

# QUÉBEC SCIENCE

## LA TECHNOLOGIE DE LA COURSE

LES ACCIDENTS RETOMBÉS DANS VOTRE VOITURE

LA CHIRURGIE  
DE L'ESPOIR

ALBORETO  
Marlboro

LA NAVETTE SOVIÉTIQUE  
ENFIN DÉVOILÉE

LES BRANCHES  
DE LA RESCOUSSE DES SOLS?

LONGINE

# INRS



Pourquoi les étudiants formés à l'INRS ont-ils choisi **l'Institut national de la recherche scientifique** pour leurs études de maîtrise et de doctorat?

Leur réponse\* :

- Champs d'études et de recherches intéressants en énergie, santé, sciences de l'eau, télécommunications, urbanisation
- Programmes exclusifs et multidisciplinaires
- Réputation des professeurs-chercheurs de l'INRS
- Milieu de recherche dynamique et liaison avec les entreprises
- Bourses alléchantes, ressources physiques excellentes
- Facilité de trouver un emploi intéressant

\* Selon une enquête réalisée par l'INRS auprès de ses anciens étudiants et stagiaires.

## Les études de pointe à l'INRS

- Maîtrise et doctorat en énergie
- Maîtrise et doctorat en sciences de l'eau
- Maîtrise et doctorat en télécommunications
- Maîtrise en analyses et gestions urbaines
- Accueil pour étude en océanologie et en géoressources
- Stages et études postdoctorales

## Renseignements:

(514) 468-7700  
(418) 654-2524  
(514) 765-7844  
(514) 499-4000  
(418) 654-2606  
(418) 654-2606

**L'INRS**  
**LE SCEAU DE QUALITÉ**  
**EN RECHERCHE ORIENTÉE**



Université du Québec  
Institut national de la recherche scientifique

## ARTICLES

### 22 La chirurgie de l'espoir

*De délicates interventions en micro-chirurgie reconstruisent, de façon incroyable, les parties mutilées du corps.*

Par Madeleine Huberdeau



Page 22

### 28 La technologie de la course automobile

*Plusieurs des innovations technologiques amenées par la course automobile se retrouvent dans nos voitures.*

Par Bruno Gilbert et Stéphane B. Gousse

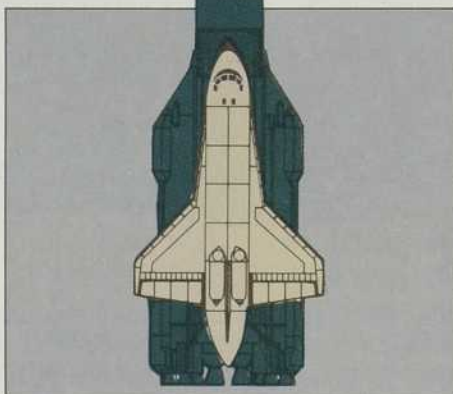


Page 28

### 34 La navette soviétique enfin dévoilée

*Après dix années de mystère, les principales caractéristiques de la navette spatiale soviétique sont enfin révélées.*

Par Jean-Marc Carpentier



Page 34

### 40 Les branches à la rescousse des sols?

*L'épandage de copeaux d'arbres peut-il être une solution à l'appauvrissement des sols? Des chercheurs y croient.*

Par Régys Caron



Page 40

### 7 Hommage à Fernand Seguin

Par Jean-Marc Gagnon

## CHRONIQUES

### 8 LES PIONNIERS

*Hans Selye: la découverte du stress*  
Par Claire Chabot

### 15 LA DIMENSION CACHÉE

*Gonflés, ces muscles!*  
Par Raynald Pepin

### 17 ACTUALITÉ

Par l'Agence Science-Presses  
SPÉCIAL ACFAS  
*Les programmes de sciences ne sont pas en cause*  
*Pesticides, métaux et Parkinson*  
*Vive les espadrilles*  
*Bonne nouvelle pour les cancéreux*

### 44 DES SCIENCES À LOISIR

*L'aéromodélisme*  
Par Denis Gilbert

### 5 ENTRE LES LIGNES

### 6 COURRIER

### 48 EN VRAC

### 49 LU POUR VOUS

*Image de soi et chirurgie esthétique*  
*Le cerveau de l'enfant*  
*La faune du Québec*  
*Les jardins d'oiseaux*

### 50 DANS LE PROCHAIN NUMÉRO

QUÉBEC SCIENCE, magazine à but non lucratif, est publié 11 fois l'an par les Presses de l'Université du Québec. La direction laisse aux auteurs l'entière responsabilité de leurs textes. Les titres, sous-titres, textes de présentation et rubriques non signées sont dus à la rédaction. Tous droits de reproduction, de traduction et d'adaptation réservés.  
Télex : 051-31623  
Dépôt légal : Bibliothèque nationale du Québec  
Troisième trimestre 1988, ISSN-0021-6127  
Répertorié dans Point de repère  
© Copyright 1988 QUÉBEC SCIENCE  
PRESSES DE L'UNIVERSITÉ DU QUÉBEC

SAVOUREZ EN TOUTES SAISONS LE FRUIT DU SAVOIR  
EN LISANT

# INTERFACE



Beau temps, mauvais temps, **INTERFACE** vous offre dans chaque numéro une entrevue avec une figure marquante de notre communauté scientifique, des articles de recherche dans toutes les disciplines, des chroniques sur l'actualité scientifique, un reportage sur un organisme de recherche, ainsi que des informations sur les subventions, les bourses, les prix, les événements à venir, les dernières parutions et les offres d'emploi. De plus, chaque été, **INTERFACE** publie un Bottin de la recherche où plus de 700 institutions et 10 000 noms sont recensés.

## Abonnement

(5 numéros/an plus  
le Bottin de la recherche)

Régulier : 25,00\$

Étudiant\* : 12,50\$

Institution/étranger : 50,00\$

- Master Card     Visa  
 chèque     mandat poste  
 comptant

N° de la carte \_\_\_\_\_

Date d'expiration \_\_\_\_\_

\*Joindre une photocopie de la carte d'étudiant

## INTERFACE

NOM _____		PRÉNOM _____	
INSTITUTION D'ATTACHE (département ou division) _____			
ADRESSE AU TRAVAIL (ou de correspondance) _____			
VILLE _____		PROVINCE _____	
CODE POSTAL _____		TÉLÉPHONE (AU TRAVAIL) _____	
STATUT : PROFESSEUR-E <input type="checkbox"/> ADMINISTRATEUR-E <input type="checkbox"/> ÉTUDIANT-E <input type="checkbox"/>			
CHERCHEUR-E ATTITRÉ-E <input type="checkbox"/> JOURNALISTE-RELIATIONNISTE <input type="checkbox"/> AUTRE <input type="checkbox"/>			
SEXE : FÉMININ <input type="checkbox"/> MASCULIN <input type="checkbox"/>			
DOMAINE D'ACTIVITÉ (en trois mots ou groupe de mots-clés) _____			

Faire parvenir à : Acfas, 2730, Chemin Côte Sainte-Catherine, Montréal (Québec) H3T 1B7. Tél. : (514) 342-1411

# QUÉBEC SCIENCE

2875, boul. Laurier,  
Sainte-Foy (Québec) G1V 2M3  
Tél.: (418) 657-3551 — Abonnements: poste 2854  
Rédaction: SCIENCE-IMPACT: (418) 831-0790  
On peut rejoindre la rédaction  
de Québec Science par courrier électronique,  
au numéro Infopaq QS 00101,  
ou par télécopieur: (418) 657-2271

## DIRECTEUR

Jacki Dallaire

## RÉDACTION

La coordination rédactionnelle de  
QUÉBEC SCIENCE est effectuée par  
Les communications SCIENCE-IMPACT  
C.S.I. ltée

### Rédacteur en chef

Jean-Marc Gagnon

### Adjointe à la rédaction

Lise Morin

### Révision linguistique

Robert Paré

### Recherches iconographiques

Eve-Lucie Bourque

### Collaborateurs

Jean-Marc Carpentier, Claire Chabot,  
Gilles Drouin, Claude Forand, Michel Groulx,  
Fabien Gruhier, Elaine Hémond,  
Madeleine Huberdeau, Jean Lalonde,  
Yvon Larose, Claude Marcil, Félix Maltais,  
Danielle Ouellet, Raynald Pepin, Gilles Provost,  
Jean-Guy Rens, René Vézina.

### PRODUCTION

#### Conception graphique

Richard Hodgson

#### Typographie

Raymond Robitaille

#### Photo couverture

Stéphane B. Gousse

#### Séparation de couleurs et photogravure

Gravel Photograveur Inc.

#### Impression

Interweb inc.

### PUBLICITÉ ET MARKETING

Marie Prince

2875, boulevard Laurier  
Sainte-Foy, Québec G1V 2M3  
Tél.: (418) 657-3551, poste 2842

### COMMERCIALISATION

#### Abonnements

Nicole Bédard

#### Distribution en kiosques

Messageries dynamiques

Membre de:



CPPA

#### Abonnements

Au Canada: Régulier: (1 an/11 nos):	25,00\$
Spécial: (2 ans/22 nos):	44,00\$
Groupe: (1 an/11 nos):	23,00\$
(10 ex. à la même adresse)	
À l'unité	2,95\$
À l'étranger: Régulier: (1 an/11 nos):	35,00\$
Spécial: (2 ans/22 nos):	61,00\$
À l'unité:	3,50\$

Pour abonnement ou changement d'adresse:

QUÉBEC SCIENCE  
C.P. 250, Sillery G1T 2R1



# Entre les lignes

**A**vec cette couverture sur la technologie de la course automobile, on peut dire que notre année commence en grande! Les auteurs de cet article, Stéphane B. Gousse et Bruno Gilbert, deux jeunes diplômés en sciences et mordus de course automobile, sont un peu les chroniqueurs automobile de Québec Science. Grâce à leur formation scientifique, ils sont capables de voir la technologie à travers le clinquant des carrosseries des formules 1 et d'en extrapoler les «retombées» éventuelles sur la prochaine voiture de M. et Mme Tout-le-Monde.

Madeleine Huberdeau, dans son article intitulé La chirurgie de l'espoir, nous parle de corps mutilés confiés aux mains expertes des micro-chirurgiens. Ici encore, il s'agit de prouesses associant les connaissances les plus avancées et la dextérité humaine la plus fine. Réalisées dans le secret des salles d'opération, ces exploits ne peuvent attirer les foules, mais, comme le montrent les photos qui illustrent l'article, ils pourraient donner la chair de poule à plus d'un, tout autant que la course automobile.

Un peu plus haut, beaucoup plus haut, en fait, dans l'espace, une autre course vient de connaître une accélération importante après le virage difficile de Challenger, avec l'arrivée en piste de la navette spatiale soviétique. Voilà bien dix ans qu'on en faisait tout un mystère. Jean-Marc Carpentier, journaliste scientifique polyvalent, s'il en est, et toujours à l'affût de la dernière innovation, décrit cette navette qui, lois de l'aérodynamique obligeant, ressemblera fort à la navette américaine.

Toute spatiale et technologique soit-elle, notre époque n'en est pas non plus à un paradoxe près. Ainsi, on cherche encore comment utiliser à bon escient le bois raméal, c'est-à-dire les branches des arbres que l'on abat depuis des siècles! Comme le rapporte Régys Caron, des chercheurs tentent d'utiliser ce bois perdu en le réduisant en copeaux et en s'en servant pour fertiliser les sols appauvris par l'exploitation agricole.

Nous savons tous ce qu'est le stress. Mais beaucoup de gens ignorent que c'est Hans Selye — le pionnier de la science québécoise que nous présente Claire Chabot, ce mois-ci — qui a utilisé ce mot, pour la première fois, il y a 50 ans, pour décrire le mécanisme d'adaptation du corps humain à son environnement. Hans Selye, un personnage coloré de l'histoire de la science québécoise à connaître absolument!

Dans «La dimension cachée», Raynald Pepin en fera réagir plus d'un en dégonflant le mythe des muscles, et Denis Gilbert termine sa série sur les loisirs scientifiques en nous présentant un mordu de l'aéromodélisme: Daniel Harlond.

Enfin, une bien triste nouvelle survenue alors que notre édition de juillet-août était sous presse: le décès de Fernand Seguin, père de la communication scientifique québécoise, à qui nous rendons un hommage bien mérité, plus loin dans ce numéro.

Jean-Marc Gagnon

## Témoignages sur le 25e anniversaire de *Québec Science*

À l'occasion de son 25e anniversaire, *Québec Science* a reçu des témoignages d'appréciation de la part de ses lecteurs et de diverses personnalités. Les témoignages des lecteurs sont trop nombreux pour être rapportés ici. Voici, cependant, quelques extraits des commentaires formulés par un certain nombre de personnalités. À tous et à toutes les plus sincères remerciements de la direction et du personnel de *Québec Science*.

L'intérêt manifesté par les Québécois pour l'information scientifique s'est accru et je tiens à souligner que l'apport de *Québec Science* à cet égard est plus que remarquable.

**Brian Mulroney**  
Premier ministre du Canada

Cet heureux événement mérite d'autant plus d'être souligné que cette publication à but non lucratif a su relever l'exigeant mais combien nécessaire défi d'ouvrir les frontières du monde scientifique à plusieurs générations de Québécoises et de Québécois, et s'avérer ainsi un précieux outil de connaissance et de réflexion.

**Robert Bourassa**  
Premier ministre du Québec

En cette année anniversaire, il m'est agréable de souhaiter longue et fructueuse vie à *Québec Science* et de remercier les nombreux lecteurs, les annonceurs et le personnel de leur engagement et de leur fidélité envers le magazine.

**Gilles Boulet**  
Président  
Université du Québec

Éveiller l'intérêt des Canadiens à l'égard des sciences est un défi de taille, *Québec Science* l'a relevé avec brio. Je suis certain de l'influence du magazine sur le développement des mentalités face à la haute technologie dans le domaine de l'emploi.

**Benoît Bouchard**  
Ministre de l'Emploi  
et de l'Immigration du Canada

Radio-Canada connaît bien l'excellence de *Québec Science* et le rôle que joue ce périodique dans le domaine de la vulgarisation scientifique et technologique. Je tiens à offrir aux responsables de *Québec Science* nos meilleurs vœux à l'occasion de son 25e anniversaire.

**Antonin Boisvert**  
Vice-président à la communication  
Société Radio-Canada

Je souhaite longue vie à votre magazine!

**Robert C. Darveau**  
Président  
Rexfor

Nous reconnaissons l'importance des buts poursuivis par votre organisme et de ses réalisations. Nous vous souhaitons le meilleur des succès dans la réalisation de vos objectifs!

**André Sicotte**  
Vice-président aux communications  
Provigo

Permettez-moi de vous féliciter, ainsi que votre équipe, pour la qualité du travail accompli au cours des années. Je vous encourage à continuer et vous souhaite tout le succès désiré dans la poursuite de vos objectifs.

**Richard D. French**  
Ministre des Communications

Félicitations pour l'excellence de votre périodique de vulgarisation scientifique et technologique publié par les Presses de l'Université du Québec. Sincères félicitations à toute l'équipe rédactionnelle à l'occasion de ce 25e anniversaire!

**J. Auguste Mockle**  
Président-directeur général  
Régie de l'assurance-maladie  
du Québec

Nous reconnaissons la valeur indéniable de votre publication.

**J. R. Bombardier**  
Vice-président du Conseil  
Bombardier

Le rôle remarquable de vulgarisation scientifique que joue *Québec Science* nous réjouit, ainsi que le succès que remporte cette publication de classe. Meilleurs vœux de succès à toute l'équipe!

**Diane Wilhelmy**  
Sous-ministre  
Ministère des Relations  
internationales du Québec

Permettez-moi de vous féliciter pour le 25e anniversaire de *Québec Science*. Ce magazine a contribué au développement d'une génération de jeunes scientifiques québécois. Et on ne peut que souhaiter qu'il poursuive le plus longtemps possible, parmi nous, son œuvre inestimable.

**John Ciaccia**  
Ministre de l'Énergie  
et des Ressources du Québec

La réussite de ce magazine est unique au Canada et reflète le dynamisme exemplaire du monde de la vulgarisation scientifique québécois. À plusieurs occasions, le CRDI a pu rejoindre le public canadien grâce à des publicités dans les pages du magazine ou par l'entremise de reportages sur des recherches subventionnées par le CRDI. À chaque occasion, nous avons été impressionnés par le sérieux des artisans de *Québec Science* et la qualité de leur travail.

Enfin, plusieurs stagiaires africains, récipiendaires de bourses du CRDI, ont effectué des stages de formation dans les bureaux de votre revue. Félicitations pour l'appui que l'Université du Québec apporte à *Québec Science*!

**David Nostbakken**  
Directeur des communications  
Centre de recherches pour  
le développement international

Mon Ministère est un fervent admirateur de *Québec Science*. Je vous souhaite un vif succès pour les années à venir!

**Marcel Masse**  
Ministre de l'Énergie, des Mines  
et des Ressources du Canada

La longévité de votre périodique témoigne de la pertinence de l'information qui y est véhiculée. J'espère que *Québec Science* continuera encore longtemps de remplir sa mission éducative auprès de la population québécoise.

**John Wise**  
Ministre de l'Agriculture  
Canada

Votre succès au cours des 25 dernières années témoigne de votre excellence dans le milieu des publications de vulgarisation scientifique au Québec.

**Yvan Hardy**  
Directeur général  
Centre de foresterie des Laurentides

Félicitations pour l'excellence de votre revue. Recevez tous mes meilleurs vœux à l'occasion de ce 25e anniversaire!

**Monique Vézina**  
Ministre d'État aux Transports

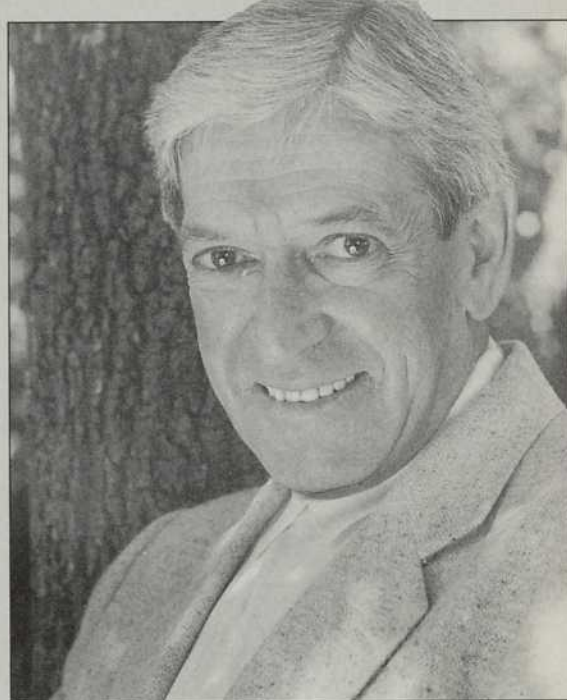
# Merci Fernand SEGUIN!

*En juin dernier, le Québec a perdu celui qui fut le père de la vulgarisation scientifique québécoise actuelle: Fernand Seguin.*

*Le premier, il avait compris, à la fin des années 40 et dès le début de la télévision, que l'essentiel de la connaissance scientifique pouvait être rendu attrayant et compréhensible à un grand nombre de personnes.*

*Avec une clarté et une simplicité jusqu'ici inégalées, il a su parler de sujets scientifiques à travers une caméra de télévision comme s'il s'adressait à chacun personnellement.*

*Il s'intéressait à tout et rendait tout intéressant, sans formules et sans équations. Avec lui, tous les sujets devenaient simples. Et il les expliquait d'une manière si naturelle qu'elle ne semblait aucunement redevable aux innombrables heures qu'il consacrait à préparer ses communications.*



Mia et Klaus

*Toute sa vie fut consacrée à la seule communication scientifique. La vie d'un honnête homme, à l'esprit tout aussi libre que curieux, qui ne fit jamais de concession aux intérêts multiples qui n'ont pas manqué d'entraver sa route, ni à son ambition personnelle.*

*Il avait fini par devenir un sage dont les réflexions étaient en train de marquer en profondeur la fin des années 80 au Québec. Rien d'étonnant à cela puisque toute une vie de science, de culture, de réflexion, de rencontres et d'humanisme s'y traduisait.*

*L'influence de Fernand Seguin sur la société québécoise aura été et demeure bien plus grande qu'il n'y paraît. Sans aucun doute, il compte parmi nos grands hommes. Mais aussi et surtout, il est le seul, depuis la Révolution tranquille, à avoir été un familier de la science et de la technologie et la voie à laquelle il a tant cherché à donner accès à tous est celle de notre avenir.*

# HANS SELYE: la découverte du stress

par Claire CHABOT\*



*Nous savons tous ce qu'est le stress; il semble que ce soit, depuis toujours, le nom que l'on donne à tous nos petits malaises. Mais beaucoup de gens ignorent que c'est Hans Selye qui a utilisé ce mot pour la première fois, il y a 50 ans, l'empruntant au vocabulaire des ingénieurs anglais, pour décrire le syndrome de l'adaptation: le syndrome Selye.*

C'est à Hans Selye que l'on doit cette découverte majeure dans l'histoire de la médecine, celle de l'existence d'un mécanisme d'adaptation du corps humain à son environnement. Le docteur Selye a consacré sa vie à étudier les réactions du système de régulation du corps humain face aux agressions, que ce soit une infection, une brûlure, un effort physique, etc. Par ses recherches, il a prouvé qu'une maladie pouvait avoir plusieurs causes et que, bien souvent, les symptômes du stress étaient la cause de la cause. À la direction de l'Institut de médecine et de chirurgie expérimentales, il a, de plus, livré au monde scientifique une fournée de professeurs et de chercheurs émérites.

«Hans Selye était un homme capable de s'émerveiller comme un enfant», raconte le docteur Pierre Jean, chercheur au Centre McLaughling de la Société royale des médecins et chirurgiens et ancien élève du docteur Selye. «Il voyait des choses que personne ne voyait, même des choses inattendues. Il était capable de percevoir la petite différence qui peut faire la grande différence. Au laboratoire, il avait plaisir à mettre la main à la pâte et il passait des heures à observer et à analyser les résultats et, il aimait dire:

— Dr Jean, avez-vous remarqué que...

— Non, je n'ai pas vu ça.

— Ah! Comment se fait-il que vous ne l'avez pas vu?

Ce n'était pas pour être méchant, mais pour éduquer.»

Parce qu'il était non seulement un chercheur mais un découvreur, il aimait citer Szent-Györgyi, le découvreur de la vitamine C: «L'import-

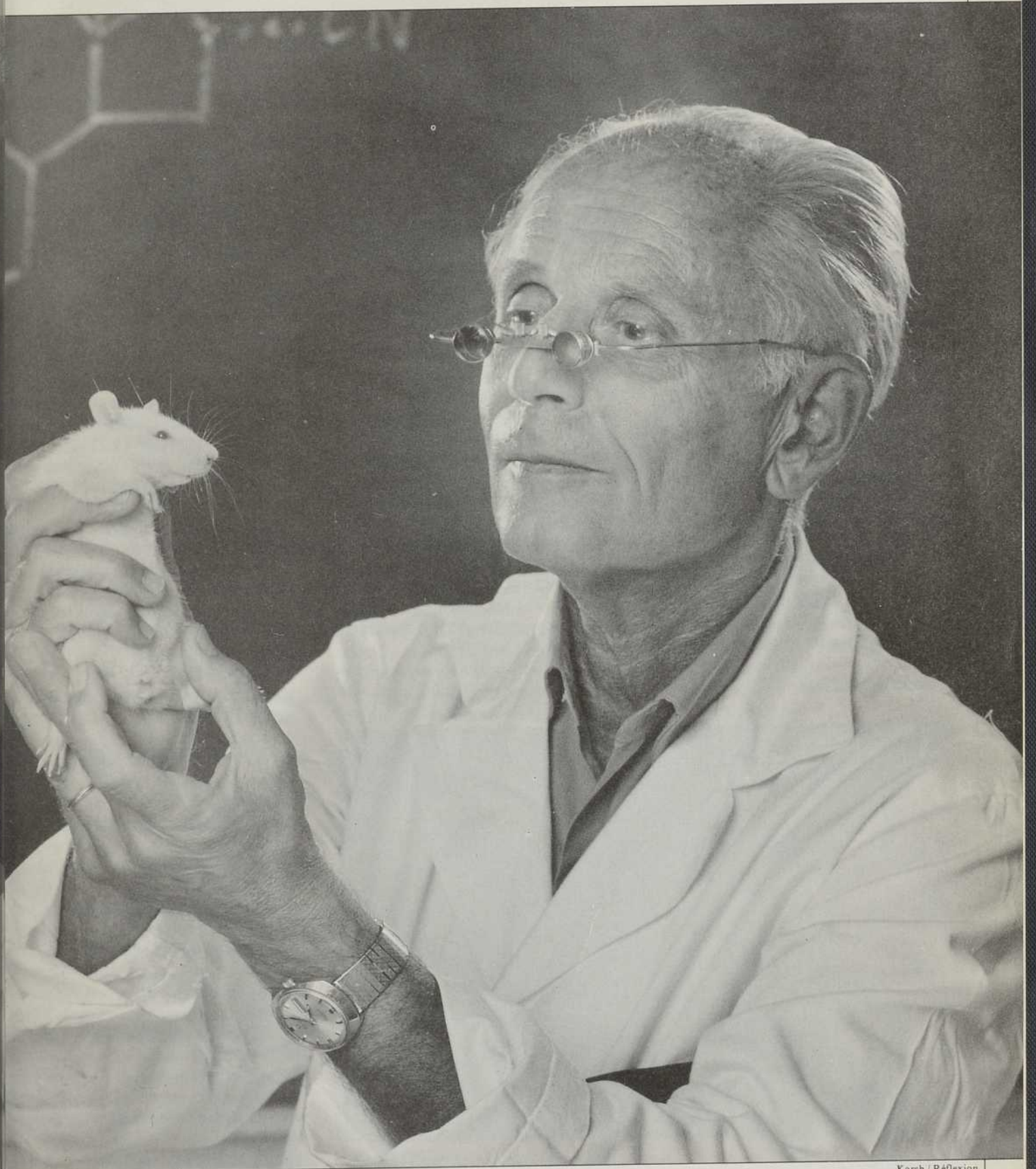
tant, c'est de voir ce que tout le monde voit et de penser ce que personne ne pense.»

