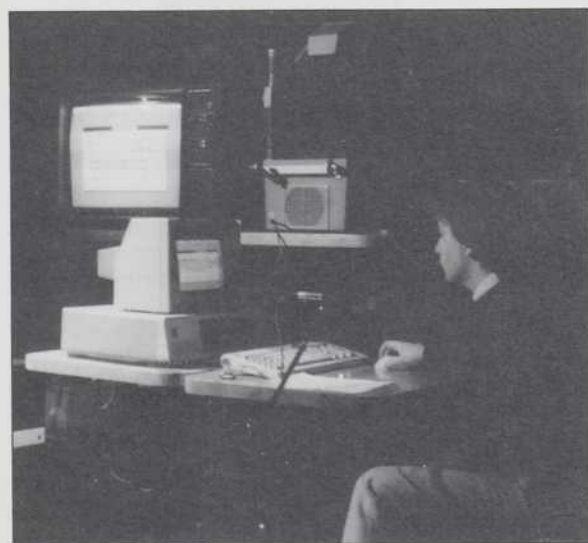
Synclavier, développé par la firme New England Digital. Il a notamment imité les sons complexes d'instruments acoustiques tels que la cithare et le tabla. Par voie d'échantillonnage numérique, il a pu reproduire l'ambiance sonore d'un canyon près d'Hollywood: criquets, vent, chien et le reste.

Il existe une version québécoise de ce type de «boîte à musique», soit le synthétiseur numérique dit «de Fourier». Développé par Lyre, une nouvelle compagnie formée de jeunes ingénieurs et informaticiens de Québec, ce prototype exploite une approche graphique tout aussi ergonomique que celle du Macintosh, mais utilise un PC d'IBM. Il n'est pas à point pour affronter la scène, mais il ajoute une contribution intéressante à cette industrie en pleine croissance.

Un autre aspect intéressant de la musique numérique consiste en sa facilité de traitement. On peut traiter l'information musicale simultanément avec un autre signal, en l'occurrence un signal vidéo. On peut ainsi faire de l'animation audio-vidéo par ordinateur. Il n'est donc pas étonnant de voir le codirecteur du Dynamic Graphics Projects de l'Université de Toronto, M. William Buxton, nous faire la preuve de son savoir cette fois en tant que musicien. Également président du Computer Music Association à San Francisco, M. Buxton joue du Lyricon, instrument hybride qui ressemble à la clarinette mais conçu pour être couplé à un synthétiseur.

La programmation de la SIMO a réservé une place de choix à la branche la plus lucrative de la musique par ordinateur, soit la publicité. La musique, une fois numérisée, est facilement et rapidement traitable, ce qui explique sa popularité dans le monde des mass media. Et comme le rappelle Suzanne Ciani, présidente de Ciani/Musica de New York, la musique numérique se prête bien à toutes sortes de modifications, à peu de frais. Avant tout musicienne, Mme Ciani fréquenta Stanford (Californie). Elle a suivi les cours de Max Mat-

Le synthétiseur numérique dit «de Fourier», développé par Lyre Inc. Ce prototype exploite une approche graphique, utilisant un IBM PC.



Jean-François Perrault

thews, puis de John Chowning, concepteur du système à modulation de fréquence (audio). Aujourd'hui, elle a une clientèle plutôt vaste: Atari, AT&T, Coca-Cola, G.M., ITT, RCA, Sony, pour n'en nommer que quelques-uns. Elle nous en a mis plein la vue et surtout plein les oreilles.

À court terme, cette exploitation de la musique rapporte beaucoup, bien sûr, mais à long terme, on risque fort de sombrer dans un gouffre technologique si elle n'est pas coordonnée avec la recherche à long terme. Il faut «établir des relations d'un type nouveau entre musiciens, chercheurs et techniciens afin que les premiers puissent peu à peu utiliser et orienter les nouvelles ressources sonores et les seconds, comprendre la vraie nature des problèmes musicaux». C'est un des objectifs de l'Institut de recherche et de coordination acoustique/musique (IRCAM) de Paris. L'IR-

CAM ne fait pas que de la recherche fondamentale, elle s'implique sur le terrain en produisant et en diffusant les nouvelles créations musicales qui suivent les avenues tracées par ses objectifs.

Et, pour citer Pierre Boulez, directeur et fondateur de l'IRCAM: «La connaissance virtuelle de la technologie contemporaine doit faire partie de l'invention du musicien; autrement, scientifiques, techniciens et musiciens se côtoieront, se rendront service, mais leurs activités resteront en marge les unes des autres. Le grand dessein actuel sera donc de préparer cette intégration, et, par un dialogue de plus en plus pertinent, d'arriver à un langage commun qui tienne compte des impératifs de l'invention musicale et des priorités de la technologie.»

Jean-François Perreault

ENCORE LES MÉTÉORITES!

(D'après Omni) Un géologue de l'Université Cornell a réussi à convaincre le Power Board de Suède, le U.S. Gas Research Institute de Chicago et quelques autres agences de subventionner un projet de forage pétrolier dans un cratère de météorite situé en Suède. Tom Gold est convaincu que le pétrole n'a pas une origine organique mais qu'il provient de météorites. Ces météorites, riches en carbone, auraient été ensevelies sous terre où les grandes pressions auraient permis la formation d'hydrocarbures. Pour Gold, les traces de matières organiques que l'on retrouve dans le pétrole ne sont que des contaminations apparues après la création du pétrole. Le forage devrait être complété en 1987.



Une réalité qui nous touche ÉTUDES DE L'ENVIRONNEMENT

Vous désirez connaître les multiples dimensions de l'environnement?

Vous œuvrez dans ce domaine et vous voulez acquérir la formation nécessaire à votre pratique et à votre engagement social?

L'Université de Montréal vous propose un programme de trente crédits en

Études de l'environnement qui comporte les quatre axes suivants:

**AMÉNAGEMENT
SANTÉ**

**ÉCOLOGIE
ÉCOLOGIE HUMAINE**

Les cours sont offerts le soir ou les fins de semaine.

La date limite d'admission pour l'automne 1986 est le 1er juin.

**Venez nous voir au
3335, ch. Queen Mary
Montréal, (514) 343-6090.**



Université de Montréal
Faculté de l'éducation permanente



Données socio-économiques, utilisation du sol, activités économiques, parts de marché, indicateurs sociaux, résultats d'études et de simulations, etc.



La représentation cartographique est un outil irremplaçable pour l'analyse et la communication de données à caractère spatial.

GEO-GRAF est un logiciel de cartographie thématique pour micro-ordinateurs.

Simple, polyvalent et économique, il répondra à vos besoins.

Pour en savoir plus:



LUC MICHAUD inc.
LOGICIELS EXPERTS
1400 ouest, rue Sauvé Suite 208
Montréal, (Québec) H4N 1C5
☎ (514) 334-3268

OÙ SE CACHE LE LOISIR INFORMATIQUE?

Fait pour le moins inattendu et remarqué à la Conférence sectorielle sur le loisir culturel, scientifique et technique, début mars, à Montréal: l'absence du loisir scientifique. Pourtant, ce loisir a déjà de nombreux adeptes et les clubs de micro-informatique ne manquent pas. En fait, il en existe des dizaines, voire des centaines, tant dans les écoles que dans des communautés diverses, mais ils ne sont pas regroupés et personne, même au ministère du Loisir, de la Chasse et de la Pêche, n'a réussi à en dresser la liste.

À vrai dire, on peut se demander si le peu d'enthousiasme que manifestent les clubs à se regrouper ou à officialiser leurs activités ne s'explique pas par la situation particulière dans laquelle la plupart d'entre eux se trouvent. En effet, il n'est pas facile d'avouer publiquement que l'on échange et que l'on «pirate» des logiciels. C'est effectivement la principale activité de ces clubs, la plus lucrative pour les membres et une sorte de privilège que l'on n'aimerait pas perdre.

Certains clubs de micro-informatique offrent davantage à leurs membres: au cours de leurs réunions, on peut y discuter sur l'utilisation d'un logiciel ou échanger des trucs de programmation. Selon les clubs, ces rencontres peuvent se tenir régulièrement, ou encore occasionnellement à la demande des membres. C'est peut-être la meilleure occasion de rencontrer d'autres personnes plus avancées que soi en programmation ou au moins d'un niveau équivalent, et de profiter de leur expérience.

Le loisir informatique ne se pratique cependant pas uniquement dans les clubs. C'est surtout un loisir individuel, un passe-temps. Pour certains, les jeux électroniques occuperont tout leur temps, tandis que d'autres voudront mieux connaître l'ordinateur et explorer ses possibilités au maximum, en particulier sur la programmation, le traitement de texte ou la communication.

Pour bien connaître son appareil et ses possibilités, il suffit la plupart du temps de lire le manuel qui l'accompagne

(quand on a la chance qu'il soit en français) et de faire les exercices proposés. Par la suite, on peut essayer d'entrer plus à fond dans le monde mystérieux de la programmation que l'on peut comparer au jeu d'échecs. C'est tout un défi pour l'intelligence, qui donnera beaucoup de plaisir à certaines personnes, peu à d'autres; tout dépend des goûts et de la patience de chacun.

On peut apprendre à programmer en consultant les nombreux livres écrits sur ce sujet au cours des dernières années et dont certains sont excellents. Mais, attention, les langages de programmation varient d'un ordinateur à l'autre; il faut donc acheter des livres généraux ou encore des livres consacrés exclusivement à l'ordinateur qu'on utilise.



à l'ordinateur qu'on utilise. The Source ou INFOPUQ. Les babillards — il y en a maintenant une cinquantaine dans la seule région de Montréal — sont habituellement gratuits tandis que l'accès aux services d'information entraîne des déboursés liés à la quantité de données qu'on y puise. Même sans statut officiel, le loisir informatique est bien vivant. Mais c'est un loisir individuel ou de petits groupes, chacun s'organisant selon ses attentes et ses moyens. Il n'existe pas un regroupement des individus et des organismes pour se développer davantage. Les adeptes de ce loisir cherchent surtout des sources d'informations adaptées à leurs besoins. Le plus souvent, ce que l'on désire savoir, ce n'est pas comment effectuer telle ou telle prouesse en programmation, mais tout simplement quel type d'ordinateur correspondrait le mieux à nos besoins, quels sont les logiciels disponibles pour cet appareil, où on peut se les procurer, comment on peut relier tel ordinateur à telle imprimante, quel type de modem utiliser... Bref, tout ce qu'on ne dit pas dans les magasins ou dans les manuels accompagnant les ordinateurs. Pour répondre à toutes ces questions, l'idéal serait un organisme disposant de personnes ressources. Souhaitons qu'un tel organisme voie le jour bientôt.

EN BREF...

- À partir du 1er mai 1986, on pourra faire réparer son ordinateur, son imprimante ou tout matériel informatique dans des centres de service de Bell Canada, répartis dans 30 villes canadiennes. Ce service sera offert aussi bien pour des systèmes autonomes que pour de grands systèmes intégrés, qu'ils proviennent de Bell ou de tout autre fournisseur d'équipement.

On peut écrire à l'auteur de cette chronique ou laisser un message par courrier électronique sur Infopuc (INFOPUQ) ou CompuServe (ID 72135, 1410).

Jacques Goldstein

L'autre façon de profiter de l'ordinateur dans ses temps libres, c'est de se familiariser avec des logiciels spécialisés pour diverses tâches. Ce peut être le traitement de texte pour écrire du courrier ou des poèmes, par exemple, ou encore pour mettre au propre des recettes de cuisine ou toutes autres données personnelles. De plus en plus de gens se servent aussi de leur ordinateur pour communiquer avec d'autres par les babillards électroniques ou aller chercher de l'information offerte par des serveurs comme CompuServe,

COOPOLY PRESENTE LE PC P3102



PHILIPS

Le nouveau PC P3102 de Philips est maintenant compatible à 100% avec le PC et le XT d'IBM et permet l'utilisation de centaines de progiciels réalisés par des tiers.

Doté d'une alimentation électrique de 130 watts entièrement intégrée, le P3102 peut prendre en charge certaines des options les plus sophistiquées conçues pour les ordinateurs personnels comme le disque rigide, le coprocesseur et la tablette graphique. Les diverses possibilités d'extension offertes permettent l'ajout de périphériques en vue de répondre à vos besoins futurs. Le PC P3102 présente toutes les caractéristiques de transmissions requises pour la mise en réseau.

L'écran de 640 x 400 pixels de l'ordinateur personnel Philips P3102 offre la meilleure résolution et l'affichage le plus net

de tous les ordinateurs personnels compatibles avec IBM. Non seulement les caractères sont-ils plus faciles à lire, mais les graphiques sont plus nets. L'excellente résolution de l'écran du PC P3102 permet de minimiser la fatigue de la vue et donne un affichage graphique précis et net.

Aucun autre ordinateur ne vous offre un rapport qualité/prix aussi intéressant.

De plus **COOPOLY** vous offre une gamme complète de produits informatiques tel que:

- Imprimantes: EPSON, HEWLETT-PACKARD
- Modem: HAYES, EMP
- Logiciels: ASHTON-TATE, MICROSOFT, DIGITAL RESEARCH, etc.

Ne vous laissez pas devancer. Allez de l'avant avec le Philips PC P3102.

Service personnalisé
(514) 340-4487

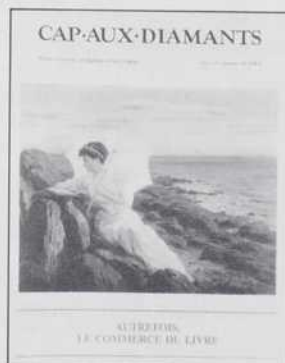
coopoly
COOPÉRATIVE FURNITURE DE POLYTECHNIQUE

5000 Jean-Talon Ouest
Suite 120
Mtl, Qc. H4P 1W9

Cap-aux-Diamants



Revue d'histoire de Québec et de la région.



C.P. 609, Haute-Ville,
Québec, G1R 4S2.
Tél. 656-7970.

le passé pour comprendre le présent

Pour connaître et apprécier pleinement une ville comme Québec où le patrimoine architectural, les places publiques et les monuments évoquent sans cesse le passé, il faut recourir à l'histoire.

La revue **Cap-aux-Diamants** offre un moyen privilégié de revivre le passé de Québec et de la région environnante.

- Chacun de ses numéros présente des articles variés, abondamment illustrés, touchant la vie sociale et culturelle, l'activité économique et les modes de vie à différentes époques.
- Des rubriques sur les livres, la généalogie, les événements marquants et les activités à caractère historique complètent le sommaire.

Il n'en coûte que 10 \$ par année pour recevoir cette publication trimestrielle. Abonnez-vous et participez à la découverte d'un passé et d'un patrimoine dont la valeur jouit d'une reconnaissance internationale.

Gens d'affaires, empruntez la voie express, celle de l'innovation technologique.

PRENEZ LA VOIE TECHNOLOGIQUE!

Trois programmes de recherche et de développement viennent d'être créés à l'intention des entreprises. Ils favorisent la réalisation d'études de faisabilité ou d'opportunité, la modernisation des équipements ou encore l'élaboration de projets novateurs.

Si vous oeuvrez dans les domaines de l'informatique, des biotechnologies, de l'électronique ou des techniques de fabrication, ou encore si vous êtes intéressés au développement de ces secteurs technologiques dans votre entreprise, vous pourriez être admissibles à d'importantes subventions.

Programmes d'appui au développement technologique

Pour tout renseignement,
s'adresser au

Bureau conjoint
d'évaluation des programmes
Entente Canada-Québec
sur le développement
scientifique et technologique
C.P. 1690, Succursale B
Montréal (Québec) H3B 3L3
Tél.: (514) 842-7883



Ministère d'État

Ministry of State

Sciences et Technologie
Canada

Science and Technology
Canada



Gouvernement du Québec
Ministère du Commerce extérieur
et du Développement technologique

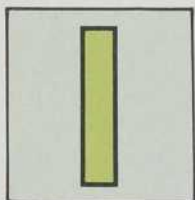
Canada

Québec

UN PAS VERS L'USINE AUTOMATISÉE

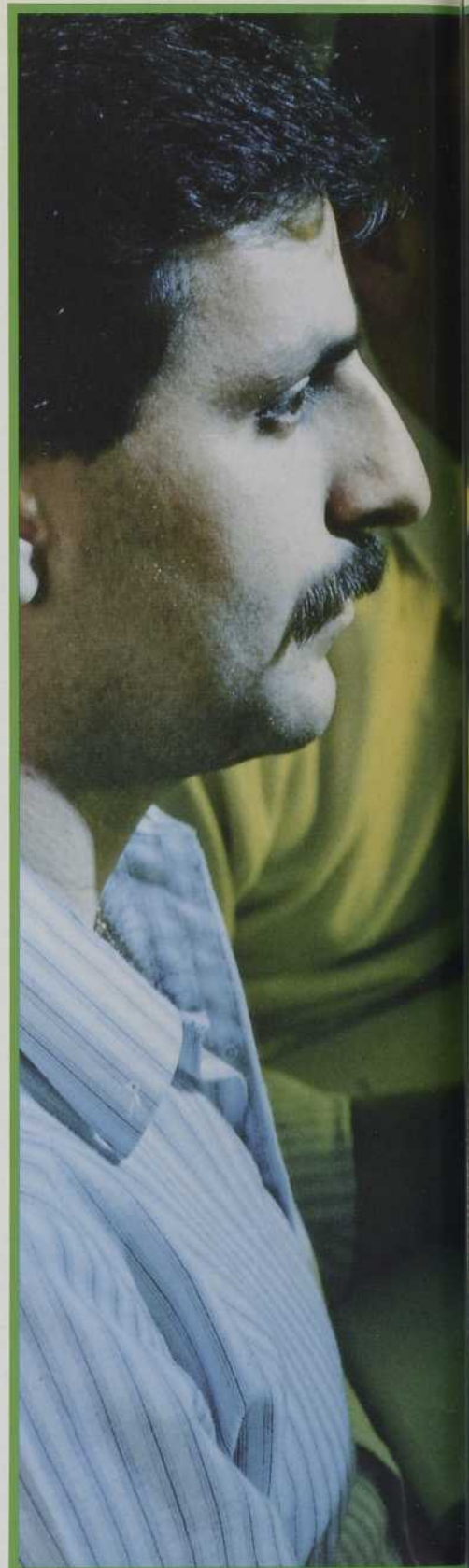
Tous les experts s'entendent pour parler du retard du Québec quant à l'automatisation de ses usines. Pourtant, quand on y regarde de près, ce retard est beaucoup moins tragique qu'on ne le croit généralement

PIERRE SORMANY



Il y a quatre ou cinq ans, quand Mario D'Avirro parlait de CAO-FAO, on l'écoutait distraitemment. Ah! cette manie des sigles! Et le petit consultant italien avait beau avoir tous les talents de vendeur, la technologie dont il faisait la promotion — la conception et la fabrication assistées par ordinateur — semblait relever encore de l'industrie-fiction.

L'association qu'il représentait comprenait quelques dizaines de membres. Des consultants en automatisation industrielle, des vendeurs d'ordinateurs aussi, quelques universitaires... mais à peu près pas de représentants des entreprises dont l'avenir reposait, en principe, sur ces technologies.



Le système de CAO-FAO de Pratt & Whitney



Pratt & Whitney

in des plus avancés au Canada. Il sert, entre autres, à la conception de pièces et à l'analyse des contraintes.

La robotique? N'y pensons pas. C'est l'automatisation qui représente l'avenir de nos usines

Certes, lorsqu'il se mettait à parler de robots industriels, de notre retard catastrophique par rapport aux Japonais, aux Européens, aux Américains, il parvenait à capter l'attention; les nouvelles alarmistes ont toujours un certain attrait. Mais comment faire comprendre que, pour spectaculaires qu'ils soient, les robots ne sont qu'un détail dans le tableau d'ensemble de la production automatisée? Que les enjeux véritables ne sont pas là!

En effet, la robotique ne jouera sans doute jamais au Québec le rôle majeur qu'elle tient au Japon ou aux États-Unis, car les activités de montage et de manutention, où ces bras polyvalents s'imposent désormais, n'occupent guère qu'une place secondaire dans notre industrie. Par contre, le Québec n'échappera pas pour autant à l'usine automatisée: dessin par ordinateur de patrons, de pièces ou de moules, contrôle numérique de la machinerie industrielle programmable, tests de qualité réalisés «en direct» par l'ordinateur, logiciels d'optimisation des calendriers de production, des inventaires, de la distribution des composantes et des produits finis...

Ce sont ces réalités diverses que couvre le vocable de CAO-FAO (CAD-CAM, en anglais; on parle aussi, de plus en plus, de TPAO, ou technologies de production assistée par ordinateur). Dans l'univers des concepts nouveaux que l'informatique a introduits en usine, c'est le complément de la bureautique (automatisation des activités de bureau) dans ce que les Français ont baptisé la «productique»!

Aujourd'hui, Mario D'Avirro n'est plus président de l'Association CAO-FAO. Mandat accompli, estime-t-il. La «révolution productique» est en marche. Trop lentement, selon lui,



Masterfile / Bob Anderson

mais la compagnie qu'il dirige, Sys-Tech, organise en ce domaine un Salon annuel et un colloque de plus en plus courus. Elle n'y est plus seule: en mars dernier, le plus important organisateur canadien de salons à caractère technologique, Hugh McGregor, est venu implanter à Montréal une extension du Toronto CAD-CAM & Robotics Show. «C'est un secteur où les entreprises québécoises vont investir massivement dans les prochaines années, et les promoteurs le sentent bien!» explique le nouveau président de l'association, Yves Carmel, de la firme Charette, Fortier, Hawey, Touche, Ross & Associés.

Pendant ces années de gestation, le Québec a progressé surtout du côté des ressources d'appui. En effet, il s'est doté, l'an dernier, d'un Centre québécois de l'informatisation de la production (CQIP, prononcer «cé-quipe») et son premier président, Roland Dugré, annonçait en avril l'implantation de sept laboratoires associés dans autant de régions du Québec. Ces investissements viendront appuyer les efforts déjà consentis par le réseau éducatif québécois dans ces technologies de production automatisées: une douzaine de cégeps offrent l'option informatique de systèmes ou possèdent des équi-

pements de pointe en conception ou en production automatisée. Et l'Institut d'ordinique de Sainte-Thérèse est sans doute le centre d'apprentissage le mieux équipé au Canada. Enfin, le Centre de recherche industrielle du Québec (CRIQ) termine l'implantation d'un centre de démonstration de plus de trois millions de dollars, «pour que les industriels puissent voir ces technologies en action, essayer les postes de travail, comprendre concrètement les enjeux», explique le vice-président aux opérations, Clifford Baronnet.