## LE SYNDROME D'ÊTRE MALADE

Étudiant en médecine à Prague, Hans Selye assiste à sa première leçon de sémiologie, discipline qui traite du diagnostic des maladies. «Mon professeur avait choisi cinq malades sur lesquels il réussit à formuler cinq diagnostics précis, simplement en leur posant des questions, en observant leurs réflexes et en examinant certains signes. Je trouvais bien curieux que notre professeur n'ait jamais rien dit des manifestations de la maladie que, moi-même, sans connaissances médicales, je pouvais constater. Par exemple, ces cinq malades, quelle que soit leur maladie — le premier souffrait d'un cancer de l'estomac, le deuxième d'une maladie infectieuse, le troisième d'une allergie — avaient quelque chose en commun: ils avaient tous «l'air malade». C'est, je crois, à ce moment-là que l'idée du stress est née.»

Hans Selye est né, dans la Vienne de l'Empire austro-hongrois, d'une famille où l'on exerce la profession médicale de père en fils. Après avoir obtenu un diplôme en médecine et un doctorat en chimie à Prague, il reçoit une bourse Rockefeller pour poursuivre ses recherches à l'Université Johns Hopkins de Baltimore. Mais le jeune chercheur européen s'adapte mal à la culture américaine; des amis canadiens le convainquent de venir à Montréal où coexistent deux communautés culturelles, française et anglaise, plus attachées à leur origine européenne.

\* La rédaction de cette série d'articles a été réalisée dans le cadre du Programme de soutien aux activités de diffusion de la culture scientifique et technique du ministère de l'Enseignement supérieur et de la Science.



Karsh / Réflexion

À son arrivée au Canada, en 1932, le docteur Selye travaille au Département de biochimie de l'Université McGill où il se joint à l'équipe de James B. Collip, connu pour avoir développé la technique de purification des extraits pancréatiques qui fournissent l'insuline. Collip est convaincu qu'il existe une hormone ovarienne autre que la progestérone et l'œstrogène, et dirige les travaux de son équipe vers la découverte de cette nouvelle hormone. Les chercheurs constatent alors que les extraits ovariens injectés aux animaux de laboratoire produisent un syndrome.

N'étant pas convaincu qu'il s'agit d'une hormone sexuelle, le jeune Selye injecte des extraits de diverses provenances: muscles, foie, peau. Pour vérifier s'il s'agit d'une substance présente dans tous les tissus vivants, il introduit des matières toxiques non vivantes. Le résultat est surprenant: toutes ces substances sont actives et produisent le même syndrome. «J'étais très déçu, raconte le docteur Selye, jusqu'à ce que, soudainement, j'aie l'intuition que ce que j'avais en main, c'était le modèle expérimental du syndrome d'être malade.»

## LE STRESS ET LA DÉTRESSE

En 1936, Hans Selye publie, dans la revue britannique *Nature*, un premier article sur le syndrome produit par divers agents nocifs, le syndrome de l'adaptation, qui se déroule en trois phases: la réaction d'alarme, pendant laquelle les forces de défense sont mobilisées; le stade de résistance où le corps s'adapte à l'agent stressant et le stade d'épuisement, lorsque l'agent stressant est assez puissant et durable.

Dans notre société occidentale, les facteurs psychologiques liés au stress ont pris une telle ampleur qu'on serait porté à croire qu'ils sont les seuls en jeu. Le stress d'un divorce, d'un examen scolaire ou d'un travail exigeant nous est plus familier que le stress du froid et de la chasse que subit l'Inuit. Mais, pour survivre, le corps doit continuellement s'adapter non seulement au stress psychologique mais aussi au stress physique, par exemple, aux fortes chaleurs d'été ou à une «bonne» grippe, bien que nous les combattons féroce-ment à coups d'air climatisé et de vaccins!

Sous l'action du stress, le corps est semblable à une chaîne mise sous

tension; peu importe de quoi elle est faite, ou par quoi elle est tendue, devant une tension trop forte, c'est le chaînon le plus faible qui se brise. «Nous avons toujours, écrit Selye, un organe, un chaînon qui est plus faible que les autres. Le même stress peut produire chez une personne, une certaine maladie et chez une autre personne, une autre maladie. Mais pour le prouver, j'ai dû faire des expériences qui ont duré des années.»

«Selye voulait dégager le non-spécifique dans la maladie», explique Gaétan Jasmin, directeur du Département de pathologie de l'Université de Montréal. «On était dans une ère de haute spécificité et on en sort à peine avec la biologie moléculaire. Nous avons vécu le temps de Pasteur, croyez-le ou non, où l'on voyait dans l'infection la cause de toutes les maladies. Évidemment, on venait de connaître les antibiotiques et les vaccins. On avait l'impression que les maladies avaient une cause unique. Selye, dans sa recherche, essayait de démontrer les multiples facteurs qui étaient déterminants dans l'écllosion de la maladie et c'est ce qu'il appelait la non-spécificité.»

Si, au début du siècle, on ne parlait pas de stress, l'idée qu'il puisse exister des mécanismes de régulation avait déjà été émise. Par exemple, on savait que le corps a la capacité de s'adapter aux changements de température. Vers 1865, Claude Bernard, père de la médecine moderne, émit l'idée d'un besoin d'équilibre de l'organisme face à l'environnement, un concept révolutionnaire qui a choqué à l'époque! Puis, en 1930, un neurophysiologiste américain, Walter Cannon, reprit cette idée d'équilibre et démontra comment l'organisme se défend des agressions en libérant de l'adrénaline.

S'inspirant de ces notions d'équilibre du corps face à l'environnement, Selye soutient que, face à n'importe quel changement, le corps s'adapte en déclenchant une réaction au niveau de l'hypophyse et des glandes surrénales qui libèrent des hormones corticoïdes. Au début, la presse scientifique s'applique à le ridiculiser et



*Hans Selye (à l'extrême droite) et ses étudiants dans la salle d'autopsie. Il leur explique, à partir des viscères qu'il tient dans ses mains, les effets provoqués par le syndrome du stress chez la souris.*



Nielson

*La majorité des étudiants de Hans Selye venaient de l'étranger. L'un d'eux, le Français Roger Guillemin (à droite), Prix Nobel en 1977, pour sa découverte des hormones du cerveau, a été le premier assistant de Hans Selye.*

Hans Selye songe à abandonner ses recherches, mais le grand chercheur canadien Frederick Banting, découvreur de l'insuline, l'encourage à continuer.

En effet les recherches de Hans Selye sur les hormones du stress l'amènent à découvrir des stéroïdes aux propriétés anesthésiques. «Il n'a pas tardé à se faire connaître, dit le docteur Jasmin, parce que le sujet de recherche était original et qu'il y avait une dimension internationale chez Selye. Ce n'était pas un homme qui travaillait dans l'ombre. Il faisait son travail, mais il faisait en sorte de le faire connaître.»

### UN INSTITUT DE PRESTIGE À MONTRÉAL

En 1945, l'Université de Montréal lui propose de fonder l'Institut de médecine et de chirurgie expérimentales, où il pourrait se consacrer davantage à la recherche. C'est une occasion en or, pour Selye, qui apprécie d'autant plus de se retrouver dans un milieu français, plus proche, selon lui, de sa culture européenne. Il dispose de deux étages de la Faculté de médecine, récemment installée sur la montagne. Déjà reconnu comme un chercheur talentueux et original, Selye attire rapidement une équipe d'assistants et d'étudiants diplômés vers l'Institut.

Il faut dire que les centres de recherches médicales sont plutôt rares, dans les années de l'après-guerre: quelques-uns à McGill, celui

du docteur Armand Frappier à l'Institut de microbiologie et d'hygiène et celui du docteur Pierre Masson, au Département de pathologie de l'Université de Montréal. Les jeunes médecins québécois qui envisagent une carrière de recherche vont profiter de la qualité de l'enseignement et de la recherche à l'Institut de Selye. Quelques années plus tard, le docteur Jacques Genest développera le Département de recherches cliniques à l'Hôtel-Dieu de Montréal sur le modèle multidisciplinaire préconisé par le docteur Selye.

Selye a le talent d'attirer des étudiants du monde entier, des États-Unis, du Japon, d'URSS, de Hongrie, de France, etc. Il installe une

carte du monde où une épingle marque le pays d'origine de chaque étudiant; tous les continents y sont représentés. Parmi les étudiants de Selye, on retrouve le Français Roger Guillemin, qui a reçu le prix Nobel de médecine en 1977 pour avoir découvert les endorphines du cerveau. Guillemin obtient son doctorat à l'Institut et, pendant trois années, sera le premier assistant du docteur Selye. Le sujet de recherche qui le rendra célèbre découle de travaux originellement conçus chez Selye.

Hans Selye peut décrire l'activité endocrinienne que produit le stress, mais il ne s'explique pas comment le cerveau donne le signal à l'hypophyse pour déclencher cette activité. «C'est ce qu'on appelait les stimuli préhypophysaires, explique le docteur Jasmin. Dans tous ses schémas, Selye mettait toujours un point d'interrogation et c'est ce point que Guillemin a résolu.» «En isolant les principes actifs sécrétés par le système nerveux», écrit Pierre Bois, ancien étudiant de Selye et actuel président du Conseil des recherches médicales du Canada, «il a apporté la preuve scientifique du contrôle neuro-hormonal des réactions de l'organisme, posant un jalon important dans la compréhension du phénomène du stress.»

**Nom:** Selye  
**Prénom:** Hans  
**Date et lieu de naissance:** le 26 janvier 1907, à Vienne en Autriche.

**Décédé:** le 17 octobre 1982, à Montréal.

Decouvreur du stress, il a décrit pour la première fois les mécanismes du syndrome de l'adaptation en 1936. Directeur de l'Institut de médecine et de chirurgie expérimentales de l'Université de Montréal pendant 31 ans, il a orienté les recherches sur le stress et publié un nombre impressionnant d'articles scientifiques et de livres sur le sujet, ce qui a fait de lui le spécialiste mondial du stress. En 1976, il a fondé l'Institut international du stress à Montréal.

«D'autres gens réputés sont passés par l'Institut, affirme Pierre Jean, comme Claude Fortier, qui a été professeur de physiologie à Laval et dont l'influence sur la recherche médicale au CHUL se fait sentir jusqu'à nos jours. Et Claude Fortier, c'est Selye. Moi, j'ai vu des générations de chercheurs «Selye». Ils ne font pas de la recherche de la même façon que Selye la faisait, mais il y a une filiation dans leur recherche médicale.»

Si on fait le relevé des étudiants qui sont passés par l'Institut, environ 500 font de la recherche médicale et 60 sont devenus professeurs titulaires dans différentes universités du monde. Et le mérite revient au talent d'éducateur de Hans Selye. «Il pouvait, raconte Pierre Jean, charmer un auditoire de 100 ou de 2 000 personnes, sans problème, mais là où il excellait, c'était dans une relation de personne à personne. Il était capable, un peu comme Socrate, de faire «accoucher» son étudiant. Au lieu de lui dire des choses, il les lui faisait découvrir.»

Pour permettre à ses étudiants de se familiariser avec la vie de chercheur, tout en approfondissant leurs connaissances, Hans Selye organise des réunions qu'il appelle «les Conférences Claude-Bernard». Pendant trois jours, l'équipe de l'Institut accueille un chercheur réputé, souvent un Prix Nobel. «À la fin de ces conférences, se souvient le docteur Jean, il nous invitait chez lui et, après un bon repas, les étudiants avaient le droit de poser toutes leurs questions. On apprenait les petites et les grandes choses qui composaient la vie d'un chercheur. Certains invités n'étaient pas toujours d'accord avec Selye et on avait droit à des joutes oratoires passionnantes.»

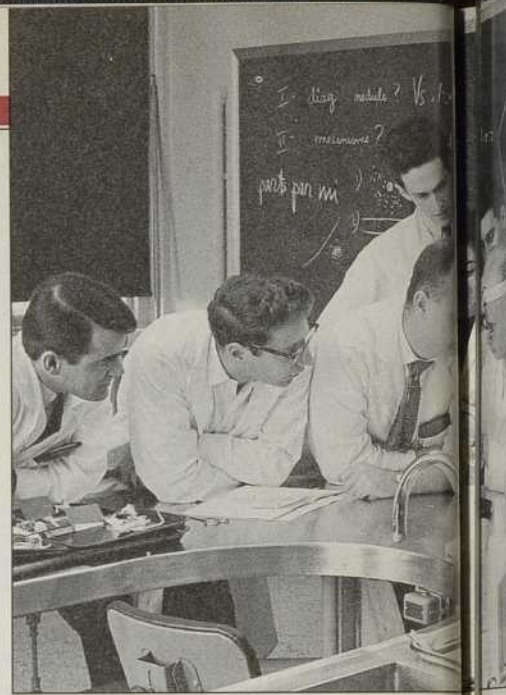
### QUESTIONNER LA NATURE

La connaissance des langues est un atout majeur pour Selye; il en maîtrise cinq, mais se débrouille dans dix langues. Il peut lire un article scientifique en allemand, sur un sujet tout à fait périphérique, par rapport à son intérêt immédiat, et, le même jour, en

lire un autre en espagnol ou en russe. «Hans Selye, explique Pierre Jean, avait une culture scientifique hors de l'ordinaire. Il était en contact, non seulement avec le domaine qui l'intéressait, mais avec plusieurs domaines de recherche biomédicale, de telle sorte que ses grandes contributions sont en corrélation.» Ses lectures sont comme les pièces d'un casse-tête. Il réfléchit et, tout à coup, grâce à sa capacité de synthèse, jaillit une hypothèse de recherche.

Mais, ses hypothèses, Selye tente de les confirmer par des méthodes d'observation simples, les méthodes sophistiquées pouvant, selon lui, être entachées d'erreurs. Il est connu que certaines découvertes se sont révélées n'être, en fait, que des erreurs de méthodologie. Certaines techniques ont déjà mis en évidence des structures de cellules, en réalité inexistantes, qu'on a appelées les structures fantômes des cellules. C'est pourquoi Selye ne croit qu'en ce qu'il voit. S'il s'était adjoint un chimiste, il aurait pu découvrir et synthétiser la cortisone. En effet, il connaissait les propriétés anti-inflammatoires du stress et avait prédit l'existence de cette hormone au niveau des glandes surrénales.

Hans Selye a horreur des gadgets et de l'instrumentation compliquée. Il refuse même d'utiliser le microscope électronique; il se sert de ses yeux, de ses petites lunettes à dissection et d'un bon microscope conventionnel. «J'ai fait, disait-il, de grandes observations de cette façon-là, il n'y a pas de raison que vous n'appreniez pas comme ça», se souvient Gaétan Jasmin. Mais il a reconnu, à la fin de sa carrière, que des microscopes plus perfectionnés, comme les microscopes électroniques, permettent de découvrir des structures jamais vues auparavant. Selye disait qu'il était superflu de s'attarder à analyser l'infiniment petit; on perdait la vue d'ensemble. Il vaut mieux étudier la nature en gros plans, au prix de perdre certains détails, et, disait-il, ces détails, on laissera ça à ceux qui ont moins d'imagination.»

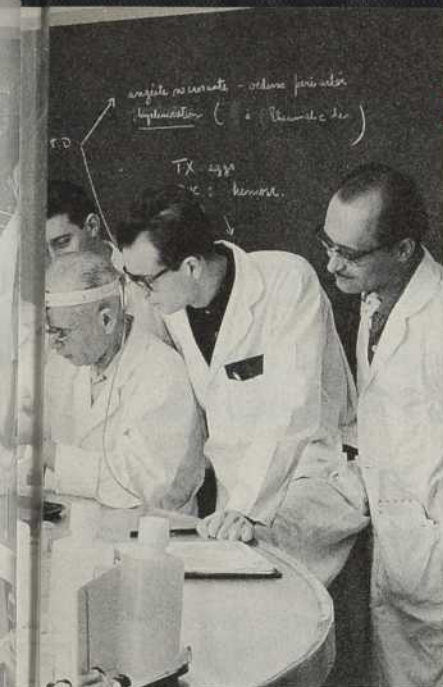


Fin observateur, Hans Selye se servait d'absolument des lunettes de dissection, un scalpel et un de la technologie trop complexe.

Son attitude prêtait à l'interprétation. «D'un certain côté, dit Pierre Jean, il se méfiait des progrès techniques, mais, dans le fond, il voulait nous mettre en garde contre la technologie pour la technologie. Il nous disait: «Des gens ont mis au point une technique et, après, cherchent à l'appliquer quelque part. Ils courent dans les corridors des instituts, à la recherche de quelqu'un qui saura s'en servir.» Pour lui, ce sont des super-techniciens, mais pas des hommes de recherche. «Il y a tellement de ces chercheurs-techniciens, dit Pierre Jean, qui ont mis au point une technique, souvent trouvée par hasard, et qui l'appliquent à toutes les sauces. Pour un enfant qui a un marteau, le monde se réduit à un clou; pour Selye, c'était le contraire, mais il réagissait tellement qu'il ne voulait pas de ce marteau.»

«Les jeunes sont tellement impressionnés par la complexité des instruments modernes, écrit le docteur Selye, qu'ils oublient que ce qu'on peut voir avec un grossissement d'un million de fois, c'est un détail. Et, comme le disait le grand biochimiste Szent-Györgyi, quand vous disséquez la vie dans ses particules de plus en plus minuscules, quelque part, en cours de route, la vie même disparaît.»

Hans Selye attache beaucoup plus d'importance au protocole de



Hans Van Der A A

aux, puis d'instruments simples comme conventionnel. Il se méfiait

recherche. Il est près de ses animaux de laboratoire; il fait la chirurgie lui-même et exerce un contrôle rigoureux sur les expériences entreprises par ses étudiants. «Nature answers my questions» est le titre qu'il donne à sa série de publications. Il soutient ainsi qu'il est capable de provoquer la nature, de lui poser des questions et d'obtenir d'elle des réponses.

«Ce n'était pas par excès d'humilité que Selye interrogeait Dieu, dit Pierre Jean. Et il l'interrogeait, à une certaine époque de son existence, d'une façon dramatique. Il y en avait qui s'objectaient à son approche expérimentale chez les animaux. Il utilisait des animaux pour avoir des réponses, mais la Société protectrice des animaux, si elle avait été plus puissante à cette époque-là, l'aurait empêché de faire beaucoup d'interventions chirurgicales.»

Le matin, il se gardait des heures pour faire la tournée des expériences, et diriger une discussion sur les recherches en cours et sur les résultats, s'il y avait lieu. Tout se passait comme dans un institut «classique», semblable à ceux qui existent en Europe. «Il n'y avait pas tellement d'esprit d'équipe, révèle Gaétan Jasmin, c'était plutôt la «pyramide». Cette structure a une certaine force, Mais elle enlève l'autonomie aux chercheurs.»

«À l'Institut, explique Pierre Jean, c'était «love it» or «leave it»; si on n'aimait pas, il fallait partir. C'était comme un gros arbre: il n'y avait pas de place pour de petits arbres. Par contre, le gros arbre peut ensemer. Mais, si quelqu'un voulait se développer, il lui fallait quitter l'Institut.» Et tous ont quitté, les uns après les autres. Au moment où Hans Selye prend sa retraite, en 1976, il n'y a personne pour le remplacer et les étudiants et assistants de l'Institut se dispersent dans les départements de l'Université de Montréal.

Dans son livre, *Stress sans détresse*, écrit en 1974, Hans Selye élabore un code de comportement universel, inspiré de la biologie cellulaire, des mécanismes d'équilibre de l'organisme et des réactions aux agents stressants. Selon lui, un travail qui convient à la personnalité d'un individu et qui lui plaît provoque peu de stress et pas de détresse. C'est l'échec qui use et laisse des cicatrices. La vie «monastique» de ce grand chercheur a été, selon lui, une vie de loisirs, parce qu'il faisait ce qu'il aimait.

«Quand j'entrai en faculté à l'âge de 18 ans, écrit-il, j'étais tellement passionné par les possibilités de recherches sur la vie et la maladie, que je me levais chaque matin à 4 heures pour étudier dans le jardin jusqu'à 6 heures du soir. Ma mère qui ignorait tout du stress biologique, ne cessait de me répéter qu'à ce rythme, je m'effondrerais au bout de deux mois. Eh bien, à 68 ans, je me lève encore à 4 ou 5 heures et je travaille toujours jusqu'à 6 heures du soir.»

On est tenté de croire que Hans Selye a joui d'une santé impressionnante. Il dit plutôt qu'il a méprisé la maladie, même le cancer qui aurait dû le tuer. Et ses deux hanches artificielles ne l'ont pas empêché de courir le monde. À l'âge de 69 ans, il a un grave accident d'automobile. Il se retrouve avec trois côtes cassées et le bassin fêlé. Trois jours après, devant le refus des médecins, il signe son propre congé de l'hôpital pour prononcer une conférence à Miami, devant 2 000 médecins stupéfaits!

Son énorme capacité de travail lui a permis de publier plus de 1 600 articles et 40 livres et traités, dont certaines bibliographies comportent jusqu'à 5 000 références. «Un éminent visiteur, écrit Pierre Bois, voyant Selye à l'œuvre, remarquait avec consternation que Selye avait en deux ou trois ans produit presque autant de travaux scientifiques que lui-même durant toute sa carrière.»

«Selye disait à la blague: «La nature m'a donné à peu près tout ce qu'il faut pour être un génie», se souvient Gaétan Jasmin. Peut-être pas modeste, mais, génial, il l'était sûrement! Dans les années 40, Selye invente un système de classification, un genre d'ordinateur manuel d'un million d'entrées, qui peut tout classifier. Des gens de partout, dont les «cerveaux» de l'armée américaine, sont venus voir son système.

Avec un tel système de codification et une culture scientifique impressionnante, Hans Selye a inspiré plusieurs générations de chercheurs et ouvert de nombreuses avenues de recherche, aujourd'hui explorées, notamment en médecine du travail et dans le champ des maladies psychosomatiques.

Philosophe, Hans Selye aimait raconter cette anecdote: Caton l'Ancien, homme d'État et éminent philosophe, entendit un jour un ami déclarer: «C'est un scandale que vous n'avez pas encore votre statue dans Rome.» Ce à quoi Caton répondit: «Je préfère que les gens se demandent pourquoi il n'y a pas de statue de Caton, plutôt que pourquoi Caton a-t-il sa statue?» Savait-il que l'Université de Montréal oublierait d'honorer celui qui a été l'un de ses plus grands chercheurs? □

#### Pour en savoir davantage:

SELYE, Hans, *Du rêve à la découverte*, Éditions La Presse, 1973, 445 p.

SEYLE, Hans, *The Stress of my Life*, Toronto, McClelland and Stewart, Ltd., 1977, 272 p.

SELYE, Hans, *Stress sans détresse*, Montréal, Éditions La Presse, 1974, 175 p.

SELYE, Hans, *Le stress de la vie*, Paris, Gallimard/Lacombe, 1956, 425 p.

# LA FIBRE D'AMIANTE: UNE SECONDE PERCÉE

**Les possibilités d'application de l'amiante dans des technologies de pointe connaissent un regain de vie à l'heure actuelle.**

**Ce minéral pourrait bien contribuer à la relance de l'Estrie grâce aux pré-imprégnés à base d'amiante, dont la demande constante sur le marché permet aux résidents de cette région d'espérer des jours meilleurs.**

Assaillie par de multiples opposants quant à son utilisation sur le marché, la fibre d'amiante a traversé une période sombre de son histoire après les heures de gloire qu'elle a connues dans les années 70. Il n'en demeure pas moins que ce minéral possède un ensemble de caractéristiques absent des autres minéraux, et que son potentiel d'application demeure très intéressant. Malgré tous ses déboires, l'amiante pourrait bientôt reconquérir ses lettres de noblesse grâce à un projet de recherche-développement sur la fabrication de pré-imprégnés à base de fibres d'amiante parrainé, entre autres, par Énergie, Mines et Ressources Canada. Ce projet s'insère dans le cadre du Programme de l'amiante mis en œuvre par l'Institut de l'amiante.

Les chercheurs travaillant au projet, c'est-à-dire ceux du Centre spécialisé en technologie minérale du Collège de la région de l'amiante, pourront bientôt démontrer les avantages inhérents à l'utilisation de l'amiante. Grâce à une technologie d'imprégnation, l'amiante est combinée à des résines polymères, telles les thermoplastiques, les thermodurcissables, les élastomères et les inorganiques, afin d'en faciliter l'utilisation, la mise en forme et la manutention. À l'issue de cette opération, ce matériau pourra servir à la production de pièces à haute performance destinées à l'assemblage d'équipement militaire, électrique et aéronautique. De plus, la revalorisation de ce minéral s'avère sûr pour l'environnement.

L'imprégnation consiste en une technique d'enrobage ou d'encapsulation de fibres d'amiante au moyen de différentes résines. Les moules, dans lesquels les pièces pré-imprégnées sont formées, contiennent

toutes les composantes de sorte que le démoulage d'une pièce ne nécessite aucune autre opération. Le circuit de production fonctionnant selon cette technique est habituellement automatisé, ce qui évite ainsi tout contact direct avec la matière première. Il s'agit donc d'une technique entièrement sûre.