DU CÔTÉ DE LA FAO

Au niveau industriel, les statistiques recueillies par le CRIQ en 1984 établissaient que 5% des 7 200 entreprises manufacturières québécoises avaient automatisé leurs opérations en partie ou en totalité. Deux ans plus tard, cette proportion pourrait bien avoir doublé. Dans la plupart des cas toutefois, il ne s'agit encore que de quelques machines-outils programmables, îlots de technologie récente au cœur d'usines désuètes. Car la véritable production automatisée suppose une conception nouvelle des aires de travail pour rationaliser les mouvements de matériaux,

UN ESPERANTO POUR LES ROBOTS

L'histoire des technologies de production automatisée remonte à la fin des années 1960, lorsque certains fournisseurs d'équipements industriels ont mis en marché des machines-outils programmables: au lieu d'avoir à ajuster manuellement les poinçons, cisailles, toupies, fraiseuses et autres outils de transformation du bois ou du métal, on n'avait qu'à placer le matériau sur un «banc de travail» polyvalent, à dicter à la machine, par commandes numériques, la marche à suivre, et l'outil réalisait la tâche immédiatement, avec une précision remarquable. C'est la naissance de la FAO.

Vers la même époque, la précision requise par les industries aéronautiques et aérospatiales et leur besoin d'optimiser les matériaux utilisés (résistance maximale, poids minimal, etc.) ont nécessité le recours aux capacités de calcul des ordinateurs. Lockheed, Boeing, McDonnell Douglas ont donc développé parallèlement, au tournant des années 1970, des logiciels de conception assistée à la fois pour le dessin des pièces (dessin assisté par ordinateur, ou DAO) et les calculs d'ingénierie (ou EAO; le concept de CAO regroupe ces deux aspects, lorsqu'ils sont intégrés dans le même poste de travail).

Nées simultanément, ces technologies de conception et de fabrication assistées par ordinateur paraissaient complémentaires. En effet, la machinerie à contrôle numérique impose à l'opérateur de programmer en détail chaque «geste» de l'outil. Si une entreprise ne produit ses pièces qu'en quelques exemplaires, cet effort de programmation peut devenir trop lourd pour les gains escomptés. Pourquoi alors ne pas coupler directement le logiciel de dessin avec le contrôleur

de la machine pour épargner ce fastidieux travail de programmation?

Dans un premier temps, c'est par l'intermédiaire de bandes magnétiques que les ordinateurs centraux parvenaient à communiquer aux machines-outils la «recette» de fabrication de chaque nouvel objet. Mais ordinateurs et machines programmables parlent leurs propres langages, et les premiers logiciels «intégrés» de CAO-FAO ont cherché à assurer ce dialogue en offrant aux concepteurs de développer directement des bandes-programmes assimilables par diverses machines.

L'arrivée des micro-processeurs et la généralisation de leur utilisation depuis 1975 permettent toutefois une intégration plus intime: le dialogue direct entre l'ordinateur de conception et les dispositifs de contrôle des machines. On parle alors de machines contrôlées par ordinateur (CNC, en anglais), une famille qui comprend, entre autres, les robots.

Voilà pour la théorie. En pratique, cette intégration n'est pas si simple. Car à moins de développer ses propres logiciels de communication ou ses propres machines-outils programmables, chaque industriel se heurte tôt ou tard à la «Tour de Babel» des systèmes informatiques. Un exemple éloquent: General Motors. Dans le nouveau campus technologique de Frosch (6 000 employés, sur un terrain de 130 hectares), l'ordinateur assiste toutes les phases de la création d'un nouveau modèle. Le logiciel Autocolor permet au dessinateur de visualiser, avec une «qualité-photo», la voiture qu'il esquisse. Puis un sculpteur robotisé réalise la traditionnelle maquette de glaise. Divers logiciels gouvernent ensuite la conception des circuits et des pièces, ainsi que les études d'ingénierie (aérodynamisme, vibration des panneaux de finition, design des roues, etc.), tout ça sur une voiture qui n'existe pas encore.

Pourtant, l'intégration s'arrête là. Lorsqu'il s'agit de passer à la chaîne de production, il faut traduire les codes dans la langue de chaque machine!

Le résultat, selon Roger Smith, président et chef de l'exécutif de GM, «c'est un vaste archipel où chaque machine est comme un îlot d'automatisation. Et en 1990, nous aurons au-delà de 200 000 îlots de ce genre dans l'ensemble de nos usines!»

Dans ce contexte, il n'est pas étonnant que GM ait senti le besoin de proposer un standard de communication, un «esperanto» pour le dialogue entre CAO et FAO en somme: le protocole MAP. Dans l'usine modèle de la Saturn Corporation, la filiale *Hi Tech* de GM à Saginaw, au Michigan, tous les robots et toutes les machines programmables devront dialoguer selon ce protocole.

Mais hors des murs de GM, les utilisateurs demeurent sceptiques. «MAP, c'est une bonne idée, mais ce n'est encore qu'une idée! commente André Novakoff, directeur du Centre d'ingénierie de Pratt & Whitney Canada à Longueuil. Nous en avons fait l'essai ici, et je peux vous dire que ce protocole fonctionne très bien lorsque nous voulons communiquer les coordonnées de lignes et de cercles! Mais rien d'autre!»

Est-ce dire que l'intégration CFAO n'est qu'un mythe? Bien sûr que non. Les grands noms de l'aéronautique, de l'automobile, de l'électronique ou de l'électroménager ont déjà appris à faire le pont entre leurs systèmes de dessin, leurs outils de calcul d'ingénierie et leurs équipements de fabrication. Mais ils l'ont fait en investissant massivement dans des solutions «sur mesure». Et c'est un luxe que seuls les géants mondiaux pouvaient se payer jusqu'à maintenant!

une gestion efficace des commandes, des inventaires et des livraisons, une nouvelle organisation du travail et de la gestion du personnel.

Coresponsables d'une étude sur la problématique de la CAO-FAO au Québec, Gabriel Laroche, économiste au ministère de la Main-d'œuvre et de la Sécurité du revenu, et Carmelle Benoit, sociologue au Cen-

tre de recherche et de statistiques sur le marché du travail, constatent d'emblée «qu'il n'existe pas à l'heure actuelle, au Québec, d'exemple achevé d'intégration de ces technologies». Ils auraient pu ajouter, en fait, que même à l'échelle internationale, de tels exemples sont rarissimes (voir l'encadré «Un esperanto pour les robots»).

Un cas pourtant, celui de la nouvelle usine CGE de Bromont, érigée au coût de 100 millions de dollars dans la foulée du contrat des F-18: 300 employés, une vingtaine de robots, des opérations entièrement supervisées par ordinateur et une organisation du travail en équipes autonomes, sans contremaîtres. C'était un concept beaucoup plus facile à

implanter dans une nouvelle usine, reconnaît William Westley, consultant de CGE pour ce projet. «Si une usine existe déjà, les modifications à apporter à l'environnement physique peuvent être si nombreuses et si coûteuses qu'elles risquent de ne jamais être réalisées.»

Un second cas, à l'état de projet celui-là: l'usine de Pratt & Whitney, à Longueuil. Pour l'instant, le système de CFAO qu'on y trouve est l'un des plus avancés au Canada. La compagnie compte sur 157 terminaux graphiques, plusieurs grands ordinateurs, tout un système de contrôle direct de ses machines-outils, dans un réseau qui relie les installations montréalaises à celles de Toronto. Mais Pratt & Whitney vient d'annoncer un investissement de 90 millions de dollars dans une usine entièrement intégrée à Halifax (inauguration en fin d'année 1988), suivi d'un investissement du même ordre pour moderniser les installations montréalaises d'ici 1990. «Dans notre créneau des turbines à gaz, nous sommes les leaders mondiaux; nous ne pouvons pas nous permettre de ne pas avoir recours aux meilleures technologies», annonce fièrement André Novakoff, du département d'ingénierie de l'entreprise.

Le troisième «cas-type» est plus intéressant encore parce qu'il s'agit d'une petite entreprise, dans un secteur plus traditionnel, celui des appareillages de climatisation et de ventilation. En 1980, Pierre Marcotte, p.d.g. de Mark Hot de Longueuil, fait face à une brusque hausse des commandes. Comme alternative: agrandir, à un moment où les coûts de construction sont prohibitifs, ou renoncer à des ventes. Comme solution, il optera plutôt pour un «atelier flexible», c'est-à-dire une station de travail entièrement contrôlée par ordinateur pour le poinçonnage et la coupe du métal en feuille selon des « patrons-référence » conservés en mémoire et modifiés au besoin. Avec cet atelier, le premier du genre au Canada, non seulement Mark Hot remplira-t-il ses engagements, mais il en tirera même un profit additionnel grâce à des contrats de sous-

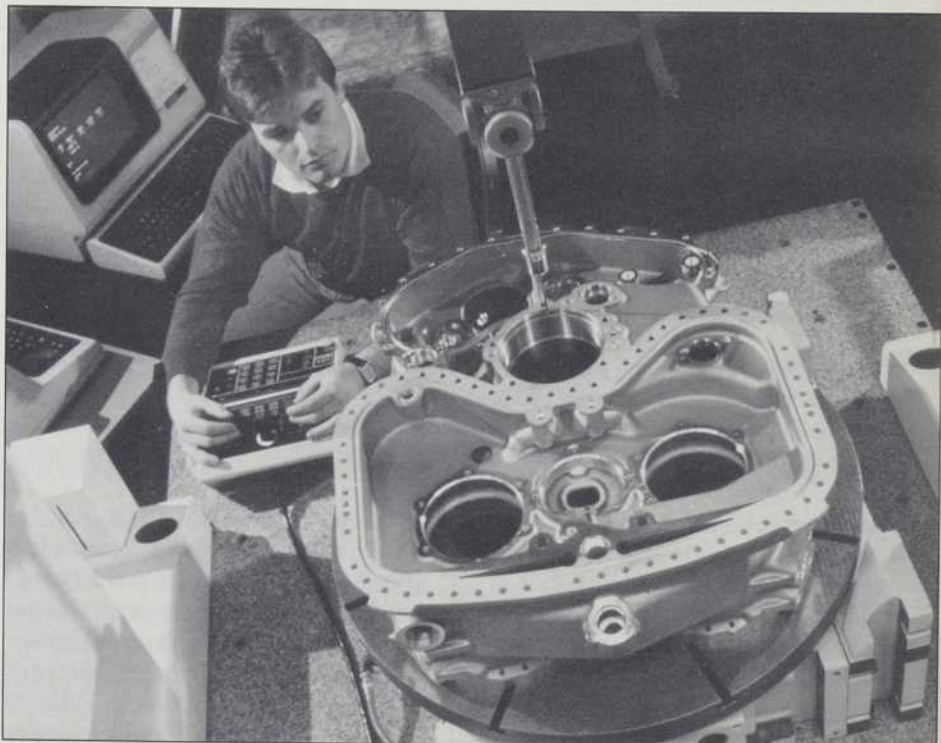
traitance. Aujourd'hui, l'entreprise s'est associée au Conseil national de recherches du Canada dans le plus important des projets d'aide à la recherche industrielle (PARI). Au programme: le mariage entre les logiciels de gestion et les contrôles de production, une meilleure organisation des surfaces de travail, l'ajout de nouveaux ateliers flexibles pour le pliage, le montage, la soudure, la peinture... bref, l'usine intégrée.

Bien sûr, quelques exceptions heureuses ne sauraient tenir lieu de panorama global. Mais dans ce domaine, l'effet d'entraînement de quelques leaders est inestimable. «Les entreprises qui songent à installer un atelier flexible ne se fient pas aux vendeurs d'équipements ou aux analystes. Elles veulent voir un système en opération dans une vraie PME», estime Marcel d'Anjou, directeur du département de recherche-développement chez Mark Hot. Mark Hot sert donc de «vitrine technologique», et l'entreprise compte bien un jour tirer profit de l'expertise acquise en développant des services de soutien à l'implantation de ces technologies dans les PME.

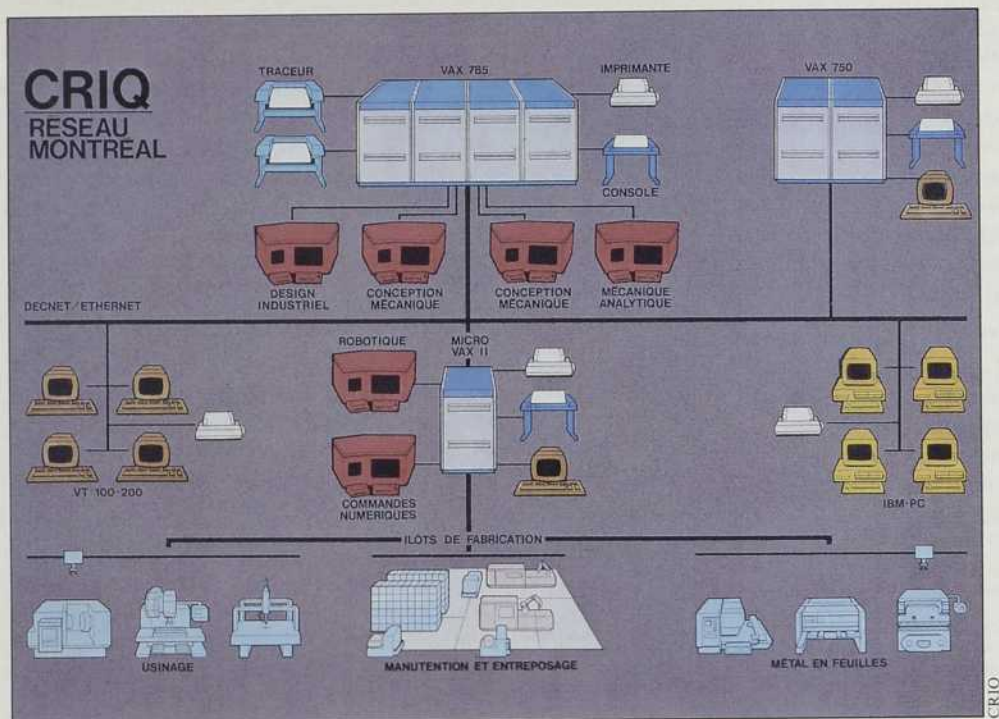
LES ÉCRANS QUI RAPPORTENT

Du côté de la conception assistée par ordinateur, les données sont plus difficiles à préciser. Si l'on considère l'ensemble des outils de dessin assisté par ordinateur, il y a peut-être plusieurs milliers d'utilisateurs au Québec! Si l'on se limite aux systèmes de calibre professionnel, ceux qui pourront un jour soutenir une véritable intégration, l'Association CAO-FAO évalue plutôt entre 75 et 100 le nombre actuel d'utilisateurs.

«La table à dessin électronique, c'est peut-être un outil intéressant, mais ce n'est pas une justification suffisante pour investir massivement dans la CAO, reconnaît Yves Carmel. Dans ce cas, on est peut-être mieux de se contenter d'un petit système sur micro. Mais on passe à côté de l'essentiel. Les véritables gains, ils viennent du couplage entre les outils de conception et la machinerie de fabrication, lorsqu'on parvient à optimiser l'utilisation de la matière première, réduire les délais de fabrication, augmenter la précision du design...»



Presque toutes les étapes de production peuvent être automatisées. Ici, chez Pratt & Whitney, la vérification informatisée des pièces.



Voici, en schéma, le réseau intégré de production assistée par ordinateur dont dispose le CARIQ à Montréal. Il comprend un réseau de communication, un ordinateur central, des stations CAO-FAO, des micro-ordinateurs et un Micro Vax II pour superviser les opérations d'usinage.

Un exemple parmi les quelques dizaines de pionniers québécois: IPL, une entreprise de moulage de produits en plastique de Saint-Damien de Bellechasse, qui a acheté l'année dernière pour 15 millions de dollars de matière première. Un système de CAO permettant l'étude des conditions d'écoulement du plastique dans les moules a permis d'économiser 3% du volume de plastique requis. Ce pourcentage, en apparence insignifiant, représente une économie de 450 000 \$ par année!

Un autre exemple, dans un «secteur mou» de l'industrie québécoise celui-là: l'usine de vêtements Coming Event de Saint-Léonard, spécialisée dans les vêtements de maternité. Ici, un système Lectra de dessin assisté par ordinateur permet de simplifier la préparation des patrons à partir de «pièces standardisées» conservées en mémoire et de procédures automatisées pour modifier les tailles. Sur écran, un dessinateur dispose ensuite les pièces de manière optimale sur chaque bande de tissu. «Chaque centimètre que je sauve de la sorte représente 0,07 ou 0,08 \$ de moins sur une blouse, estime-t-il. C'est souvent la différence qui nous

permet d'être compétitifs.» Ici, les opérations subséquentes de coupe sont encore réalisées manuellement. Le volume d'affaires ne justifiait pas les investissements énormes en production automatisée. Mais Frank Salerno, vice-président aux opérations manufacturières, reconnaît qu'il faudra bien y venir un jour: «Ce n'est pas compliqué! Dans notre secteur, les seules entreprises qui ont survécu à la crise, elles l'ont fait en adoptant ces technologies de conception assistée par ordinateur. On n'a pas le choix. Il faut se moderniser au rythme de la concurrence ou fermer boutique.»

UNE RÉVOLUTION IMMINENTE

«Quand on me pose la question, j'ai d'abord tendance à répondre que le Québec a dix ans de retard sur les États-Unis, affirme George Saloum, coordonnateur du groupe de recherche sur la CFAO à l'Institut de génie des matériaux de Varennes (un laboratoire du Conseil national de recherches du Canada). Mais en fait, c'est parce que j'ai tendance à comparer l'état lamentable de nos petites et

moyennes entreprises avec les réalisations remarquables des grandes multinationales. C'est une comparaison injuste. Si on regarde plutôt secteur par secteur, pour des entreprises de taille comparable, je dirais qu'on a peut-être un retard de deux ans!»

Gérald Turp, directeur du groupe de CFAO au CARIQ, est encore plus optimiste. «C'est vrai qu'on est peut-être un peu en retard sur les États-Unis dans de nombreux secteurs, mais par rapport au reste du Canada, ce sont les entreprises établies au Québec comme Pratt & Whitney et Mark Hot à Longueuil ou CGE à Bromont, qui ont poussé le plus loin l'intégration des technologies. Et dès lors que l'exemple est donné, beaucoup d'autres entreprises pourraient suivre sous peu.»

On parle donc d'investissements majeurs dans ce secteur au Québec, du côté de la FAO essentiellement. «C'est là que les entreprises enregistreront de véritables gains de productivité», estime Clifford Baronnet, en avançant le chiffre de 200 millions de dollars dans la seule année 1987. Jusqu'à deux fois plus l'année suivante.

Alphonzo Minicozzi, président d'Outils coupants international, parle même du «cercle vicieux de l'automatisation». Il y a quelques années, c'est parce qu'il avait du mal à recruter des artisans-fraiseurs compétents qu'il a décidé de miser sur des machines contrôlées par ordinateur. «Mais ces bras-là, c'est comme s'ils te poussaient dans le dos! Au bout de deux ou trois ans, de meilleures machines apparaissent et si tu veux demeurer compétitif, il faut les acquérir. Alors tu dois rentabiliser ton achat en moins de deux ans. Il faut donc que ça roule tout le temps! Ça devient hallucinant», avouait-il récemment, sur les ondes de Radio-Canada.

LE CHEVAL DE TROIE

N'empêche que jusqu'ici la pénétration des technologies de CFAO a été plutôt lente dans l'industrie québécoise. Gérald Touchette, de l'Institut d'ordinique du Québec (une constituante du Cégep Lionel-Groulx, à Sainte-Thérèse) n'accepte pas le prétexte trop souvent invoqué des réticences syndicales. «Quand on s'arrête pour parler avec les dirigeants des petites entreprises, on constate tout le chemin qu'il y a à faire! Il ne faut pas se faire d'illusions: sauf exception, c'est pas eux qui prennent l'initiative. Au contraire, si tu veux vraiment vendre une technologie comme la CAO, la meilleure façon, c'est de former des techniciens compétents et de les faire entrer dans l'atelier. Très vite, ce sont eux qui vont réclamer de meilleurs outils et la mutation va se faire en douce, sans conflit, parce qu'elle aura été demandée de l'intérieur.

Roland Dugré était autrefois directeur de l'École de technologie supérieure de l'Université du Québec. Depuis près de trois ans, il s'est donné pour tâche de mettre sur pied le réseau de laboratoires spécialisés que regroupe désormais le CQIP. De tous les intervenants du secteur, il est sans doute le plus optimiste: «Il y a quelques années, on pouvait bien parler de robotique et de CAO-FAO, mais si nos entreprises avaient

voulu massivement s'automatiser, on n'aurait pas eu suffisamment de ressources humaines. Acheter une machine-outil, c'est facile. Ça prend quelques semaines. Mais former quelqu'un, ça prend des années. Alors il fallait commencer par là. Et au Québec, on a investi dans la bonne filière. C'est par la formation que cette bataille va se perdre ou se gagner, et on est aujourd'hui très bien placé», estime-t-il.

N'empêche que, du strict point de vue des équipements industriels, Roland Dugré reconnaît le retard considérable qu'il faudra désormais combler. «Mais les gens commencent à se parler. Nous aurons des laboratoires sectoriels (électro-mécanique; textile; vêtement; matériel de transport; fabrication mécanique; meuble et bois ouvré) un peu partout à travers le Québec. Puis les cégeps commencent à donner un bon support en région. Ça grouille pas mal!»

Et puis, par-dessus tout, les prix baissent. Yves Carmel rappelle qu'en 1981, il fallait compter environ 300 000 à 500 000 \$ d'investissement par poste de travail de CAO (Computervision, Applicon, Intergraph,

ON ATTEND LES ROBOTS INTELLIGENTS

L'exemple de Hewitt Equipment explique fort bien les derniers obstacles à l'automatisation. En 1975, la compagnie (qui vend de la machinerie lourde, de Caterpillar surtout, en l'adaptant aux besoins du client) décide d'informatiser son département d'ingénierie. Elle acquiert ce qui se fait de mieux à l'époque, le système CADAM de Lockheed, vendu par IBM, et décide de coupler ces nouvelles «tables à dessin» électroniques avec une torche au plasma (un dispositif qui assure la taille de plaques de métal). Aucun problème: la torche dont elle fait l'acquisition est un prototype qui sera développé selon ses spécifications! Un coup de chance, en somme. En fait, si l'on exclut les entreprises du secteur aéronautique, Hewitt était parmi les premières entreprises au monde à faire le saut dans la CFAO intégrée.

Onze ans plus tard, Hewitt ne possède toujours pas d'autre machine «branchée» à son ordinateur. «Nous aurions besoin d'un robot soudeur capable de manipuler des pièces très lourdes, reconnaît Jean Robitaille, le pionnier qui avait introduit le système, il y a dix ans. Je peux obtenir un tel robot pour 250 000 \$. Pour une entreprise comme la nôtre, ce n'est vraiment pas cher! Mais si, pour le faire fonctionner, je dois engager un technologue-programmeur qui réclame un salaire deux fois plus élevé que celui des deux soudeurs qu'il remplace, où sera l'économie? Ne cherchez pas plus longtemps. Si les entreprises n'ont pas plus de robots, c'est parce que ces machines sont encore bêtes. Elles ne voient rien. Il faut tout leur dire. Et pour comble, elles ne comprennent pas encore le langage des ordinateurs de conception.»

Prime ou autres). Aujourd'hui, le prix s'établit à environ 100 000 à 120 000 \$ par poste, et la puissance de travail s'est accrue! «Et les nouveaux super-micros annoncent de la puissance informatique encore moins chère alors que, du côté des logiciels, il y a de nouveaux outils qui permettent de développer en moins de deux ans ce qui nécessitait trois à cinq ans de travail jusqu'à maintenant», estime ce conseiller en systèmes.

Fernand Landry, du département des technologies physiques du Cégep de La Pocatière, un des plus fortement impliqués dans l'effort d'informatisation des PME, fait le même constat: «Les gens regardent le coût des super-systèmes, des ateliers flexibles les plus performants, et ça les décourage. Mais avant de courir un marathon, il faut faire des kilomètres. Or, nous venons d'automatiser un petit atelier de soudage dans notre région pour moins de 250 000 \$, et cela comprend les logiciels et l'installation. À ce prix-là, ça se rentabilise vite, et ça devient la meilleure des démonstrations pour les autres entreprises.»

MADE IN USA

Une ombre au tableau, toutefois: on pourrait combler assez facilement le retard du Québec quant à l'information de ses entreprises, mais les machines requises, elles, seront étrangères.

Côté matériel, c'est presque le désert: à peine quelques fabricants de machines-outils à contrôle numérique de petites dimensions; un nouveau venu dans le domaine des véhicules automates pour les déplacements de matière en milieu industriel (Tor Group); deux fabricants de robots (dont la firme Sicotte, déjà impliquée dans la machinerie pour l'industrie du bois ouvré); deux ou trois nouveaux venus dans le secteur des contrôleurs de machinerie ou les senseurs, et c'est à peu près tout.

Côté logiciel, le panorama est un peu mieux garni. Le programme de recherche de l'Institut de génie des matériaux porte sur le développement d'un ensemble intégré de logiciels de CAO dans le domaine du moulage. La société ACADZ offre un des meilleurs logiciels de conception architecturale qui soient disponibles; ICAM, de Pointe-Claire, produit d'excellents logiciels de FAO; la firme ACDS, de Hull, spécialisée dans l'architecture et la cartographie (géomatique), a réussi l'exploit de vendre son logiciel à la Chine; Célébec, de Trois-Rivières, a fait de même pour la conception de tout le filage de l'usine Saturn de GM; Techtrol termine la mise au point d'un système de CAO de haute performance; Technologies Asyst, filiale du groupe Atkinson Tremblay, a pris un leadership dans l'automatisation du développement de logiciels; les cabinets de génie-conseil Lavalin et SNC travaillent sur de nouveaux outils de CAO et de EAO dans les domaines de la géomatique et des ouvrages hydrauliques, etc. Malgré tout, il s'agit le plus souvent de cas isolés. Rien qui puisse contribuer à équilibrer la balance des paiements, lorsque les entreprises québécoises décideront de plonger dans la productique intégrée. □

L'ANTIROUILLE À L'HUILE MÉTROPOLITAIN

Une formule brevetée, vous permettant de conserver votre véhicule durant 15 ans

La rouille

Parmi tous les problèmes auxquels doivent faire face les automobilistes, celui de la rouille en est un de taille.

La rouille, hydroxyde de fer, produit de la corrosion du fer en présence de l'oxygène de l'air et en milieu humide, est un mal naturel qui affecte les véhicules. Il existe deux types de rouille: la rouille de surface et la rouille interne. La première origine de la disparition de la couche protectrice, la peinture, et la deuxième, beaucoup plus grave, ronge le métal à partir du dessous de la carrosserie.

Les antirouilles

Les procédés conventionnels d'antirouille sont connus et offrent des garanties. Aujourd'hui, la majorité des manufacturiers accordent des garanties de trois à cinq ans contre les perforations *externes*. Mais ces garanties (assurances) ne suffisent pas, à elles seules, à empêcher la rouille de s'installer.

Le traitement à l'huile Métropolitain est excellent pour tous les véhicules, neufs ou usagés. Il est particulièrement recommandé parce que moins onéreux que les antirouilles conventionnelles (moins de 50\$) et parce que l'efficacité du traitement est telle qu'une perforation causée par la rouille conservera la même apparence et la même dimension un an plus tard. L'huile, chauffée à 52 °C, a la fluidité nécessaire pour traverser tous les replis de la carrosserie et ainsi stopper la progression de la rouille.

La mise au point

En partant du principe qu'il fallait protéger le métal de l'action néfaste de l'eau, de l'humidité et du calcium avec un enduit d'huile, il se révéla important de considérer les caractéristiques du produit. L'enduit devait avoir les caractéristiques suivantes: visqueux, afin d'adhérer aux surfaces traitées, incolore ou de couleur pâle et aussi limpide que possible, inodore ou du moins être d'odeur agréable.

Une formule fut trouvée et ensuite confiée au CRIQ, Centre de recherche industrielle du Québec, pour une analyse sévère et pour apporter les modifications et améliorations qui s'imposaient. Les quatre premiers critères d'évaluation des mélanges effectués en laboratoire étaient les objectifs originaux des travaux: adhérence, couleur, odeur, viscosité. À ces critères de base, venaient s'ajouter: miscibilité des composantes, facilité de mélange. Ainsi, le produit fut constitué de six composantes: trois huiles dont les chaînes de molécules sont de longueurs différentes, des additifs chimiques anticorrosifs et une fragrance pour éliminer l'odeur de l'huile.

Le secret

L'huile est chauffée à 52 °C et projetée sous pression. L'enduit pénètre donc aisément dans tous les replis de la carrosserie, et ce aussi facilement que l'eau peut le faire; lors de l'application du traitement, l'huile Métropolitain ressort toujours par les mêmes interstices. Cette huile imbibé les tôles et son action pénétrante combinée à une facilité d'adhésion travaille pendant plus d'un an.

Un investissement sûr!

Un calcul simple permet de constater que pour un investissement de moins de 50\$ par an, vous évitez des réparations majeures à la carrosserie (tout près de 1 000\$) et pouvez facilement retarder de quelques années l'achat d'un autre véhicule ou obtenir une meilleure valeur de revente, soit une économie de 1 000\$ à 10 000\$ à 15 pour cent d'intérêt par an, ce qui fait du traitement à l'huile Métropolitain un investissement sûr!

La garantie

Antirouille à l'huile Métropolitain vous offre une garantie d'un an. Si le véhicule reçoit le traitement à tous les ans, la garantie se prolonge pour une durée maximale de 15 ans.

Maintenant trois succursales

Antirouille à l'huile Métropolitain a maintenant trois succursales à travers la province: soit à Québec, au 2343, boul. Hamel, Québec (418) 687-5660; soit à Trois-Rivières (Saint-Louis-de-France), au 1600, boul. Saint-Louis (819) 378-8222; et maintenant au 340, Rolland-Therrien à Longueuil (514) 651-5531. Antirouille à l'huile Métropolitain prévoit, d'ici un an, s'implanter à Montréal.

QUÉBEC: INRS

BOURSES POST-DOCTORALES

À partir de ses fonds de recherche externes, l'INRS offre un nombre limité de bourses post-doctorales à des chercheurs en sciences naturelles, en sciences de l'ingénieur et en sciences humaines dans ses centres de recherches thématiques:

- ☐ INRS-Eau (Québec)
- ☐ INRS-Énergie (Varenes)
- ☐ INRS-Géoressources (Québec)
- ☐ INRS-Océanologie (Rimouski)
- ☐ INRS-Santé (Montréal)
- ☐ INRS-Télécommunications (Montréal)
- ☐ INRS-Urbanisation (Montréal)

Ces bourses permettent à des jeunes chercheurs particulièrement prometteurs de poursuivre des recherches qui coïncident avec les objectifs des divers centres.

Elles ont également comme objectif de favoriser leur formation dans le cadre d'un milieu de recherche stimulant et dynamique.

CARACTÉRISTIQUES

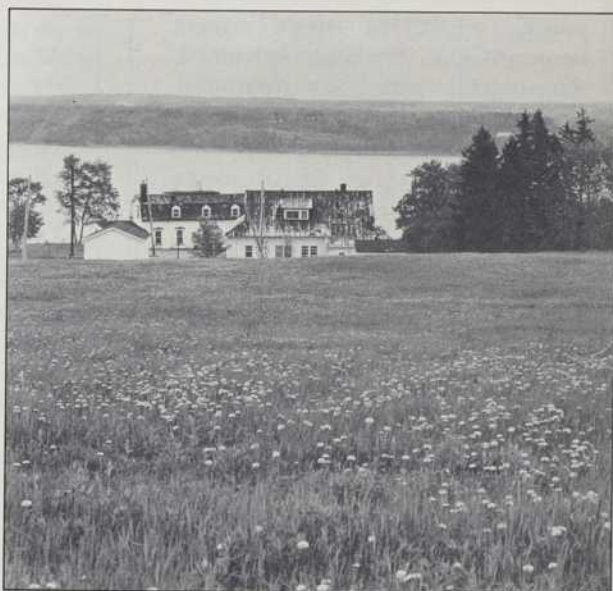
Les bourses post-doctorales sont d'une valeur de 22,000 \$ pour douze (12) mois et peuvent inclure des indemnités de voyage pour se rendre à l'INRS. Elles peuvent être renouvelées une fois seulement pour une autre période de douze (12) mois consécutive à la première.

Les bourses sont attribuées uniquement pour des travaux de recherche dans les domaines où oeuvre l'INRS, aux candidats ayant obtenu leur doctorat entre le 1^{er} juillet 1984 et le 1^{er} janvier 1987.

Le stage de recherche peut commencer à n'importe quel moment de l'année soit entre le 1^{er} octobre 1986 et le 30 septembre 1987 et obligatoirement, après l'obtention du diplôme de doctorat. Cependant, il est souhaitable d'en prévoir le début en octobre.

En dehors d'une période de vacances normale d'un mois, les boursiers doivent se consacrer exclusivement aux travaux dont ils auront convenu à leur entrée en fonction.

Aucune indemnité n'est prévue dans les bourses post-doctorales de l'INRS pour l'assistance à des congrès ou pour payer des frais de publication, mais les boursiers peuvent cumuler d'autres bourses dont le total n'excède pas 6,000 \$.



Jean G. Langelé

RS

S 1986-1987

PRÉSENTATION DES DEMANDES

Il n'y a pas de formulaire particulier. Les candidats doivent joindre à leur demande un curriculum vitae, des relevés de notes des études universitaires des divers cycles suivis, et deux lettres de recommandation dont l'une provenant de leur directeur de thèse de doctorat. En outre, les candidatures doivent être accompagnées d'un avant-projet faisant état de l'intérêt des candidats pour l'un ou l'autre des programmes de l'INRS. Il est du reste fortement recommandé aux candidats d'entrer en relation avec les centres qui les intéressent via le décanat, car l'excellence du dossier académique ainsi que la complémentarité avec les domaines de recherche de l'INRS, constituent les éléments déterminants dans le choix des boursiers. Les candidatures devront être soumises au plus tard le 1^{er} juin 1986. Les résultats du concours seront communiqués à la fin du mois de juin 1986 au plus tard.

Prière d'adresser les dossiers ou toute autre demande de renseignement concernant l'INRS au:

Doyen des études avancées
et de la recherche
concours 1986-1987
Case postale 7500
2700, rue Einstein
Sainte-Foy, Québec, Canada
G1V 4C7



Université du Québec
Institut national de la recherche scientifique

INFOPUQ

*c'est aussi un guide touristique
très intéressant et complet.*

Pour chaque ville et chaque village du Québec, vous y trouvez des renseignements qui vous permettent de profiter pleinement de vos voyages et de vos vacances.

En voici un exemple:

* > BIC

3 090 h.

Le vocable Bic désigne un village, un chenal, une île, un mont, une rivière et un lac appelé Petit Bic.

GENTILE

Bicois, -oise

TOPONYME

Dès l'époque de Cartier, ce lieu a attiré l'attention des premiers navigateurs par sa beauté et l'importance de son havre. La municipalité a été érigée le 1^{er} juillet 1845. Érigée le 1^{er} juin 1920, la municipalité de village du Bic a été fusionnée à la municipalité de paroisse le 29 janvier 1972.

Lors de son deuxième voyage en 1535-1536, Jacques Cartier s'arrête dans le havre aujourd'hui désigné sous le nom de Havre du Bic et parfois de Havre du Vieux Bic. Il lui donne le nom d'Ysles saint Jean, en souvenir du jour de la décollation de saint Jean-Baptiste.

HISTOIRE

C'est en l'honneur de la femme du seigneur William Campbell, qui s'appelait Cécile, que la paroisse est mise sous le patronage de sainte Cécile lors de son érection canonique le 18 février 1830.

ETHNOLOGIE

Une légende raconte que lors de la création du monde, l'ange chargé d'orner la terre de ses reliefs arriva devant Bic en fin de journée, avec un surplus de montagnes et d'îles. Il s'en débarrassa sur place.

ATTRAITES

- un paysage d'une beauté exceptionnelle composé d'îlots parsemés dans la baie, de rochers escarpés et de falaises imposantes
- au large, l'île Biquette et l'île du Bic, où niche la plus importante colonie de canards eiders à l'est du pays.
- golf de 18 trous
- la Goélette "La Ste-Gemma"

HEBERGEMENT

2 terrains de camping

- ** Le Vieux Manoir Du Français
(418) 736-4345
- * Hôtel Laval De Bic
(418) 736-4344
- * Motel Marino
(418) 736-4439

Pour plus d'informations, contactez:

INFOPUQ

2875, boul. Laurier, Sainte-Foy, Qc
Canada G1V 2M3

Tél.: de Québec, (418) 657-3551, poste 2647
de l'extérieur, 1-800-463-4799

VACHES EN SÉRIE

JEAN PAQUIN

Fécondation *in vitro*, transplantation d'embryons, création de jumeaux: les techniques les plus modernes de reproduction animale transforment le monde de la production laitière

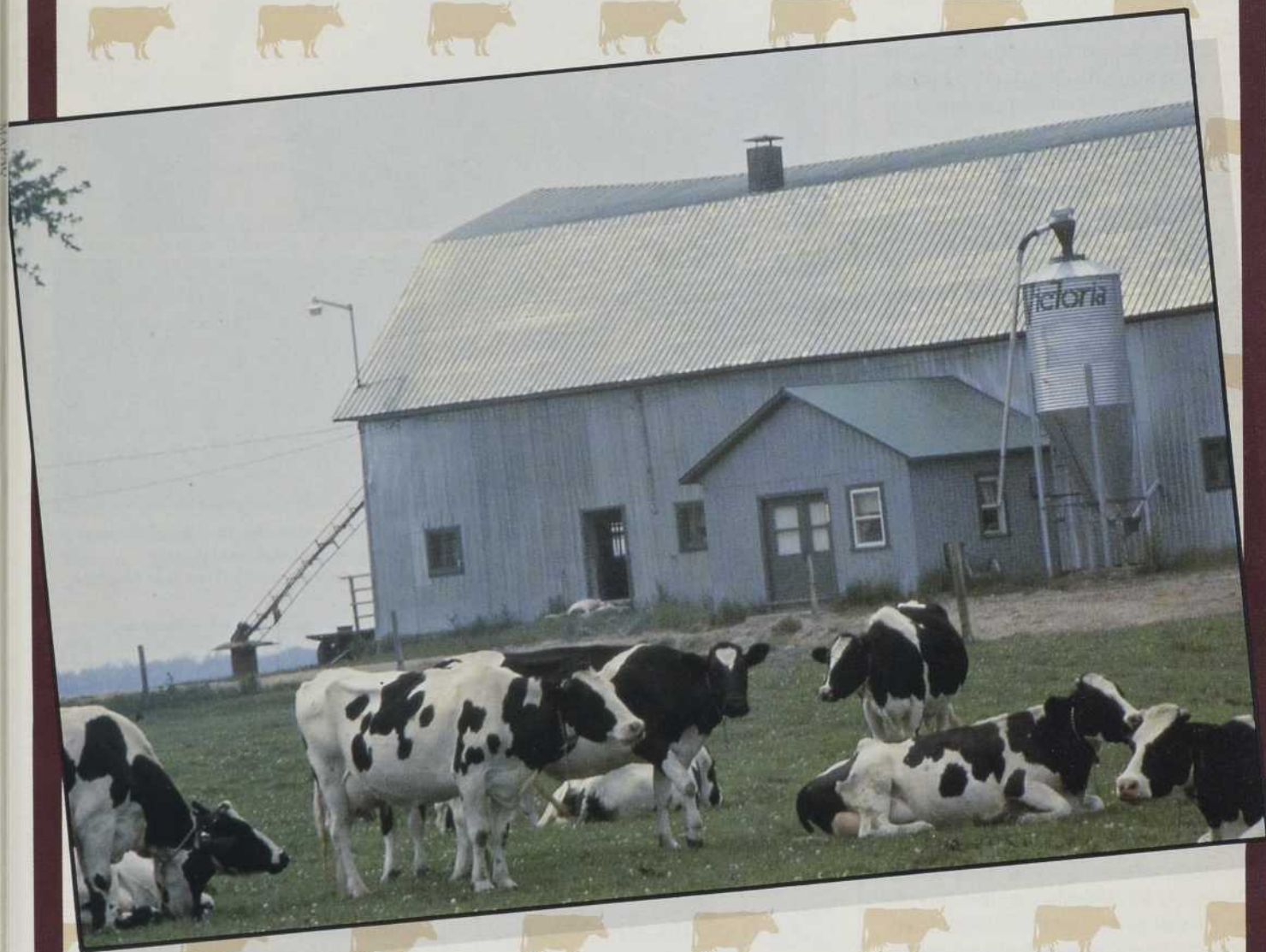
On n'a plus les bovins qu'on avait... L'époque est révolue où le plus beau taureau du comté pouvait jouer au «macho» avec les vaches du coin et espérer avoir des descendants dans plusieurs fermes des environs. Seulement un petit nombre de taureaux, triés sur le volet, servent maintenant à la reproduction de nombreux troupeaux laitiers québécois par l'intermédiaire de l'insémination artificielle. De plus, seules les meilleures vaches donnent des embryons que les autres vaches porteront jusqu'au moment de leur naissance.

Et ce n'est là qu'une des formes d'intervention dans le processus de reproduction. Grâce à la fécondation *in vitro*, on peut maintenant contourner certains problèmes d'infertilité chez des vaches de grande valeur. De plus, on pourra bientôt choisir le sexe des embryons, avoir des jumeaux sur commande... et peut-être manipuler les gènes pour produire les super-vaches dont l'industrie laitière a besoin.

DES JUMEAUX SUR DEMANDE

«Avec le transfert d'embryons, explique Jacques Tourigny, un des propriétaires de la ferme DesLacs, située dans les Bois-Francs, un producteur peut rentabiliser davantage ses animaux. Il a un plus grand nombre de bonnes vaches à vendre ou, encore, il peut augmenter plus rapidement la production laitière de son troupeau.»

Grâce à cette nouvelle technique, une vache peut avoir jusqu'à 30 veaux dans une année. La recette: un traitement hormonal qui lui permet de produire plus d'ovules. On effectue ensuite une insémination artificielle. Normalement, on obtient plusieurs embryons.



On les récolte par lavage de l'utérus, puis on les implante dans l'utérus des «vaches-porteuses». Celles-ci permettront aux embryons de poursuivre leur développement jusqu'à la naissance des veaux.

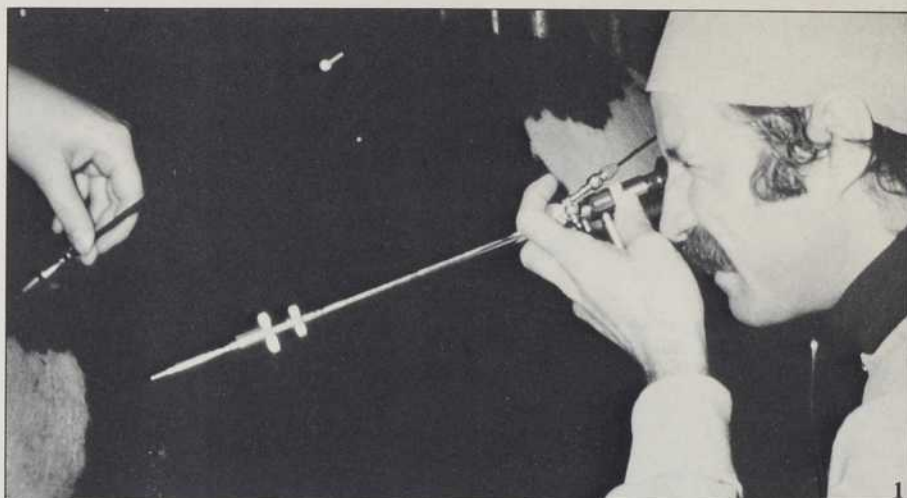
La technique semble complexe, mais elle est aujourd'hui bien maîtrisée. Si bien que, depuis 15 ans, 30 000 veaux sont nés de cette façon en Amérique du Nord. Au Québec, où on utilise commercialement le transfert d'embryons depuis 1979, on compte maintenant plus de 5 000 veaux nés grâce à cette technique.

Mais on pousse encore plus loin cette recherche de moyens pour obtenir plus de descendants d'une vache de grande valeur. Comment? En divisant les embryons. On coupe en deux à l'aide d'une lame spéciale un embryon de cinq ou six jours et on obtient ainsi des jumeaux identiques.

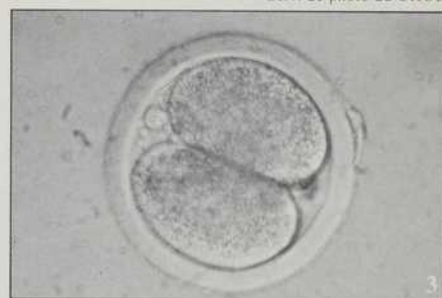
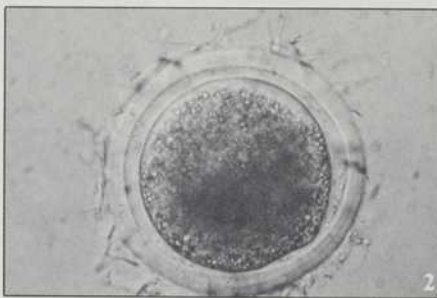
Lorsqu'en 1981, à Cambridge, en Angleterre, on a réussi la première division d'embryons de bovins, cette technique n'a pas suscité beaucoup d'intérêt. Mais, pour les chercheurs, c'était une véritable aubaine! Ils pourraient enfin avoir les animaux nécessaires pour réaliser des expériences nécessitant l'emploi d'individus identiques. Par exemple, on peut comparer la production laitière de jumelles élevées dans des conditions physiques différentes et ainsi déterminer les conditions idéales d'élevage.

Mais la division d'embryons n'est pas demeurée l'apanage des scientifiques très longtemps. Grâce aux travaux de chercheurs français et américains, on a simplifié cette technique de reproduction qui est maintenant utilisée dans certaines fermes. Un vétérinaire récolte les embryons dans l'utérus de la vache, les sort de leur enveloppe (appelée zone pellucide) et les divise en deux. Puis il place une moitié dans l'ancienne enveloppe et l'autre dans une nouvelle, une sorte de gélatine artificielle. Ce travail terminé, il implante chaque demi-embryon dans l'utérus d'une vache.