Il ne subsiste aucun doute dans l'esprit de ceux qui misent sur cette technologie: suivant la demande constante des industries militaires, électriques et aéronautiques, les pré-imprégnés sont voués à un bel avenir au Québec. En comparant les différents pré-imprégnés qui seront bientôt développés, les chercheurs du Centre seront en mesure de déterminer un marché apte à utiliser leurs produits, et pourront inviter des industries québécoises locales à participer au transfert technologique qui s'ensuivra. Ce transfert aura lieu dans deux domaines spécifiques, soit la fabrication et le moulage des pré-imprégnés.

Richesse naturelle ignorée depuis quelques années, l'amiante redeviendra sous peu un minéral très recherché. Énergie, Mines et Ressources Canada est fier de participer à la relance de ce secteur minier vital pour l'Estrie.



Energie, Mines et  
Ressources Canada

L'Hon. Marcel Masse,  
Ministre

Energy, Mines and  
Resources Canada

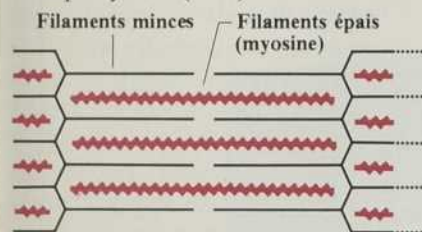
Hon. Marcel Masse,  
Minister

Canada

# Gonflés, ces muscles!

par Raynald PEPIN

On s'émerveille, parfois, devant le fonctionnement des muscles. Les cellules ou fibres musculaires servant aux mouvements volontaires sont constituées de myofibrilles, structures en forme de fils disposées longitudinalement. À l'intérieur des myofibrilles, on retrouve deux sortes de filaments parallèles formés de protéines (voir schéma). Les filaments épais sont constitués de myosine, les filaments minces, d'actine, de troponine et de topomyosine (ouf!).



L'influx nerveux à la source de la contraction musculaire déclenche la libération d'ions calcium. Ces ions se lient à la troponine et la tropomyosine s'enfonce alors dans l'actine. À l'aide du « combustible » cellulaire (l'ATP), la myosine des filaments épais prend une configuration de plus grande énergie, se lie avec l'actine, puis libère de l'énergie. Ce faisant, les bouts des molécules de myosine pivotent et tirent sur le filament d'actine. La répé-

tition de ce cycle fait que les filaments minces glissent entre les filaments épais, de sorte que les myofibrilles se contractent. La force produite est transmise à la membrane de la fibre musculaire et au tissu conjonctif qui pénètre et entoure le muscle.

Cette explication est intéressante mais soulève quelques questions d'ordre pratique — pour les sportifs, notamment. Ainsi, que se passe-t-il, au niveau microscopique, pour que l'échauffement augmente la performance et réduise les risques de blessure musculaire? Qu'arrive-t-il dans le muscle, quand on est victime d'une courbature, comme cela se produit souvent, quand on n'a pas utilisé un muscle depuis un certain temps? Et pourquoi ces courbatures apparaissent-elles seulement 16 à 24 heures après l'exercice?

À propos de l'échauffement, l'un des experts que nous avons consultés a été assez catégorique: «L'utilité de l'échauffement, pour diminuer les blessures ou augmenter la performance, est un mythe, car aucune étude ne prouve réellement l'existence de tels effets. Des athlètes, même après un bon échauffement, se sont blessés. De toute façon, selon les modes, on ne s'est jamais échauffé de la même façon; ainsi, en ce moment, on s'étire!» Pour ce chercheur, la routine familière de l'échauffement aurait surtout l'avantage d'aider l'athlète à se détendre et à se concentrer.

Un autre physiologiste considère que l'augmentation de température amenée par l'échauffement du muscle peut favoriser légèrement les processus biochimiques de contraction et la mobilisation des substrats énergétiques dans la fibre musculaire. D'après lui, les études sur l'échauffement démontrent des effets positifs mais faibles, sur la performance.

Quant aux courbatures, un autre mythe veut qu'elles soient causées par l'accumulation d'acide lactique (substance résultant de la dégradation anaérobie du glucose), qui est en fait généralement éliminé du muscle en moins d'une heure. Selon notre premier interlocuteur, les courbatures n'ont rien à voir avec des processus se déroulant à l'intérieur des fibres musculaires, mais seraient plutôt le résultat de microtraumatismes dans le tissu conjonctif. Les fibres de collagène (une protéine) du tissu conjonctif seraient abîmées lors de l'exercice. Les processus de réparation cellulaires engendrent alors de petites molécules qui attirent l'eau et font ainsi enfler le tissu conjonctif, ou stimulent les terminaisons nerveuses et causent la douleur. L'apparition retardée des courbatures serait due au fait qu'il faut un certain temps au collagène abîmé par l'exercice pour se dégrader.

N'est-il pas intéressant de se rendre compte qu'il y a encore des tas de phénomènes, dans la vie quotidienne, qu'on ne connaît pas vraiment?

LA QUESTION  
DU MOIS

## UN FIL, DEUX MESURES

Les écureuils gambadent sur les câbles électriques et les oiseaux en font leur perchoir. Pourquoi ne sont-ils pas électrocutés alors que, si nous touchons à ces mêmes fils, nous sommes cuits?

Envoyez votre réponse, avec vos nom et adresse à:

LA DIMENSION CACHÉE  
Raynald Pepin a/s Québec Science  
2875, boul. Laurier, Sainte-Foy (Québec)  
G1V 2M3

La personne gagnante du mois de juin 1988 est: **M. Paul-François Paradis, 3620, Lorne Cr., no 505, Montréal (Québec), H2X 2B1** — Pour sa réponse à la question «Les fontaines lumineuses», cette personne recevra un exemplaire du Dictionnaire thématique visuel (une valeur de 39,95 \$), gracieuseté des Éditions Québec Agenda.

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

## RÉPONSE

### L'ÉTÉ EN RETARD

Il faut un certain temps pour que la température de l'eau et du sol change de façon notable. L'eau et le sol agissent comme des réservoirs thermiques: ils «emmagasinent le froid» durant l'hiver et se réchauffent au début de l'été, soustrayant ainsi de la chaleur à l'environnement. Au début de l'hiver, ils restituent la chaleur accumulée durant l'été et retardent ainsi les grands froids jusqu'en janvier, même si c'est autour du 22 décembre que l'ensoleillement est le plus faible. La même chose se produit pour des intervalles de temps plus courts; ainsi, les différences de température entre le jour et la nuit sont réduites.

# LE F.D.S.\*

## UNIQUEMENT POUR LES GENS D'ACTION!

### \* Vous avez de bonnes idées?

Le Centre d'Excellence en Télécommunications Intégrées (CETI) offre l'opportunité à des gens comme vous de devenir Fournisseur de Services (E.D.S.) sur le MINITEL<sup>MD</sup>.

Le rôle du F.D.S. consiste à concevoir et développer un ou des nouveaux services destinés aux usagers du MINITEL<sup>MD</sup>. Vous êtes agressif, dynamique et vous ne savez plus que faire de vos idées? Vous possédez ou non une entreprise? Quel que soit votre projet, confiez-le nous! Nous saurons vous aider à en tirer profit. Pour toute information, composez le (514) 844-5539 ou complétez la demande d'informations ci-jointe et postez-la à:



**CETI**

Centre d'Excellence en  
Télécommunications Intégrées  
425, boul. de Maisonneuve O.  
Suite 1200  
Montréal (QUÉBEC)  
H3A 3G5

### (demande d'informations)

Veuillez me faire parvenir de la documentation concernant les Fournisseurs de Services (E.D.S.).

Nom: \_\_\_\_\_

Adresse: \_\_\_\_\_

Ville: \_\_\_\_\_

Téléphone: \_\_\_\_\_

Code postal: \_\_\_\_\_

Entreprise: \_\_\_\_\_

Titre: \_\_\_\_\_

# ACTUALITÉ

par l'Agence Science-Press

S P É C I A L  
**ACEAS**

Le 56e congrès de l'Association canadienne-française pour l'avancement des sciences (ACFAS) s'est tenu du 9 au 11 mai dernier, à l'Université de Moncton. Voici un aperçu des principales communications présentées lors du congrès interdisciplinaire le plus fréquenté par les scientifiques francophones du Canada.

**L**es performances en sciences des élèves québécois du secondaire sont désastreuses. Mais ce n'est pas parce que les programmes scolaires du Québec sont trop «légers»: au contraire, ils se comparent avantageusement à ceux des autres pays.

C'est ce qui ressort de la vaste enquête sur l'enseignement des sciences menée par l'Association internationale pour l'évaluation du rendement scolaire. Les résultats finaux de cette étude, effectuée entre 1983 et 1986, ont été rendus publics lors du congrès de l'ACFAS.

Des élèves de cinquième année du primaire, de troisième et de cinquième secondaire de 23 pays ont été soumis aux mêmes examens de sciences. Les résultats préliminaires de l'étude, publiés l'an dernier, indiquaient que, au primaire, les jeunes Québécois se classaient parmi les premiers. Mais, au secondaire, la situation se détériorait dangereusement.

La compilation finale des résultats confirme ces tendances. Les élèves québécois de cinquième secondaire se classent au dernier rang.

Les chercheurs avaient tout d'abord attribué cette performance désastreuse à la faiblesse de nos programmes de sciences. «L'analyse comparée des programmes des divers pays montre qu'il n'en est rien», explique Gilles Dussault, professeur à l'Université du Québec à Hull et responsable du volet québécois de l'étude. «Les pro-

## LES PROGRAMMES DE SCIENCES NE SONT PAS EN CAUSE



Publiphoto / M. Paquin

grammes québécois de sciences sont en général au moins aussi denses que ceux des autres pays. Le programme des sciences de la santé, par exemple, est très supérieur à la moyenne internationale. Pourtant, les résultats obtenus par les jeunes Québécois, dans ce domaine, ont été aussi déplorables qu'ailleurs.»

«De plus, poursuit le professeur Dussault, nos programmes insistent beaucoup plus sur les processus d'apprentissage que sur l'acquisition des connaissances. Or les examens administrés aux élèves portaient davantage, eux aussi, sur

*Notre mode de vie expliquerait peut-être la faiblesse des élèves du secondaire en sciences.*

les processus que sur les connaissances. Nos programmes de sciences ne sont donc probablement pas responsables de la mauvaise situation québécoise.»

Alors, qu'est-ce qui explique la faiblesse des élèves québécois en sciences? «On ne consacre pas suffisamment de temps à l'apprentissage, croit Gilles Dussault. Nos enfants ne passent que 180 jours par an à l'école et n'étudient que

cinq heures par semaine, en moyenne, en dehors de leurs cours. C'est peu quand on pense aux jeunes Japonais qui n'ont qu'un mois de vacances d'été... et qui doivent remettre des devoirs à la rentrée!»

Il faut peut-être, en fait, aller chercher les causes ultimes du problème du côté de nos valeurs et de notre mode de vie nord-américains. Les performances des jeunes Américains sont presque aussi mauvaises que celles des Québécois. «Ce sont dans les pays comme la Hongrie et le Japon, où la philosophie de vie est très différente de la nôtre, que les meilleurs résultats ont été obtenus», fait remarquer, songeur, le professeur Dussault.

*Michel Groulx*

## PESTICIDES, MÉTAUX ET PARKINSON

Il existe une forte corrélation entre la prévalence de la maladie de Parkinson et la présence de métaux dans le milieu de travail. C'est l'une des conclusions auxquelles sont parvenus des chercheurs de l'Université de Montréal et de l'Institut de recherches cliniques de Montréal.

La recherche avait été entreprise par le regretté Dr André Barbeau, lequel avait remarqué que la maladie de Parkinson était deux à cinq fois supérieure à la moyenne provinciale dans la région de Valleyfield.

La malheureuse expérience de jeunes Californiens, qui avaient synthétisé et injecté par voie intraveineuse une drogue pour leur usage personnel, a lancé les recherches sur l'effet des pesticides sur la maladie de Parkinson. Peu de temps après leur «voyage», ces étudiants présentaient les symp-

tômes de la maladie de Parkinson. Leur drogue était, en fait, du MPTP, une substance dont la famille chimique ressemble à certains pesticides employés au Québec. De plus, des ouvriers des mines de manganèse, en Amérique du Sud, et de fer, en Suède, ont développé des maladies industrielles reliées aux métaux.



Il existe quatre usines métallurgiques, dans la région de Valleyfield, où l'on épand également beaucoup de pesticides. C'est ce qui a incité le Dr Barbeau à chercher dans les déchets environnementaux des grandes industries la cause même du Parkinson. Le Dr Zayed et son équipe ont évalué la concentration de métaux et de pesticides, à l'intérieur et à l'extérieur des usines concernées, en se servant, entre autres, de données provenant des usines elles-mêmes.

Les chercheurs n'ont pas observé de corrélation entre la présence de résidus métalliques dans l'environnement et la prévalence de la maladie de Parkinson. Par contre, deux fois plus de parkinsoniens que d'individus non

atteints ont travaillé dans des milieux où l'on manipulait des métaux, en particulier le manganèse, le fer et l'aluminium — il ne semble pas y avoir de corrélation avec le cuivre.

La corrélation entre les facteurs environnementaux et la maladie de Parkinson se situe davantage par rapport à l'exposition aux pesti-

cides. Les femmes ont été exposées aux pesticides pendant une durée 25% supérieure à tous les autres groupes, ce qui explique le haut risque rencontré.

Enfin, la corrélation entre le milieu de travail où l'on manipule des pesticides et la maladie de Parkinson est aussi révélatrice: on a trouvé 15% plus de cas de Parkinson chez les agriculteurs manipulant des pesticides. On a également constaté une plus forte proportion de cas de cette maladie chez les consommateurs d'eau de puits dans cette région. «Il y a des doutes sérieux, affirme le Dr Zayed, à l'effet que les pesticides soient associés à une qualité douteuse de l'eau de puits.»

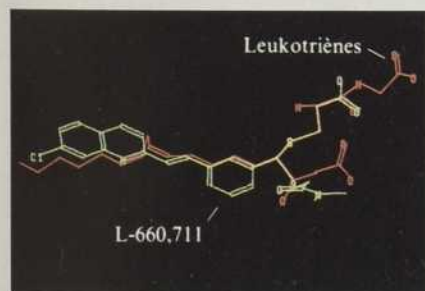
*Carole Brodeur*

## UN ESPOIR POUR LES ASTHMATIQUES

Un nouveau médicament, dont la formule a été dévoilée à Toronto au début de juin, lors du Third Chemical Congress of North America, fera peut-être cesser les interminables quintes de toux des personnes asthmatiques et leur permettra éventuellement de jeter leurs inévitables petites pompes.

En 1979, un chercheur suédois découvre les leukotriènes, que la compagnie Merck Frosst synthétise presque aussitôt. Il s'agit de déchets de l'organisme que l'on retrouve en concentrations très élevées dans le sang des asthmatiques lors d'une crise. Ils provoquent la contraction des vaisseaux sanguins ainsi que la rétention d'eau, l'œdème, ce qui obstrue les bronches et rend la respiration difficile.

Jacques-Yves Gauthier, chercheur à la compagnie Merck Frosst, a présenté au Congrès de l'ACFAS ce qui est à ce jour la substance qui combat le mieux les leukotriènes. Le L-660,711 est oralement actif chez les animaux de laboratoire et il semble qu'il n'aurait pas les effets indésirables des médicaments actuellement utilisés. Il agit



Bob Young

en combattant l'action des leukotriènes, au lieu de contrer leurs effets après coup. Il a déjà passé avec succès les tests d'innocuité sur les animaux et nous devons attendre deux à trois ans avant son homologation.

C. B.



Jacques Goldstein

## VIVE LES ESPADRILLES!

Marcher avec des bottines de travail pourrait être plus nocif, pour le dos et les articulations des jambes, que de se promener nu-pieds. Telle est du moins l'une des conclusions des chercheurs Michel Ladouceur, René Therrien et François Prince, de l'Université de Sherbrooke, à la suite d'une étude sur l'influence de l'impact pied-sol lors de la marche.

Les chercheurs ont calculé les diverses composantes du choc propagé dans les jambes et le dos lors de l'impact. Ils ont fait marcher leurs sujets à 1,4 m/s, pieds nus ou portant l'un des huit types de chaussures testées, sur une «plate-forme de forces» qui enregistre tous les paramètres de l'impact pied-sol. Des électrodes placées sur les jambes et dans le dos des cobayes ont permis de mesurer la force des chocs.

Ce sont les souliers à semelle de polyuréthane qui absorbent le mieux les chocs. Les souliers de ville à semelle de caoutchouc dur, ceux de type *loafer*, ainsi que les bottines de travail ont obtenu les moins bons résultats, rapporte Michel Ladouceur. Les bottines enferment le pied et contraignent le mécanisme naturel d'absorption du choc. De même, les souliers à «coussin de gelée», pourtant conçus pour la marche, se sont très mal comportés comparativement à

des chaussures de jogging moins dispendieuses. «La marche, remarque en souriant M. Ladouceur, fait l'objet d'un engouement particulier aux États-Unis, depuis que tout le monde a mal partout d'avoir fait du jogging.»

Terminant une maîtrise en kinanthropologie, M. Ladouceur croit que les recherches présentes et futures permettront de concevoir des chaussures spécialement dessinées pour des travailleurs et travailleuses qui marchent beaucoup comme, par exemple, les infirmières.

Carole Brodeur

## POUR MIEUX DÉTECTER LES SALMONELLES

Mauvaise nouvelle pour les salmonelles, ces bactéries qui constituent la principale cause des intoxications alimentaires: une trousse permettant de déceler facilement et rapidement leur présence dans les aliments pourrait être bientôt mise sur le marché.

Hafida Aomari, étudiante en maîtrise à l'Institut Armand-Frappier, a en effet mis au point un anticorps polyvalent anti-salmonelles, substance capable de reconnaître ces microorganismes pathogènes et de s'y fixer.

Le nouvel anticorps pourrait servir à confectionner une trousse de détection possédant d'immenses avantages par rapport aux méthodes actuellement en usage. Celles-ci exigent trois jours de manipulations compliquées, de sorte que les aliments sont parfois vendus et consommés avant qu'on obtienne le résultat des tests, alors que l'anticorps développé à Armand-Frappier réagit avec les salmonelles en 15 minutes seulement. Extrêmement sensible, il peut détecter un millionième de gramme de salmonelle. Il est

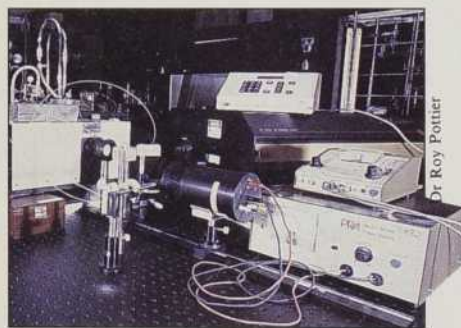
également polyvalent, et reconnaît 90% des souches provoquant des intoxications chez l'être humain et les animaux, pourcentage qui devrait grimper prochainement à 100. De plus, le test pourra être utilisé à la ferme ou à l'usine: un simple changement de couleur indiquera la présence des bactéries.

M. G.

## BONNE NOUVELLE POUR LES CANCÉREUX

Un nouveau traitement anticancer, la photochimiothérapie, conjugue les effets bénéfiques de la chimiothérapie à ceux de la radiothérapie, sans provoquer toutefois les effets secondaires de ces deux thérapeutiques. Le Dr Roy Pottier, du Royal Military College of Canada à Kingston, en Ontario, a décrit cette technique prometteuse, lors du congrès de l'ACFAS.

La photochimiothérapie repose sur l'utilisation des porphyrines, substances qui ont la double propriété de s'accumuler sélectivement dans les tumeurs et de n'être actives qu'en présence de lumière.



Ce système jumelé à un laser permet d'étudier les effets de la lumière sur les diverses drogues.

On injecte donc d'abord la porphyrine au patient. Deux à trois jours plus tard, alors que la porphyrine s'est concentrée dans la tumeur, un rayon de lumière rouge

est dirigé sur cette dernière, activant les molécules de porphyrine et provoquant une série de réactions qui concourent à la destruction de la tumeur.

Comme l'explique le Dr Pottier, avec la photochimiothérapie, les risques d'effets secondaires sont presque nuls: «La porphyrine, substance d'origine naturelle (une composante de l'hémoglobine du sang) n'est toxique que si elle est exposée à une lumière intense. Comme la drogue a une prédilection pour les tumeurs, elle ne risque pas d'endommager le reste du corps.»

Pour assurer un surcroît de protection aux patients, les chercheurs de Kingston ont eu l'idée de recourir à une autre substance, laquelle intéresse les Forces armées, pour contrer les effets des radiations. Exactement à l'inverse des porphyrines, ce produit ne se fixe qu'aux cellules saines et ne risque donc pas de mettre les cellules cancéreuses à l'abri de la porphyrine.

Pour l'instant, on a traité par photochimiothérapie surtout des cancers de la peau, ces derniers étant plus faciles à atteindre avec le rayon lumineux. «Mais cette technique est aussi utilisée pour traiter plusieurs types de cancer, affirme le Dr Pottier. Au Japon, on soigne déjà avec succès des cancers des organes internes: on dirige la lumière sur les tumeurs à l'aide de fibres optiques.» Dans certains centres hospitaliers, on a commencé à traiter les cancers des lymphocytes T du sang, en extrayant le sang du corps du patient, pour l'exposer à des rayons ultraviolets.

À l'heure actuelle, l'équipe du Dr Pottier cherche à mettre au point des variétés de porphyrine encore plus puissantes.

La photochimiothérapie est dispensée dans cinq centres médicaux au Canada, mais pas encore au Québec.

Michel Groulx

## 2001, L'ODYSSÉE SUR LE TERRAIN

L'objectif est ambitieux: répertorier et décrire les quelque 17 000 plantes de l'Amérique du Nord. Les ressources humaines investies sont considérables: des centaines de spécialistes de l'identification, une vingtaine de coordonnateurs, dont cinq Canadiens, sous l'égide du Jardin botanique du Missouri. Le résultat prévu: un ouvrage en 12 tomes, *Flora of North America*, qui sera publié à partir de 1990, jusqu'à l'an 2001.



Luc Brouillet

«On y trouvera une description complète de chaque plante, en plus de nombreuses clefs facilitant son identification», indique le Dr Luc Brouillet, de l'Institut botanique de Montréal, coordonnateur régional du projet pour l'Est du Canada. Cette description sera complétée par des renseignements sur la biologie de la plante, son écologie, son habitat, son utilisation, ses noms scientifique et commun, etc.

Une introduction générale à la végétation nord-américaine précédera les 11 volumes descriptifs et comprendra des chapitres sur la géologie, le climat, l'évolution de la flore et l'histoire de l'exploration botanique de l'Amérique du Nord. «Ce tome à lui seul, se réjouit déjà le Dr Brouillet, sera un outil indispensable pour l'enseignement. Ce sera la source de renseignements la plus complète et la plus précise sur le marché.»

Au Québec, de nombreuses ressources seront utilisées par les chercheurs: l'herbier Marie-Victorin, au Jardin botanique de

Montréal, l'herbier Louis-Marie, à l'Université Laval, spécialisé dans la flore du Québec nordique, ainsi que l'herbier de l'Université McGill, le plus vieux au Canada.

Alan Mc Lean

## LA MÉDECINE DES FEMMES

Il fut une époque où être femme signifiait être moins scolarisée. Ces temps semblent changer: la majorité des étudiants universitaires sont en réalité des étudiantes. La faculté de médecine de l'Université Laval illustre bien ce changement: on y retrouve deux fois plus de femmes que d'hommes. Cette petite révolution ne se fera pas sans influencer la pratique de la médecine. Selon Guy Saucier, adjoint au doyen aux affaires étudiantes, les femmes sont moins pressées et plus attentives que leurs confrères. Mais pourquoi y a-t-il tant de femmes en médecine? Simplement parce que les cégépiennes seraient plus studieuses que les cégépiens et auraient ainsi de meilleures notes.

## L'INDUSTRIE DU SIDA

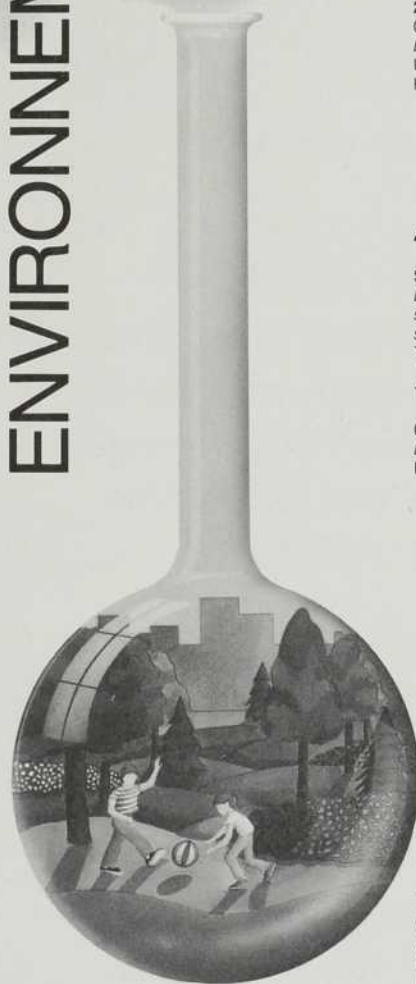
À mesure qu'augmente le nombre de sidatiques, l'industrie sidatique croît elle aussi. Selon une étude récente, au-delà de 2 000 organismes œuvrent dans ce domaine, soit plus de 1 200 firmes (sociétés pharmaceutiques, chimiques et manufacturières), 700 universités et centres de recherches, et près de 400 associations ou services d'aide aux victimes. On estime qu'en 1995, l'industrie du sida (médicaments, vaccins, trousse de dépistage, etc.) aura un chiffre d'affaires dépassant les trois milliards de dollars.

# ET SANTÉ

LES CONFÉRENCES HYDRO-QUÉBEC

Hydro-Québec Université du Québec à Montréal

ENVIRONNEMENT



À Montréal  
À Québec

**20 septembre**  
**21 septembre**  
Cedric Gariand  
*Les effets des pluies acides sur la santé*  
University of California, San Diego, É.-U.

**27 septembre**  
Claude Molina  
*Le syndrome des tours à bureaux*  
Université de Clermont-Ferrand I, France

**28 septembre**  
André Castonguay  
*Le tabagisme: ses conséquences et sa prévention*  
Université Laval

**4 octobre**  
**5 octobre**  
Stephen Safe  
*Les effets des BPC et des substances connexes sur la santé*  
Texas A & M University, É.-U.

**11 octobre**  
**12 octobre**  
Charles Dumont  
*Le mercure à la Baie James*  
Hôpital général de Montréal

**18 octobre**  
**19 octobre**  
Serge Gauthier  
*La maladie d'Alzheimer: interactions entre génétique et environnement*  
Université McGill

**25 octobre**  
**26 octobre**  
Gabriel Piaa  
*Implications des problèmes de toxicologie en santé environnementale*  
Université de Montréal

**1<sup>er</sup> novembre**  
**2 novembre**  
Gilles Thériault  
*Les risques de cancer attribuables aux champs électriques et magnétiques*  
Université McGill

**8 novembre**  
**9 novembre**  
Roland Brousseau  
*La biotechnologie et vous: impact éventuel sur la santé et l'environnement*  
Conseil national de recherches du Canada

À Montréal,  
mardi à 18 h,  
du 20 septembre au 8 novembre  
**Salle Marie-Gérin-Lajoie**  
Université du Québec à Montréal

À Québec,  
mercredi à 17 h 30,  
du 21 septembre au 9 novembre  
**Pavillon Pouliot (salle 1112)**  
Université Laval

UNIVERSITÉ  
LAVAL

Université du Québec  
Institut national  
de la recherche  
scientifique

Pour de plus amples renseignements:  
(514) 289-2214  
(514) 282-4118  
(418) 845-7386

Air Canada HOTEL LORD BERRI

ENTRÉE LIBRE

**L'hypertension, souvent associée aux maladies rénales, touche 15% de la population adulte. Faites vérifier votre pression artérielle dès aujourd'hui.**

**LA FONDATION CANADIENNE DU REIN**  
Les maladies du rein: une lutte à finir.

# LA CHIRURGIE DE L'ESPOIR

par Madeleine HUBERDEAU

**Les chirurgiens plasticiens reconstruisent et remodelent les corps mal formés ou mutilés. Ces interventions exigent une dextérité et une délicatesse toutes particulières.**

**I**l y a un peu plus d'un an, un jeune garçon était amené d'urgence à l'hôpital Sainte-Justine de Montréal. Il venait de se faire arracher un bras par un tracteur. Une intervention chirurgicale d'une dizaine d'heures lui rendait le membre amputé. Aujourd'hui, Nicolas peut à nouveau se servir de son bras et bouger les doigts.

La fée de l'histoire, qui a nom Louise Laberge, est spécialisée en microchirurgie pour enfants à l'hôpital Sainte-Justine. En réalisant cette intervention spectaculaire, elle a projeté la microchirurgie à l'avant-scène de l'actualité. Surspécialité de la chirurgie plastique, qui s'est développée dans les années 70, la microchirurgie permet de réaliser, sous microscope, la réimplantation de membres arrachés, la revascularisation sanguine et nerveuse de membres endommagés et le transfert de tissus d'un endroit du corps à l'autre. Ce jeune fleuron de la chirurgie plastique ne constitue cependant pas le seul volet de cette discipline prati-

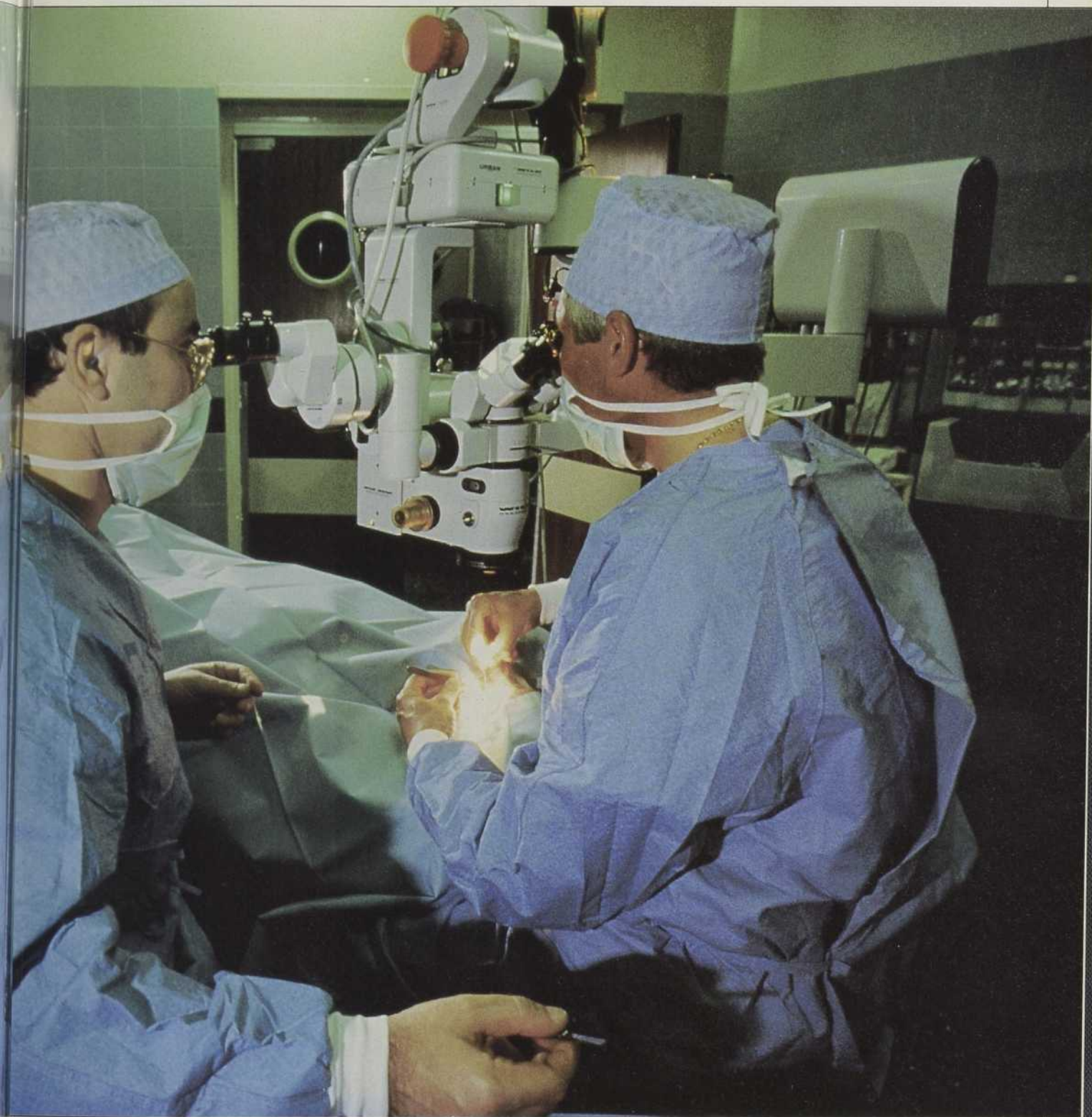
quée depuis l'Antiquité et dont les avenues de recherche actuelles relèvent de la fiction.

De façon générale, ce sont les guerres, avec leur cortège d'éclopés, qui ont accentué ce besoin de reconstruire les corps. Il y a eu, bien sûr, les Hindous qui faisaient subir aux femmes adultères l'ablation du nez. Cette tradition leur valut d'ailleurs de pratiquer régulièrement des rhinoplasties, ou corrections du nez, sur ces femmes mutilées, pour qui la réhabilitation sociale passait par la chirurgie. Les Grecs et les Romains infligeaient le même sort à leurs prisonniers de guerre. À la Renaissance, l'ouverture d'écoles d'anatomie a favorisé une meilleure connaissance du corps et, indirectement, des corrections à lui apporter. Les chirurgiens de l'époque, certains Italiens notamment, se sont distingués par les greffes de peau et les rhinoplasties qu'ils pratiquaient.

Plus près de nous, les besoins de reconstruction plastique engendrés par les deux dernières grandes guerres



Rancinan-Sigma / Publiphoto



*La microchirurgie permet la réimplantation de nerfs, de muscles et d'os.  
Les amputés et les accidentés sont les premiers bénéficiaires  
des recherches et des interventions  
qui se font dans ce domaine.*

ont amené la mise au point de nouvelles techniques, notamment en chirurgie crânio-faciale, qui peuvent modifier considérablement, désormais, la structure osseuse du crâne et du visage. Graduellement, cette chirurgie «militaire» s'est élargie au traitement et à la correction de divers traumatismes et de malformations congénitales, et s'est accompagnée, de plus en plus, d'un souci esthétique.

### CHIRURGIE SOUS MICROSCOPE

La première percée de la microchirurgie remonte au milieu des années 60, au moment où les Chinois réussissent les premières réimplantations de doigts. Le succès de ces greffes repose sur le raccordement des veines et des artères, des nerfs et des tendons, qui assurent l'usage fonctionnel du membre. Cette première a soulevé l'intérêt du monde médical et a amené les chercheurs à cartographier, littéralement, les systèmes sanguin et nerveux, pour mieux en connaître les ramifications.

Cette connaissance anatomique de base et le raffinement de l'instrumentation chirurgicale conventionnelle ont donné un solide coup d'envoi à la microchirurgie. L'utilisation systématique du microscope, qui permet de grossir jusqu'à 40 fois les vaisseaux sanguins et nerveux, dont les diamètres varient entre 0,5 mm et 2 mm, a joué un rôle déterminant dans l'expansion de la discipline. Les pinces, les aiguilles et le fil servant à maintenir et à suturer les conduits se sont aussi miniaturisés, permettant une manipulation plus efficace et sécuritaire des tissus. À titre d'exemple, le fil de nylon servant à suturer les veines et les nerfs équivaut à la moitié du diamètre d'un cheveu humain.

L'effervescence des années 70 a donné lieu à des tentatives de greffes de toutes sortes. L'expérience a cependant tempéré les ardeurs du début et, aujourd'hui, la réimplantation n'est pratiquée qu'en fonction de la récupération motrice et sensorielle du membre. Dans le cas d'un membre entier (bras, avant-bras et main), la

**L**a chirurgie plastique moderne est un savant mélange de reconstruction et d'esthétique. Le plasticien qui fait de la haute voltige pour reconstruire un os, peut aussi effacer les marques du temps sur la peau fatiguée. On utilisera, au besoin, des techniques mises au point pour la reconstruction ou l'esthétique. Ainsi, la lipoaspiration, dont on se sert fréquemment en chirurgie esthétique pour éliminer les bourrelets disgracieux (les dépôts graisseux sont aspirés à l'aide d'une canule), est également très appréciée en reconstruction, pour amincir un lambeau cutané trop gras...

Le souci d'efficacité et d'esthétisme est très présent notamment dans la reconstruction du sein, amputé à la suite d'un cancer. Cette reconstruction utilise différentes techniques, selon la quantité et la qualité de tissus disponibles. «Le cas le plus simple consiste à insérer sous le muscle du thorax (grand pectoral) une prothèse en silicone, recouverte de polyuréthane», explique Alphonse Roy, chirurgien plasticien à l'hôpital Saint-Sacrement de Québec et directeur du

Centre des grands brûlés. «Dans le cas où la quantité de peau disponible n'est pas suffisante, nous installons une prothèse gonflable temporaire, un extenseur de peau. Cette prothèse se gonfle sur une période de six à huit semaines et permet d'étirer progressivement la peau (trois fois le dôme). L'ampleur obtenue permet alors d'insérer une prothèse définitive.»

Lorsque les tissus ont été endommagés par les traitements de chimiothérapie et empêchent l'insertion d'une prothèse, le chirurgien peut déplacer ou transférer un muscle du dos, habituellement le grand dorsal, ainsi que de la peau. Il est également possible de transférer de la peau de l'abdomen avec le muscle sous-jacent. Pour reconstruire l'aréole, le plasticien peut utiliser de la peau prise dans l'aîne. La peau de cette région du corps présente une coloration assez proche de celle de l'aréole normale. Quant au mamelon, il peut être reconstruit en utilisant une partie du mamelon intact, des lambeaux locaux ou à partir de greffes de tissu. Dans tous les cas, les résultats sont impressionnants.

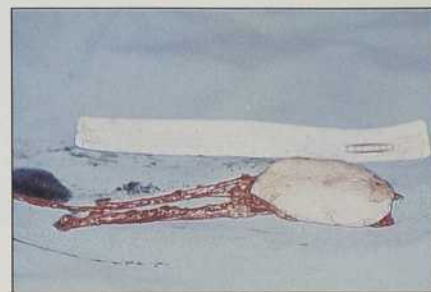
réimplantation sera préférée à la pose d'une prothèse, dans la mesure où l'on pense retrouver une relative sensibilité et certains mouvements de base. Pour les doigts, les exigences sont plus grandes encore. Il faut rendre à ces derniers une sensibilité acceptable, leur assurer une bonne mobilité et éliminer la douleur.

Les réimplantations de doigts n'étant pas, non plus, à l'abri des complications, voire des rejets, la greffe n'est généralement pratiquée que dans les cas d'amputation de plusieurs doigts ou du pouce. Ce dernier, dans son rôle de pince, assure 40% de la fonction de la main. Si, pour une raison quelconque, il ne peut être greffé, on a recours à son substitut: le gros orteil! Et bien malin qui verra la différence, car pour «passer inaperçu» l'orteil réduit son volume initial de 30%, dans la première année suivant la greffe... Les complications qui menacent le plus fréquemment le doigt greffé sont l'ankylose, toujours présente mais à divers degrés, et une mauvaise vascularisation, qui diminue la sensibilité

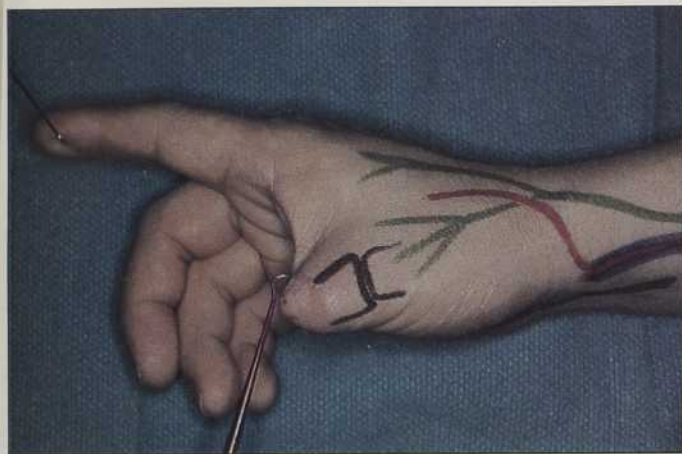
du doigt et le rend douloureux et frileux.

### L'ÈRE DU LAMBEAU LIBRE

Une autre technique émerge durant les années 70: le transfert de lambeau libre, étroitement lié, lui aussi, à une bonne connaissance de la vascularisation. L'originalité de cette technique consiste à prélever, avec le tissu greffé, la veine et l'artère qui l'alimentent. Cet apport vasculaire permanent garde les cellules des tissus bien



Un lambeau cutané, prélevé au niveau de l'avant-bras, servira, par exemple, à recouvrir le pied. L'artère et la veine (à gauche) seront raccordées aux vaisseaux receveurs.



Hôpital Notre-Dame de Montréal



*La réimplantation d'un pouce à la suite d'une amputation n'avait pas réussi (à gauche). L'équipe du Dr Roland Charbonneau, de l'hôpital Notre-Dame de Montréal, a utilisé le gros orteil en remplacement. Six mois après la greffe (à droite), celui-ci joue son rôle de pince.*

vivantes, conservant ainsi au lambeau toutes les qualités d'un tissu normal. Cela en fait un excellent matériau de recouvrement et lui permet de bien protéger les tissus nerveux ou osseux sur lesquels il est posé.

Le transfert de lambeau permet de combler des déficits importants causés par des malformations congénitales, des accidents, ou les suites de certaines maladies, les cancers notamment (voir l'encadré). On peut, selon les besoins, transférer de la peau, du muscle et de l'os. Une blessure importante, qu'une greffe de peau ne pourrait recouvrir à elle seule, sera souvent comblée par du muscle et de la peau.

Ainsi, pour rectifier un déficit à la jambe, on prélèvera une partie du grand dorsal, muscle situé dans le dos. Le muscle vascularisé sera greffé sur le site receveur et recouvert d'une mince couche de peau. En perdant sa fonction musculaire, il s'atrophie et s'amincit, et devient alors un matériel de recouvrement souple, qui ne sert en somme qu'à supporter la greffe de peau et à la faire vivre. En 24 heures à peine, le muscle développera des ramifications sanguines qui pénétreront la couche de peau et la nourriront.

Un muscle peut aussi être transféré pour ses qualités fonctionnelles de traction et de contraction. Dans le cas d'un muscle de l'avant-bras, par

exemple, qu'aurait détruit une brûlure sévère, on prélèvera la partie interne d'un muscle de la cuisse (le droit interne). Celui-ci, vascularisé, sera attaché, d'une part, aux tendons de la main et, d'autre part, aux tissus présents dans la région du coude. Les veines et artères seront branchées localement, de même que le nerf qui permet la contraction du muscle.

Les tissus transférés étant vascularisés et, donc, bien vivants, c'est au niveau de la jonction du lambeau greffé et des tissus du site receveur que se joue la guérison. Le taux de réussite est d'environ 90%, selon Roland Charbonneau, chirurgien plasticien affilié à l'hôpital Notre-Dame et au Royal Victoria de Montréal, et spécialisé dans le transfert de lambeaux. «Le grand risque, dans ce type d'intervention, précise-t-il, c'est que les vaisseaux s'obstruent à cause de leur petite taille. Il se forme alors, habituellement à l'endroit de la suture, un caillot de sang.» En pareil cas, le chirurgien dispose de quelques heures à peine pour changer le segment bouché et le remplacer par une veine prélevée, souvent, sur le dessus du pied. Ces complications surviennent en général dans les 24 heures suivant l'opération. Si on ne réussit pas à rétablir la circulation sanguine, le lambeau se nécrose et on le perd. Cela signifie une perte inutile de tissu sain, dont le corps ne dispose malheureusement pas en grande quantité.

## DES OS POLYVALENTS

Les os font également l'objet de greffes, vascularisées ou non. Les transferts de lambeau osseux vascularisé permettent, dans les cas de déficits osseux trop importants, d'éviter l'amputation au patient. Le Dr Charbonneau cite le cas d'un malade atteint d'une tumeur au fémur, sur qui on a pratiqué un transfert d'os vascularisé. Pour exciser la tumeur, le chirurgien a enlevé la partie atteinte de l'os sur quelque 15 cm de longueur. Le vide laissé entre les deux parties de l'os a été comblé par le péroné transféré avec son artère et sa veine. Le péroné est un petit os d'un centimètre de diamètre qui longe le tibia et dont l'absence ne crée pas de handicap. L'os a été greffé au fémur, et les artères et veines nourricières ont été connectées ensemble. L'os du péroné, dont le diamètre est deux fois plus petit que celui du fémur, s'est graduellement épaissi pour atteindre, au bout d'un an, le même diamètre.

Le défi, dans les greffes d'os, est de trouver de bons sites donneurs. L'omoplate, qui se prête très bien à la reconstruction, est un de ces sites intéressants. C'est un os bien irrigué, qui ne s'affaiblit pas, même si on en prélève une partie substantielle — jusqu'à un tiers. Ce site a été utilisé, pour la première fois, au début des

années 80, par le Dr Jean-Paul Bossé, chef du service de plastie à l'Hôtel-Dieu de Montréal et pionnier de la recherche en chirurgie de reconstruction au Canada français. «L'omoplate, explique le Dr Bossé, est un os très polyvalent. Il peut servir à reconstruire la mâchoire, le plancher de l'orbite et des os longs, comme le fémur ou le tibia. Pour le patient, cette intervention a le grand avantage de ne pas être douloureuse et de ne laisser aucune séquelle physique.

«Sur le plan de la connaissance, cette intervention a également démontré une chose extrêmement intéressante: la possibilité de greffer un os de traction — c'est le cas de l'omoplate — sur un os de pression, comme le fémur. D'os de traction, l'omoplate se transforme sans problème en os de pression. Le principe est le suivant: les cellules fémorales envahissent le nouveau greffon osseux qui devient progressivement du fémur et modifie, de ce fait, sa fonction.»

Selon le Dr Bossé, le taux de réussite, pour les transferts d'os vascularisés, se situe aux environs de 90%. Ces greffons, dont les cellules osseuses restent vivantes grâce au maintien de l'alimentation sanguine,

se soudent mieux à l'os en place et sont plus résistants que les greffes osseuses traditionnelles. Une greffe non vascularisée consiste, en fait, à transférer une structure osseuse dont les cellules sont mortes à cause de l'arrêt de la vascularisation. Il faut donc du temps pour que de nouvelles cellules envahissent le tissu osseux et le solidifient.

### DES NERFS BRANCHÉS

En plus de la peau, des muscles et des os, la microchirurgie pratique aussi le transfert et la reconnexion des nerfs. Cette chirurgie est probablement la plus délicate et les résultats obtenus, les moins probants. Une fois sectionnées ou arrachées, les cellules qui composent les fibres nerveuses meurent. Responsables de la sensibilité et de la motricité d'un membre, ces cellules ne se régénèrent qu'au rythme d'un mm par jour. Ainsi, un nerf sectionné au poignet mettra six mois pour se refaire et réactiver la main. Il faudra compter près de deux ans pour qu'une lésion nerveuse survenue au niveau du plexus brachial (haut du bras) se régénère sur toute sa longueur. Faute

de stimuli électriques, le ou les muscles qui y sont reliés s'atrophient en quelques mois et deviennent irrécupérables. Des recherches cliniques démontrent d'ailleurs que la récupération musculaire est toujours partielle et parfois même absente, lorsque la lésion survient à une distance de plus de 10 cm du muscle.

C'est justement pour contrer ce problème que des recherches sont menées, depuis trois ans à l'Hôpital général de Montréal, sur l'implantation de microprocesseurs biologiques. Le principe est de remplacer l'impulsion venant normalement du cerveau par une impulsion électronique, ce qui permet au muscle d'être stimulé artificiellement, en attendant que le nerf puisse à nouveau assurer cette fonction. La recherche est menée par le Dr Bruce Williams, directeur du département de chirurgie plastique et de reconstruction à l'Université McGill et à l'Hôpital général de Montréal. Il s'agit d'implanter, à l'intérieur du muscle que l'on veut activer, des électrodes reliées, par un mince fil, à un stimulateur, légèrement plus gros qu'une montre de poche, introduit dans la région de la hanche. Ce stimulateur permet de programmer l'intensité du voltage, la durée du stimulus et sa fréquence.

Bien que ces expériences ne soient encore pratiquées que sur des animaux, les résultats sont très encourageants. «Les animaux chez qui on a installé ces implants, indique le chercheur, conservent une meilleure force musculaire et subissent une atrophie moins grande que ceux du groupe témoin. Cette technique trouverait de nombreuses applications cliniques, notamment dans les cas de paralysie faciale, de blessures touchant les nerfs périphériques et de paralysies causées par l'arrachement du plexus brachial.»

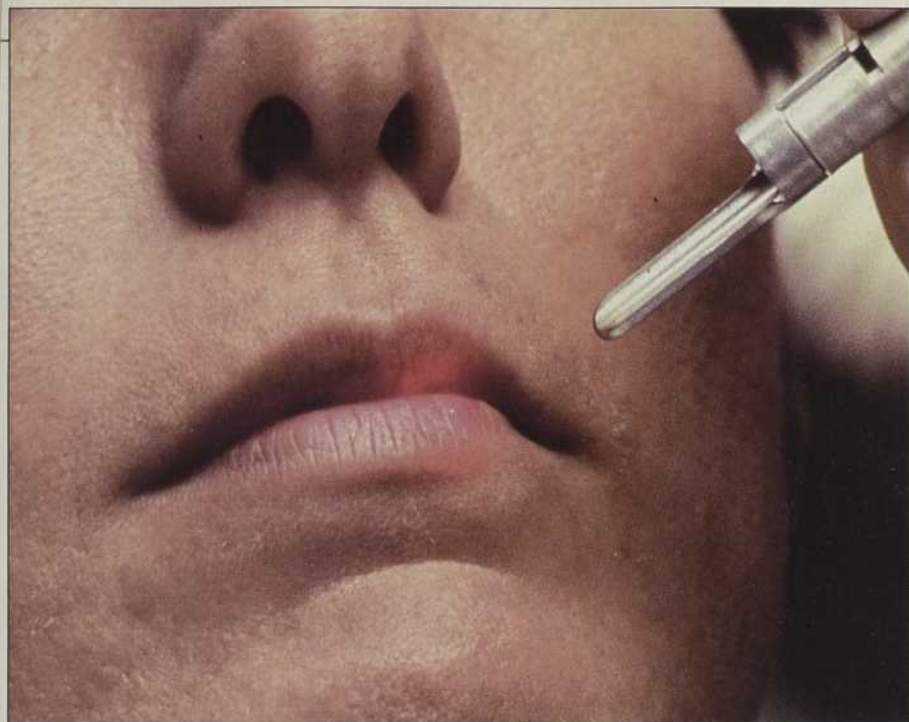
### UNE ÉTOILE QUI PÂLIT

Il s'est fait beaucoup de recherche fondamentale de ce genre, au cours des années 70, grâce au dynamisme d'un domaine en pleine expansion. Au Québec, deux équipes de recherche montréalaises — celle du Dr



La Presse

*Il y a un an, à la suite d'un accident, le jeune Nicolas Provost de Saint-Hyacinthe subissait une réimplantation de son bras droit (greffes de nerfs), à l'hôpital Sainte-Justine.*



Cesare Bonazza / Pubiphoto

*Les chirurgiens plasticiens emploient le laser dans le traitement de certains cancers (ici un cancer de la lèvre). On l'utilise aussi pour brûler les angiomes, les verrues et atténuer les taches de vin.*

Williams à l'Université McGill, et celle du Dr Bossé à l'Université de Montréal — ont largement contribué à faire de la métropole une des quelques villes à l'avant-garde de la microchirurgie. Ce dynamisme a attiré de nombreux chercheurs de l'extérieur, dont Rollin Daniel, jeune chirurgien américain qui réussit, en 1972, le premier transfert de lambeau libre et qui, pendant quelques années, a dirigé le département de chirurgie plastique et reconstructive à l'hôpital Royal Victoria de Montréal.