Une technique intéressante pour les éleveurs? Oui, répond Jacques Tourigny, surtout quand leurs vaches



Serv. de photo du CHUL



La fécondation *in vitro* est maintenant une technique de reproduction possible pour les bovins. La laparoscopie (photo 1) facilite le prélèvement des ovules qui, en laboratoire, sont mis en présence des spermatozoïdes (photo 2). Une fois fécondé, l'œuf commence à se diviser (photo 3).

produisent peu d'embryons malgré le traitement hormonal. «La semaine dernière, explique-t-il, une de mes vaches a donné 43 embryons transférables, mais on ne connaît jamais le nombre à l'avance. Donc, pour les vaches qui ne donnent qu'un ou deux embryons, c'est intéressant de pouvoir les diviser.»

LA HANTISE DES MÂLES

Le vétérinaire, lui, se montre moins enthousiaste: «Avant de diviser les embryons, précise-t-il, nous devons d'abord maîtriser les techniques permettant de déterminer leur sexe. Nous serons alors assurés de multiplier les femelles et non les mâles.» En effet, les producteurs de lait veulent des vaches, pas des bœufs!

Alors, puisque ce sont des jumeaux identiques, pourquoi ne pas sacrifier un des demi-embryons, en étudier les chromosomes et s'assurer que celui qu'on implante donnera

naissance à un veau du sexe désiré? On a essayé avec succès cette méthode mais il y a un problème: on détruit un demi-embryon, celui qui a fait l'objet de l'étude.

Évidemment, si on pouvait séparer, avant l'insémination, les spermatozoïdes contenant un chromosome femelle de ceux ayant un chromosome mâle, ce serait plus facile. Par exemple, les séparer en fonction de leur charge électrique différente ou de leur poids différent. Mais cela s'est révélé jusqu'à maintenant irréalisable.

On doit donc mettre au point des techniques pour déterminer le sexe à partir des embryons eux-mêmes et cela, sans les détruire. C'est précisément ce à quoi travaillent des membres du Centre de recherche en reproduction animale (CRR) de l'Université de Montréal. En collaboration avec deux laboratoires privés américains, ils étudient une substance, l'antigène H-Y, qui réagit lorsqu'elle est en présence de cellules mâles.

Mais cette possibilité de déterminer le sexe des embryons ne semble pas prioritaire pour tous les éleveurs, du moins chez ceux qui font le commerce d'animaux. «Moi, déclare Jacques Tourigny, j'ai peur que le marché de la vente d'animaux soit vite saturé si les producteurs peuvent acheter des embryons dont ils connaissent le sexe. En quelques années, ils pourront se procurer les bonnes vaches nécessaires à la reproduction du troupeau.» Les producteurs achèteraient donc moins d'animaux sur le marché.

«Au contraire, selon Richard Landry, la possibilité de déterminer le sexe des embryons, combinée avec de bonnes méthodes de congélation, permettra au marché d'embryons de connaître un grand essor sur la scène internationale.» En effet, ce qui bloque le développement du commerce des embryons, c'est le fait de ne pas connaître leur sexe à l'avance. Vous achetez 1 000 embryons et vous courez le risque de vous retrouver avec 500 mâles dont vous n'avez pas besoin. Encore cette hantise des mâles!

ET LES VEAUX-ÉPROUVETTES

Présentement, le producteur doit se défaire d'une vache qui a des problèmes de reproduction à cause d'une infection ou qui est trop vieille, car elle n'est plus rentable. «Mais, pense Jacques Tourigny, si la technique de fécondation *in vitro* est efficace, il y a des bonnes vaches qui, plutôt que de s'en aller à l'abattoir, pourront continuer à avoir des veaux. Avec des garanties de succès, les producteurs seront intéressés.»

Toutefois, cette nouvelle technique de fécondation sera réservée à «l'élite bovine». «Il faut se rendre compte, explique le biologiste Raymond Lambert, directeur du laboratoire de recherche en ontogénie et reproduction du Centre hospitalier de l'Université Laval, que la fécondation *in vitro* est une manipulation de laboratoire qui coûte relativement cher. En conséquence, ce type d'intervention s'appliquera uniquement pour des animaux de grande valeur.»

La méthode est au point. La naissance de six «veaux-épreuves», l'été dernier, à la ferme expérimentale de l'Université Laval, a prouvé l'efficacité des améliorations apportées par l'équipe dirigée par Raymond Lambert.

Une des innovations, la laparoscopie, permet de prélever les ovules sans recourir à la chirurgie, et ce plusieurs fois de suite si nécessaire. On introduit dans la cavité abdominale de l'animal un petit télescope muni d'une source lumineuse qui permet au manipulateur de voir les organes de la vache. Puis par une deuxième incision, on insère une pince qui sert à manipuler l'ovaire. Avec une aiguille à ponction, on prélève le contenu des follicules, c'est-à-dire les ovules.

Puis les ovules, une fois fécondés, passent par une période d'incubation de cinq jours dans l'oviducte d'une lapine. Il s'agit d'une étape importante qui permet d'augmenter le taux de succès (voir l'encadré ci-dessous).

UN VEAU DANS UNE LAPINE!

A première vue, ça semble bizarre mais c'est une étape essentielle à la réussite de la fécondation *in vitro*.

Dans une éprouvette, les embryons ne peuvent se développer suffisamment pour être implantés dans l'utérus d'une vache. En effet, seulement 5% des embryons atteignent la taille de 16 cellules. Ce taux est insuffisant. La solution: trouver un incubateur plus naturel que l'éprouvette pour les quatre à cinq premiers jours.

Ainsi, le docteur Marc-André Sirard, membre de l'équipe du CHUL, a décidé de tenter l'expérience avec des lapines. Après la fécondation, on dépose les embryons dans l'oviducte d'une lapine. Puis, cinq jours plus tard, on tue celle-ci pour récupérer les embryons. Ceux-ci sont ensuite transférés normalement dans les utérus de «vaches-porteuses» où ils poursuivent leur développement.

On tente aussi de diminuer le nombre de spermatozoïdes nécessaires pour ne pas gaspiller la pré-

cieuse semence d'un taureau de grande qualité. Présentement, il en faut un million par fécondation. Mais, selon Daniel Bousquet (un des membres de l'équipe de Pennsylvanie qui a réussi la première fécondation *in vitro* chez un bovin, en 1981), l'arrivée de méthodes de micro-injection permettrait d'injecter le spermatozoïde directement dans l'ovule à féconder. Un spermatozoïde au lieu d'un million!

ON JOUERA AVEC LES GÈNES?

Les méthodes de micro-injection peuvent aussi servir à introduire de nouveaux gènes et modifier le bagage génétique des animaux. C'est une étape de plus dans la manipulation de la reproduction.

Ici, il faut voir le spermatozoïde comme une «usine» de réparation de gènes. En effet, lorsqu'il arrive dans l'ovule, il règne, à l'intérieur du spermatozoïde, une intense activité pour réparer l'ADN contenu à l'intérieur de son noyau. Pourquoi? Parce qu'il peut y avoir des bris au cours du «voyage». C'est donc à ce moment qu'on désire intervenir. On pense qu'en injectant des nouveaux gènes, ils pourraient être incorporés à la structure en réparation.

D'ailleurs, aux États-Unis, en 1980, on a créé une souris géante. Comment? En injectant dans le noyau mâle le gène qui contrôle la production de l'hormone de croissance chez le rat. Cette expérience est importante parce qu'elle a démontré qu'il était possible de modifier le bagage génétique d'un mammifère. Du moins, chez des souris de laboratoire.

Et chez les bovins? Ici, l'intérêt ne réside pas dans la possibilité de créer des vaches géantes. Ce serait même le contraire: on voudrait des animaux plus petits et plus productifs! On discute donc beaucoup de cette nouvelle possibilité d'intervention dans le processus de reproduction animale.

Lors d'un symposium tenu à Davis, en Californie, en septembre dernier, les participants ont discuté



Cinq des veaux nés à la suite des fécondations *in vitro* qu'a réussies l'équipe du CHUL l'été dernier.

DES «ACCOUPEMENTS» INFORMATISÉS

Vous êtes producteur laitier et vous voulez augmenter la quantité de lait produite par votre troupeau de vaches. Comment faire? En choisissant un taureau dont les descendantes sont reconnues comme étant de bonnes productrices. Vous espérez donc qu'il transmette ses qualités à ses nouvelles «filles».

Il y a deux façons de faire votre choix: sélectionner un taureau en consultant les catalogues du Centre d'insémination artificielle du Québec (CIAQ) ou demander à l'ordinateur de ce centre de vous faire des suggestions.

Il s'agit ici d'un tout nouveau service offert par le CIAQ. Un service dont la popularité ne cesse de croître. En effet, depuis 1984, l'ordinateur de ce centre d'insémination artificielle a «accouplé» plus de 35 000 vaches laitières. Comment cela se passe-t-il? On commence d'abord par entrer

dans l'ordinateur les données relatives aux vaches de votre troupeau. Puis, l'ordinateur les compare aux données que l'on a sur les taureaux du centre, dans le but de trouver les meilleures combinaisons possibles. Le processus terminé, vous recevez des suggestions pour chacune de vos vaches.

Présentement, le système fonctionne en utilisant les données concernant les taureaux de races Holstein et Ayrshire du CIAQ.

Toutefois, si vous décidez d'acheter de la semence d'un taureau canadien qui n'appartient pas au centre, on peut introduire dans l'ordinateur les données concernant cette semence. À la suite d'une analyse, on vous dira avec quelle vache les résultats seront les meilleurs. On peut aussi faire la même chose avec un taureau américain à condition que cet animal soit évalué selon le système en vigueur au Canada.

de gènes intéressants. Parmi ceux-ci, il y a celui qui contrôle la production de l'hormone de croissance et celui qui est responsable de la suroovulation naturelle chez une espèce de mouton australien (l'espèce Booroola).

Mais il y a encore beaucoup de travail à faire avant l'application du

génie génétique sur une base régulière en agriculture. Comme l'explique Keith Betteridge, un chercheur du CRRA qui a participé au symposium californien, on doit tout d'abord travailler à bien comprendre le processus qui permet l'incorporation de nouveaux gènes. Chez les bovins, on travaille donc présentement avec des

marqueurs, c'est-à-dire qu'on ne vise pas à modifier le matériel génétique des animaux selon des objectifs précis, mais plutôt à faire des tests permettant de vérifier si les gènes injectés sont transmis aux cellules de l'animal.

Les travaux se poursuivent donc, notamment dans des centres de recherche américains situés en Pennsylvanie, au Maryland, au Texas et en Ohio et on enregistre déjà certaines réussites chez des lapins, des porcs et des moutons. On a fait des expériences avec des bovins, mais les veaux ne possédaient aucun des gènes qu'on avait tenté d'introduire dans leurs cellules.

Le génie génétique offre également certaines perspectives à plus long terme, notamment dans la lutte contre les maladies. «Si on comprenait les mécanismes de certaines maladies, explique Keith Betteridge, et si on pouvait identifier des gènes impliqués dans une certaine forme de résistance, on pourrait, en théorie au moins, penser à leur incorporation et ainsi créer des animaux plus résistants à certaines maladies.» Mais on en est loin actuellement.

Toutes ces manipulations pourraient-elles déboucher sur la création de nouveaux animaux? On l'a déjà fait. Par exemple, à Cambridge, des chercheurs ont mélangé des cellules provenant de deux animaux distincts et ont créé, en 1984, un animal mi-chèvre, mi-mouton!

C'est ce qu'on appelle des chimères. Des curiosités sur le plan scientifique dont on ne voit pas l'intérêt pour les producteurs d'animaux domestiques, sinon une meilleure maîtrise des techniques de manipulation de cellules.

La voie est donc ouverte à l'arrivée dans nos fermes de «super-vaches» très productives et très résistantes aux maladies. Vous désirez vous constituer un excellent troupeau de vaches laitières? Rien de plus simple! Vous commandez des embryons provenant de vaches ayant de bonnes qualités de production et le tour est joué! Vos embryons vous donneront les vaches tant désirées. Et pas de mâles indésirables! □

L'UNIVERSITÉ DU QUÉBEC



Créée en 1968 par l'Assemblée nationale, l'Université du Québec constitue aujourd'hui un réseau implanté dans sept villes qui rayonnent, en outre, dans quelque 35 sous-centres.

Le réseau compte 11 établissements: **six universités constituantes** — l'Université du Québec à Montréal (UQAM), l'Université du Québec à Trois-Rivières (UQTR), l'Université du Québec à Chicoutimi (UQAC), l'Université du Québec à Rimouski (UQAR), l'Université du Québec à Hull (UQAH), l'Université du Québec en Abitibi-Témiscamingue (UQAT); **deux écoles supérieures** — l'École nationale d'administration publique (ENAP), l'École de technologie supérieure (ETS); **deux instituts de recherche** — l'Institut national de la recherche scientifique (INRS), l'Institut Armand-Frappier (IAF); **un établissement de formation à distance** — la Télé-université (TÉLUQ).

L'Université du Québec regroupe aujourd'hui une communauté universitaire de plus de 73 000 étudiants, 1 800 professeurs réguliers et 3 000 employés non-enseignants.

L'Université du Québec offre 366 programmes d'études de 1^{er} cycle, 87 programmes d'études de 2^e et 3^e cycles.

Elle rassemble aussi une communauté scientifique travaillant sur plus d'un millier de projets de recherche recensés et disposant annuellement de 26 millions de dollars en subventions, contrats et commandites.



Université du Québec

LE RÉSEAU DE L'EXCELLENCE

Origine de l'Homme

L'HYPOTHÈSE AFRICAINNE

**Parce que la Terre s'est fracturée en Afrique
l'Homme, ce bipède des savanes,
est apparu, nous dit Yves Coppens.
Une hypothèse aussi séduisante que son auteur?**

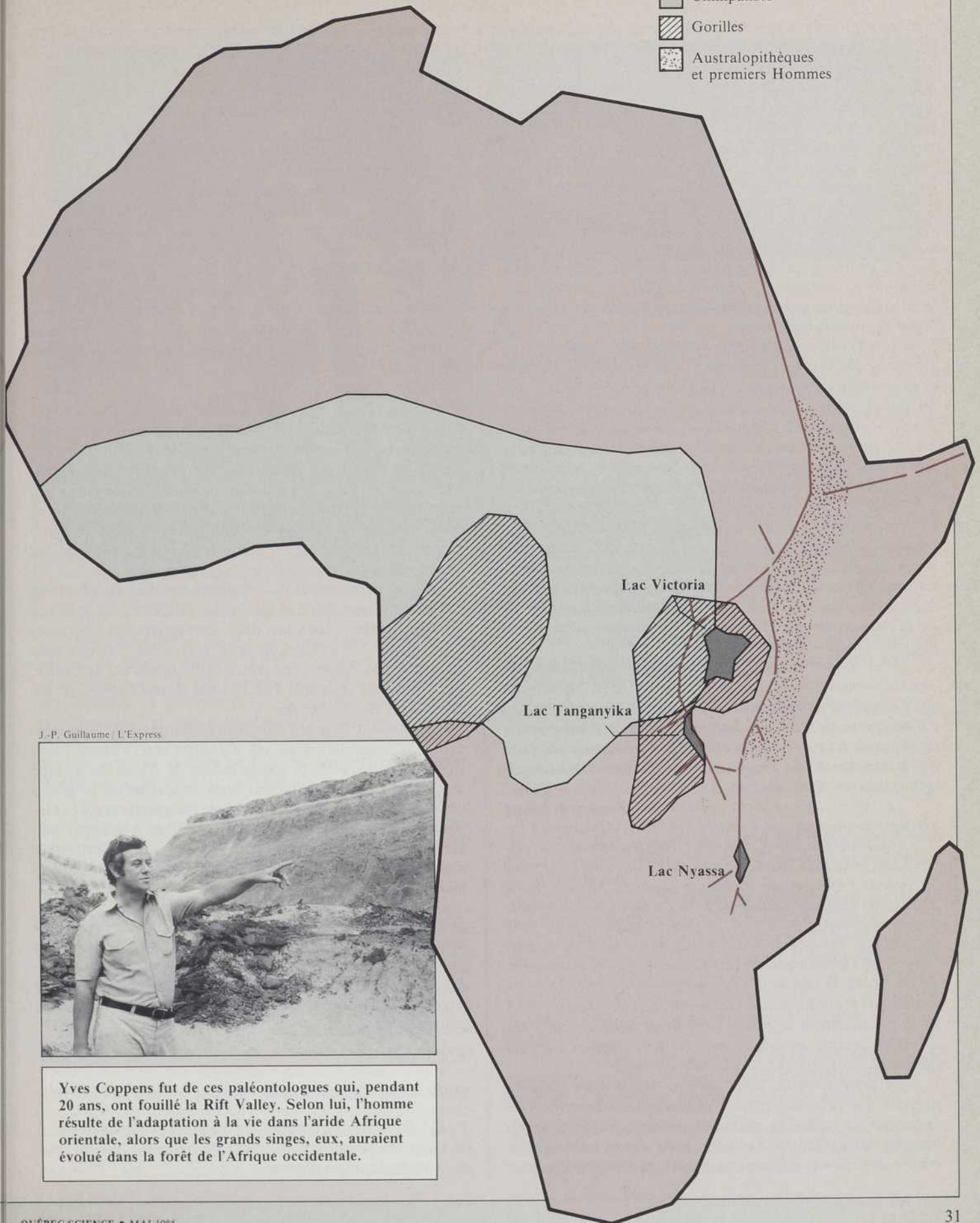
BERNARD GIANSETTO

Métro Trocadéro. Il sort de la station et la tour Eiffel, toute proche, jaillit entre les deux ailes du Palais de Chaillot, ce grand croissant coupé en deux par un architecte intuitif, sans doute désireux d'ouvrir une perspective monumentale sur ce qui devait devenir, avec le temps, le symbole de Paris. Minuscule sur cette scène grandiose, un Homo sapiens sapiens parmi tant d'autres se demande ce qu'il y aura ici dans 100 000 ans.

Il se dirige vers l'aile droite du Palais, celle du Musée de l'Homme. Il marche dans un interminable corridor courbe, passe devant la collection des instruments de musique du monde entier: l'endroit est silencieux et désert. Le voici enfin sur le territoire de la paléoanthropologie et de ses collections répétitives de squelettes sagement alignés dans des «garde-robes» qui leur sont réservées.

Le bureau où il s'assoit est garni d'une grande carte de l'Afrique ainsi que de fossiles animaux, dont une belle mâchoire d'un éléphant disparu il y a très longtemps. En face de lui, Yves Coppens, directeur du Centre de recherches anthropologiques au Musée de l'Homme, un homme affable, ouvert et simple, au ton posé et doux.

-  Chimpanzés
-  Gorilles
-  Australopithèques et premiers Hommes



J.-P. Guillaume / L'Express



Yves Coppens fut de ces paléontologues qui, pendant 20 ans, ont fouillé la Rift Valley. Selon lui, l'homme résulte de l'adaptation à la vie dans l'aride Afrique orientale, alors que les grands singes, eux, auraient évolué dans la forêt de l'Afrique occidentale.

Si l'entrevue ressemble parfois à un cours de paléontologie, elle s'apparente, à d'autres moments, à une conversation entre deux hommes qui se laissent naturellement aller à parler de l'humanité et de son avenir. Tout est lié, bien sûr. La paléontologie elle-même ne consiste plus simplement à ramasser de vieux fossiles qu'un docte personnage examine tranquillement dans un institut.

Cette « science qui s'efforce de ranger les êtres vivants en un immense arbre généalogique », comme l'a écrit Yves Coppens dans son livre *Le singe, l'Afrique et l'homme*, est devenue multidisciplinaire. Les grandes expéditions de fouilles comprennent maintenant divers spécialistes (géologues, géomorphologues, paléontologistes, préhistoriens, zoologistes, botanistes, entomologistes, parasitologues, anthropologues) qui facilitent l'interprétation des « archives sédimentaires » de la Terre.

« La paléontologie, écrit encore Yves Coppens, va tenter de reconstituer les acteurs et leur décor. » L'acteur le plus connu est une actrice prénommée Lucy. Découverte en Éthiopie lors d'une expédition franco-américaine dont l'un des responsables était Yves Coppens, elle est, avec ses 3,5 millions d'années, notre plus vieil ancêtre connu. C'est aussi une jeune femme très bien conservée puisque, fait exceptionnel, on a retrouvé 40% de son squelette.

Poursuivons les présentations. Yves Coppens est, à 51 ans, un représentant éminent de la paléoanthropologie française, l'une des trois premières dans le monde avec celles des États-Unis et de la Grande-Bretagne. Par paléoanthropologie, il faut comprendre le mariage de la paléontologie, centrée sur la biologie de l'évolution humaine, et de la préhistoire qui s'intéresse à l'évolution culturelle de l'esprit humain et de ses créations.

Yves Coppens est aussi professeur au Collège de France, vénérable institution fondée en 1530, et membre de l'Académie (française) des sciences (voir l'encadré « L'Académie de l'élite »). Ses recherches le conduisent à effectuer de fréquents voyages en Afrique, berceau supposé de la naissance de l'homme. Il a élaboré une théorie originale à ce sujet.

Les hominidés seraient apparus sur Terre grâce à un accident géologique qui a eu pour théâtre l'Afrique de l'Est il y a quelques millions d'années. L'effondrement du système des rifts (des fossés tectoniques), qui court du nord au sud de l'Afrique, de l'Éthiopie jusqu'au Mozambique, a créé une « saignée » comme l'écrit Coppens, une véritable frontière climatique. À l'est, la forêt a disparu pour faire place à une « aridité de plus en plus prononcée car la Rift Valley, en s'effondrant, aurait perturbé, par le relèvement de ses bords, le régime des précipitations. » Cette « barrière écologique » aurait paradoxalement accéléré l'adaptation de notre ancêtre à ce milieu difficile et nous aurait, dans le même temps, séparé de nos cousins panidés (singes) demeurés dans la forêt occidentale africaine.

De cette époque, nous aurions hérité d'un système nerveux qui va se compliquer et permettre l'apparition de la conscience réfléchie, de la vie sociale, de l'émotion, du langage « et ceci, écrit Coppens, sans doute parce que le milieu difficile où l'homme se trouve exposé l'oblige à un

comportement particulièrement attentif; la société se resserre, la mère et l'enfant restent liés plus longtemps, la chasse s'organise en groupe, la nourriture est partagée, tout est mis « naturellement » en œuvre pour vivre, protéger la progéniture, préserver l'espèce. »

En résumé: d'un côté (à l'ouest), l'ancêtre commun (supposé) des hominidés et panidés a pu continuer à vivre confortablement dans sa forêt, en évoluant tranquillement vers le gorille et le chimpanzé; tandis qu'à l'est, il a dû s'adapter bien vite, devenir Australopithèque (Lucy) puis Homo et ainsi pouvoir, quelques millions d'années plus tard, écrire cet article après s'être entretenu avec un éminent paléontologiste.