De l'avis de plusieurs spécialistes, cette avance, le Québec est en train de la perdre petit à petit. Faute de fonds, le laboratoire de recherche en chirurgie plastique dirigé par le Dr Bossé a cessé ses activités il y a quelques années. Actuellement, les seules équipes qui font encore de la recherche fondamentale, mise à part la recherche sur les grands brûlés, et qui bénéficient de subventions de recherche, sont celles de l'hôpital Royal Victoria et de l'Hôpital général de Montréal, toutes deux affiliées à l'Université McGill. Faute de fonds, également, les hôpitaux ne peuvent se procurer certains appareils spécialisés qui leur permettraient d'améliorer leurs pratiques et de rester à la fine pointe de la spécialité.

#### LES AVENUES DE RECHERCHE

Malgré un certain ralentissement au Québec, la recherche fondamentale n'en continue pas moins d'être pratiquée ailleurs. Récemment, une équipe américaine de Stanford a réussi une intervention extra-utérine sur une guenon dont le fœtus souffrait d'une fente palato-labiale (bec-de-lièvre). Le fœtus a été retiré de l'utérus de la mère durant l'intervention et y a été replacé une fois l'opération terminée. «Ces interventions sont très risquées, souligne le Dr Williams. Elles ne pourraient être tentées sur des fœtus humains qu'en cas de malformations congénitales très sévères. Elles n'en demeurent pas moins une avenue de recherche extrêmement intéressante à explorer.»

L'utilisation du laser, en chirurgie plastique, suscite également beaucoup d'espoir. Le Dr Williams est d'ailleurs l'un des premiers plasticiens canadiens à l'avoir intégré à sa pratique, il y a environ 10 ans. Il existe différents types de laser, caractérisés par une longueur d'onde fixe, chacun possédant des applications cliniques spécifiques. Les plus utilisés sont le laser à l'argon, au CO<sub>2</sub> et le YAG, qui agissent plus ou moins

profondément dans la peau. Ils servent notamment à brûler des angiomes et des verrues plantaires, et à pâlir considérablement les taches de vin. Le YAG provoque des effets biologiques plus en profondeur et sert notamment à traiter des pathologies vasculaires.

Le Dr Denis Chabot, chirurgien plasticien à l'hôpital Saint-François d'Assise de Québec, dispose de ces trois types de laser. «Ce sont des appareils très coûteux, indique-t-il, qui valent environ 100 000 \$ chacun. Leurs applications sont cependant de plus en plus variées et prometteuses. Actuellement, souligne le chirurgien, les Américains et les Japonais font des recherches sur l'utilisation du laser dans le traitement du cancer.» Cette thérapie photodynamique consiste à colorer les cellules cancéreuses, de façon à ce qu'elles soient sensibles à la longueur d'onde spécifique émise par le laser. Ce dernier détruirait alors de manière très sélective les cellules malades. À Montréal, l'équipe du Dr Williams aura bientôt un nouveau laser, le «Tunable Dye», dont les longueurs d'onde seraient modifiables et rendraient donc l'instrument beaucoup plus polyvalent.

Une autre avenue de recherche, qui pourrait avoir des retombées importantes pour la chirurgie de reconstruction, est l'immunologie. Si on réussissait à solutionner les problèmes de rejet, dans les cas de transferts de tissus et de greffes de membres, on pourrait éventuellement recourir à des donneurs. Cette possibilité reste cependant du domaine du futur, bien que l'idée ne soit pas nouvelle. (Frankenstein n'a pas fini de hanter notre imaginaire.) Heureusement, les plasticiens modernes ont tous des doigts de fées. □

#### Pour en savoir davantage :

Alphonse Roy et Sophie-Laurence Lamontagne, *Image de soi et chirurgie esthétique*, Éditions internationales Alain-Stanké, Montréal, 1987, 138 pages.

Les brochures d'information suivantes: *L'addition mammaire*, *La diminution mammaire et le redrapage* et *La rhinoplastie*, sont disponibles dans les bureaux des chirurgiens plasticiens.

# LA TECHNOLOGIE DE LA

**Les voitures de formule 1 sont devenues de véritables laboratoires roulants.**

**Mais, malgré ce haut niveau de technologie, les vrais gagnants sont sans doute M. et Mme Tout-le-Monde.**

par Bruno GILBERT et Stéphane B. GOUSSE



# COURSE AUTOMOBILE

**P**our plusieurs personnes, la course automobile n'est qu'une compétition de panneaux-réclames. Cependant, en y regardant de plus près, on se rend compte que, outre l'événement sportif proprement dit, l'un des aspects les plus intéressants de la course automobile, surtout en formule 1, est le déploiement de technologie et d'ingéniosité qu'impose le haut niveau de compétition.

En ce qui concerne plusieurs petites et grandes entreprises, le sport automobile ne représente pas qu'un simple vecteur publicitaire, mais un symbole tangible de leur savoir-faire technologique. À part celles qui n'agissent qu'à titre de commanditaires, il y a trois catégories de firmes intéressées à la formule 1. On retrouve, tout d'abord, les grands constructeurs automobiles, tels: Fiat (Ferrari), Ford, Honda et bientôt, Chrysler, par le biais de sa filiale Lamborghini, ainsi que

Renault. Pour ces sociétés, la production de moteurs de course permet de donner une image de haute technicité à leurs produits, de développer de nouvelles technologies ou d'acquérir de l'expérience dans certains secteurs de pointe. Aux fabricants d'automobiles, on peut adjoindre toutes les firmes œuvrant dans des domaines connexes (Shell, Bosch, Good Year, etc.), qui retirent les mêmes bénéfices de la formule 1.

La seconde catégorie regroupe les sociétés n'ayant pas vraiment de lien direct avec l'automobile, mais pour qui la course représente soit une excellente occasion de développer de nouvelles technologies, soit un moyen d'appliquer et de faire connaître leurs produits. Parmi ces firmes, on retrouve de grands noms, tels Hercules, Courtaulds, Epson, SEP, etc.

La dernière catégorie, quant à elle, réunit toutes les PME pour qui la course est très souvent l'unique raison d'être, bien que, parfois, elles effectuent des travaux pour de grands constructeurs, grâce au savoir-faire acquis par le biais de la compétition. Un exemple frappant est celui de la firme Cosworth qui, à l'origine, ne fabriquait que des moteurs de formule 1 et, maintenant, conçoit et réalise des éléments de moteurs pour des constructeurs comme Ford et Mercedes.

## DES RETOMBÉES ET DES INNOVATIONS IMPORTANTES

Pourquoi ces sociétés, dont certaines investissent des sommes considérables, s'intéressent-elles tant à la formule 1? Les raisons en sont multiples. Il y a d'abord l'importance des retombées médiatiques, puisque la formule 1 est la discipline sportive la plus populaire au monde, après la Coupe du monde de foot-

ball et les Jeux olympiques. Puis, les délais de développement minimaux et les fortes contraintes de ce type de course (à la limite des capacités des voitures) en font un banc d'essai de premier ordre, pour développer, éprouver ou évaluer de nouvelles technologies.

L'intérêt, pour l'amateur de ce type de compétition automobile, dépasse souvent le simple côté sportif. Il devient passionnant, pour lui, de voir se développer de nouvelles techniques qui risquent d'être adaptées à son automobile. En effet, il est plus que probable qu'une partie des innovations technologiques amenées par la course seront appliquées directement ou indirectement aux voitures de série, dans un avenir plus ou moins rapproché.

À ce sujet, les exemples ne manquent pas. Au début des années 50, un des problèmes majeurs qui se présentaient aux ingénieurs chargés de concevoir des voitures de course était le freinage. Les moteurs devenaient de plus en plus puissants, les châssis prenaient du poids, mais les pauvres freins à tambour, pourtant hypertrophiés, avaient peine à suffire à la tâche. C'est alors que les techniciens de Jaguar eurent l'idée d'utiliser des freins à disques conçus pour les avions. Après leur succès aux «24 heures du Mans» (1953), ils furent suivis par d'autres fabricants de voitures de course (Vandwall fut le premier en formule 1, en 1958) et il est maintenant impensable qu'une voiture de série et, encore moins une voiture de course, ne soient pas munies de freins à disques.

## L'EFFET DE SOL

Les deux principales préoccupations d'ordre aérodynamique des constructeurs de formule 1 sont pour le moins paradoxales, car elles concernent la traînée et l'appui. La traînée est la

résistance au déplacement causée par la friction de l'air. Elle peut être diminuée de deux manières, soit par une réduction de la surface frontale du véhicule, soit par une diminution du coefficient de pénétration dans l'air — le Cx. Pour abaisser la traînée, les châssis de formule 1 tendent à devenir de plus en plus étroits (le pilote a peine à s'y glisser) et possèdent une partie avant très effilée. Les gains au niveau du Cx sont obtenus en soignant le dessin de la carrosserie de manière à réduire les zones de turbulence.

La diminution de la traînée permet d'augmenter, à puissance égale, la vitesse de pointe de la voiture et de réduire sensiblement la consommation. Ce facteur a pris récemment de l'importance par suite de la limitation de la capacité des réservoirs. Il peut être intéressant de noter que ces préoccupations se retrouvent chez les ingénieurs travaillant sur les voitures de tourisme — dans ce cas, l'emphase est mise beaucoup plus sur la traînée que sur l'appui — et que les solutions sont les mêmes.

Pour obtenir de l'appui aérodynamique, il faut créer de la déportance, c'est-à-dire une force verticale dirigée vers le bas, qui améliore l'adhérence du véhicule. La déportance ou « effet de sol » est obtenue à partir d'éléments aérodynamiques spéciaux, les ailerons et les extracteurs, qui ont l'inconvénient de causer une traînée importante. C'est là que réside le paradoxe, car on ne peut obtenir de l'appui sans augmenter la traînée du véhicule et vice versa.

Les ailerons sont les éléments déporteurs les plus visibles. Ils sont situés aux extrémités de la voiture, afin de maximiser leur effet sur les roues, et possèdent les dimensions maximales permises par le règlement. Leur fonctionnement s'apparente à celui d'une aile d'avion inversée et leur incidence est telle que l'optimisation de leur fonctionnement est un critère de base, lors de la conception des voitures. C'est d'ailleurs dans le but d'améliorer l'efficacité de l'aileron arrière que l'on tend de plus en plus à abaisser la hauteur de la carrosserie des formules 1 et à rendre

la partie arrière, au niveau du moteur et de la boîte de vitesse, la plus étroite possible.

Beaucoup moins visibles, les extracteurs sont situés sous la voiture. Il s'agit de panneaux de carrosserie dont la hauteur par rapport au sol augmente de manière à former un venturi, provoquant une dépression qui aspire le véhicule vers le sol. Ces éléments ne sont situés qu'à l'arrière, car le règlement impose que le fond de la voiture soit plat entre les roues avant et arrière, de manière à limiter la déportance. L'art de bien régler les éléments aérodynamiques d'une formule 1 consiste donc à trouver le meilleur compromis traînée-déportance, et ce, pour chacun des circuits visités.

Il est intéressant de constater que les ailerons utilisés sur les formules 1 sont de proches parents des déflecteurs et becquets que l'on retrouve sur un nombre croissant de voitures de série. En effet, lorsque leur conception est appropriée ils ont une incidence similaire, mais beaucoup moins importante. Il est à noter qu'il s'agit, encore une fois, d'une technologie développée par le biais de la course et qui a fait son apparition dans le milieu des années 60. Les premiers éléments déporteurs étaient semblables à ceux que l'on retrouve

présentement sur certains véhicules de tourisme. Au niveau de la compétition, performance oblige, ils ont évolué très rapidement, pour devenir les ailerons que l'on connaît présentement. Il est même envisageable que l'effet de sol, trouvaille que l'on doit principalement à la formule 1, fasse son apparition dans le commerce, sur certaines voitures sport dans un avenir rapproché.

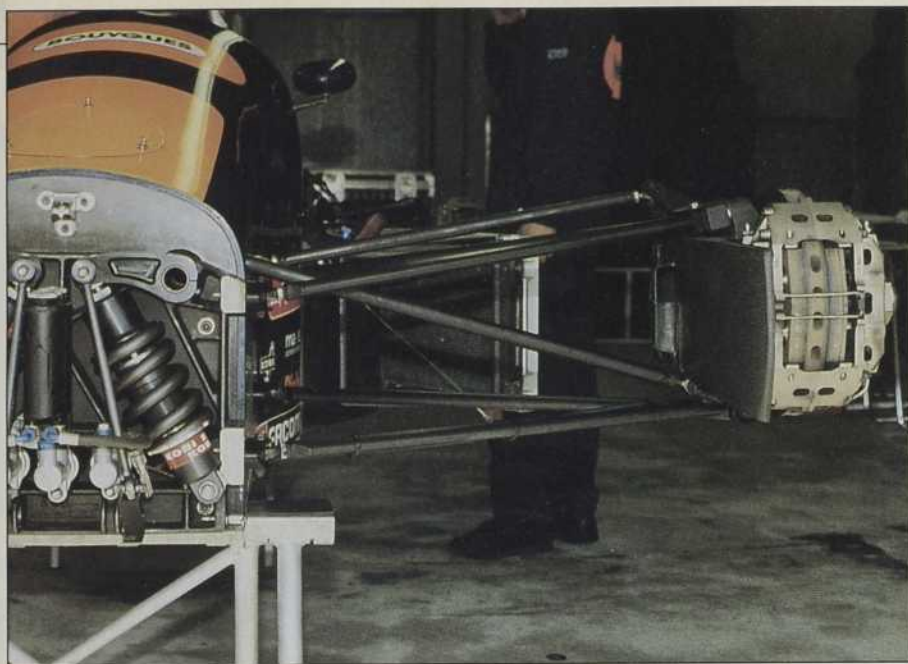
### CARBONE ET KELVAR DANS LA COURSE

Comme pour la plupart des voitures de série, les châssis de formule 1 sont du type monocoque et leur construction s'apparente à celle des cellules d'avion, ce qui permet d'obtenir la meilleure rigidité possible pour le poids le plus faible. Depuis quelques années, les châssis de formule 1 sont soumis à un *crash test* au début de chaque saison, afin d'assurer un maximum de sécurité au pilote. Dans ce domaine, le progrès le plus spectaculaire des dernières années est l'utilisation de la fibre de carbone pour la fabrication des châssis. Il s'agit, une fois de plus, d'une technique empruntée à l'aviation et dont l'application est en train de se généraliser au niveau des monoplaces de course.



*On utilise de la fibre de carbone dans la fabrication du châssis de la formule 1. L'arbre de transmission de la Renault Espace, quatre roues motrices, est aussi en fibre de carbone.*

Stéphane B. Grouse



Stéphane B. Goussé

*Dans la suspension de la formule 1 on retrouve deux triangles superposés dont la base est fixée directement sur le châssis, la pointe étant reliée au porte-moyeu. L'utilisation de poussoirs et de tirants pour actionner les ressorts et les amortisseurs permet une flexibilité variable. Honda s'est inspirée de cette suspension à géométrie complexe dans la réalisation de certains de ses modèles de voitures de série.*

L'utilisation de la fibre de carbone est similaire à celle de la fibre de verre. Il s'agit d'un tissu que l'on enduit d'une résine (époxy ou polyester) pour rigidifier les fibres et lier les différentes composantes. En faisant varier l'épaisseur de tissu et son orientation, on peut maximiser la résistance des composantes. À travers les nattes de carbone, on ajoute très souvent un tissu de kelvar (une marque déposée de Du Pont de Nemours), qui permet d'augmenter considérablement la résistance à l'impact (le carbone, contrairement au kelvar, est très rigide, mais peu résistant à l'impact).

Pour les éléments subissant des contraintes importantes, on utilise un « sandwich » composé d'un alliage d'aluminium, en forme de nid d'abeille, recouvert, sur ses deux faces, de carbone-kelvar. On obtient ainsi des éléments structuraux possédant des caractéristiques exceptionnelles avec une densité relativement faible. Les gains apportés par cette technologie sont réellement impressionnants car, tout en étant plus légers qu'autrefois (à l'époque où l'on utilisait des panneaux d'aluminium rivetés), les châssis sont aujourd'hui beaucoup plus rigides et durables. En effet, les sorties de piste sérieuses qui, au

temps de l'aluminium, auraient eu des conséquences tragiques pour le pilote, ne sont plus maintenant que de grosses frayeurs.

Même s'il n'est pas envisageable, pour des raisons pratiques (le travail avec les composites est encore trop artisanal), de voir bientôt apparaître, dans le commerce, des véhicules avec un châssis en carbone-kelvar, ces matériaux seront de plus en plus utilisés dans la fabrication de différentes composantes. Par exemple, la version quatre roues motrices de la Renault Espace (un véhicule semblable aux Caravan et Voyageur de Chrysler) possède un arbre de transmission en fibre de carbone dont le poids est de 75% inférieur à celui de la même pièce en acier.

De son côté, Ferrari utilise des panneaux de carbone-kelvar pour renforcer le châssis de sa F40. Malheureusement, ce n'est qu'un véhicule produit en très petite série (de 400 à 800 exemplaires, au maximum). Il est clair que l'utilisation des matériaux composites (le carbone et le kelvar, entre autres) sur les véhicules routiers est appelée à se développer et nul doute que la formule 1 aura joué un rôle important dans l'application de cette technologie, ne serait-ce que par la démonstration de son efficacité.

## UNE SUSPENSION ACTIVE

Parler de suspension, dans le cas d'une formule 1, est un peu exagéré. En effet, afin de maintenir l'assiette de la voiture (sa hauteur par rapport au sol) la plus constante et la plus basse possible, quelle que soit la charge, pour une plus grande efficacité des extracteurs et des ailerons, le débattement de la suspension est très limité et les ressorts, très durs. Les voitures sont donc durement secouées à chaque imperfection du revêtement et l'on voit surgir, à l'occasion, de spectaculaires gerbes d'étincelles dues au frottement de panneaux métalliques sur le sol.

Le dessin des suspensions des formules 1 doit être très soigné, car, tout en ayant une certaine souplesse, elles doivent contrôler le mieux possible le mouvement des roues, aussi bien à l'accélération, qu'au freinage ou en virage. En effet, des variations importantes au niveau des différents paramètres de la roue (angle de chasse, carrossage, etc.) dégradent la tenue de route du véhicule. De même, afin d'être le plus efficaces possible, les pneus doivent avoir, en tout temps, la meilleure surface de contact avec le sol. Les solutions à ce problème étant limitées et les performances l'emportant sur l'originalité, les suspensions des formules 1 sont donc toutes très semblables.

Depuis quelques années, les suspensions des voitures de tourisme tendent à se raffiner et les constructeurs, dont Mercedes et Honda, utilisent de plus en plus de géométries complexes semblables à celles des formules 1, ce qui leur permet d'améliorer considérablement la tenue de route de leurs véhicules. D'ailleurs, Honda se vante ouvertement, dans la publicité de certains de ses modèles, d'employer des suspensions inspirées de celles de la formule 1.

Incontestablement, une des plus grandes innovations qui a touché la formule 1, et qui nous atteindra bientôt, est la « suspension active » (cette expression est une marque déposée de Lotus). Cette dernière va révolutionner la conception des suspensions automobiles. Son principe

est le suivant : à la place des ressorts et amortisseurs, on retrouve un vérin hydraulique, relié à une pompe par une valve. La valve est commandée par un ordinateur central, qui gère la force exercée par le vérin en fonction d'une dizaine de paramètres (position du vérin, accélération verticale du bras de suspension, accélérations verticale et longitudinale du véhicule, vitesse, etc.). Ainsi, il est possible de modifier, au millième de seconde près, l'action du vérin en fonction de l'attitude du châssis (freinage, accélération...) ou de la roue (irrégularité dans le revêtement...), ce qui est impossible avec une suspension classique.

### DES FREINS PLUS EFFICACES

Le freinage des voitures est assuré par quatre disques qui sont, pour la plupart des formules 1, en carbone. Ce matériau est beaucoup plus léger que l'acier et permet de réduire l'inertie de la roue, ce qui améliore la tenue de route. De plus, comme il résiste mieux à l'échauffement que l'acier, il y a donc peu ou pas de problèmes de *fading* (perte d'efficacité). Les disques en carbone sont d'ailleurs utilisés sur des avions de ligne et le transfert de cette technologie à la formule 1 a provoqué l'engagement d'une entreprise spécialisée dans le domaine de l'aérospatiale, la société SEP, dans la course automobile.

En effet, la firme SEP a mis au point un produit propre à la course, à l'aide de la technologie qu'elle utilise pour la fabrication des tuyères de la fusée Ariane. Il s'agit d'un composite appelé «carbone-carbone», où la résine (le liant) est remplacée par du carbone obtenu par la combustion de méthane. Ce matériau possède un coefficient de friction élevé et peut dissiper énormément de chaleur sans se détériorer (on a enregistré des températures de plus de 1 000 °C sur des freins de formule 1).

Si les avantages que procure cette technologie sont alléchants, ses inconvénients sont de taille. En effet, son prix de revient important (sept

#### Marlboro-McLaren Honda MP4/4 1988

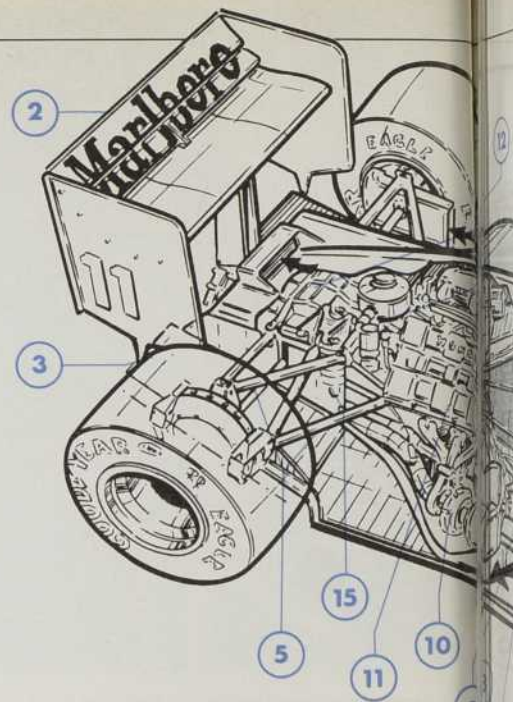
1. Aileron avant
2. Aileron arrière
3. Extracteurs
4. Triangles de suspension avant
5. Triangles de suspension arrière
6. Châssis (partie ombragée)
7. Réservoir d'essence
8. Radiateur
9. Échangeur de chaleur
10. Turbocompresseur
11. Bloc-moteur
12. Boîte de vitesses et différentiel
13. Cloche d'embrayage
- 14 et 15. Combinés ressorts-amortisseurs
16. Entrée d'air du turbo
17. Écoper pour le refroidissement des freins

fois plus élevé que celui des freins en acier) limite ses applications. De plus, pour être efficaces, ces freins nécessitent une température de fonctionnement minimale relativement élevée, ce qui les rend incompatibles, du moins pour l'instant, avec une utilisation de tous les jours. Par contre, il n'est pas impensable, à moyen terme, de les employer sur certains véhicules, tels les poids lourds et les voitures de sport ou haut de gamme.

### LA GUERRE DU PNEU

Depuis les retraits de Michelin (à la fin de 1984) et de Pirelli (à la fin de 1986), Good Year est demeuré le seul fournisseur de pneus pour toutes les équipes de formule 1. La bataille des pneus, qui fit rage durant de nombreuses années, est donc terminée et les différentes équipes utilisent toutes les mêmes pneus tant pour le sec (pneus lisses) que pour la pluie (pneus sculptés). Il n'y a donc pas d'évolutions spectaculaires à prévoir dans ce domaine, du moins tant que Good Year conservera son monopole.

Malgré tout, les recherches se poursuivent; de nouveaux mélanges de gomme sont élaborés dans le but d'améliorer l'endurance ou l'adhérence du produit (ce sont deux caractéristiques opposées). Il y a des échanges entre les équipes travaillant sur les produits destinés à la course

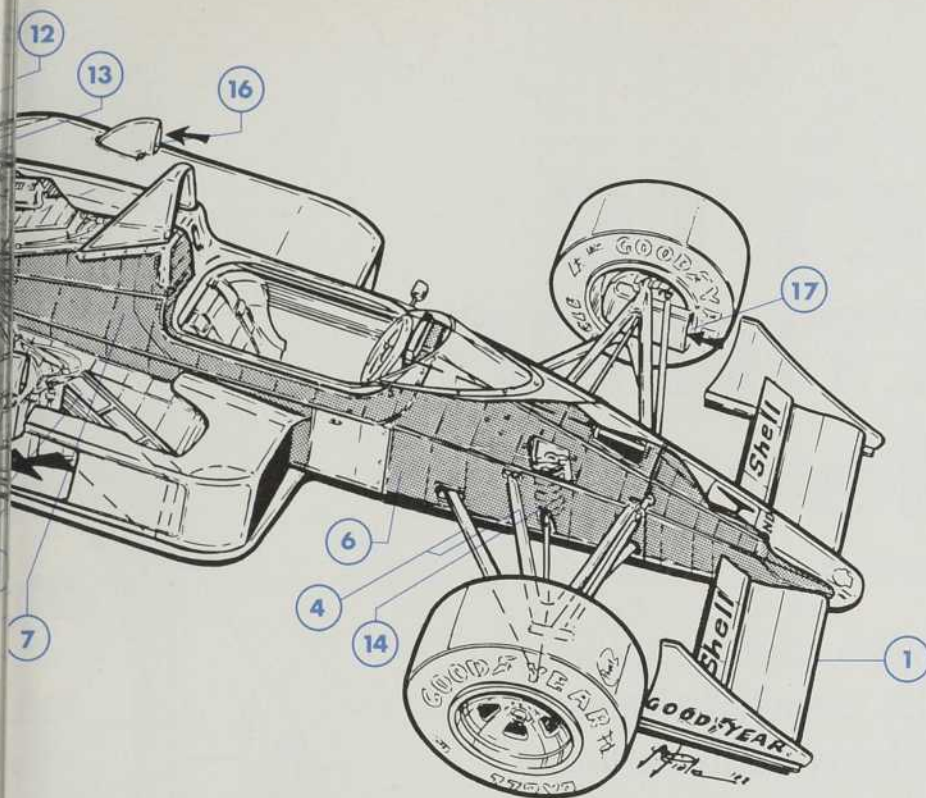


et celles qui s'occupent de produits de véhicules routiers. Un exemple intéressant en est le Good Year Eagle «Gatorback» qui équipe, entre autres, les Corvette et dont le dessin de la bande de roulement est dérivé directement du pneu à pluie conçu pour la formule 1.

### MOTEUR ENTOURÉ DE SECRET

À l'heure actuelle, la formule 1 subit de grands chambardements dans le domaine des moteurs. L'interdiction prochaine des moteurs 1,5 l turbo-compressé, afin de limiter les performances des voitures, va redistribuer les cartes. De nouveaux fabricants vont se joindre à ceux qui sont déjà en place, soit : Ford, Honda, Ferrari et Judd, et une nouvelle période, riche en innovations, s'annonce. Les moteurs sont présentement en phase transitoire, car les constructeurs attendent l'entrée en vigueur de la nouvelle réglementation avant de se lancer à fond.

La période des turbo aura été très faste pour le développement des moteurs de formule 1. En moins de 10 ans, les puissances sont passées de



## LA VOITURE DE FORMULE 1

Lorsque l'on regarde de près une voiture de formule 1, on peut la subdiviser en trois composantes principales, soit la partie aérodynamique, l'ensemble châssis-suspension et le groupe moto-propulseur. La partie aérodynamique comprend la carrosserie et les ailerons.

Le châssis, quant à lui, est l'élément central de la voiture, puisque toutes les autres composantes (moteur et carrosserie) viennent s'y greffer. Il contient le réservoir d'essence, sert d'habitacle au pilote et permet de fixer la suspension avant.

Le groupe moto-propulseur désigne l'ensemble moteur-transmission, qui se fixe au châssis, derrière le réservoir d'essence. Il est à noter que, dans presque tous les cas, les moteurs sont du type porteur, c'est-

à-dire qu'ils font partie de la structure de la voiture, ce qui évite de prolonger le châssis jusqu'à l'arrière du véhicule. On peut donc fixer directement la suspension arrière sur la boîte de vitesses, qui est elle-même reliée au moteur par le biais de la cloche d'embrayage.

Cela donne donc un ensemble très simple et, par conséquent, très léger, le poids minimal autorisé étant de 500 kg pour les voitures à moteur atmosphérique, et de 540 kg pour les voitures à moteur turbocompressé. Pour ce qui est des dimensions du véhicule, elles sont principalement fixées par le règlement, qui limite la taille des différents éléments aérodynamiques (ailerons, entrée d'air, largeur de la carrosserie, etc.), ainsi que celle des pneus.

de la course et d'en faire bénéficier, dans une certaine mesure, leurs produits courants.

Le domaine des moteurs étant très secret, chacun cachant ses petits trucs, il est difficile de donner des exemples précis de transferts tech-

nologiques. De plus, comme le turbo n'est plus vraiment à la mode, sur les voitures de série, l'intérêt pour cette technologie s'en ressent. C'est maintenant l'ère des culasses à quatre soupapes par cylindre. Encore une fois, les culasses multisoupapes sont nées de la compétition et sont utilisées depuis plus de 20 ans sur plusieurs moteurs de course. Elles permettent, entre autres, d'améliorer le rendement du moteur en optimisant le remplissage des cylindres à haut régime.

## TECHNOLOGIE OU SPORT ?

Loin d'être un lieu où les énergies sont dépensées en vain, la compétition automobile est un complément aux recherches et aux développements faits en usine. Les formules 1 sont, en quelque sorte, une articulation dynamique des bancs d'essais traditionnels.

Et les pilotes, dans tout cela? Ne trouvent-ils pas que leur rôle est éclipsé par celui des ingénieurs et techniciens? Interrogé sur le sujet, lors du dernier Grand prix de Détroit, l'Australien Alan Jones (champion du monde des conducteurs, en 1980) répondit: «Peu importe le degré de technicité des voitures, lorsque le feu passe au vert [au départ], la formule 1 redevient du sport». □

### Pour en savoir davantage:

HAZAN, Philippe, *La formule 1*, Larousse, Paris, 1984, 164 p.

NYE, Doug, *McLaren: formule 1, CanAm, Indy*, Éditions ACLA, Paris, 1984, 270 p.

GIONNET, Bernard, *Construire une voiture de course (suspension, châssis)*, Dunod, Paris, 1979, 165 p.

CSERE, Csaba, «Lotus Active Suspension», *Car and Driver*, Vol. 33, n° 12, juin 1988, pp. 51-57.

*Guide 1988 de la formule 1*, édition hors-série de la revue *Sport-Auto*, 1988, Paris, 82 p.

IRELAND, Innes, «38 Years of Grand-Prix Technology», *Road & Track*, vol. 39, n° 10, juin 1988, p. 98-113.

*Tout savoir sur la formule 1*, édition hors-série de la revue *Sport-Auto*, 1987, 1986, 1985, 1984.

500 à 1 000 ch, voire à près de 1 500 ch aux essais, sans que la limitation de la consommation d'essence n'inverse la tendance, comme on l'aurait souhaité. Cette période a permis à certains constructeurs, dont Renault et Honda, de se lancer dans l'aventure

# LA NAVETTE SOVIÉTIQUE enfin dévoilée

Le mystère de la navette spatiale soviétique est élucidé. Et les caractéristiques de ce camion cosmique, enfin connues.

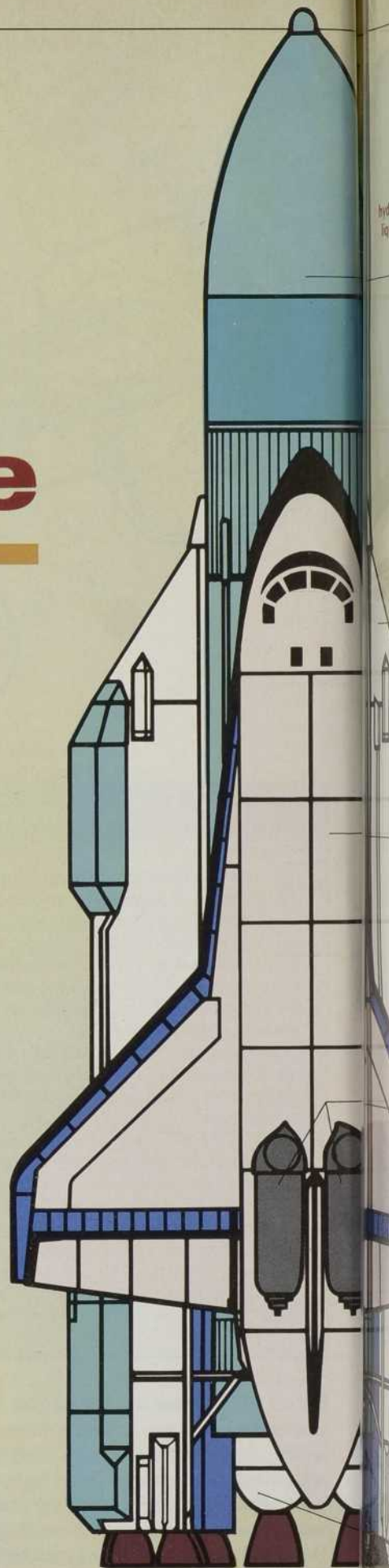
par Jean-Marc CARPENTIER

**A**près avoir été l'objet de spéculations et d'hypothèses pendant une dizaine d'années, la navette spatiale soviétique est finalement au point. Mais, même si ce nouvel engin épouse les grandes lignes de sa contrepartie américaine, il s'agit beaucoup plus que d'une simple copie de la navette *Columbia* qui s'est aventurée pour la première fois dans l'espace, en avril 1981.

Les autorités soviétiques n'ont jamais annoncé clairement leur intention de mettre au point une navette spatiale récupérable. Dès 1979, les satellites espions américains avaient pourtant noté le début de la construction de ce qui semblait être une très longue piste d'atterrissage à la base spatiale de Baïkonour. D'autres photos, prises en 1983, montraient une piste terminée d'une longueur de 5 600 m, soit l'équivalent de la piste du Kennedy Space Center. On remarquait également la présence d'un hangar de 300 m de côté et de 160 m de haut, vraisemblablement

conçu pour abriter une navette au cours des étapes d'assemblage et de préparation au lancement. Tout autour, on découvrait deux nouveaux pas de tir de grande dimension, ainsi qu'une structure de 100 m de haut destinée aux essais de moteurs et aux tests de vibration. En quelques années, Baïkonour était devenue un véritable port spatial capable de lancer et d'accueillir une nouvelle génération de véhicules récupérables.

Un satellite espion KH-11 a même eu la chance, à la fin de 1984, de pointer ses caméras sur une navette qui se trouvait à la base militaire de Remenskoye près de Moscou. La navette était alors montée sur le dos d'un bombardier Mya-4 Bison. Ces photos ont d'ailleurs été prises alors que le bombardier venait de déraiser en dehors de la piste d'atterrissage après s'être posé. Comme on le fait aux États-Unis, les Soviétiques plaquent leur navette sur le dos d'un avion géant pour la transporter et pour la lancer en altitude lors de tests d'atterrissage.



Réservoir  
hydrogène-oxygène  
liquide d'Énergiya

Propulseur  
hydrazine-oxygène  
liquide

Soute  
(charge utile 29,5 t)

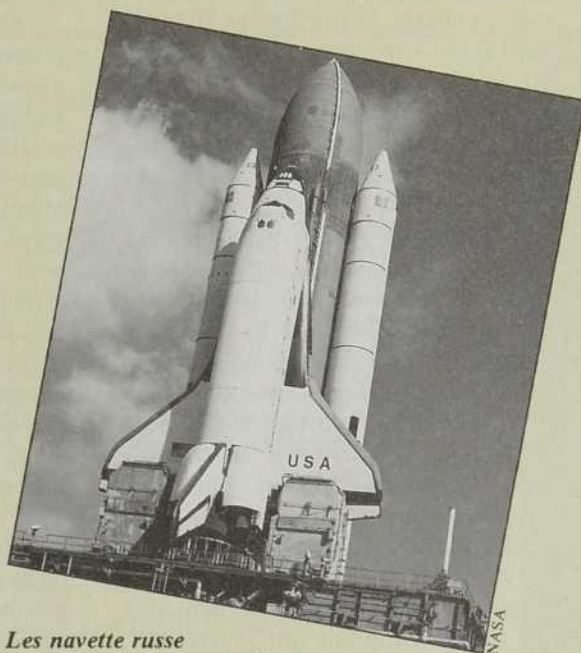
Moteurs  
atmosphériques

Moteurs cryogéniques

Même si c'est à distance qu'on a pu suivre l'évolution de la navette soviétique, le voile de mystère qui entourait ce projet est maintenant presque complètement dissipé. Le véhicule soviétique est aujourd'hui bien au point et ne semble devoir souffrir d'aucun complexe face à la navette américaine qui, elle, tente maintenant un nouveau départ à la suite de l'explosion de *Challenger* en janvier 1986. Une nouvelle course à l'espace s'amorce donc, dans laquelle les deux Grands sont pratiquement à armes égales du point de vue technologique.

### DES JUMEaux NON IDENTIQUES

De toute évidence, les navettes soviétique et américaine présentent une certaine parenté. D'un côté comme de l'autre, on a choisi de combiner la possibilité de transporter une bonne quantité de charge utile avec la présence d'un équipage de plusieurs cosmonautes.

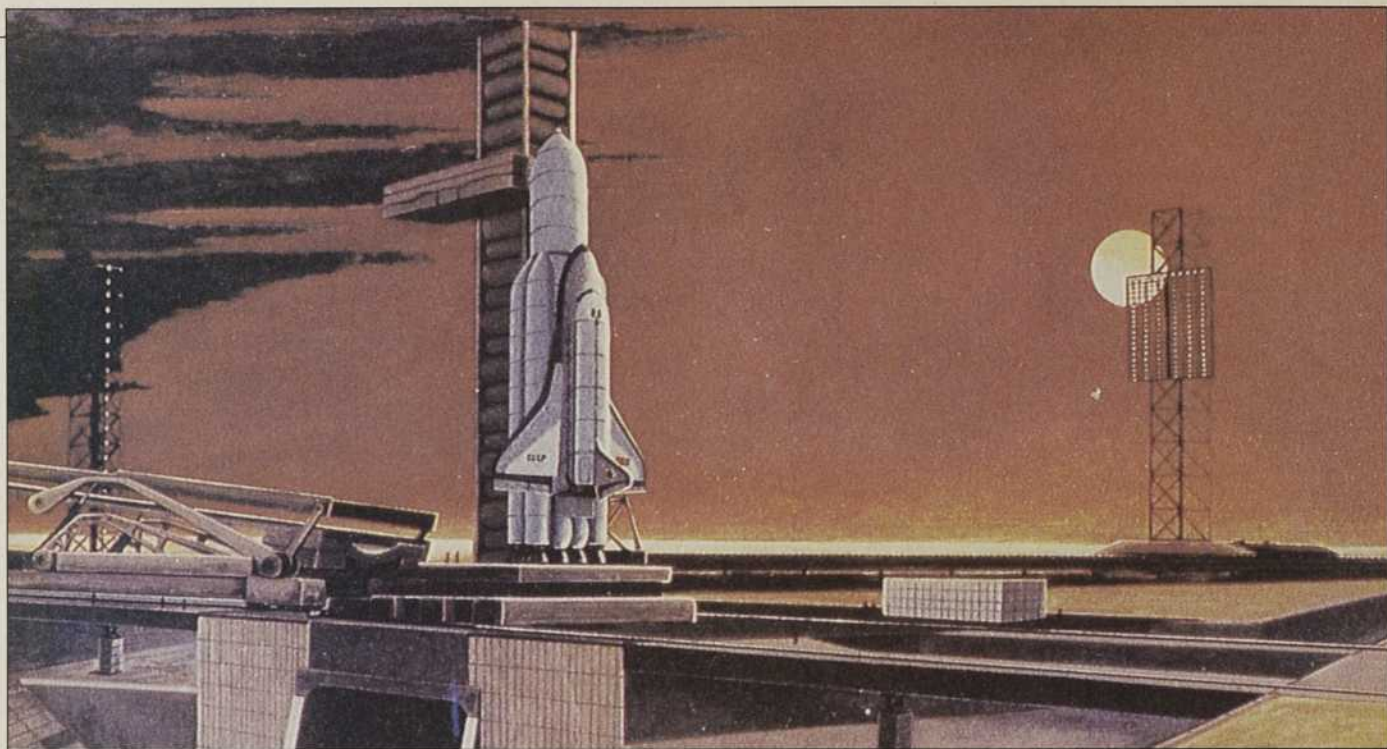


*Les navette russe et américaine se ressemblent extérieurement. Toutefois, leur système de propulsion et leurs moteurs sont différents.*

Même s'il serait tentant de crier au plagiat, il ne faut surtout pas oublier que, dans le domaine spatial, la forme découle essentiellement de la fonction et que les lois de l'aérodynamique sont nécessairement les mêmes dans tous les laboratoires du monde. Avec une longueur de 37 m et une envergure de 23 m, la navette soviétique a pratiquement le même gabarit que sa cousine américaine.

Mais il n'y a pas que des similitudes entre les deux engins spatiaux. Au chapitre des différences, on note la forme des ailes en delta de la navette soviétique, dont les bouts sont plus carrés. Selon les experts, un tel dessin permet d'accroître la stabilité au moment du vol atmosphérique. On remarque également la présence de deux réacteurs, qui entrent en action au moment où la navette se dirige vers sa piste d'atterrissage, après un séjour dans l'espace. Contrairement à la navette américaine, qui effectue son retour strictement en vol plané, le vaisseau soviétique est propulsé, ce qui lui donne une plus grande liberté de mouvement, notamment en termes de départ latéral. Ces moteurs permettent également à la navette de reprendre son envol dans le cas d'une mauvaise approche à l'atterrissage. Des réacteurs similaires avaient été prévus, dans le concept original de la navette américaine, mais avaient été éliminés pour répondre à des exigences de compressions budgétaires.

Les ingénieurs soviétiques ont même ajouté deux réacteurs supplémentaires à la navette, lors de la période de tests en vol atmosphérique. Ces quatre réacteurs avaient alors une poussée suffisante pour permettre à la navette d'environ 70 tonnes de décoller comme un avion conventionnel à partir de la piste de Baïkonour. On a ainsi effectué une vingtaine de sorties au cours desquelles les pilotes-cosmonautes ont pu répéter à souhait toutes les manœuvres de vol et d'atterrissage. On en a également profité pour mettre à l'épreuve les dispositifs de pilotage automatique, qui sont assez sophistiqués pour poser la navette



U.S. Department of Defense

sans aucune intervention de l'équipage.

Contrairement à la navette américaine, qui se termine par trois moteurs totalisant plus de 500 tonnes de poussée, la nouvelle navette soviétique ne comporte aucun système de propulsion orbitale. C'est d'ailleurs au niveau de cette différence de conception que réside la principale particularité du nouveau vaisseau spatial soviétique. Alors que la navette américaine a été conçue comme un tout avec son immense réservoir et ses deux fusées d'appoint à carburant solide, la navette russe n'est qu'une charge utile, qui doit être poussée en orbite par une fusée géante. Cette approche est d'ailleurs plus intéressante, puisqu'elle permet de développer à la fois un système habité et une fusée de haute puissance qui pourra être utilisée de façon autonome, à d'autres fins.

#### ÉNERGIYA : LA PUISSANTE FUSÉE

Le système de mise en orbite de la navette soviétique est d'ailleurs déjà au point et a même été lancé avec succès le 15 mai 1987. Il s'agit de la fusée Énergiya, conçue aussi bien pour recevoir la navette que pour amener en orbite une charge utile variant de 100 à 250 tonnes. Énergiya constitue un pas de géant pour les Soviétiques, dont la fusée la plus

*Ce n'est plus un rêve. Les Soviétiques possèdent maintenant leur navette spatiale. La fusée Énergiya, système de mise en orbite de cet engin, a été lancée en mai dernier.*

puissante jusqu'ici était la Proton, avec sa charge utile d'à peine 20 tonnes. Avec son réservoir central de 60 m de haut flanqué de fusées d'appoint, cette fameuse fusée Énergiya ressemble au système de propulsion de la navette américaine. Le cylindre principal contient les réserves d'hydrogène et d'oxygène liquides servant à alimenter les quatre moteurs placés directement dessous. Il s'agit là d'une première pour les Soviétiques, qui ne s'étaient jamais aventurés dans la délicate mise au point d'un moteur à hydrogène liquide, alors que les Américains maîtrisent cette technologie depuis plus de 20 ans.

La structure centrale d'Énergiya est ensuite flanquée non pas de deux mais de quatre et, éventuellement, de six fusées d'appoint qui fourniront l'essentiel de la poussée au décollage. Contrairement aux fusées d'appoint américaines, qui ont donné beaucoup d'ennuis à la NASA et provoqué la catastrophe de *Challenger*, les propulseurs utilisés par les Soviétiques consomment de l'hydrazine et de l'oxygène liquide. Les six moteurs de chacun de ces propulseurs donnent

des poussées de 800 tonnes, qui s'additionnent à celles des quatre moteurs centraux pour totaliser une formidable poussée de 4 000 tonnes. La puissance d'Énergiya dépasse ainsi celle de la fameuse Saturne 5 américaine, dont 13 exemplaires seulement ont été lancés entre 1967 et 1973.

Au décollage, ce sont d'abord les propulseurs d'appoint à carburant liquide qui sont mis à feu, pour atteindre leur pleine puissance et arracher la fusée au sol 12 secondes plus tard. Les quatre réacteurs à hydrogène et oxygène liquides du corps principal s'allument ensuite pour accélérer encore la course de cette masse de 2 000 tonnes en route vers le cosmos. À une altitude d'environ 50 km, les quatre propulseurs latéraux, qui ont alors épuisé leur carburant, sont tout simplement largués. Ils disposent d'un ingénieux système d'aérofreins qui leur permet de s'éloigner en douceur et d'amorcer une descente vers le territoire soviétique où ils sont récupérés. Quelques minutes plus tard, alors que la fusée approche la vitesse de satellisation, la charge utile (ou la navette) se détache du réservoir principal, qui retombe à son tour vers la Terre où il est également récupéré.

Non seulement la fusée géante Énergiya offre un système de propulsion adéquat pour la mise en service de la navette soviétique, mais elle est appelée à jouer un rôle déterminant

dans le programme spatial de l'URSS. Énergiya sera surtout mise à profit pour amener en orbite les modules de base de la station orbitale géante que les Soviétiques prévoient construire d'ici le milieu de la prochaine décennie. Dix fois plus spacieuse que sa contrepartie américaine, cette station pourra abriter une centaine de cosmonautes, lesquels formeront la première véritable colonie spatiale de l'histoire de l'humanité. C'est toujours Énergiya qu'on compte utiliser pour amener en orbite les composantes du grand vaisseau spatial de 1 000 tonnes qui doit transporter les premiers humains vers la planète Mars au tout début du siècle prochain.

### PRUDENCE ET EFFICACITÉ

Les déboires américains aideront cependant les Soviétiques à éviter de faire les mêmes erreurs en misant

uniquement sur des navettes récupérables. Pour l'instant, il n'est pas question de mettre au rancart les bonnes vieilles capsules Soyouz, utilisées depuis plus de 20 ans pour amener les cosmonautes soviétiques dans l'espace. Les deux systèmes évolueront donc en parallèle pendant plusieurs années encore.

C'est également dans le but de maximiser les retombées de leur investissement que les ingénieurs soviétiques ont conçu les accélérateurs de la fusée Énergiya de manière à les utiliser de façon autonome. Il s'agit alors d'un lanceur très polyvalent, pouvant amener une charge utile de 15 tonnes en orbite basse et qui a déjà été utilisé à quelques reprises depuis 1985. Selon les experts occidentaux, cette nouvelle fusée semble taillée sur mesure pour mettre en orbite une mini-navette dont quatre maquettes (échelle Y4) ont été lancées entre 1982 et 1984. Il y a tout lieu de croire que cette mini-navette, qui serait

capable de prendre deux cosmonautes à bord, est destinée à remplacer éventuellement les capsules Soyouz, lesquelles ne sont évidemment pas récupérables. Cependant, comme le prototype n'a pas été revu depuis 1984, certains experts prétendent qu'il s'agissait tout simplement d'une maquette ayant servi à tester certains concepts et matériaux, dans le cadre du programme de développement de la grande navette. L'avenir nous en apprendra certainement plus. □

#### Pour en savoir davantage:

«Cosmos à la russe», par Jean-Marc Carpentier, *Québec Science*, octobre 1982, p. 18.

«L'aventure du Soutnik», par Claude Lafleur, *Québec Science*, novembre 1987, p. 40.

*La conquête de l'espace*, Jean-Marc Carpentier, Éditions Libre Expression, Montréal, 1986, 230 p.