Classé dans le genre *Homo sapiens sapiens*, il est capable d'utiliser un langage articulé relativement élaboré, ce qui lui permet, accessoirement, de poser sa première question à Yves Coppens: **À partir de quel moment devient-on Homo?**

Yves Coppens: À mon avis, le genre *Homo* apparaît biologiquement de manière très claire. Je précise cela parce que les préhistoriens ont tendance à dire que l'homme apparaît en même temps que l'outil, ce que je refuse tout à fait. Mettons-nous dans la peau d'un paléontologiste sans idées préconçues: j'arrive en Afrique orientale où, semble-t-il, sont apparues la famille des hominidés et celle du genre *Homo*; je recueille tout le matériel récolté pendant les 20 dernières années et j'épale ça sur une table.

Je ne m'occuperai de ces objets que d'un point de vue comparatif, regardant ce qui se ressemble le plus et ce qui diffère. J'obtiens deux tas, deux sous-ensembles des pièces en question. Je m'aperçois que, d'un côté, j'ai mis tous ceux que l'on appelle les Australopithèques et, de l'autre, j'ai réuni tous ceux que l'on appelle *Homo habilis*, *Homo erectus* ou *Homo sapiens*.

Comment le genre *Homo* se démarque-t-il? Il est plus droit; la musculature de ses membres inférieurs et supérieurs est plus grêle et garde moins de traces du grimpé aux arbres; les articulations sont modernes et le genou n'a plus cette laxité que conservent les grands singes et les Australopithèques parce qu'ils continuent à grimper aux arbres; la denture, ce qui est très important, est celle d'un omnivore; et l'encéphale apparaît plus gros, beaucoup mieux irrigué.

Québec Science: Votre grande idée, c'est de dire qu'on ne trouve des hominidés qu'en Afrique de l'Est... C'est un peu provocant car on a l'impression — et vous le laissez entendre — que s'il n'y avait pas eu cette cassure de l'écorce terrestre, il n'y aurait pas eu d'hommes. Je ne sais pas si vous le pensez...?

Y. C.: Oui, oui...

Q. S.: Donc l'apparition de l'homme est due au hasard.

Y. C.: Oui, aux circonstances; ce n'est pas pareil: car il faut que les circonstances soient un hasard. C'est un fruit de la tectonique, en somme...



Yves Coppens était l'un des responsables de l'expédition en Éthiopie, au cours de laquelle on découvrit les restes fossilisés de Lucy, notre plus vieille ancêtre. Sur la photo de droite, on peut voir (au centre) les restes du crâne de Lucy, comparé au crâne d'un chimpanzé moderne (à gauche) et à celui d'un homme moderne (à droite).



International Communication Agency

QUI EST LUCY?

Baptisée «Lucy» à cause d'une chanson des Beatles (*Lucy in the sky with diamonds*) que les membres de l'expédition d'Hadar en Afar éthiopien chantaient souvent le soir au coin du feu en écoutant une vieille cassette, les découvreurs de notre ancêtre l'ont aussi baptisée d'un inévitable nom latin: *Australopithecus afarensis* (Johanson, White et Coppens 1978). Pour sa part, Yves Coppens, en désaccord amical avec ses collègues américains, préfère parler de Pré-*Australopithecus*.

Au-delà de cette délicate question d'étiquetage, Lucy a été pour tous une révélation, pour ne pas dire une apparition. Elle «apportait une certitude», écrit son «inventeur», Donald Johanson; «nous avions là une petite créature à cerveau de singe, dont le bassin et les os des jambes étaient presque identiques, en fonction, de ceux des hommes modernes... Maintenant je savais (...) que les hominidés marchaient debout trois millions d'années avant Jésus-Christ. Et, chose encore plus surprenante, ils avaient marché avant que leurs cerveaux n'eussent commencé à se développer.»

Mon hypothèse repose sur une constatation toute simple. Je pars en Afrique orientale en 1963. J'y retrouve des collègues anglais qui y étaient déjà, mais qui démarrent pratiquement à ce moment-là la grande opération est-africaine; on est une demi-douzaine d'équipes à fouiller pendant 20 ans dans ce trou de la *Rift Valley* et on recueille des centaines de milliers de fossiles. On arrive seulement, 20 ans après, au bout de l'analyse de tous ces fossiles.

On constate que, dans ces restes d'êtres vivants, il y a des quantités de primates mais de ceux qu'on appelle les hominoïdes, on ne trouve que des hominidés. Que des HO-MI-NI-DÉS. Et pas du tout de panidés, pas du tout de grands singes!

D'autre part, les nombreux écrits parus en biologie moléculaire ou en cytogénétique depuis une vingtaine d'années disent et redisent que les grands singes et les hommes, autrement dit les panidés et les hominidés, sont si proches, sur le plan protéinique ou sur celui de leur carte génétique, qu'ils ne doivent être séparés que par quelques millions d'années seulement, une distance extrêmement petite. Alors d'un côté, nous sommes très, très proches cousins — 99% des protéines sont les mêmes — et, d'un autre côté, quand on s'adresse aux archives du sol, on trouve les uns, on ne trouve pas les autres. Il y a là une contradiction qu'il faut expliquer! D'où ma proposition: les uns et les autres n'ont jamais été mélangés, n'ont jamais été ensemble. Les uns représentent l'adaptation des ancêtres

communs à un certain milieu et les autres représentent une autre adaptation des mêmes ancêtres communs à un autre milieu. C'est tout!

Q. S. : Mais si les singes ne pouvaient pas vivre dans ces zones semi-désertiques, on peut imaginer, par contre, qu'il ait pu y avoir des hominidés dans la forêt mais qu'il est impossible d'en retrouver des traces car on ne peut pas y faire des fouilles. Dans ce cas, les hominidés existaient déjà avant la cassure?

Y. C. : Oui, il se peut que des hominidés préexistent à cette transformation climatique, auquel cas mon hypothèse ne serait pas bonne.

C'est cette possibilité qui m'incite à participer à une opération en Afrique occidentale, au Cameroun. Pour aller voir si, d'abord, on peut trouver quelque chose, puis si ce que l'on trouve, c'est aussi un Australopithèque — dans ce cas, mon idée ne serait pas bonne —, ou si, au contraire, c'est un pré-chimpanzé — alors mon idée serait encore bonne, si j'ose dire. Ça ne sera jamais une démonstration totale.

Il y a déjà eu deux campagnes de fouilles, mais on n'a pas encore trouvé LE site qui peut donner la réponse. À cause de la forêt, c'est bien moins simple qu'à l'est.

Q. S. : Projetons-nous maintenant dans l'avenir, ou même dans le présent: il n'y a aucune raison pour que l'évolution se soit arrêtée au stade actuel?

Y. C.: Aucune raison. D'une part, il y a des vitesses différentes d'évolution, c'est-à-dire que les êtres vivants n'évoluent pas tous à la même vitesse. C'est la raison pour laquelle les horloges moléculaires proposées par nos collègues biologistes ne sont pas si sûres que cela, parce qu'elles s'appuient sur une vitesse d'évolution constante.

D'autre part, l'homme a inventé la culture: il a prolongé son bras par des objets et puis ces objets ont pris de plus en plus d'importance. Ils ont pris une importance telle que cette évolution culturelle est venue, petit à petit, recouvrir et supplanter, mais pas totalement, l'évolution biologique.

Q. S.: Qu'est-ce qui vous permet d'affirmer cela? On n'a pas tellement de recul...

Y. C.: C'est vrai, il n'y a pas le recul adéquat. Mais depuis l'avènement du genre *Homo* et depuis son développement culturel, il semble que nous ayons affaire à un développement continu qui pourrait être une résultante de l'évolution culturelle. L'évolution biologique semble moins rapide et même de moins en moins rapide au fil de cette évolution du genre *Homo*. Mais il est vrai que celui-ci a, pour les plus optimistes, quatre millions d'années, pour les gens normaux, 2,5 millions d'années, ce qui est une toute petite perspective.

Q. S.: Cela expliquerait, selon vous, la difficulté de séparer distinctement les genres *habilis*, *erectus*, *sapiens*?

Y. C.: Absolument. Les limites sont tout à fait floues.

Q. S.: Si malgré tout l'évolution se poursuit aujourd'hui, avez-vous une idée du sens dans lequel elle va? Quelle nouvelle espèce apparaîtra ou est peut-être déjà apparue?

Y. C.: Quand on étudie l'évolution du genre *Homo*, on constate que c'est le développement de son système nerveux central qui, avec le redressement du corps, a été la raison de son succès. Ce système nerveux n'a cessé de se développer, à la fois en quantité et en qualité.

Alors on peut imaginer qu'une évolution future se ferait aussi pendant un certain temps dans le sens d'une continuation de cet enrichissement du système nerveux central. Et quand on fait des courbes, que l'on représente graphiquement l'évolution de ce système depuis *Homo habilis* et même avant, on constate que pour l'*Homo sapiens* actuel, il y a encore une petite marge d'accroissement possible à la fois de la taille et de la qualité du cerveau. Jusqu'à une limite qui n'est pas très éloignée, mais qui peut être de quelques millions d'années quand même.

Je suis en train de m'amuser à modéliser ça, à fournir à l'ordinateur les données évolutives des dix derniers millions d'années pour voir un peu ce que peuvent donner les dix prochains millions d'années.

Il peut se produire une utilisation meilleure de ce qui existe déjà. Les connexions sont beaucoup plus riches dans

certaines zones de l'encéphale que dans d'autres. Autrement dit, il peut y avoir aussi une évolution dans le sens d'un enrichissement du simple réseau déjà en place: une augmentation du nombre des neurones, un enrichissement du tissu nerveux proprement dit...

Q. S.: Et qui donnerait éventuellement un accroissement des capacités intellectuelles ou sensibles?

Y. C.: Forcément oui. Plus rapides, plus efficaces.

Q. S.: Des découvertes récentes en paléanthropologie semblent montrer que l'évolution biologique n'entraîne pas nécessairement, du moins pas immédiatement, une évolution culturelle.

Y. C.: Tout a l'air de se passer comme si l'évolution technologique prenait du retard sur l'évolution biologique et se produisait avec un décalage. Il y a un double décalage en fait. Car mon ami Jean Chavaillon (préhistorien français effectuant des fouilles en Éthiopie) a découvert, pour sa part, que le genre de vie, lui aussi, ne suivait qu'avec retard l'évolution technologique. En résumé, l'homme évolue d'abord biologiquement, puis il y a un frein, une tradition technologique, une inertie à bouger avant que ne se fasse finalement l'évolution culturelle. Et l'évolution culturelle

est réalisée alors que le comportement, le genre de vie, lui, est encore plus inerte, plus difficile à ébranler. Mais, troisième étape, il finit aussi par se transformer.

On peut d'ailleurs vérifier ce phénomène dans nos propres sociétés actuelles. Bien souvent, il ne sert malheureusement à rien de faire des mises en garde contre les écueils qu'ont affrontés d'au-

tres sociétés avant nous ou les erreurs qu'elles ont commises. Qu'il s'agisse du racisme en France ou de l'explosion démographique dans le monde, la société a un comportement animal: les spécialistes lancent des avertissements mais l'information ne passe pas la rampe, ne passe pas le crâne parce qu'on n'a pas l'habitude de manipuler ces concepts. Et puis on se dit qu'on sera peut-être l'exception... La société est un corps en soi, et ce corps met un certain temps à absorber et digérer. Et on croit que la société est tout à fait libre et que l'individu n'a aucun problème de liberté de mouvement: on appartient bien au monde animal!

Q. S.: Dans votre livre, vous parlez de «l'apparition insolite du phénomène culturel et de son développement extravagant». Que voulez-vous dire par «développement extravagant»?

Y. C.: Lorsque vous étudiez l'évolution du monde vivant, vous arrivez, après des milliards d'années, à un primate qui se redresse, puis qui, tout d'un coup, ne se contente plus de l'outil que représente son corps, mais prolonge cet outil. Et ce de manière permanente et en grande quantité. Il se met à ramasser du bois, des os, des cailloux et il commence à taper dessus et à s'en servir. Cette présence complémentaire, que je considère au début comme tout à fait anecdotique, devient envahissante.

**« L'humanité,
avec ses cinq milliards
d'individus,
est étonnamment bonne
et disciplinée. »**

L'ACADÉMIE DE L'ÉLITE



Le 24 juin 1985, Yves Coppens était élu à l'Académie des sciences. C'est à la fois une reconnaissance et un honneur que d'être admis au sein de cette vénérable institution française créée en 1666. Nous lui avons demandé s'il y trouvait quelque autre intérêt.

«C'est une institution de prestige qu'il est très agréable d'atteindre, répond-il sans détour, surtout lorsqu'on a été élevé dans un milieu scientifique puisque mon père était physicien, élève d'Irène Joliot-Curie.» Pour Yves Coppens, il serait «hypocrite» de ne pas avouer d'emblée que l'Académie des sciences représente le couronnement d'une carrière française.

Mais il y a plus: «Elle a un corps éditorial extrêmement important, ajoute-t-il. C'est une institution qui publie trois volumes chaque semaine! C'est unique au monde. Alors l'un des intérêts que j'y trouve, c'est de m'occuper activement de cette partie éditoriale qui concerne ma discipline afin au moins d'en maintenir le niveau sinon de l'élever et de rester dans le concert des grandes publications internationales. Ces comptes rendus de l'Académie ont beaucoup perdu depuis quelques années, depuis que l'essentiel de la littérature scientifique est devenu anglophone, mais ils gardent une certaine notoriété.»

En outre, précise Yves Coppens, quand le gouvernement français a besoin d'un avis ou d'un rapport sur une question d'intérêt scientifique, c'est à l'Académie des sciences qu'il s'adresse. Celle-ci entretient par ailleurs des relations avec les autres grandes académies nationales. Toutefois, estime-t-il, c'est sur le rôle et la place de la langue française que semblent se jouer son avenir et le difficile maintien de son rayonnement.

Ce phénomène culturel devient plus qu'une nécessité, il devient probablement une contrainte. Il nous envahit, nous submerge chaque jour. Il n'y a pas un geste que l'on fasse — oui, il y en a quelques-uns quand même — mais il n'y en a plus beaucoup qui ne soient pas culturels.

Alors, l'histoire de la vie, c'est 3,5 milliards d'années, dont trois millions (vous vous rendez compte!) d'une histoire que j'appelle forcément «insolite». C'est une accélération que j'appelle «extravagante».

Q. S. : N'est-ce pas justement la civilisation qui masque l'animalité dans l'homme et qui expliquerait la difficulté de répondre à certaines questions? Par exemple, pourquoi l'homme n'est-il pas capable de résoudre un certain nombre de problèmes? Une des grandes interrogations est de savoir pourquoi on ne peut mettre un terme ou un frein à toutes les horreurs du monde. Comme si l'animalité était cachée, mais dominante en fait, derrière tout l'appareil technologique.

Y. C. : Il y a certainement un aspect animal. Mais il y a aussi un côté raffiné qui, lui, ne peut être lié qu'au développement intellectuel et culturel de l'homme.

Je dirais presque de manière scandaleuse que l'humanité, avec ses cinq milliards d'individus, est étonnamment bonne et disciplinée. Je trouve que la place de ses violences, de ses perversités est tout à fait modeste.

Q. S. : Vous pensez que ce sont des épiphénomènes?

Y. C. : Non, non, je pense que c'est tout à fait inhérent à la nature humaine, à la nature humaine actuelle en tout cas; elle peut se transformer. Je suis très surpris encore une fois par la grande organisation de l'humanité. La manière dont se gère ce corps de cinq milliards d'individus, sur un espace qui n'est pas immense, me frappe de la meilleure façon. Je trouve qu'elle s'en sort très bien, l'humanité. Elle a, et de plus en plus, un grand contrôle sur elle-même, notamment grâce aux organisations internationales.

Je ne veux pas être résolument, bêtement optimiste et à l'opposé de tous les mouvements pacifistes; bien au contraire, je partage tout à fait leur point de vue. Mais en considérant ces événements depuis une certaine altitude de vol et durant un temps suffisamment long, moi ça ne me frappe pas beaucoup ces petits coups de feu. Par rapport aux dimensions de la Terre, ce sont des égratignures. □

Pour en lire plus

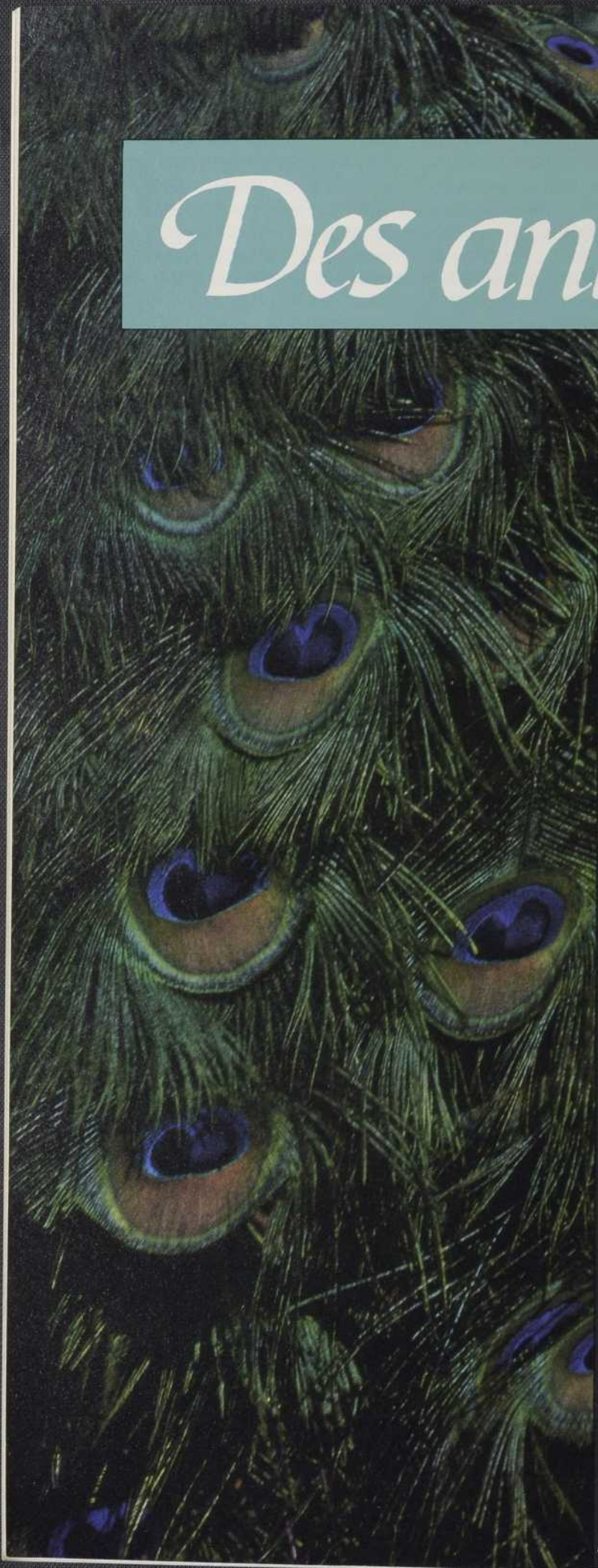
Yves Coppens, *Le singe, l'Afrique et l'homme*, Fayard, collection Le temps des sciences, Paris, 1984

Donald Johanson et Maitland Edey, *Lucy, une jeune femme de 3,5 millions d'années*, Robert Laffont, Paris

La Recherche, n° 165, avril 1985, «Les premiers habitants d'Éthiopie», par Jean Chavaillon.

Une femme ou deux, Film de Daniel Vigne (1985) dans lequel Yves Coppens a conseillé Gérard Depardieu qui joue le rôle d'un paléontologiste découvrant «la première Française»

Des animaux en bec



Un Tanysoptère à petit bec d'un bleu velouté.



3

4

1

bleu et vert

Comment expliquer ces bleus
et ces verts qui habillent
les oiseaux et les papillons?

Texte et photographies de ÈVE-LUCIE BOURQUE



ls semblent porter des habits de brocart, de satin, de velours: Ou encore, se parer de miroirs, de cristaux irisés. Le jeu de la lumière les transforme souvent en couleurs frémissantes.

Mais pourquoi ces animaux apparaissent-ils en bleu et en vert? Et pourquoi autant de nuances dans leur coloris? Le secret réside dans la structure même de leur «étoffe», soit les plumes chez l'oiseau et les écailles chez les papillons. Ces bleus et ces verts tirent leur origine, selon le cas, d'une recette chimique interne ou encore d'effets optiques expliqués par la physique.

LES GÉNÉRATEURS DE COULEURS

Il y a deux façons de générer la couleur. La première, c'est par l'intermédiaire de pigments. La seconde, c'est par l'interaction de la lumière avec la structure fine de la plume et de l'écaille.

Prenons tout d'abord la plume. De chaque côté de son axe principal se dressent les barbes, visibles à l'œil nu. À l'aide d'un microscope, on distingue les barbules, c'est-à-dire tout un réseau de minuscules tiges armées de crochets. Ces derniers assurent la cohésion des barbes entre elles.

Des pigments noirs, gris, bruns et beiges peuvent colorer ce réseau et, de ce fait, les plumes elles-mêmes. Toutefois, on n'y retrouve aucun pigment bleu, ce qui tend à prouver que le bleu possède une origine physique et non chimique. On dit que c'est une couleur optique, ou encore structurale, car elle est produite par l'interaction de la lumière à la surface et à travers la structure fine de la plume. En effet, la structure absorbe toutes les couleurs du spectre, sauf le bleu qu'elle réfléchit (photo 3). Lorsque ce bleu optique se combine à un pigment jaune, on obtient du vert (photo 4).



Les barbes (1) se dressent de chaque côté de l'axe principal de la plume. Les barbules (2), armés de crochets, assurent la cohésion des barbes entre elles.

La position de la source lumineuse met en évidence sur la queue du Couroucou la complexité du phénomène des couleurs (photos 3, 4).

Marthe Boisé



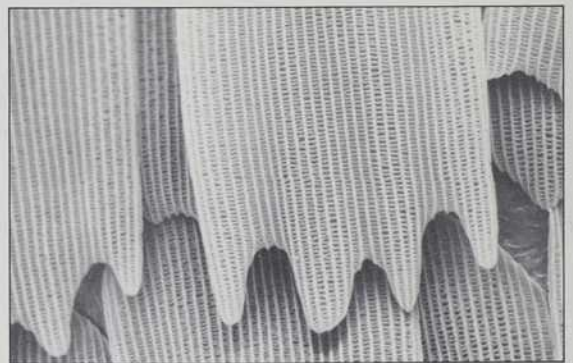
5



6

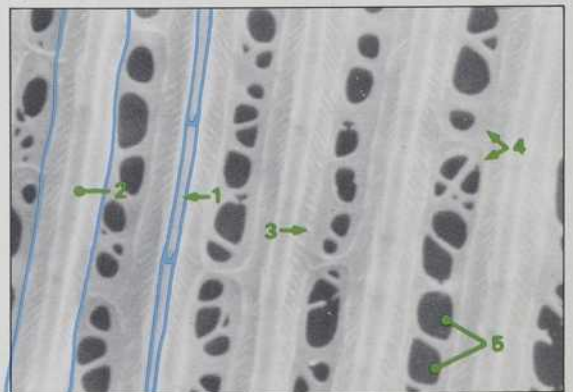


7



8

Jean-Paul Laplante



9

Section d'ailes iridescentes de l'*Ornithoptera priamus* vert et du *Morpho didius* (photo 5).