#### SOMMAIRE

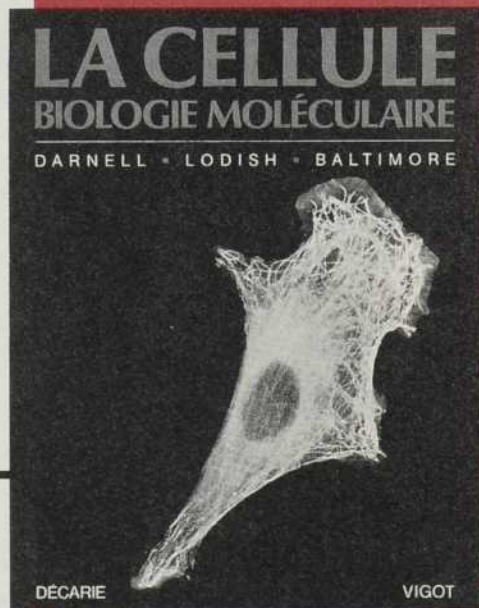
1. Histoire de la biologie moléculaire de la cellule
2. Énergie et réactions chimiques
3. Les molécules des cellules
4. Synthèse des protéines et des acides nucléiques
5. Principes de l'organisation et du fonctionnement de la cellule
6. Les outils de la biologie moléculaire de la cellule: les cellules et les organismes
7. Les outils de la biologie moléculaire de la cellule: la technologie moléculaire
8. Synthèse de l'ARN et contrôle génique chez les procaryotes
9. Synthèse et transformation de l'ARN chez les eucaryotes
10. Chromosomes et gènes eucaryotes: structure générale et définition
11. Chromosomes et gènes eucaryotes: anatomie moléculaire
12. Contrôle de l'expression génique chez les eucaryotes
13. Synthèse, réparation et recombinaison de l'ADN
14. La membrane plasmique
15. Transport à travers les membranes cellulaires
16. Communications entre cellules: hormones et récepteurs
17. Cellules nerveuses et propriétés électriques de la membrane cellulaire
18. Cytosquelette et mouvements cellulaires: les microtubules
19. Cytosquelette et mouvements cellulaires: actine-myosine
20. Conversion de l'énergie: la formation d'ATP dans les chloroplastes, les mitochondries et les bactéries
21. Assemblage des organites
22. Développement de la spécificité cellulaire
23. Le cancer
24. L'immunité
25. Évolution des cellules
- Index

• 1 200 pages grand format 2 couleurs

• plus de 1 200 illustrations et tableaux

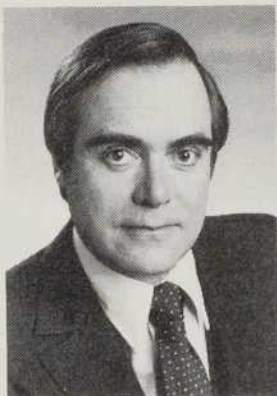
- Veuillez m'envoyer, sans frais, votre dépliant de 4 pages
- Veuillez m'expédier \_\_\_\_\_ exemplaires de LA CELLULE: BIOLOGIE MOLÉCULAIRE, au prix de 72,50 \$. J'ajoute 3,50 \$ pour couvrir les frais d'envoi.
- Ci-joint mon règlement au montant de \_\_\_\_\_ \$
- Carte Visa  Master Card N° \_\_\_\_\_
- Exp. \_\_\_\_\_ Signature \_\_\_\_\_
- Nom \_\_\_\_\_
- Adresse \_\_\_\_\_
- Ville \_\_\_\_\_ Code postal \_\_\_\_\_

Décarie Éditeur, 233, avenue Dunbar, Ville Mont-Royal, Québec H3P 2H4 (514.342.8500)



Votre meilleur guide pour une connaissance des structures et des mécanismes cellulaires

Traduit en Allemand, en Japonais, en Espagnol et en Italien, le DARNELL est ce qu'il y a de plus complet et de plus récent en biologie cellulaire



## UNE PRÉSENCE ACCRUE AU QUÉBEC

**Message de l'honorable Marcel Masse  
Député de Frontenac  
Ministre de l'Énergie, des Mines et des Ressources**

Énergie, Mines et Ressources Canada doit servir tous les Canadiens. Or, la Commission géologique du Canada, un secteur fondamental de mon ministère, n'était pas, à mon avis, suffisamment présent au Québec. Il faut remédier à cette situation. Nous avons donc créé une extension québécoise à la Commission, soit le *Centre géoscientifique de Québec*.

La Commission géologique du Canada est née, il y a un siècle et demi, à Montréal et c'est un juste retour des choses qu'elle réintègre le territoire québécois.

Afin d'instituer le Centre géoscientifique de Québec, j'ai signé une entente avec l'Institut national de la recherche scientifique du Québec. Le nouveau Centre, qui sera localisé dans les installations existantes de l'INRS, permettra à la Commission géologique du Canada de réaliser les programmes de recherches scientifiques prévus dans les ententes sur l'exploitation minérale.

Je suis persuadé qu'une présence soutenue à Québec entraînera la création de liens plus étroits entre la Commission et la communauté scientifique francophone du Québec.

Grâce à une participation plus active des scientifiques de langue française dans le domaine de la recherche géoscientifique et de la science et technologie, la Commission pourra améliorer son rayonnement dans la communauté francophone internationale, lui donnant ainsi accès à un réseau élargi d'expertise et de connaissances.

D'autre part, les chercheurs francophones pourront accroître leur accès aux programmes géoscientifiques pancanadiens et internationaux de la Commission. En outre, la présence accrue de la Commission en sol québécois accélérera la formation d'une masse critique de scientifiques d'expression française, ce qui favorisera le développement de chercheurs et permettra à la Fonction publique canadienne de recruter d'excellents éléments.

Je suis persuadé que la Commission géologique du Canada sera ainsi mieux en mesure d'informer la communauté scientifique du Québec de ses programmes et d'en faire la promotion. Elle sera également plus ouverte aux fournisseurs québécois qui pourront de leur côté, améliorer leurs contacts avec elle.

Une telle réalisation ne manquera pas d'accroître les retombées régionales associées aux programmes géoscientifiques et de jouer un rôle prédominant dans l'essor de l'industrie des ressources québécoise.



Énergie, Mines et  
Ressources Canada

Energy, Mines and  
Resources Canada

L'Hon. Marcel Masse,  
Ministre

Hon. Marcel Masse,  
Minister

Canada

**L'ÉNERGIE DE NOS RESSOURCES**

**NOTRE FORCE CRÉATRICE**



# LES BRANCHES À LA RESCOUSSE DES SOLS

**Des chercheurs utilisent des branches d'arbres réduites en copeaux pour fertiliser les sols appauvris.**

par Régys CARON

**LA** dégradation des sols arables coûte plus d'un milliard de dollars par année aux agriculteurs du pays. Les moyens de redonner vie aux terres cultivées n'ont pas dépassé le stade de la recherche. Les gouvernements fédéral et provincial se sont engagés, dans le cadre de l'Entente auxiliaire Canada-Québec sur le développement agro-alimentaire, à dépenser 10,8 millions de dollars, d'ici le 31 mars 1990, pour financer la recherche de solutions au problème de l'appauvrissement des sols.

Sans attendre une telle entente, un groupe de chercheurs de Québec s'est attaqué, il y a déjà 10 ans, à la mise au point d'une nouvelle forme d'amendement des sols. Inspirée par un vieux dicton africain — «la fertilité du sol dépend de l'arbre» — cette équipe, formée de fonctionnaires et de professeurs de l'Université Laval, poursuit ses recherches sur l'utilisation d'un compost fait de copeaux de broussailles. Certaines de leurs expériences auraient donné des résultats «spectaculaires». La cime des arbres pourrait, selon eux, servir un

jour de matière première pour fertiliser les sols arables appauvris.

L'idée a d'abord germé dans l'esprit de M. Edgar Guay, alors qu'il occupait le poste de sous-ministre adjoint au ministère québécois de l'Énergie et des Ressources (MER). Préoccupé par le recyclage des résidus de coupe forestière, M. Guay découvrit, au fil de ses recherches, que les branches des arbres et leurs feuilles constituaient une source abondante de matières organiques nécessaires (cellulose, sucres, enzymes, sels minéraux, etc.) pour redonner vie au sol. Ainsi apparut le concept du «bois raméal», pour désigner la «partie la plus noble et la plus méprisée des arbres», c'est-à-dire les branches.

Dans leurs écrits, Edgar Guay et ses collègues font la distinction entre le bois raméal (les branches) et le bois caulinaire (le tronc). Ils sont maintenant huit chercheurs, réunis au sein du Groupe de coordination sur les bois raméaux (GCBR), à prétendre que les copeaux de broussailles peuvent remettre en culture des terres jugées incultes, en leur procurant un humus durable.

La réaction du sol, à la suite de l'épandage des copeaux de broussailles, relève de la microbiologie, constate M. Lionel Lachance, agronome membre du GCBR et professeur d'agriculture biologique à l'Université Laval. «Une fois mélangés au sol, dit M. Lachance, les fragments de bois raméal se dégradent rapidement, parce qu'ils sont riches en carbone. Les microorganismes, friands de composés de carbone, se multiplient dans le sol. La décomposition des résidus végétaux finit par former un humus, lequel est la partie la plus riche du sol, celle qui en maintient la fécondité.»

## COMPOSTAGE DE SURFACE

Le groupe de recherche sur les bois raméaux propose deux façons d'utiliser les fragments de broussailles. Ceux-ci doivent d'abord provenir de branches dont le diamètre ne doit pas dépasser 7 cm. Après le déchiquetage, on peut utiliser les copeaux comme paillis, c'est-à-dire les épandre, tout simplement, sur le sol nu. Une recette un peu plus élaborée consiste à mélanger les fragments avec du lisier



Université Laval

de porc ou de poule. Deux composés essentiels sont alors réunis, le carbone contenu dans les bois raméaux et l'azote provenant du fumier. Le rapport carbone-azote (C/N) ne doit pas dépasser 30 parties de matière riche en carbone pour une partie d'éléments d'azote. On recommande d'incorporer ce mélange copeaux-lisier aux cinq premiers centimètres du sol.

Ce procédé appelé «compostage de surface», consiste d'abord à labourer la terre, épandre une quantité estimée à 800 m<sup>3</sup> de fragments de broussailles par hectare et à recouvrir de lisier de poule, à raison de 15 000 litres par hectare, ou de porc, à raison de 20 000 litres par hectare. Vient ensuite l'étape de l'enfouissement. Avec l'aide d'une herse,

*Copeaux d'aulnes épanchés en compostage sur le sol d'une sapinière à Saint-Damien de Bellechasse.*

de préférence à ressorts, il s'agit de mélanger les copeaux, le lisier et le sol de surface. On passe ensuite à l'étape de l'ensemencement.

L'attaque microbienne, selon les membres du GCBR, se produit alors rapidement. Appâtés par le mélange carbone-azote, les microorganismes prolifèrent, ce qui favorise la décomposition des copeaux et leur transformation en humus. Quelques mois (de 70 à 80 jours) après le traitement, la rétention d'eau du sol s'améliore et sa fécondité est renouvelée. Selon Gilles Lemieux, président du Groupe

et professeur au Département des sciences forestières de l'Université Laval, l'efficacité des copeaux de bois raméal pour fertiliser les sols appauvris, est maintenant prouvée.

Le ministère de l'Énergie et des Ressources a d'ailleurs obtenu deux brevets, accordés par les gouvernements canadien et américain, pour l'invention de cette méthode de compostage de surface. «Le MER n'exigera aucune redevance de quiconque utilisera ce procédé pour amender les sols cultivés», précise cependant M. Alban Lapointe, ingénieur forestier pour ce ministère et membre du GCBR.

Quant aux expériences réalisées sur le terrain, à la fin des années 70, auprès de trois agriculteurs spécia-

lisés de la rive sud de Québec, les résultats obtenus tendent à donner raison aux chercheurs du GCBR. Selon M. Lapointe, les rendements des sols traités aux fragments de bois raméaux se sont accrus, en moyenne, de 50% à 70%. «J'ai vu des cultivateurs tripler leurs récoltes», ajoute l'ingénieur forestier. À la fin de l'été 1979, l'un des trois cultivateurs, Paul-Émile Carrier, céréalier de Lauzon, constatait le rendement d'un acre d'orge traité aux bois raméaux surpasser de 70% celui d'un champ témoin de même superficie. En 1982, Jean-Marie Marcoux, producteur maraîcher de Beaumont, voyait sa récolte de fraises passer du simple au triple, après avoir traité son champ avec un paillis de copeaux, deux ans auparavant. À quelques arpents de là, Adrien Fournier récoltait, sur une terre jugée inculte, 285 sacs de 25 kg de pommes de terre, après avoir incorporé le mélange copeaux-lisier à son sol, par compostage de surface. Chez M. Marcoux, à Beaumont, les sols présentent encore des rendements supérieurs huit ans après avoir été amendés avec des bois raméaux fragmentés (BRF). «Nous estimons, affirme Edgar Guay, que les sols traités aux bois raméaux peuvent offrir une fécondité raisonnable pendant 10 ans, bien que nous ne soyons pas encore fixés là-dessus.»

#### SCEPTICISME AU MAPAQ

Au ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation du Québec (MAPAQ), les réactions aux résultats obtenus par les gens du GCBR vont du scepticisme à l'incrédulité. Une certaine polémique s'est même glissée dans les échanges avec les fonctionnaires du MAPAQ. «Ils ont procédé à une recherche empirique, sans faire d'analyse rigoureuse», affirme Adrien Ndayegamiye, micro-

*La partie gauche de ce champ d'avoine a été traitée avec du bois raméal fragmenté provenant de différentes essences d'arbres. Celle de droite, la partie témoin, n'a reçu aucun apport.*



Université Laval

**L**e bois raméal compte pour 70% de la forêt québécoise. On évalue à 50 millions de tonnes de copeaux, la capacité de production annuelle. En règle générale, les gens de l'industrie forestière considèrent les branches des arbres comme des déchets. Ils ne s'intéressent qu'au bois de tronc. C'est dans le but d'exploiter les «déchets» de l'industrie forestière que l'ex-sous-ministre adjoint de l'Énergie et des Ressources, M. Edgar Guay, entreprenait la recherche sur l'utilisation des bois raméaux fragmentés dans l'amendement des sols, au milieu des années 70.

L'intérêt des chercheurs du Groupe de coordination sur les bois raméaux (GCBR) porte sur la teneur en matières organiques du bois raméal. «Les rameaux dont le diamètre est inférieur à sept centimètres forment les parties les plus précieuses de l'arbre, affirme Gilles Lemieux. Les branches sont responsables de la formation des feuil-

*Fragmenteuse montée sur un tracteur de ferme et servant à la fabrication de copeaux.*

les, donc de la photosynthèse et du stockage des produits organiques.»

Hydro-Québec a déjà accepté de se prêter à des expériences, dans la région de la Mauricie, sur la récupération des rameaux recueillis pendant les opérations d'émondage que la société d'État effectue à chaque année, le long des lignes de transmission.

Certains membres du GCBR ont formulé une hypothèse suggérant de fragmenter sur place les branches d'arbres et d'en épandre une partie (50%) sur le sol forestier, avant d'achever le reste vers les fermes, ce qui nécessiterait la mise sur pied d'un réseau de collecte, de stockage et de distribution des bois raméaux fragmentés.



Université Laval

biologiste au MAPAQ. « Ils n'ont pas regardé comment le sol a évolué. » M. Ndayegamiye a des réserves, quant à l'efficacité des bois raméaux pour l'amendement des sols. « Il ne faut pas généraliser, dit-il, à partir des résultats qu'ils ont obtenus chez les cultivateurs de la rive sud de Québec. » Le fonctionnaire réfute la prétention du GCBR voulant que les copeaux de broussailles se dégradent rapidement dans le sol et produisent de bons rendements dès la première année. Selon lui, il faut attendre deux ou trois ans avant de voir le sol traité aux bois raméaux fragmentés donner de bons résultats. « L'attaque microbienne est très lente, affirme M. Ndayegamiye. Nos recherches, effectuées dans un champ de Saint-Lambert de Lévis, depuis 1981, nous l'ont démontré: les sols traités avec des copeaux mélangés à des engrais contenant de l'azote ont présenté des baisses de rendement catastrophiques, au cours de la première année ».

Le bois raméal est riche en carbone et pauvre en azote, explique le porte-parole du MAPAQ. Au cours des premiers mois suivant le traitement aux BRF, les microorganismes absorbent ce dont ils ont besoin, en carbone et en azote. « La diminution du rendement est attribuable à la carence en azote dans le sol, précise Adrien Ndayegamiye. La plante manque d'azote. » Deux ans après le traitement, les restes de la première génération de microorganismes permettent une reminéralisation de l'azote, ce qui expliquerait la résurgence de la fertilité. Selon M. Ndayegamiye, l'utilisation du mélange copeaux-lisier n'est pas réaliste. « Il faudrait des citernes remplies de lisier, ce qui ne serait pas économiquement rentable, du moins à court terme », estime le microbiologiste.

« Il faut faire attention aux termes que l'on utilise, prévient Lionel Lachance du GCBR. Il peut y avoir baisse de rendement au cours de la première année suivant le traitement, mais cette baisse n'est pas catastrophique. » Selon M. Lachance, la preuve a maintenant été faite que les bois raméaux constituent une excellente source de matière organique, ce

dont les sols arables ont grandement besoin. Des expériences ont même été entreprises sur des sols forestiers. Quatre ans après l'épandage de BRF sur un hectare, dans une érablière de Saint-Damien, dans le comté de Bellechasse, « il n'y a pas eu de mortalité sur la parcelle traitée », affirme Gilles Lemieux, président du Groupe de recherche sur les bois raméaux.

### POUR SUIVRE LES RECHERCHES

Toutefois, il y a un point sur lequel les gens du MAPAQ et du Groupe s'entendent: il faut poursuivre les recherches. Le niveau de connaissance scientifique des mécanismes de décomposition des copeaux dans le sol, demeure insuffisant, admettent les chercheurs du GCBR. « Une grande prudence s'impose avant de recommander l'utilisation des copeaux », prévient Marton Tabi, responsable de la Direction de la recherche au MAPAQ. « Cette question n'a pas été étudiée dans son ensemble. Il faudrait former une équipe multidisciplinaire, avec des spécialistes en microbiologie des sols et en physiologie végétale, des biochimistes et même un économiste, pour voir si l'utilisation des copeaux pourrait devenir rentable pour les agriculteurs. » Selon M. Tabi, pareille recherche ne coûterait pas moins d'un million de dollars et pourrait durer cinq ans.

« Une foule de questions demeurent sans réponses, admet Lionel Lachance, et il faudrait évaluer le comportement et la valeur des différentes essences, mettre au point un système opérationnel de normes, quant aux façons de procéder, et établir les coûts pour les récoltes, le stockage et l'épandage. »

Depuis 10 ans, les membres du Groupe de coordination sur les bois raméaux organisent des colloques et participent à des séminaires, afin de sensibiliser la communauté scientifique au potentiel des bois raméaux, maintenant qu'on en a fait la démonstration. Mais de leur propre aveu, un long travail de persuasion reste encore à faire. □

# L'AVENIR AU BOUT DES DOIGTS



## Vidéodisque interactif, Nouvelle réalité

Le vidéodisque au laser couplé à la micro-informatique constitue l'outil le plus puissant en communication bidirectionnelle.

Guide de réalisation d'un vidéodisque interactif présente ce nouveau média, les étapes d'une démarche type de planification et de réalisation de ce type de vecteur communicationnel.

## De Nouvelles possibilités

- la formation pédagogique
- l'archivage
- les loisirs
- le marketing
- l'information

Un outil interactif pour les concepteurs de l'avenir.

Ministère des  
Communications  
1988, 156 pages  
EQQ 24446-7

**22,95 \$**

En vente dans nos librairies,  
chez nos concessionnaires,  
par commande postale et  
chez votre libraire habituel.

Les Publications du Québec  
C.P. 1005  
Québec (Québec)  
G1K 7B5

Vente et information  
(418) 643-5150  
(sans frais) 1-800-463-2100



**Québec** ☐ ☐  
☐ ☐

# L'aéromodélisme

par Denis Gilbert

**L'**un des plus vieux rêves de l'homme fut de voler comme un oiseau. Peut-être le premier à y être arrivé aura-t-il été Léonard de Vinci. Il fut, en tout cas, le précurseur d'une longue lignée qui s'est lancée dans ce que l'on appelle aujourd'hui l'aéromodélisme. Depuis, de nombreux amateurs ont tenté de relever le défi. Plusieurs ont échoué, tandis que d'autres ont réussi. Daniel Harlund se classe dans la deuxième catégorie.

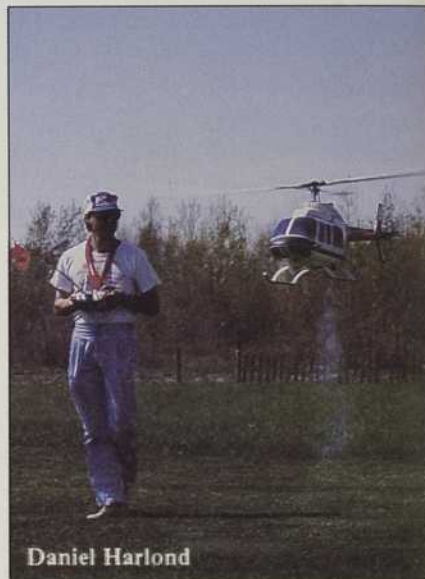
Sans pour autant se prendre pour Léonard de Vinci, Daniel a appris à maîtriser, au fil des années, les techniques lui permettant de faire voler un hélicoptère, ce qui ne semble pas une mince tâche. «Nombreux sont ceux et celles qui décident de pratiquer ce hobby, dit Daniel, et qui, après quelques échecs, bien souvent normaux, y renoncent. Il faut cependant persévérer, car la satisfaction qu'on retire, par suite d'un vol réussi, en vaut la peine!»

Daniel mentionne que, pour la plupart des gens qui pratiquent une forme de modélisme, ce loisir représente souvent

ce qu'ils auraient aimé faire dans la vie. «Il y a des gens, dit-il, qui auraient aimé être conducteurs de train, d'autres qui auraient voulu conduire une formule 1 ou un bateau. En ce qui me concerne, j'aurais souhaité être pilote d'avion ou d'hélicoptère. C'est pour cette raison que j'ai choisi ce type de modélisme, il y a de cela 17 ans.» (Daniel avait alors 14 ans.)

Toutefois, c'est à l'âge de cinq ans que tout a commencé pour notre passionné, qui pratique ce loisir 12 mois par année. «Je me rappelle très bien, le moment où j'ai eu un avion en plastique en cadeau. Je me souviens aussi de mon baptême de l'air à bord d'un Cessna. Sûrement que cela m'a influencé à cette époque». À 12 ans, ce qui n'était jusque-là qu'une occupation parmi d'autres prenait tout à coup toute la place pour Daniel.

Quelles sont les autres raisons qui l'ont poussé à se lancer à l'assaut des airs? «Mon père, répond-il, était très habile de ses mains et je souhaitais, comme lui, travailler manuellement, tout en découvrant des théories. J'avais également essayé d'autres types de modélisme (bateau, auto et *dune-buggy*); la complexité de l'hélicoptère ainsi que son fonction-



Daniel Harlund

Luc Beauchemin

nement m'attiraient. Et, comme on disait dans les milieux du modélisme que l'hélicoptère représentait l'optimum, je possédais alors toutes les incitations qu'il fallait pour me stimuler.»

Il n'y a pas que l'aspect du vol lui-même qui fascine Daniel. Tout ce qui touche à l'entretien et aux vérifications le passionne. En fait, il consacre de 8 à 10 heures par semaine à ce passe-temps, qu'il conjugue avec son travail de commis intermédiaire dans un établissement bancaire et avec une attirance particulière pour le ski alpin. Par ailleurs, ceux qui le connaissent l'apprécient pour son esprit de collaboration et son souci du travail bien fait.

Croit-il avoir atteint le sommet de son art? «Non, sûrement pas! rétorque-t-il. De toute façon, il y aura toujours place pour de l'amélioration!» Et, dans le cas de l'aéromodélisme, un des futurs projets de Daniel Harlund consiste à faire connaître davantage cette forme de loisir à travers le Québec, car, selon lui, de plus en plus de gens sont fascinés lorsqu'ils voient quelqu'un télécommander un avion ou un hélicoptère. Comme il n'est pas du genre à avoir du plomb dans l'aile, on peut lui faire confiance!

Denis Gilbert est agent d'information à INFOPUQ. Vous pouvez le rejoindre au (418) 657-3551 ou, par courrier électronique, au QC 00011.

## L'ÂÉROMODÉLISME

<b>Effectifs:</b>	Il y a environ 1 500 aéromodélistes, au Québec, répartis dans quelque 50 clubs.
<b>Qualités requises:</b>	Ingéniosité, dextérité manuelle, persévérance.
<b>Équipements et coûts:</b>	Pour débiter, prévoir au moins 800\$ pour un planeur, une télécommande, ainsi que certains outils de base.
<b>Conseil:</b>	Se joindre à un club est la meilleure façon de s'initier à l'aéromodélisme et d'avoir le support de gens qui œuvrent dans ce milieu.

### Lectures suggérées:

Les revues américaines *R/C Modeler* et *Model Airplane News*. Aussi, *L'aéromodélisme*, de la série «Les secrets du savoir-faire», auteur: Vic Smeed, Éditions Grund, 1982, 192 pages, 35 \$.

### Adresses utiles:


Model Aeronautics Association of Canada (MAAC)

#### Pour l'Est du Québec:

M. Gilles Pelletier  
4, Bois-Joli, Loretteville (Québec)  
G2A 1E4, (418) 843-1932

#### Pour l'Ouest du Québec:

M. Ray Gareau  
489, 89e Avenue, Laval (Québec)  
H7W 3H3, (514) 681-1782

 Gouvernement du Canada / Government of Canada

## BOURSES DE RECHERCHE SCIENTIFIQUE DANS LES LABORATOIRES DU GOUVERNEMENT CANADIEN 1989-1990

Le gouvernement du Canada offre des bourses de recherche dans les laboratoires du gouvernement canadien à de jeunes scientifiques d'avenir pour leur offrir la possibilité de travailler avec des groupes de chercheurs renommés ou avec des chefs de file de leur domaine. Ces bourses sont valides dans les laboratoires des ministères et organismes suivants:

Agriculture Canada  
Communications Canada  
Conseil national de recherches Canada  
Défense nationale  
Énergie atomique du Canada Limitée  
Énergie, Mines et Ressources Canada  
Environnement Canada  
Musées nationaux du Canada  
Pêches et Océans Canada  
Santé et bien-être social Canada

**Admissibilité:** Les candidats doivent avoir obtenu, au cours des cinq dernières années, un doctorat d'une université reconnue ou détenir une maîtrise jumelée à deux années d'expérience en recherche et doivent être manifestement capables de faire de la recherche de façon autonome.