Le *Trogonoptera trojana* se transforme selon l'angle d'observation (photos 6, 7).

Les écailles du papillon se superposent comme des bardeaux. Des lignes verticales, en réseau, parcourent l'écaille: ce sont les rides (photo 8). Sur cette section fortement agrandie d'un certain type d'écaille, on aperçoit les lamelles (1) sur les rides (2), les parois des rides (3), les ponts (4) et les «fenêtres» (5) (photo 9).

La structure fine de la plume présente une conformation fondamentalement tubulaire. La modification de ces minitubes provoque les nuances des bleus et des verts, les rendant veloutés ou brillants. Ainsi, les aspérités présentes sur les barbes et barbules diffusent la lumière. Il en résulte des couleurs veloutées (photo 2). L'aplatissement et l'élargissement des barbes et barbules agiraient comme des réflecteurs, faisant ainsi briller les couleurs.

L'EFFET BULLE DE SAVON

Cependant, le nec plus ultra de la brillance provient des couleurs irisées comme celles de l'arc-en-ciel. Le chatouillement de certaines plumes chez le paon (photo 1) illustre bien le phénomène de l'iridescence. Il provient d'un type de réflexion encore plus spécialisé à la surface des barbes et barbules.

L'intérieur nacré d'un coquillage, la trace d'huile étalée sur l'asphalte ou encore la bulle de savon s'irisent sous la lumière. Un rayon de lumière blanche comprend toutes les couleurs du spectre. Au moment où ce rayon pénètre dans la couche transparente, il se décompose selon les différentes couleurs du spectre. Celles-ci sont alors déviées chacune à leur manière, puis se réfléchissent sur la membrane intérieure et ressortent sous certaines longueurs d'onde. La conformation de la mince couche réceptrice de lumière déterminera l'étendue des couleurs du spectre que l'on pourra admirer. Chez l'oiseau, l'iridescence résulte du réseau aplati des barbes et barbules et de la présence d'une mince pellicule.

De nombreuses espèces de papillons possèdent des écailles iridescentes. Dans le cas des Morphos, la disposition oblique de certaines structures sur les écailles et leur effet régulier d'empilement — comme de petites assiettes dans un lave-vaisselle — ne peuvent produire que du bleu. En effet, dans ce cas-ci, les couleurs ne se réfractent que selon un certain angle. Ces structures agissent, en effet, à la manière d'un prisme, ne pouvant produire qu'une

seule couleur et gardant prisonnières toutes les autres. Chez d'autres espèces, la modification de l'angle de ces structures fera apparaître d'autres couleurs.

L'iridescence des Morphos met en relief une particularité des couleurs optiques: la présence répétée et régulière de certains éléments entraîne la formation de ces couleurs. Pour cette raison et à condition de respecter cette configuration, pratiquement n'importe quelle partie de l'écaille peut produire de la couleur.

MIROIRS ET RÉFLECTEURS

Les plissements ou rides parallèles qui traversent l'écaille peuvent porter de véritables petits miroirs collecteurs; dans d'autres cas, ce sont les parois des rides qui réfléchiront la lumière; des «fenêtres», entre les rides, peuvent s'ouvrir sur l'intérieur de l'écaille. La lumière réagit alors spécifiquement avec ces éléments.

Chez les papillons, les verts et les bleus peuvent, par exemple, être produits par des pigments et par des processus physiques tels que décrits précédemment. La combinaison de pigments et d'iridescence peut aussi donner la nuance finale. De même, la superposition des écailles, à la manière de bardeaux, déterminera la couleur finale. Ainsi, chez les Morphos, le chevauchement d'écailles transparentes et d'autres opaques permet l'apparition d'effets colorés spéciaux. D'autres types d'écailles, opaques et équipées de miroirs sur les rides, produisent des couleurs encore plus brillantes.

Beaucoup de mécanismes interviennent dans la création de la couleur. Les recherches en microscopie électronique vont bon train pour cerner les générateurs de couleur et comprendre leurs subtils mécanismes. Peu à peu, se précise le délicat puzzle des transformateurs de lumière. □

De haut en bas, *Morpho neopteleus*, *didius* et *sulkowskyi*.



QUE MANGEREZ-VOUS EN L'AN 2000?

**Les mets que l'on mangera en l'an 2000,
bien que présentés sous une apparence
qui nous est familière,
auront une composition tout à fait différente**

FRANÇOIS GOULET

Comme plat principal, nous vous offrons aujourd'hui le choix entre le poulet cloné et le poulet protéique. À moins que vous ne préfériez le pâté de protéines d'organismes unicellulaires, garanti 100 % naturel!

Ce menu vous dégoûte-t-il? C'est peut-être celui que nous réserve l'avenir. Les chefs qui le proposent travaillent moins dans des cuisines qu'en usines et laboratoires. Pour abaisser ses coûts, l'industrie agro-alimentaire veut produire des plantes et animaux croissant plus rapidement, quand elle ne cherche pas tout simplement à les remplacer par des imitations. *Québec Science* est allé fouiller dans les chaudrons pour savoir ce qu'il y aura à dîner dans 20 ans.

LA POULE QUI RÊVE D'ÊTRE GROSSE COMME UN BŒUF

Le mot clé est, bien sûr, biotechnologie. Les efforts de la recherche dans ce domaine sont considérables. Mais il y a loin de la coupe aux lèvres. Il est souvent question des tentatives pour rendre les végétaux capables de fixer l'azote présent dans l'atmosphère.



Moins connues peut-être sont les manipulations génétiques sur les animaux d'élevage. L'objectif ici est emprunté à la terminologie des gestionnaires: la *productivité* du bétail doit augmenter.

Au collège McDonald de l'Université McGill, le docteur Urs Kuhnlein, professeur de zootechnie, travaille à cet objectif. Il a reçu 440 000 \$ du Conseil de recherches en sciences naturelles et en génie du Canada et 130 000 \$ de Shaver Poultry Breeding Farms, considérée comme une des meilleures entreprises d'élevage de volailles au monde, pour «améliorer la productivité» des poulets. Pour y arriver, il veut introduire dans leurs cellules reproductrices des gènes exprimant la résistance à la maladie et la croissance.

«Je dois d'abord mettre au point une méthode pour transférer dans la volaille les gènes clonés», explique le docteur Kuhnlein. Une telle méthode existe déjà pour des mammifères. En effet, une équipe de chercheurs des Universités de Pennsylvanie et de l'État de Washington a annoncé en juin dernier, dans la revue *Nature*, qu'elle avait réussi à introduire par micro-injection le gène de la croissance dans le noyau d'ovules de lapin, de mouton et de porc. Pour ce faire, les chercheurs ont travaillé à vue, utilisant des techniques complexes de microscopie. Pour réaliser la même performance, le docteur Kuhnlein doit travailler à l'aveuglette, le noyau de l'ovule de poule étant plus opaque et masqué par la coquille, ce qui rend la tâche plus difficile et plus délicate.

Théoriquement, de telles manipulations génétiques pourraient produire des animaux plus gros, et cela plus rapidement et avec moins de nourriture. Toutefois, le docteur Kuhnlein garde les pieds sur terre. «Les éleveurs ont déjà fait des miracles au cours des siècles; le poulet moderne est extrêmement éloigné de ses ancêtres», dit-il, en précisant que les résultats des recherches ne sont pas garantis.

Les éleveurs ont effectivement fait de grands progrès, même sans l'aide de la biotechnologie. En 1950,



McGill Reporter

Le projet du docteur Urs Kuhnlein, de l'Université McGill: améliorer la productivité des poulets en utilisant la manipulation génétique.

la production de 1,6 kilogramme de poulet à griller nécessitait 13 semaines et 5,6 kilogrammes de moulée. Aujourd'hui, il faut 7 semaines et 3,1 kilogrammes de moulée pour obtenir le même résultat. Quant aux poules pondeuses, elles sont passées de 180 œufs par année et 12 œufs par 3 kilogrammes de moulée en 1960 à 250 œufs par année et 12 œufs par 1,7 kilogramme de moulée en 1985.

Produire plus et en moins de temps: un objectif qui mobilise l'industrie de l'élevage

Et advenant que le génie génétique puisse faire mieux et créer une poule grosse comme un bœuf, ou un bœuf gros comme un éléphant, le docteur Kuhnlein laisse entendre qu'il faudra encore de longues recherches pour vérifier notamment les taux d'hormones stéroïdes dans les viandes génétiquement manipulées. Selon lui, l'ingénieur généticien est un peu comme un maçon qui «place une autre brique dans un édifice, espérant que l'ensemble va toujours tenir». Or, il semble que l'édifice puisse avoir des problèmes de structure. Il rapporte que des souris aux-

quelles on avait injecté l'hormone de croissance ont développé des troubles de fertilité. C'est moins grave que d'être cancérogène, me direz-vous, mais c'est quand même bien embêtant pour un industriel qui veut que son «unité de travail transmette sa productivité à d'autres unités de travail».

UNE DINDE SANS VIANDE

En attendant de goûter aux radis gros comme des pastèques et au gigot d'escargot que nous laissent espérer les manipulations génétiques, verrons-nous dans notre assiette les substituts de viandes? On connaît déjà le surimi, pâte de poisson qui peut être façonnée pour imiter le crabe ou les pétoncles (voir «Fruits de mer «Made in Japan»», dans *Québec Science*, mars 1985). Mais, selon les experts, le véritable substitut sera plutôt celui où des protéines végétales ou dérivées de produits laitiers remplaceront les protéines animales.

Dans le *Figaro Magazine* du 22 décembre 1985, un chercheur de la firme française Sanofi présente cette recette de simulacre de carotte: «Une pincée de gélatine, un zeste de carotène, une cuillerée de pectine et le tour est joué!» Dans le même article, on présente une dinde sans la moindre parcelle de viande. Le produit est vendu en Grande-Bretagne depuis deux ans sous le nom commercial de mycoprotéine par la compagnie Rank-Hovis and McDougal. Il s'agit d'une pâte de protéines produites par des bactéries, mise en forme et aromatisée grâce à des agents de saveur. On les appelle aussi protéines d'organismes unicellulaires, ou P.O.U.

Les bactéries peuvent recycler en protéines une multitude de résidus agro-alimentaires: pelures de patates, eaux de fermentation de brasseries et distilleries. «En théorie, les P.O.U. peuvent être produites de façon très économique, en grandes quantités dans des volumes relativement restreints», estime le docteur Ken Gregory, recteur du département de microbiologie de l'Université de Guelph, en Ontario. Il s'intéresse justement à la production de P.O.U.



Eve-Lucie Bourque

Certains magasins d'aliments naturels offrent déjà des saucisses, du bœuf haché et du «smoked meat» végétariens. On utilise principalement le tofu (fèves de soya) dans leur fabrication.

pour consommation animale à partir du manioc. Une autre équipe de cette université considère le potentiel du petit lait, résidu de la fabrication de fromage.

Ce genre de produit va-t-il se généraliser? «La recherche sur les substituts est enthousiasmante du point de vue technique, mais ça ne veut pas dire que tous ces produits ont une place sur le marché», déclare le docteur Ron Wasik, consultant et chroniqueur scientifique pour la revue *Food in Canada*.

Il rappelle que, dans les années 60, le soya était présenté comme le successeur de la viande. «Même si on pouvait donner à ce succédané le nom de viande hachée, ça ne goûtait pas la viande hachée», explique-t-il. Bien que les recherches sur les saveurs, couleurs et arômes artificiels aient fait de grands progrès depuis, il croit que l'abondance et le bas prix relatif des «originaux» rendent les substituts peu attrayants.

«Ça ne pourrait être généralisé», confirme Laurent Savoie, professeur-chercheur au département de nutrition humaine de l'Université Laval. Il fait remarquer que si des imitations comme le surimi se vendent, c'est

Leur attrait est à la mesure de leur coût et de leur goût

qu'elles sont beaucoup moins chères que le crabe et les pétoncles qu'elles remplacent.

Laurent Savoie trouve plus d'intérêt à l'utilisation de protéines comme supplément dans d'autres préparations alimentaires. Il s'intéresse notamment au lactosérum dans le petit lait. Chaque année, 1,5 million de kilogrammes de petit lait, riche en protéines, sont produits par les producteurs canadiens de fromage; 35% de cette production doit être jetée parce qu'on ne lui trouve aucune utilisation.

Laurent Savoie étudie, entre autres, la possibilité d'ajouter les protéines de lactosérum à la farine. On pourrait ainsi créer des gâteaux «nourissants», fournissant un apport protéique. Les protéines tirées du petit lait pourraient aussi être ajoutées aux formules pour bébé et aux mets préparés auxquels les experts prédisent une grande popularité dans l'avenir, tant au restaurant qu'à la maison.

DES HABITUDES TENACES

Si nous levons le nez sur les P.O.U., ceux qui sont démunis pourront, eux, les trouver intéressants. La possibilité d'en obtenir une quantité industrielle à partir de résidus abondants laisse entrevoir des applications pour l'aide alimentaire aux pays en voie de développement, là où près de 90% de la population souffre d'une carence en protéines.

Mais pour lui trouver des applications dans le Tiers-Monde aussi bien qu'ici, il faudra modeler cette pâte de protéines pour lui donner une forme, une couleur, un goût et une texture qu'accepteront les consommateurs. Car tous les experts le reconnaissent, l'alimentation a de profonds fondements culturels.

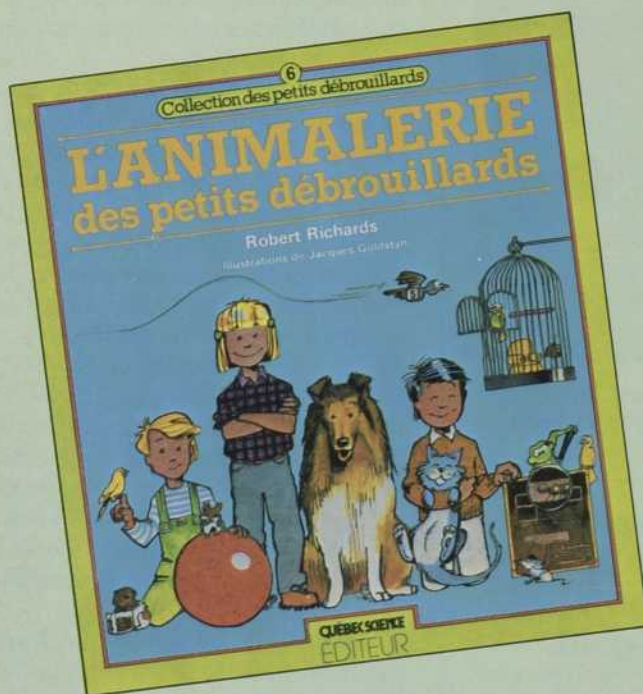
«Les habitudes alimentaires sont très difficiles à changer», explique Esther Mongeau, diététiste enseignant à l'Université de Montréal. «À preuve, les immigrants modifient leurs habitudes vestimentaires et même leur langue avant de changer quelque chose à leur alimentation», ajoute-t-elle.

Par contre, en conservant leurs habitudes alimentaires, les immigrants ont modifié les nôtres. Et d'une façon plus générale, toujours selon Mme Mongeau, c'est l'information sur les produits ainsi que la disponibilité de ces derniers qui font évoluer nos habitudes alimentaires, toujours selon Mme Mongeau.

Somme toute, notre assiette devrait être sensiblement la même dans 20 ans. Les suppléments protéiques vont faire une apparition discrète dans les soupes, sauces et plats préparés. Quant aux croisements fraise-citrouille et autres fantasmes d'agriculteurs-industriels-laborantins, ils n'auront de viabilité économique que dans la mesure où ils plairont. Car c'est là une des conclusions du *Figaro Magazine*, le plaisir de la table demeure au centre des préoccupations de la recherche. Pour nous, Occidentaux, qui consommons en moyenne deux fois notre lot de protéines, cette conclusion venant du pays de Bocuse est à la fois rassurante et dérangeante. □

Une nouvelle parution
dans

LA COLLECTION DES PETITS DÉBROUILLARDS



**L'Animalerie
des petits débrouillards**
par Robert Richards,
adjoint du professeur *Scientifex*
Illustrations de Jacques Goldstyn
96 pages, 8,95 \$



Un animal peut être un excellent compagnon pour un(e) petit(e) débrouillard(e)... à condition de faire un bon choix, et de connaître à l'avance les soins que demandera son futur ami.

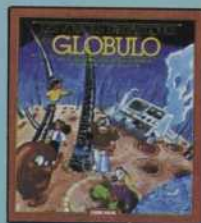
Dans l'Animalerie, l'adjoint du professeur Scientifex, Robert Richards, dresse un portrait des principaux animaux pouvant agrémenter la vie des petits débrouillards : le chat, le chien, le cobaye, le hamster, la souris, le serin, la perruche et le pinson.

Ses informations précises et ses judicieux conseils leur permettront d'assumer pleinement, et avec beaucoup de plaisir, la responsabilité que représente la possession d'un animal.

DANS LA MÊME COLLECTION



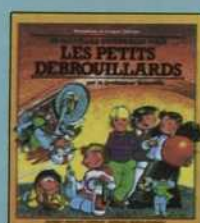
Le petit débrouillard
128 pages, 11,95 \$



**Les voyages
fantastiques
de Globulo**
104 pages, 12,95 \$



**Jardinez avec le
professeur Scientifex**
148 pages, 12,95 \$



**66 nouvelles expériences
pour LES PETITS
DÉBROUILLARDS**
144 pages, 12,95 \$



Encore des expériences!
120 pages, 12,95 \$

Ces livres sont disponibles dans les LIBRAIRIES. Pour les régions non desservies, commander à :
Québec Science Éditeur, C.P. 250, Sillery, Québec G1T 2R1 Tél. : 657-3551, poste 2860
Joindre votre paiement en incluant 1,75 \$ pour les frais d'expédition

L'HORMONE DU CŒUR VA DE L'AVANT

Le docteur Marc Cantin n'en revient pas encore: trois ans après que son équipe de l'Institut de recherches cliniques de Montréal eut réussi à isoler et synthétiser l'ANF — une hormone produite par les oreillettes du cœur et qui joue un rôle de premier plan dans le contrôle de la tension artérielle —, c'est par centaines que les chercheurs se sont rués sur cette découverte. Objectif: trouver un remède à l'hypertension, ce mal qui afflige 20% des habitants de la planète, et contribuer au traitement de différentes autres affections, telles que les œdèmes et les insuffisances cardiaques, les problèmes de rétention d'eau et de sodium, etc.

La recherche évolue à un rythme effréné, constate Marc Cantin à l'issue d'une conférence internationale qui a réuni quelque 250 spécialistes au début de mars, à Montréal. Mais il faudra attendre au moins cinq ou dix ans avant qu'un éventuel médicament soit tiré de cette découverte.

L'ANF, c'est l'abréviation de *Atrial natriuretic factor*, ou facteur natriurétique des oreillettes. La découverte de cette hormone a élevé le cœur, jusqu'alors reconnu uniquement pour ses fonctions mécaniques, au rang de glande endocrine.

Dès 1981, les chercheurs constataient que l'injection d'extraits d'oreillettes du cœur à des rats provoquait une excrétion rapide, massive et de courte durée d'eau et de sodium, ainsi qu'une baisse de la tension sanguine.

Deux ans plus tard, le groupe de recherche sur l'hypertension dirigé par Marc Cantin marquait une première mondiale en isolant une peptide dans les grains de sécrétion des oreillettes et en déchiffrant sa com-

position. On confirmait du même coup l'effet diurétique et vasorelaxateur.

Depuis lors, les chercheurs ont réussi à mieux cerner la «personnalité» de l'ANF et à établir avec certitude que les effets observés chez les rats s'appliquent aussi aux humains.

«L'ANF n'est pas une hormone comme les autres, précise le docteur Cantin, en ce sens qu'elle agit sur plusieurs organes cibles, et non pas sur un seul comme c'est généralement le cas.» Ainsi, des récepteurs du peptide ont été localisés dans les vaisseaux sanguins, sur la glande surrénale et sur l'hypophyse. De plus, un composé semblable à l'ANF a été décelé dans les neurones qui régulent les fonctions cardio-vasculaires. Cette particularité complique le cheminement des recherches, mais ouvre également des perspectives thérapeutiques d'autant plus intéressantes.

Le principal mystère de l'ANF tient cependant à sa structure et à son comportement biochimique. Le peptide, qui se dessine à l'origine comme une chaîne de 126 acides aminés, n'en contient plus que 28 une fois qu'il est libéré dans le sang. Cette découverte, dont il a été beaucoup question lors de la conférence de Montréal, suscite pour le moment plus de questions qu'elle n'apporte de réponses.

Actuellement, on ne connaît ni le lieu où se produit ce «clivage», ni l'enzyme qui en est responsable. Or, si l'on parvient à identifier et à comprendre cette enzyme, on pourra envisager de l'activer ou de l'inhiber pour des fins thérapeutiques. Cette avenue paraît prometteuse dans la mesure où, comme le mentionne le chercheur montréalais, il est souvent

plus facile d'agir sur une enzyme que sur une hormone.

Plusieurs laboratoires, dont celui du docteur Cantin, s'emploient par ailleurs à mettre au point des «analogues» de l'ANF, c'est-à-dire des composés de structure semblable qui réagiraient avec le récepteur du peptide, mais qui seraient plus résistants à la destruction métabolique. «Il s'agit en somme de trouver la clé (composé analogue à l'ANF) qui conviendra le mieux à la serrure (récepteur)», explique le chercheur.

L'Institut de recherches cliniques vient d'ailleurs de signer une entente de deux ans avec Bio-Méga, une firme spécialisée en biotechnologie, pour développer un tel produit. Ce projet d'un million de dollars, financé par le Conseil national de recherches du Canada, empruntera la voie de la manipulation des gènes synthétiques de l'ANF.

La course au médicament-miracle est engagée entre les chercheurs canadiens, américains, japonais, finlandais et plusieurs autres. Parallèlement, on tente de mieux comprendre le fonctionnement de «l'hormone du cœur» et de ses interactions avec l'ensemble de l'organisme.

Et à cet égard, le Canada accuse maintenant un retard d'au moins neuf mois, en raison de «la lenteur et de la complexité de notre système d'autorisation des expériences cliniques», déplore le docteur Cantin. Son équipe attend actuellement le feu vert fédéral pour commencer des essais cliniques auprès d'un groupe de patients souffrant d'œdème cardiaque en phase terminale.

Agnès Gruda

DANS L'OMBRE DE HALLEY

(D'après APN) Au moment où les sondes soviétiques Vega I et II croisaient la comète de Halley, en mars dernier, les scientifiques soviétiques publiaient les premiers résultats des ballons-sondes largués sur Vénus par le couple Vega. Les deux sondes ont pour la première fois mesuré la teneur des particules dans les couches profondes des nuages. Entre 63 et 48 kilomètres d'altitude, l'atmosphère vénusienne contient un milligramme d'acide sulfurique par mètre cube. Cet acide y tiendrait le même rôle que l'eau dans nos nuages. Les nuages vénusiens contiennent également du soufre — ce qui expliquerait leur couleur jaunâtre —, du chlore et du phosphore. En 1975, les sondes soviétiques Vénéra 9 et 10 avaient constaté que la densité optique diminuait brusquement à une altitude inférieure



Novosti

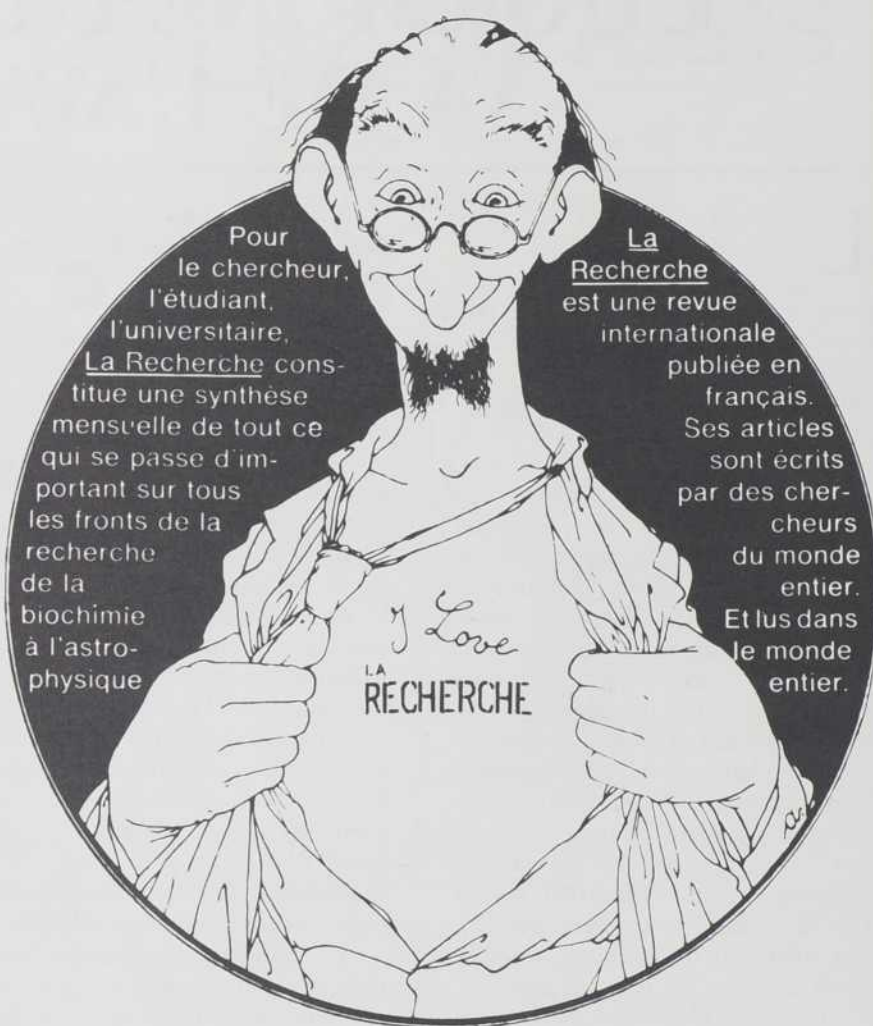
à 48 kilomètres. Véga a, pour sa part, enregistré le même phénomène mais cette fois à 35 kilomètres, laissant supposer que les caractéristiques nuageuses de Vénus ont subi d'importants changements.

INFOPUQ vous offre un service de courrier électronique sans pareil.

Un texte d'une page que vous envoyez à un autre utilisateur d'INFOPUQ est aussitôt disponible pour votre correspondant et cela vous coûte moins cher qu'une lettre qui arrivera deux jours plus tard par la poste.

Informez-vous sur INFOPUQ!
Tél.: (418) 657-3551
ou 1-800-463-4799

La Recherche a des lecteurs dans 83 pays: pourquoi pas vous?



Offre spéciale *

Je désire souscrire un abonnement d'un an (11 nos) à la Recherche au tarif de 36 dollars canadiens au lieu de 44 dollars.

nom _____

adresse _____

pays _____

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

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

AU MENU: SCARABÉES SAUCE TOMATE

Nourrir les affamés de la terre avec des insectes: tel est le «menu-miracle» que propose un scientifique montréalais au milliard d'êtres humains souffrant de faim ou de malnutrition. Les petites créatures invertébrées «pourraient facilement remplir les besoins en protéines animales de la population mondiale», soutient Robert Kok, 38 ans, du département d'ingénierie animale de l'Université McGill.

Certaines punaises contiendraient ainsi plus de phosphore que les haricots ou les lentilles; une fourmi serait plus riche en protéines qu'un poulet ou un porc et renfermerait (pour un poids équivalent) plus de calories qu'un poisson séché. Kok rappelle que les insectes ont depuis la nuit des temps — directement ou non — occupé une «place de choix» dans l'alimentation de l'homme. «Et ils sont toujours prisés dans de nombreux pays en développement», explique le chercheur d'origine néerlandaise qui, bon an, mal an, savoure ses 60 000 insectes en les mélangeant à du riz, à de la sauce à spaghetti ou encore à la semoule de son couscous.

Dans le sud-est du Mexique, rappelle-t-on, une firme française achète aux paysans de l'Oaxaca des œufs de fourmis, des larves d'abeilles et des vers de terre blancs et les vend ensuite à des chocolateries de l'Hexagone.

Du million d'espèces d'insectes connues dans le monde, le scarabée est, de loin, le «cobaye préféré» du docteur

Kok «parce qu'il est docile, qu'il n'est pas horrible à voir et qu'il est très appétissant». Cuit ou cru, frais ou congelé, le scarabée renfermerait une mine de protéines, ferait admirablement fi des parasites et des microbes de toutes sortes et, «contrairement à la plupart des animaux de ferme, n'est pas gourmand».

Sur sa «ferme» (un laboratoire minuscule) de Sainte-Anne-de-Bellevue, à une vingtaine de kilomètres au sud de Montréal, Robert Kok élève plusieurs millions de pupes (stade intermédiaire entre la larve et la nymphe) de scarabées. Selon lui, quelque 100 000 coléoptères pourraient fournir un kilogramme de protéines. «Imaginez un peu, déclare-t-il rêveur, une ferme de 12 hectares sur laquelle vivraient deux trillions d'insectes. Vous pourriez alors facilement en retirer 20 millions de kilogrammes de protéines, assez pour donner à un milliard d'êtres humains la moitié des protéines dont ils ont quotidiennement besoin.»

Afin de ne plus avoir «mauvaise presse» auprès du public et de faire partie du

menu quotidien des «ventres creux de la terre», l'insecte «idéal» devrait, affirme Kok, répondre aux critères suivants: être «physiquement attirant»; avoir des matières fécales non toxiques; avoir une carapace douce et très peu de poils; se reproduire n'importe où, facilement et rapidement; et être riche en protéines.

Le chercheur soutient que les insectes peuvent même être nourris avec «les journaux que vous lisez quotidiennement». «La cellulose est très prisée des insectes», indique-t-il.

En plus de vouloir nourrir les affamés de la terre avec ses animaux préférés, Kok souhaite également que les menus des colonisateurs de l'espace fassent une place de choix aux petites créatures invertébrées. «Dans une station orbitale, il est plus facile de tuer 10 000 scarabées pour avoir de la viande fraîche que d'abattre une vache», déclare-t-il en souriant.

Mais si les archiptères, coléoptères, diptères, lépidoptères et autres groupes d'insectes constituent une bonne source de protéines, le seul «hic» — et il est de taille — reste leur élevage à l'échelle industrielle. «La technologie pour élever, nourrir, abattre sur une grande échelle des insectes comestibles n'existe malheureusement pas et ne risque pas de voir le jour avant une bonne dizaine d'années», affirme le chercheur de McGill. Peu de recherches ont été consacrées dans le monde à la valeur alimentaire des insectes et à leur exploitation commerciale. «Après dix ans de lutte, je n'arrive toujours pas à décrocher des fonds gouvernementaux pour poursuivre mes recherches», se plaint Robert Kok.

Bien que sa facilité d'adaptation au milieu ambiant, et même aux phénomènes de pollution, en fasse un produit alimentaire quasiment inépuisable, l'insecte est toujours boudé par les palais occidentaux. «Si nous ne voulons pas nous débarrasser de nos préjugés culinaires, pensons au moins aux populations du Tiers-Monde.»

Antoine Char



L'APPEL DE L'ÉLÉPHANT

(D'après *New York Times*) Les éléphants émettent des sons de basse fréquence inaudibles pour une oreille humaine.



Jacques Prescott

Ils s'en serviraient pour communiquer entre eux sur les courtes aussi bien que les longues distances. Les sons émergeraient d'un point situé sur le front de l'animal, qui, ont remarqué les chercheurs, vibre au même moment où l'animal émet ses infrasons. Les sons enregistrés ont des fréquences de 14 à 24 hertz alors que l'oreille humaine peut entendre des sons de 20 à 20 000 hertz. C'est la première fois que ce phénomène est observé chez les mammifères terrestres.

UN UNIVERS DE BULLES

(D'après *AFP*) Selon des chercheurs de l'Université Harvard, les galaxies reposeraient sur de gigantesques «bulles». Dans le passé, on croyait plutôt que les galaxies étaient réparties dans l'univers sous forme de pelotes et de filaments. La nouvelle étude laisse supposer que l'univers serait constitué d'immenses vides sur le pourtour desquels se répartiraient les galaxies. Ces «bulles» rempliraient l'univers à la façon de bulles de savon dans un évier. Une de ces «bulles», le vide de Bootes, avait déjà été identifiée, mais on pensait alors qu'il s'agissait d'un phénomène isolé.

DU PÉTROLE EN TOUTE SÉCURITÉ

Le 15 février 1982, l'installation de forage semi-submersible *Ocean Ranger* sombrait au large de Terre-Neuve. Bilan: 84 morts; aucun survivant. L'une des principales causes de la mort de l'équipage: l'insuffisance des moyens d'évacuation par mer.

À la suite des recommandations contenues dans le rapport de la Commission royale d'enquête sur le naufrage de l'*Ocean Ranger*, le gouvernement et l'industrie pétrolière et gazière ont uni leurs efforts afin d'améliorer la sécurité des travailleurs sur les plates-formes de forage. Ces efforts ont abouti en 1985 à la conception et à la fabrication d'un nouveau modèle de tourelle de plongée qui permettra aux plongeurs de prendre eux-mêmes les commandes lorsque la tourelle échappera au contrôle du «navire-support». Les descentes ou les remontées trop rapides qui ont causé la mort de plusieurs plongeurs seront ainsi évitées.

Parallèlement à ce projet, l'Administration du pétrole et du gaz des Terres du Canada (APGTC), un organisme du ministre de l'Énergie, des Mines et des Ressources (EMR) et du ministère des Affaires indiennes et du Nord canadien (MAIN), a participé à la fabrication du premier prototype grandeur nature du système «PROD» (PREFERRED Orientation and Displacement Lifecraft Launching System). Il s'agit d'un nouveau système de mise à l'eau d'embarcations de sauvetage lors de l'évacuation d'une installation de forage.

Le fonctionnement du système «PROD» suit un principe relativement simple. Un targon de 80 pieds (poutre mobile d'un navire, perpendiculaire à la coque, sur laquelle on amarre les embarcations de sauvetage) est maintenu par un tolet et une charnière aux postes d'évacuation par embarcations de sauvetage. Le targon est incliné à 45 degrés au-dessus de la surface de l'eau. Un câble de guidage relie la proue de l'embarcation à l'extrémité du targon. Lors de la descente de l'embarcation, le targon s'abaisse jusqu'à l'horizontale. La tension exercée par le câble de guidage à mesure que l'embarcation est descendue au moyen des câbles de mise à l'eau fait incurver le targon comme une canne à pêche. L'embarcation pivote de 90 degrés et se retrouve ainsi perpendiculaire à la plate-forme de forage (cette position oriente déjà l'embarcation vers le large pour lui éviter de se fracasser contre la paroi de l'installation). Dès que la coque de l'embarcation est immergée dans 30 à 45 cm d'eau, les câbles de mise à l'eau sont automatiquement libérés. Le targon se détend alors pour reprendre sa position rectiligne initiale et repousse l'embarcation vers le large. Le câble de guidage est à son tour libéré dès que l'embarcation passe sous l'extrémité du targon. Grâce au système «PROD», l'équipage de l'embarcation de sauvetage n'a pas à se livrer à des manœuvres difficiles à proximité de l'installation de forage pendant l'évacuation.

En novembre et décembre 1985, des essais d'évaluation du système «PROD» ont été effectués au large de Terre-Neuve sous la supervision du comité technique «PROD» composé de représentants du gouvernement et de l'industrie pétrolière. Un agent de la Garde côtière canadienne a également assisté aux essais au nom du gouvernement fédéral. Ces essais constituaient la première des trois phases du projet de recherche sur le système «PROD». En tout, dix-sept essais ont été effectués à partir de l'installation de forage Bow Drill 3. Mis tout d'abord à l'épreuve en mer calme, le système «PROD» fut ensuite évalué en mer agitée et par grands vents. Les essais furent des plus convaincants. Dès que le rapport sur la première phase du projet sera disponible, on procédera à la réalisation des phases deux et trois.

Le projet «PROD» est une des nombreuses initiatives de l'APGTC en vue d'améliorer la sécurité des travailleurs à bord des installations de forage. Actuellement, l'APGTC participe à la mise au point d'une petite «boîte noire» semblable à celle que l'on utilise dans les avions. Le gouvernement canadien tient à participer aux progrès technologiques pouvant assurer une meilleure sécurité aux travailleurs en mer. Ainsi, le Groupe interministériel de recherche et développement énergétique, organisme dont le secrétariat relève d'EMR, a versé 175 000 \$ à l'APGTC pour aider à financer la première phase du projet «PROD». Cette somme représente 45% des fonds affectés à cette première phase.

Pour plus de renseignements sur le système «PROD» de mise à l'eau des embarcations de sauvetage, s'adresser à:

Communications EMR

580, rue Booth
OTTAWA (Ontario)
K1A 0E4
(613) 995-3065

ou

**Direction de la protection de
l'environnement**

APGTC
355, chemin River
OTTAWA (Ontario)
K1A 0E4
(613) 993-3760

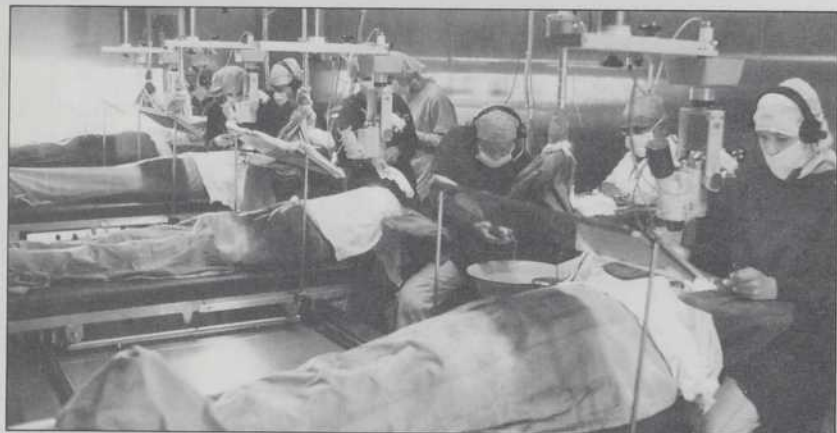


**Énergie, Mines et
Ressources Canada**

**Energy, Mines and
Resources Canada**

Canada

NOUVEAUX REGARDS À LA CHAÎNE



Novosti

(D'après APN) Aimeriez-vous vous retrouver sur une table d'opération qui, en moins de cinq minutes, passe devant cinq chirurgiens ophtalmologistes? Inquiétant, n'est-ce pas? C'est pourtant un nouveau système d'opération utilisé à l'Institut de microchirurgie de l'œil de Moscou, haut lieu de l'ophtalmologie mondiale. Le bloc opératoire compte cinq tables qui se déplacent d'un chirurgien à l'autre. Chacun exécute une étape de l'opération selon des méthodes très précises, avec des instruments modernes comme le laser et les ultrasons. La chaîne permet de pratiquer chaque jour de 80 à 120 opérations au lieu des 30 ou 35 avec le système traditionnel. Elle est toutefois réservée aux cas typiques qui ne présentent pas de complications. On y effectue des opérations correctrices de la myopie, de la cataracte et du glaucome (voir «Un remède à la myopie?» *Québec Science*, juillet 1985).

RAQUETTES «HIGH TECH»

Le nouveau «look» sur les courts de tennis, c'est d'avoir une raquette à cadre carré, ovale ou à cinq côtés, construite avec des fibres conçues pour la navette spatiale et dont le manche cache un ingénieux mécanisme qui permet de contrôler la tension du tamis.

La raquette de bois traditionnelle, vieille de plus d'un siècle, n'avait pratiquement pas changé d'apparence avant d'être complètement transformée par les grands manufacturiers tels que Wilson, Prince ou Dunlop. Grâce à la conception assistée par ordinateur et à de nouveaux matériaux développés par l'industrie aéro-

spatiale tels que le kevlar ou le boron, les nouvelles raquettes de tennis sont désormais de véritables bijoux de la *High Tech*.

C'est avec la mise en marché de la première raquette métallique en 1967 que débute le nouvel âge de la raquette. En 1974, plusieurs nouveaux modèles seront lancés: la raquette en fibre de verre, puis celle à grand tamis et, enfin, la raquette «composite» combinant plusieurs fibres à la fois, véritable révolution de l'industrie. Depuis ce temps, les manufacturiers rivalisent d'ingéniosité afin de trouver les meilleures combinaisons de fibres de plus en

plus légères, résistantes et insensibles aux vibrations.

C'est ainsi que la firme Yamaha lançait l'an dernier une raquette ultralégère composée de céramique, de graphite, de fibres de verre, de boron et de kevlar, tandis que la compagnie Wilson proposait un nouveau modèle construit uniquement à base de céramique. Cette firme utilise la conception assistée par ordinateur afin de produire des raquettes plus robustes et plus maniables sans passer par le long et coûteux processus des maquettes et des tests de matériaux.

D'autres recherches américaines ont conduit à une étonnante découverte: en modifiant l'équilibre de la raquette et en augmentant la surface de cordage, on parvient à rapprocher ou même à regrouper les trois centres d'impact du tamis, ce qui contribue à une amélioration sensible des performances de l'instrument. On avait cru jusqu'à maintenant qu'il n'existait qu'un seul point d'impact idéal (*sweet spot*, là où converge la tension des boyaux) sur une raquette.

La dernière prouesse industrielle concerne les techniques de tension du cordage. Qu'ils soient synthétiques ou naturels, les boyaux d'une raquette ont tendance à se relâcher au fil des matchs. Or, la compagnie MacGregor a lancé une raquette dont le cordage est composé de deux longs boyaux dont les extrémités sont reliées à une vis taraudée située dans le manche. Ce système permet, sur le terrain, d'ajuster la tension de son cordage en fonction du jeu que l'on veut adopter ou de la surface du court.

Les fabricants d'équipements sportifs nous réservent d'autres surprises: des raquettes avec des poignées synthétiques et automoulantes qui copient la forme de la main, et puis surtout les raquettes jetables, moulées d'un seul morceau y compris le tamis, et que l'on jetterait dès la moindre cassure d'un boyau. «Shocking!», diraient sans doute les dignes pionniers de Wimbledon du début du siècle.

Bernard Duchesne

BOÎTE À LIVRES

N O U S A V O N S L U P O U R V O U S



EN INFORMATIQUE

La qualité des livres sur la micro-informatique publiés au cours des quatre derniers mois est très variable. On peut classer parmi les livres de qualité *Les ordinateurs qui parlent*, *Guide du PC* et *Programmer, c'est pas sorcier*. Le premier (écrit par Michel et Jean Gubert, Belin/Sciences, Paris, 1986, 341 pages, 29,95\$) est intéressant; destiné à un lecteur averti ou étudiant, il donne une bonne idée de l'état actuel des recherches dans le domaine de la synthèse de la parole.



Le *Guide du PC* (Lon Poole, éditions Modulo, Montréal, et Belin, Paris, 1985, 348 pages, 25\$), lui, sera bien reçu par les utilisateurs de ce type d'appareil car il comble un vide dans la documentation disponible pour les IBM-PC: il est clair et complet, avec des exemples bien choisis. Quant à *Programmer, c'est pas sorcier* (Gary W. Orwig et Williams S. Hodge, Modulo, Montréal, et Belin, Paris, 1985,

172 pages, 15\$), il est justement fait pour ceux qui n'ont pas vraiment envie d'apprendre la programmation, c'est-à-dire la majorité des gens qui se servent d'ordinateurs. Ce livre propose le listage de 25 logiciels éducatifs et pratiques pour PC et compatibles, que l'on n'a qu'à dactylographier avant de pouvoir s'en servir. Si l'idée n'est pas nouvelle, elle n'est pas assez exploitée cependant.

Les deux livres suivants atteignent juste la moyenne: *Le LOGO en français sur Commodore 64* (Y. Auger, G. Barot et P. Leroux, éditions Magnard/FM, Montréal, 224 pages, 19,95\$) et *Logibul au pays de l'informatique* (Sheila Dvorchik et Lesley Wasylenki, éditions Modulo et Belin, 1985, 134 pages, 12\$). Le premier consiste en une série de procédures LOGO qui permettent au programmeur en ce langage d'arriver plus facilement à ses fins, sans avoir trop à réfléchir. C'est avant tout un manuel scolaire qui peut servir surtout à des professeurs qui doivent enseigner le LOGO à leurs élèves. Le second, *Logibul au pays de l'informatique*, est la version PC d'IBM d'un livre touffu et peu didactique qui se voudrait un outil d'apprentissage facile et distrayant de la programmation sur PC.

Quant au livre *Le pirate de l'informatique* (Cedic/Nathan, Paris, Leméac, Montréal, 1986, 191 pages, 19,95\$), il est banal. On a voulu profiter du passé «cracker» du jeune auteur pour en faire un soi-disant expert en sécurité informatique. Et on se rend compte qu'il ne connaît pas grand-chose dans ce domaine et qu'il prend les spécialistes en sécurité informatique pour les derniers des idiots. À part quelques trucs que l'on savait déjà, en particulier par d'autres livres sur le sujet beaucoup mieux faits, on n'apprend à peu près rien.

François Picard

NOS ALIMENTS EMPOISONNÉS?