Il n'y a aucune restriction quant à la citoyenneté. Cependant, les candidats choisis qui ne sont ni citoyens canadiens ni résidents permanents du Canada doivent satisfaire aux exigences en matière d'immigration canadienne.

**Montant:** Les bourses s'élèvent actuellement à 28 922 \$ plus une indemnité de voyage.


**Durée des bourses:** Les bourses sont valides pour un an avec possibilité de renouvellement pour une deuxième année.

**Date limite:** La date limite de soumission des demandes est le 15 décembre 1988.

Pour de plus amples renseignements, communiquer avec:

L'Administratrice (bourses de recherche scientifique)  
Conseil de recherches en sciences naturelles et en génie  
200, rue Kent  
Ottawa (Ontario)  
K1A 1H5  
Téléphone: (613) 996-4363



 Conseil de recherches en sciences naturelles et en génie du Canada

Natural Sciences and Engineering  
Research Council of Canada

## CHERCHEURS-BOURSIERS 1989

Le Conseil de recherches en sciences naturelles et en génie du Canada (CRSNG) offre un programme de chercheurs-boursiers afin de donner à un certain nombre de chercheurs d'avenir en sciences naturelles ou en génie l'occasion de poursuivre leur carrière en recherche. Les bourses peuvent être détenues dans les universités ou dans les industries canadiennes.

**Admissibilité:** Sont admissibles les citoyens canadiens ou les résidents permanents du Canada titulaires d'un doctorat en sciences naturelles ou en génie, et, de préférence, qui n'ont pas plus de cinq années d'expérience après l'obtention de leur doctorat.

**Nature du poste:** Les chercheurs-boursiers seront des employés de l'université ou de la société où ils détiendront leurs bourses. Ils travailleront à des activités de recherche ou de développement.

**Durée de la bourse:**

- Chercheurs-boursiers universitaires: jusqu'à cinq ans, sous réserve d'un rendement satisfaisant; possibilité de renouvellement pour une deuxième période de cinq ans.
- Chercheurs-boursiers en milieu industriel: jusqu'à deux ans, sous réserve d'un rendement satisfaisant.

**Rémunération:**

- Chercheurs-boursiers universitaires: l'université détermine le salaire; le CRSNG remboursera à l'université le salaire du boursier jusqu'à concurrence de 30 500 \$ par année; les boursiers bénéficieront d'une subvention de recherche de trois ans.
- Chercheurs-boursiers en milieu industriel: la société détermine le salaire; le CRSNG remboursera à la société 25 000 \$ par année pour le salaire du boursier.

**Modalité de demande:** Le candidat doit communiquer avec l'université ou la société de son choix pour entamer les pourparlers nécessaires au sujet du salaire, de la bourse, du programme de recherche, etc. Les candidatures doivent être soumises au CRSNG par l'entremise de l'université ou de la société. Les demandes acheminées directement au CRSNG par les candidats ne seront pas acceptées.

**Dates limites:**

- Chercheurs-boursiers universitaires: 1er novembre 1988.
- Chercheurs-boursiers en milieu industriel: aucune date limite.

Pour de plus amples renseignements, communiquer avec:

L'Administratrice, Programme de chercheurs-boursiers  
Conseil de recherches en sciences naturelles et en génie  
200, rue Kent  
Ottawa (Ontario)  
K1A 1H5  
Téléphone: (613) 996-2009



Commission de la Fonction  
publique du CanadaPublic Service Commission  
of Canada

## Hydrologue glaciaire

Section climat, division de l'hydrologie  
Institut national de recherche en hydrologie  
Environnement Canada  
Saskatoon (Saskatchewan) Canada

Nous recherchons une personne qui travaillera à l'Institut national de recherche en hydrologie, situé à Saskatoon en Saskatchewan, à la section climat de la division de l'hydrologie. Vous vous verrez confier la responsabilité de mener des recherches en matière d'hydrologie dans les régions alpines. Pour ce faire, vous étudierez les masses de neige et de glace dans le cycle hydrologique et surtout leur impact sur les rivières et l'approvisionnement en eau, et examinerez les aspects hydroclimatiques régissant les variations spatiales et temporelles des masses de neige et de glace éternelles de la Cordillère. Vous aurez également à conseiller les personnes et les organismes concernés sur les problèmes reliés à l'hydrologie alpine.

Vous devez détenir un doctorat valable d'une université reconnue avec une spécialisation dans les sciences géologiques, option hydrologie glaciaire ou alpine ou encore un secteur connexe, ou l'équivalent. En outre, vous devez déjà avoir rédigé des articles et des rapports, publiés ou non, portant sur l'hydrologie glaciaire ou la glaciologie que vous ajoutez à votre expérience acquise en effectuant des recherches originales dans un de ces deux domaines et en vivant plusieurs mois dans un milieu alpin ou arctique.

La connaissance de la langue anglaise est essentielle pour ce poste.

Nous offrons un salaire annuel situé entre 30 521 \$ et 65 744 \$.

Acheminez votre demande d'emploi et/ou votre curriculum vitae, en indiquant le numéro de référence S-88-52-0095-0675-(A), à :  
Doug Kenney  
Agent de ressourcement  
Commission de la Fonction publique du Canada  
1867, rue Hamilton, bureau 1010  
Regina (Saskatchewan) S4P 2C2  
Tél. : (306) 780-7027  
Après les heures ouvrables : (306) 780-5720  
ATS : (306) 780-6719

**Date limite :** le 6 septembre 1988

Les renseignements personnels que vous fournissez sont protégés par la Loi sur la protection des renseignements personnels. Ils seront conservés dans le fichier de renseignements personnels CFP/P-PU-040, Dossiers concernant la sélection du personnel.

*This information is available in English by contacting the person mentioned above.*

La Fonction publique du Canada  
offre des chances égales d'emploi à tous

# Canada

Conseil national  
de recherches CanadaNational Research  
Council Canada

## Biologiste moléculaire/ généticien

(Halifax, Nouvelle-Écosse)

Le laboratoire de recherches de l'Atlantique du Conseil national de recherches du Canada a besoin d'un Biologiste moléculaire/généticien pour travailler au sein de sa section des Biosciences marines.

La personne choisie devra participer à la planification, à la conception, et à la réalisation d'études en génétique moléculaire des algues marines en vue de déterminer à la longue des applications futures en biotechnologie; faire de la recherche de haut calibre de façon autonome; collaborer avec des collègues du LRA et d'autres instituts de recherches; et, aider à superviser les techniciens et les boursiers postdoctoraux.

Les candidat(e)s doivent posséder un doctorat en génétique moléculaire ou dans un domaine approprié de la biochimie et avoir au moins deux années d'expérience postdoctorale en laboratoire dans le domaine de la biologie/génétique moléculaire. Les candidat(e)s doivent être dynamiques, capables de faire preuve de leadership, tant sur le plan scientifique qu'intellectuel, dans le domaine de la recherche en génétique moléculaire, et doivent aussi être en mesure de mettre en pratique toutes les techniques fondamentales de génétique moléculaire, comme l'isolation de l'ADN, la détermination de sites de restriction, la constitution de génothèque de plasmides et de phages, la fabrication et l'utilisation de sondes et de vecteurs, et les techniques de transfert électrophorétique et de détection des acides nucléiques au moyen de radio-isotopes. L'expérience des ordinateurs, dans la mesure où elle se rapporte à la façon d'attaquer une banque de données pour fins de comparaison des séquences, de même qu'une certaine expérience préalable des algues seraient d'importants atouts. La connaissance de la langue anglaise est requise pour ce poste.

**Traitement :** Selon la formation et l'expérience.

Prière d'adresser un curriculum complet avec relevés de notes et trois lettres de références avant le 16 septembre 1988 au: **Bureau du personnel, le Laboratoire de recherches de l'Atlantique, Conseil national de recherches du Canada, 1411, rue Oxford, Halifax, Nouvelle-Écosse, B3H 3Z1.** Mentionner le numéro de référence AR-87-02 ( ).

# Canada

L O I

Conseil national de recherches Canada / National Research Council Canada

## Postes d'attachés de recherche 1989

Pour des recherches en science et en génie, dans les laboratoires du CONSEIL NATIONAL DE RECHERCHES DU CANADA

Le Conseil national de recherches est le principal organisme de recherche du Canada. Les travaux de laboratoire du NRC couvrent la plupart des domaines des sciences physiques, des sciences naturelles et de l'ingénierie.

Les candidats aux postes d'attachés de recherche doivent avoir reçu récemment un doctorat ès Sciences (Ph.D.), ou une maîtrise dans un des domaines du génie, ou être sur le point d'obtenir l'un de ces diplômes avant d'entrer en fonction.

Les postes d'attachés de recherche sont accessibles aux ressortissants de tous les pays, même si la préférence est accordée aux citoyens canadiens.

Les attachés de recherche seront nommés au personnel du Conseil national de recherches pour une période déterminée. Ils se verront offrir les mêmes salaires et avantages dont jouissent présentement les membres permanents du personnel. En guise d'exemple, le salaire actuel au niveau du doctorat est de 33 661 \$ (CAN) (à l'étude).

La nomination initiale portera, en général, sur une période de deux ans et pourra être renouvelée sujet au rendement de l'attaché de recherche et selon les besoins de la Division.

On doit poser sa candidature sur un formulaire spécial qu'on peut obtenir du **Bureau des attachés de recherche, Conseil national de recherches du Canada, Ottawa, Ontario, Canada, K1A 0R6**. Les candidatures et les documents à l'appui doivent parvenir à Ottawa au plus tard le **30 novembre 1988**.

Canada

## 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 anti-rouilles

Les procédés conventionnels d'anti-rouille 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 anti-rouilles conventionnels (moins de 55\$) 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 imbibe 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 55\$ 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

Anti-rouille 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 quatre succursales

Anti-rouille à l'huile Métropolitain a maintenant quatre succursales à travers la province: à Québec, au 2343, boul. Hamel, (418) 687-5660; à Trois-Rivières (Saint-Louis-de-France), au 1600, boul. Saint-Louis, (819) 378-8222; à Longueuil, au 340, Rolland-Therrien, (514) 651-5531 et à Laval, au 600, boulevard Saint-Martin est, (514) 668-9883.

## RESTER JEUNE? QUESTION DE VOLONTÉ



Si une petite souris peut vivre jusqu'à 3 ans, alors pourquoi l'être humain ne vivrait-il pas 300 ans? Des expériences en cours, en URSS, ont démontré que des petits morceaux d'hypothalamus d'embryons de souris, greffés sur des cerveaux d'adultes, contribuent non seulement à prolonger la vie mais aussi à rajeunir, en bonne partie, l'organisme. Se trouverait ainsi confirmée la théorie selon laquelle le cerveau a une influence directe sur les processus biologiques. Avec l'opération de transplantation, le cerveau adulte serait en quelque sorte génétiquement reprogrammé. De là à penser qu'un simple effort de la volonté pourrait suffire à contrôler la santé et la vitalité... L'éternelle jeunesse, quoi! Imaginez ce qu'aurait été la vie du patriarche Mathusalem, déjà plus de neuf fois centenaire.

## DE L'ENCRE AUX CRISTAUX LIQUIDES

Les grandes inventions sont souvent faites des idées les plus simples. Et qu'y a-t-il de plus simple qu'un « bloc-notes électronique »? L'instrument que s'approprie à mettre au point le laboratoire Scribens, de l'École Polytechnique de Montréal, fait d'un écran de cristaux liquides et d'une tablette numérique superposés, permettra d'obtenir directement la transcription par imprimante d'un texte écrit à la main. Grâce aux logiciels d'édition de manuscrits et aux synthétiseurs d'écriture, les textes pourront être produits en caractères d'imprimerie. Le prototype, qui devrait être disponible d'ici trois ans, saura-t-il enfin nous faire oublier l'usage si compliqué du papier et du crayon?

## LE CONFLIT DES GÉNÉRATIONS

Pendant que l'astronome Simon Lilly, de l'Université d'Hawaï, grâce entre autres au télescope canado-franco-hawaïen, découvrirait ce qui pourrait bien être la plus vieille galaxie jamais observée — environ 12 milliards d'années —, Nils Bergvall et Steven Jörsäter, à l'observatoire européen du Chili, observaient ce qui semble être une galaxie naissante. La première met à mal la théorie de la « matière froide et noire », alors que la seconde, au contraire, la conforte. Selon cette « cosmologie », l'Univers est composé à 90% de particules qu'on ne peut observer, restants du *big bang* original. Une telle théorie s'accommode mal, semble-t-il, de l'existence de galaxies aussi primitives que celle de Lilly, mais se trouve confirmée par la toute jeune galaxie en train de se former. Mais on a encore beaucoup à apprendre des vieux.

## LE COMPTEUR D'ÉTOILES

Comme l'astronome de l'Antiquité qui lui a donné son nom, le satellite européen Hipparcos aura pour mission de fouiller l'espace et de dresser un catalogue d'étoiles. Mais, alors que l'astronome grec Hipparque avait répertorié une centaine d'étoiles, le satellite européen, lui, doit en repérer 120 000, et avec une précision sans précédent. Ne faisant que 3 m de hauteur et 2,5 m de diamètre, et ne pesant guère plus d'une tonne, il sera lancé par une fusée Ariane IV, en juin 1989. Ce qu'il faudrait, maintenant, avec tous ces objets célestes lancés par l'homme, c'est une nouvelle *star* des génies en herbe, pour répertorier tous les satellites peuplant le ciel de la Terre.



## POIL AU MENTON!

Après avoir été mises en garde contre l'abus du bronzage, les femmes devront maintenant se préoccuper des méfaits du tabagisme sur leur apparence physique.



On a en effet découvert, au Collège médical du Wisconsin, que les fumeuses sont plus susceptibles d'avoir des poils au visage que les autres femmes. Le tabagisme, affectant les ovaires ou le métabolisme hormonal, aurait, en fait, des conséquences non seulement sur la beauté des femmes mais aussi sur leur santé. Attention! car, qui s'y frotte... s'y brûle.

## UN BEAU CHOIX DE MONSTRES?

Pendant qu'on demande sans détours aux généticiens et aux biologistes moléculaires s'ils sont en mesure de fabriquer des monstres, les informaticiens japonais, américains, français et soviétiques ne cessent d'imiter la nature dans ce qu'elle a, en apparence, de plus monstrueux. Ainsi, les spécialistes de la robotique sont graduellement passés du concept humanoïdes « à deux pattes » à des formes ressemblant davantage aux insectes, dans la réalisation de leurs robots marcheurs. Les appareils à plusieurs pattes ont, entre autres, moins de problèmes d'équilibre et peuvent mieux s'adapter à toute configuration de terrain. Mais, comme si ça ne suffisait pas d'imiter les insectes, on songe aussi à imaginer un robot rampant — sans compter qu'on a déjà mis sur pied (!) le robot sauteur, qu'on pourrait juger supérieur au kangourou, puisqu'il est unijambiste.

## IMAGE DE SOI ET CHIRURGIE ESTHÉTIQUE

Alphonse Roy et Sophie-Laurence Lamontagne

Les éditions internationales Alain Stanké, Montréal, 1987, 138 pages, 11,95\$, ISBN 2-7604-0303-3

La chirurgie esthétique connaît depuis les années 60 un essor considérable. D'abord réservée aux riches et aux « vedettes », sa pratique s'est graduellement démocratisée. Banalisées par le nombre — environ 20 000 interventions sont pratiquées chaque année au Québec —, ces corrections esthétiques demeurent néanmoins des interventions chirurgicales comportant leur lot de risques et d'inconvénients.

Afin de renseigner les « consommateurs » sur une éventuelle intervention, Alphonse Roy, chirurgien plasticien à l'hôpital

Saint-Sacrement de Québec, et Sophie-Laurence Lamontagne, ethnologue, ont publié ce guide pratique destiné à ceux qui veulent corriger leur apparence.

Une courte introduction retrace l'histoire et la récente évolution de cette discipline et brosse le profil de la clientèle actuelle. Elle comporte également une liste de conseils pratiques qui guideront l'éventuel patient sur les actions à poser avant l'opération. Le visage, les seins et l'abdomen font chacun l'objet d'un chapitre. Les auteurs y expliquent brièvement

les principaux problèmes qui justifient une chirurgie esthétique et décrivent avec précision les interventions pratiquées. Ils y vont également de nombreux conseils d'ordre pré- et post-opératoire, et expliquent les problèmes éventuels.

Un choix judicieux de schémas et de photos ajoute à la compréhension et à l'intérêt du texte. Ce livre écrit de façon très claire constitue une lecture précieuse pour quiconque envisage un léger « remodelage ».

Madeleine Huberdeau

## LES JARDINS D'OISEAUX

Ce livre décrit l'art d'aménager sa propriété de façon à y attirer, tout au long de l'année, le plus grand nombre d'oiseaux possible. Abondamment illustré, cet ouvrage en met plein la vue, comme un beau jardin. Accordé au rythme des saisons, il incite à planifier un environnement invitant pour la gent ailée et ravissant pour les humains. Des index sur les plantes et les oiseaux servent de guides dans la réalisation d'un jardin d'oiseaux.

*Les jardins d'oiseaux*, André Dion et André Cyr, Québec Agenda, 1988, 191 pages, 24,95\$.

## LA FAUNE DU QUÉBEC

Les biologistes du ministère du Loisir, de la Chasse et de la Pêche, viennent de publier une série de petites brochures abondamment illustrées et présentant les principales espèces animales du Québec, ainsi que 15 fiches signalétiques: le Castor, l'Ours noir, le Loup, la Mouffette rayée, le Renard roux, le Lynx roux, le Bœuf musqué, le Coyote, le Caribou, le Vison d'Amérique, l'Ours blanc, la Loutre de rivière, le Renard arctique, le Rat musqué, le

Lynx du Canada, le Raton laveur, le Pékan, l'Écureuil roux, la Martre d'Amérique, l'Hermine et le Faucon pèlerin.

Les caractéristiques de chaque espèce y sont présentées: description physique, mœurs, habitat, alimentation, aire de distribution et mesures de protection.

*La faune du Québec et son habitat*, Ministère du Loisir, de la Chasse et de la Pêche, Direction des communications, 150, boul. Saint-Cyrille Est, Québec, G1R 4Y1.

## LE CERVEAU DE L'ENFANT

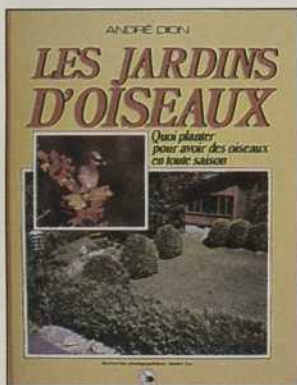
Véritable exploration du cerveau de l'enfant, de sa conception à sa troisième année, cet ouvrage est plein d'intérêt pour les scientifiques, les pédiatres, les enseignants et les parents ou ceux qui vont l'être. Bien connu aux États-Unis par ses travaux sur le cerveau, le Dr Richard Restak, neurologue, démontre que, contrairement à ce qu'on a souvent prétendu, le petit d'homme est doué, dès sa naissance, d'une véritable personnalité et que, très tôt, il est capable d'émotions et d'apprentissages de toutes sortes.

*Le cerveau de l'enfant*, Dr Richard Restak, Robert Laffont, 1986, 342 pages, 26,50\$.

## LA TÉLÉMATIQUE

À l'heure de la mise en place d'Alex et du Minitel, ce guide d'initiation aux communications informatiques arrive à point. On y trouve tous les renseignements utiles sur l'équipement et les logiciels de communication, les méthodes de liaison, les banques de données, les réseaux de communication, les télé-services et de nombreuses annexes pratiques. Vraiment accessible et complet, ce guide est publié par l'un des nouveaux réseaux de communication informatique, Cerveau, dont l'auteur, Michel Dionne, est l'un des fondateurs. De plus, *La Télématique* présente une démarche de formation et fournit des outils de référence qui en font un guide simple qui permet d'entrer aisément dans l'univers des communications informatiques. L'achat du livre (au prix de 27\$) confère un abonnement gratuit au Réseau Cerveau, de même qu'un crédit de 5\$ sur les frais d'utilisation.

*La Télématique*, par Michel Dionne, Cerveau, 1213, Sainte-Catherine est, Montréal, H2L 2H1, 244 p.



### LA ROUTE CHICOUTIMI-QUÉBEC (Élaine Hémond)

Il y a 40 ans, commençait la mise en forme du plus vaste chantier routier jamais entrepris au Québec: la route du parc des Laurentides. Sa réalisation a causé bien des maux de tête aux ingénieurs et aux entrepreneurs de l'époque: réseau hydrographique à déjouer, tourbières à combler, pergélisol à acclimater. Élaine Hémond a puisé aux sources historiques de ce projet du siècle.



### LE VIDÉOTEX (Jean Lalonde)

Nous consacrons une grande partie de nos activités quotidiennes à la communication. Grâce à la télématique, mariage de l'ordinateur et du téléphone, notre capacité à échanger de l'information a été décuplée. Le vidéotex, connu au Québec, entre autres, par Alex et Minitel, rend l'information électronique accessible à chacun. Jean Lalonde nous amènera dans ce monde.



### LES ARMES CHIMIQUES (Jocelyn Coulon)

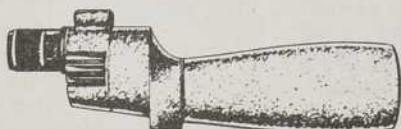
La guerre bactériologique ne se passe pas qu'au cinéma. L'utilisation d'armes chimiques n'est pas nouvelle, mais leur prolifération et leur degré de « raffinement », eux, sont récents. Plus d'un pays s'en inquiète. Ainsi, le Canada s'est engagé à surveiller cette nouvelle course aux armements. Jocelyn Coulon expliquera de quelle manière ce contrôle s'exerce.

# MAINTENANT À QUÉBEC LE NATURALISTE

LA QUALITÉ  
LE SERVICE  
ET LES PRIX COMPÉTITIFS

CENTRE COMMERCIAL LAVOISIER  
1990, BOULEVARD CHAREST O., bureau 117  
QUÉBEC (QUÉBEC)  
G1N 4K8  
Tél.: (418) 527-1414

POUR COMMANDER SANS FRAIS  
1-800-463-6848



◀ SPACEMASTER I  
ZOOM 15-45x  
**349,50 \$**

CUSTOM COMPACTE  
7x26 CF  
**244,50 \$**



*La technologie  
nouvelle  
au service  
de l'électricité*



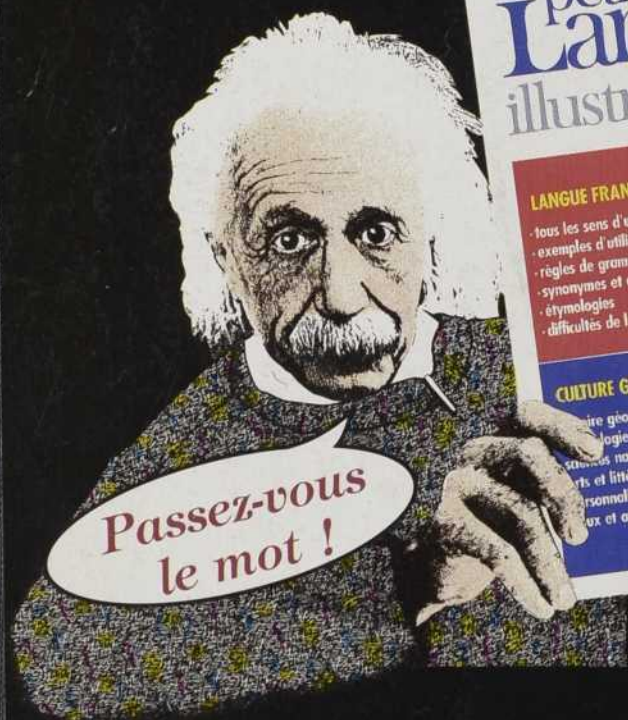
**Supraconducteurs  
Nouveaux matériaux  
Fusion thermonucléaire  
Systèmes-experts  
Robotique**

**Technologie,  
Affaires internationales  
et IREQ**

**IRECA, un acier ultra-résistant  
mis au point dans nos laboratoires**

**L'ÉLECTRIFICACITÉ**





Passez-vous le mot !



**LANGUE FRANÇAISE**  
- tous les sens d'un mot  
- exemples d'utilisation  
- règles de grammaire  
- synonymes et contraires  
- étymologies  
- difficultés de la langue...

**CULTURE GÉNÉRALE**  
- géographie  
- géologie  
- biologie  
- sciences naturelles  
- arts et littérature  
- personnalités  
- lieux et œuvres...

# 1989

## UNE REFONTE RÉVOLUTIONNAIRE

voici le nouveau

### Petit Larousse illustré 1989

le plus complet des dictionnaires en un volume

#### LES ÉLÉMENTS IMPORTANTS DE LA RE FONTE

83 500 articles (6 350 de plus qu'en 1988)

Tous les sens d'un mot définis de façon claire et précise

Exemples concrets adaptés au quotidien

Vocabulaire scientifique et technique d'aujourd'hui

25 500 noms propres accordant une attention particulière au monde actuel et à ses activités

Bonne lisibilité  
Consultation facile

Annexes remaniées et enrichies:  
- grammaire  
- conjugaison  
- préfixes et suffixes  
- pages roses

Pertinence, variété et qualité de l'illustration:

- près de 1 850 dessins
- plus de 1 750 photographies
- près de 269 cartes et documents divers

Cartes réalisées grâce à une technique informatique de pointe

Étymologies revues et augmentées

le P.L.I. 89: le dictionnaire le mieux adapté pour servir tous les niveaux scolaires