Linda R. Pim
Éditions Québec/Amérique
Montréal, 1986, 334 pages
18,95\$

Ce livre aurait été écrit 15 ans plus tôt, il nous aurait ôté toute envie de croquer la moindre pomme, d'avalier la plus petite côtelette de porc. Mais avec les années 80, les écolos ont changé de ton. Las de jouer les prophètes de malheur, ils cherchent davantage à susciter la réflexion et à encourager les solutions de rechange.

Ainsi en va-t-il pour *Nos aliments empoisonnés?* de l'Ontarienne Linda Rean Pim: une volumineuse compilation des données connues à ce jour sur les polluants présents dans la nourriture. Malgré un titre racoleur, le livre n'a rien de fracassant et évite consciencieusement le ton «Alerte rouge». L'incitation à glisser vers une agriculture biologique y est cependant omniprésente.

Attention cependant, le livre a été écrit en anglais en 1981 et n'a bénéficié d'aucune mise à jour lors de sa traduction.

Il n'est pas facile de savoir à quel point nos aliments sont contaminés par des produits chimiques indésirables. Sur l'étiquette, on mentionne, bien sûr, les éléments ajoutés à l'usine. Mais il y a les autres, ceux que l'on retrouve (sans en connaître les conséquences) à l'état de trace: résidus de pesticides agricoles et de médicaments donnés aux animaux de boucherie, polluants transportés par l'eau et l'air, métaux transmis par les contenants. Chacune de ces sources potentielles fait l'objet d'un chapitre complet.

Bref, ce livre contentera ceux qui cherchent des trucs pour se nourrir plus sainement, mais s'adresse davantage aux gens qui ont une vision globale de la santé.

Louise Desautels



RENCONTRE AVEC NOS ANCÊTRES

Robert Larocque
Recherches amérindiennes
au Québec, Montréal, 1985
64 pages, 6\$

Comment peut-on arriver à déterminer le sexe, l'âge, les caractéristiques physiques et les maladies d'un individu qui a vécu il y a 5 000 à 7 000 ans et dont on ne dispose que de quelques os? Ce petit ouvrage de l'archéologue Robert Larocque apporte des éléments de réponse à cette question, en prenant des exemples parmi les recherches archéologiques sur les sociétés humaines qui s'effectuent au Québec.

Ce livre s'adresse aux débutants qui s'intéressent plus particulièrement à la recherche archéologique sur les ossements humains et qui veulent un document de base, peu élaboré, pour faire leurs premiers pas dans ce domaine.

Également pour le non-initié, signalons le petit *Dictionnaire de la Préhistoire* dont les définitions sont bien étoffées, ce qui en rend la lecture intéressante (Hachette Jeunesse, Paris, 1985, 158 pages, 9,95\$).

DERNIERS LIVRES REÇUS

Histoire des médicaments
Jean-Claude Dousset

Payot, Paris, 1985, 405 pages

L'âge des premiers pas
T. Berry Brazelton

Payot, Paris, 1985, 267 pages, 14,95\$

Les scorpions sont en train de copuler sur votre petit écran et vous n'en revenez pas. Ils font ça devant un superbe coucher de soleil et vous vous dites, avec une pointe d'admiration, qu'Attenborough et son équipe ont dû faire le pied de grue dans le désert Mojave pendant des mois pour saisir un pareil événement...

Pour être réussie, la scène l'est sans contredit et, d'un point de vue scientifique, l'information véhiculée est — pour l'essentiel — tout à fait juste. Pourtant, ces images de la série *Life on Earth* ont été tournées en studio. Le coucher de soleil est en réalité un décor peint et les nuages des sculptures en mousse de polystyrène.

La série *Life on Earth*, diffusée cet hiver à Radio Québec dans sa version française *La vie sur la terre*, était selon certains, lors de sa première diffusion par la British Broadcasting Corporation en 1979, le début d'une ère nouvelle dans le domaine des sciences naturelles à la télévision. La série fut la plus populaire jamais produite par la BBC et fit de David Attenborough une figure quasi légendaire. Malgré son contenu considéré un peu trop serré pour le public américain, habitué aux émissions à travers lesquelles on passe sans rien sentir, *La vie sur la terre* obtient une des cotes d'écoute les plus élevées de toute l'histoire de la télévision publique américaine. La nature fascine toujours, peut-être encore plus à une époque où elle est de plus en plus confinée à quelques enclaves disséminées sur la planète.

Dans leur forme originale ou dans la version diffusée à l'Autre télévision, des séries comme *Nature* (PBS), *Life on Earth* et *The Living Planet* (BBC), les émissions de la National Geographic Society ou du commandant Cousteau constituent aujourd'hui la principale source de documentation scientifique offerte aux adultes à la télé.

LA NATURE PLUS VRAIE QUE NATURE



Le cinéaste doit user de mille et un subterfuges pour capter sur sa pellicule l'intimité des animaux.

Dans ce contexte, il n'est pas étonnant que, chaque équipe cherchant à surpasser l'autre, on développe une panoplie de trucages destinés à rendre crédible l'inusité.

Tournages en studio, animaux domestiques ou habitués à la captivité, reconstitutions sonores et utilisation d'instruments électroniques complexes, rien n'est épargné pour nous donner l'impression «d'y être vraiment». De plus en plus, les artifices de la cinématographie sont mis au service de l'illustration des connaissances les plus à jour en zoologie, en océanographie et en éthologie. Le fait, par exemple, qu'on laisse tomber d'un ballon flottant à 100 mètres du sol un serpent volant de Bornéo, afin de réussir à fixer son vol sur pellicule, ne change rien au fait que ce reptile a réellement la capacité de planer.

Quand David Attenborough, cadrant aussi bien dans la jungle qu'un zébu dans une salle de cours d'Oxford, se hisse lui-même au sommet d'un arbre géant pour nous décrire les divers microclimats qui se superposent dans la forêt tropicale, il rend évidemment son discours plus attrayant. C'est ce que tentent de faire tous les documentaristes de sciences naturelles.

Quand l'action ne peut être reconstituée en studio, on élabore d'ingénieux dispositifs pour faciliter le travail sur le terrain. Ainsi, pour une émission de *La planète vivante*, le cinéaste Ron Eastman avait disposé au-dessus du niveau d'une rivière un bassin contenant le poisson préféré du martin-pêcheur des environs. Dans la paroi du bassin: une ouverture juste assez grande pour y ajuster l'objectif d'une

caméra commandée à distance. Pour couvrir le bruit du moteur de la caméra: un haut-parleur dissimulé sous le bassin et diffusant un enregistrement de clapotis d'eau...

Quelquefois, ce sont les connaissances sur le comportement animal qui permettent d'obtenir des images inédites. André Gunn, réalisateur de nombreux documents pour la National Geographic Society, fut lui-même émerveillé, lors du tournage de *Gorilla*, de pouvoir évoluer sans crainte au sein d'une colonie de «puissants gorilles». Un éthologue lui avait appris à se pencher vers le sol et à pleurnicher comme un oiseau apeuré pour faire disparaître toute éventuelle agressivité de la part d'un adulte menaçant. Dans ce cas, le cinéaste utilisait au maximum cette faculté d'adaptation dont tout reporter doit être bien pourvu.

Pour la série américaine *Nature*, le cameraman Wolfgang Bayer voulait un jour filmer un Gila monstrueux dévorant des œufs de caille. Le pauvre gros lézard domestiqué, habitué à la chair de souris et aux œufs de poule sans leur coquille, ne savait pas quoi faire de ces objets durs et oblongs. Après quelques essais à demi réussis, le premier gila, rendu apathique par le soleil d'Arizona, fut remplacé par un second qui allait «jouer» le reste de la séquence. Y a-t-il un seul spectateur qui se dira floué par la substitution?

À Québec Science, nous com-mettons aussi, à l'occasion, de petites fraudes bien intentionnées. Ainsi, un jour que notre consœur chasseur d'images me montrait fièrement ses diapos d'une magnifique tête de Tany-soptère à petit bec, un superbe oiseau au plumage bleu chatoyant, je lui fis remarquer que l'œil était légèrement hors foyer. Elle me répondit, sans se démonter: «C'est voulu. Une mise au point trop parfaite aurait laissé deviner l'œil vitreux de l'animal empaillé...»

UNE PROTHÈSE POUR LES MOUTONS



Saviez-vous que les moutons commencent à perdre leurs dents à l'âge de quatre ans? Cela pose un gros problème, car ils ont alors de plus en plus de mal à se nourrir et meurent même de faim. À la ferme expérimentale de Hereford, en Angleterre, Dave Brown a eu une idée ingénieuse pour aider ces pauvres bêtes et, surtout, améliorer le rendement de son troupeau. Il a commencé l'année dernière à doter ses moutons d'un appareil dentaire qui maintient leurs dents en place en prenant appui sur celles qui tiennent encore bon. Les moutons en ont ainsi pour un an de plus à brouter tranquillement.

LE MAUVAIS ŒIL

Martin Brofman, le gourou de l'auto-guérison (*healing*), dont le livre vient d'être traduit en français, a une explication bien à lui des troubles de la vue. C'est, affirme-t-il, sous l'effet d'une tension émotionnelle que les muscles qui entourent l'œil et qui le font bouger peuvent aussi le déformer. S'il y a allongement de l'œil vers l'avant, donc myopie, c'est parce que le myope, au fond de lui-même, «refuse» de voir loin; il a peur de l'extérieur et préfère se confiner dans son monde à lui. Au contraire, l'hypermétrope, qui a une rétraction de l'œil, craint de se regarder et préfère se retourner vers l'extérieur. Quant aux astigmates, dont l'œil présente des déformations dissymétriques, leur cas est plus complexe. Si c'est l'œil droit, celui de la volonté, ils ne savent pas ce qu'ils veulent; si c'est l'œil gauche, celui de la réceptivité, c'est encore pire: ils ne voient même pas clairement ce qu'ils ressentent! C'est peut-être vrai, car moi qui suis astigmate de l'œil gauche, je ne sais pas que penser des théories de Brofman...

UN CŒUR TOUT NEUF

Un encouragement pour ceux qui arrêtent péniblement de fumer: dans deux ans, ils auront un cœur tout neuf, comme s'ils n'avaient jamais touché une cigarette de leur vie. C'est ce que semble démontrer l'étude menée récemment par des médecins de l'Université de Boston. Ils ont étudié le risque d'attaque cardiaque chez près de 5 000 personnes de moins de 55 ans. Les fumeurs réguliers présentent un risque multiplié par trois par rapport aux non-fumeurs. Après un an sans fumer, ce risque diminue déjà de moitié et, au bout de 23 mois sans tabac, il n'y a pas plus de risque d'attaque que chez les personnes n'ayant jamais fumé. Reste maintenant à voir si les poumons se refont une santé aussi vite.

BRAVO LES CHIMPS!

C'est aux chimpanzés du Parc national de Gombé (Tanzanie) que l'on doit directement la découverte d'un nouvel antibiotique. Les chercheurs qui les étudiaient ont remarqué qu'une ou deux fois par mois, les chimpanzés, au lieu de prendre leur nourriture habituelle, marchent très loin, jusqu'à une région où pousse un arbuste, l'*Aspilia*. Arrivés là, ils font une cure de ses feuilles qu'ils tournent longuement dans la bouche avant de les avaler. Des biologistes américains et canadiens ont eu l'idée d'analyser ces feuilles et ont découvert qu'elles contenaient une substance inconnue jusqu'ici, dotée d'un grand pouvoir antibiotique. Pas si fous les petits singes!

LES FRONTIÈRES DE LA PSY

La psychiatrie serait-elle un produit inexportable? C'est ce qu'on est tenté de penser à la suite d'un article publié par le médecin et psychiatre Joseph Westermeyer dans *The American Journal of Psychiatry*. En dehors des simples questions de terminologie, il note que c'est l'idée même que l'on se fait d'une maladie mentale qui varie selon le pays. Ainsi, la schizophrénie n'a pas la même définition partout dans le monde. Au Canada, on aurait tendance à la confondre avec la psychose hystérique, plus facile à soigner.

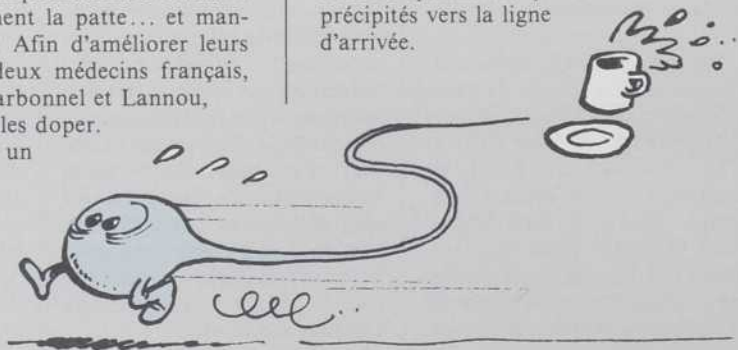


Plus étonnant encore, Westermeyer cite une série de troubles mentaux propres à certaines cultures; il nous apprend que les Canadiens français partagent avec les femmes du Sud-Est asiatique, les Bantous d'Afrique et les Aïnos du Japon un curieux syndrome: le *latah*, un trouble mental caractérisé par une réaction de stupeur exagérée à un incident négligeable, souvent accompagnée de crises de jurons!

EXPRESSO POUR SPERMATOS

Manque d'entrain passager ou paresse naturelle, les spermatozoïdes ne sont pas toujours des champions dans la course à l'ovule. Ils traînent la patte... et manquent leur but! Afin d'améliorer leurs performances, deux médecins français, les docteurs Charbonnel et Lannou, ont eu l'idée de les doper. Après avoir fait un prélèvement de spermatozoïdes, ils y ont ajouté de la caféine. Puis ils ont remis les coureurs sur

la piste, c'est-à-dire le système génital de la femme. Démarrage en trombe pour tous les spermatos, qui se sont précipités vers la ligne d'arrivée.



MOIS PROCHAIN

AMIANTE

Récemment démarrait aux États-Unis une campagne pour que l'amiante soit bannie. Mais peut-on se passer de ce minéral? Lui connaît-on des substituts? Gilles Drouin fait le point sur cette question

RHUME DES FOINS

Faites-vous partie de ceux qui, à chaque retour de la belle saison, sortent mouchoirs et médicaments et qui recommencent à bien respirer quand l'automne revient? Un article de Diane Dontigny

GRATTE-CIEL

Comment construire des gratte-ciel de plus en plus hauts, sur une base de plus en plus petite, et qui ne se mettront pas à se balancer au gré du vent? Un reportage de François Goulet



VOUS DÉMÉNAGEZ?

Collez, dans l'espace disponible, l'étiquette qui se trouve sur la page couverture de votre magazine

Date du changement d'adresse _____
Indiquez votre nouvelle adresse sur le coupon d'abonnement à droite
Allouez environ 5 semaines pour le changement d'adresse

Collez l'étiquette ici

ABONNEZ-VOUS!

CHEZ VOTRE LIBRAIRE PARTICIPANT
OU EN NOUS FAISANT PARVENIR CE COUPON D'ABONNEMENT

Au Canada:	☐ Abonnement régulier (1 an/12 numéros):	25 \$
	☐ Abonnement spécial (2 ans/24 numéros):	44 \$
À l'étranger:	☐ Abonnement régulier (1 an/12 numéros):	35 \$
	☐ Abonnement spécial (2 ans/24 numéros):	61 \$
En France:	☐ Abonnement régulier (1 an/12 numéros):	225 FF t.c.
	☐ Abonnement spécial (2 ans/24 numéros):	385 FF t.c.

☐ Abonnement ☐ Réabonnement ☐ Changement d'adresse

31 NOM		60	
61 PRÉNOM		80	
9 NUMÉRO	RUE	APP	28
29 VILLE	PROVINCE		48
49	68		74
TÉLÉPHONE		74	
CODE		74	

☐ Chèque ☐ Compte ☐ Visa ☐ Mastercard n° _____
☐ Mandat postal Date d'expiration _____
Signature _____

Faites votre chèque à l'ordre de:

QUÉBEC SCIENCE, case postale 250, Sillery, Québec G1T 2R1

Pour informations: de Québec: 657-3551, poste 2854, de l'extérieur sans frais: 1-800-463-4799

Pour la France, faites votre chèque à l'ordre de: DAWSON FRANCE, B.P. 40, 91121, Palaiseau, Cedex
Tarifs en vigueur jusqu'au 1er juin 1986

LE NERF DE LA GUERRE, C'EST LE DÉVELOPPEMENT TECHNOLOGIQUE

Grandes
entreprises
ou PME, des
technologues
travaillent
pour vous! Les
connaissiez-
vous? Les
utilisez-vous?

Le nerf de
la guerre
c'est eux!



Ordre
des Technologues
des sciences appliquées
du Québec

4152 rue Saint-Denis
Montréal (Québec)
H2W 2M5
(514) 845-3247



RAPPROCHEZ-VOUS DES BALEINES

Cet été, joignez-vous à l'équipe de la station de recherche des îles Mingan dans ses études sur les grandes baleines. Pendant dix jours, participez aux recherches sur les rorquals bleus, communs, à bosse, petits rorquals, marsouins et dauphins du Golfe St-Laurent.

Notre implication dans la recherche sur les cétacés remonte à 1976 et nous vous invitons à venir partager cette expérience avec nous.

Du 21 juin au 30 octobre, nous vous offrons des stages d'une durée de 1 à 10 jours impliquant sorties en mer avec bateaux pneumatiques, visite des îles Mingan avec guides interprètes et autres activités naturelles et éducationnelles. Ou encore, nos stages d'une durée de 7 jours sur voilier de 40 pieds vous permettant d'allier l'observation de baleines et la voile dans l'estuaire du St-Laurent.

Réputée comme un des meilleurs endroits au monde pour l'observation de la très rare baleine bleue, la région des îles Mingan saura également vous charmer par sa géologie unique et ses nombreuses richesses naturelles, notamment sa grande diversité d'oiseaux marins.

POUR TARIFS, RÉSERVATION OU AUTRES INFORMATIONS:

MICS inc.

4850, av. Westmount
Montréal, Québec
H3Y 1Y1

1-514-465-9176 R. Sears
1-514-487-4354 P. Jones

Après le 15 juin:
C.P. 159
Sept-Îles, P.Q. G4R 4K3



CHEZ VOTRE *libraire*

CONNAÎTRE
LA
MÉTÉOROLOGIE
par Richard Leduc
et Raymond Gervais
148 illustrations
et tableaux, 31 photos
300 pages,

24,95 \$



La science météorologique demeure mal comprise du public et ses impacts sur les activités humaines sont méconnus. Désormais, ceux et celles qui désirent mieux comprendre les phénomènes météorologiques pourront, grâce à ce livre, s'initier aux lois qui régissent le comportement de l'atmosphère.

Disponible également aux:

Presses de l'Université du Québec
C.P. 250, Sillery, Québec G1T 2R1
Tél.: (418) 657-3551, poste 2860

Joindre votre paiement
en incluant 1,75 \$ pour les frais d'envoi

LE NATURALISTE

BUSHNELL

ESCHENBACH
OPTIK



Custom Compact
7x26 CF \$209.90

Jumelle Citation
7x35 IF \$32.95



Fabrication Allemande

BOUSSOLES ESCHENBACH

Geo-6643 \$19.50
Geo-6644 \$29.95

Microscopes • Stéréomicroscopes • Loupes • Télescopes • Livres • Boussoles •
Balances à ressort Pesola • Balances de précision Kern • Couteaux Suisse •
Géoscopes • Jumelles • Curvimètres • Thermomètres • Anémomètres •
Altimètres • Hygromètres • Pluviomètres • Chronomètres • Matériel médical •
Dissection • Herbar • Entomologie • Ornithologie •

CATALOGUE GRATUIT

Livraison gratuite avec achat de 40 \$ et plus!

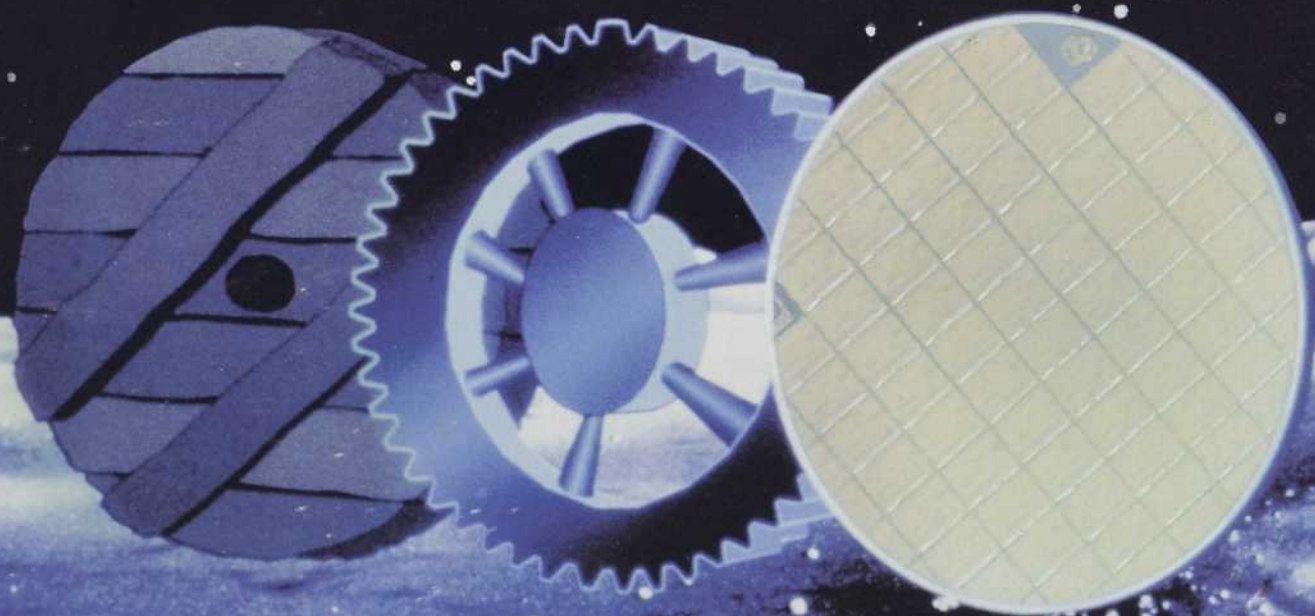
Pour commander 1-800-463-0870

4, rue de l'Evêché est
C. P. 815
Rimouski (Québec)
G5L 1X4
Tél.: (418) 724-6622

Révolution de l'information

Il y a eu la révolution agricole et la révolution industrielle. Nous entrons aujourd'hui dans la révolution de l'information. Le réseau informatisé de Bell Canada est au centre de cette nouvelle aventure.

Bell



POUR CHANGER D'AIR, À BON PRIX!

LES BASES DE PLEIN AIR

OFFREZ-VOUS UN SÉJOUR
DANS UNE BASE DE
PLEIN AIR

Accueil chaleureux, grande
détente, activités variées,
équipement et animateurs à
votre disposition, bonne table et
gîte confortable. Tout ça
compris dans un forfait à prix
plus qu'abordable.

PROCUREZ-VOUS NOTRE
BROCHURE ÉTÉ 86.

Tél. : (514) 252-3007
1-800-361-4784

