

VOLUME QUATORZE • NOMBRE CING • SEPTÈMBRE - OCTOBRE 1993 5,50\$

PER  
A-522  
CON

# INTERFACE

LA REVUE DE LA RECHERCHE

Quelques secrets de la mémoire révélés par un escargot marin  
Pierre Deslongchamps: bâtisseur de cathédrales... moléculaires

## Le couple dans tous ses états



0 10011 26651 7

Association canadienne-française pour l'avancement des sciences  
adresse de retour: 425, rue De La Gauchetière Est, Montréal (Québec) H2L 2M7  
Envoi de publication - Enregistrement n° 6489

A woman in profile, looking upwards, is positioned in the lower-left corner. Behind her is a large, intricate mechanical structure composed of various gears, wheels, and spheres, some of which are illuminated with a blue glow. The overall scene suggests a focus on technology and engineering.

**Nous mettons  
l'avant-garde  
en première ligne.**

Nous nous sommes engagés  
à donner à notre clientèle  
québécoise le meilleur service  
au moindre coût possible.  
Aujourd'hui, bien sûr, mais  
aussi demain.

C'est pourquoi nous accordons  
une place encore plus grande  
à la recherche. Nous voulons  
rendre encore plus performantes  
nos installations et celles de nos  
clients. Nous voulons accroître  
notre leadership technologique  
sur la scène internationale. Nous  
voulons attirer et garder ici nos  
meilleurs cerveaux de demain.



**Le meilleur de nous-mêmes**

# S O M M A I R E

4

## COURRIER

5

## COMMENTAIRE

### ET POURQUOI L'ACFAS ?

PAR MARYSE LASSONDE

54

## SCIENCEMONDE

### L'INDIGO EN GUINÉE: DE LA FEUILLE À LA POUDRE

PAR LAURENT FONTAINE

## CHRONIQUES

50

### TRANSFERTS

57

### SCIENCE-INTER

59

### CHERCHEURS RECHERCHÉS

61

### SOURCES

65

### À SUIVRE

## FACE À FACE

8

### PIERRE DESLONGCHAMPS Bâtitteur de cathédrales... moléculaires

Patient et tenace, il aura mis 12 ans pour synthétiser d'une façon «élégante» une molécule complexe, le ryanodol. Les résultats? Une percée majeure en chimie organique, de très nombreux prix et une belle leçon sur l'utilité de la recherche fondamentale.



## RECHERCHÉ

14

### LE COUPLE DANS TOUS SES ÉTATS

PAR DANIELLE JULIEN

Pour certains, c'est l'amour fou éternel; pour d'autres, le divorce au bout de quelques années seulement. Pur hasard? Chance ou malchance? Et si d'autres considérations entraînent en ligne de compte?

27

### QUELQUES SECRETS DE LA MÉMOIRE RÉVÉLÉS PAR UN ESCARGOT MARIN

PAR VINCENT F. CASTELLUCCI ET LOUIS-ÉRIC TRUDEAU

Une histoire de neurones qui ont l'incroyable faculté d'encoder nos souvenirs. Un escargot marin raconte.



## ENJEUX

38

### CHERS SCIENTIFIQUES, faites-vous plaisir, engagez-vous auprès des jeunes

PAR BERNARD DUBREUIL

Ça coûte pas cher et ça marche: des scientifiques et des technologues s'efforcent de donner «le goût des sciences» aux jeunes, par voie de bénévolat.

## SCIENCECLIPS

40

### ACCÈS AU COLLÉGIAL: LES MESSIEURS TRAÎNENT DE LA PATTE

42

### LES VILLES NE MEURENT PAS, ELLES CHANGENT

44

### UNE SOURIS CONTRE LA MALADIE DE LOU GEHRIG

46

### VULGARISER: UN DÉFI CRÉATEUR

47

### UNE SAPINIÈRE CONTRE NATURE

49

### EFFET DU CUIVRE SUR LE PHYTOPLANCTON

## À PROPOS DES CONSULTANTS

...

Je tiens d'abord à féliciter M. Keable pour son article intitulé *La science sous contrat: coup d'œil sur les «consultants»* paru dans le numéro de mai-juin de la revue *INTERFACE*. Le diagnostic qu'il pose au sujet des pratiques des consultants est tout à fait juste. En fait, il a réussi à exprimer, d'une manière succincte et fort intéressante, l'opinion de plusieurs personnes qui ont à intervenir dans des milieux où foisonnent des consultants de toutes sortes.

Mes propres observations, issues de contacts avec différentes firmes de consultation, m'ont également amenée à déplorer l'absence de «code d'éthique» minimal ou de règles de base en cette matière. Cela est d'autant plus déplorable que les acheteurs de services de consultation sont souvent convaincus que la qualité des services professionnels est garantie du seul fait qu'ils ont à payer pour ces services. Aussi aberrant que cela puisse sembler, l'évaluation des services rendus par les consultants est souvent du type «Cela doit être bon puisque ça coûte si cher»!

Cette situation est d'autant plus frustrante quand on constate le peu de crédibilité accordée aux professionnels qui travaillent au sein d'une entreprise. Comme si le fait d'être salarié entraînait une dévaluation de la compétence professionnelle. Un consultant, avec qui j'échangeais au sujet de cette situation à tout le moins paradoxale, m'a avoué qu'à l'époque où il travaillait dans une entreprise, ses collègues et lui avaient

développé la définition suivante d'un «expert»: «Une personne qui vient de l'extérieur (de préférence de l'étranger) et qui présente des acétates sur ce que l'on sait déjà»! Cette boutade illustre bien la tendance à recourir à des consultants alors que l'on a, dans bien des cas, les ressources nécessaires à l'intérieur même de l'entreprise. C'est même souvent à partir de cette compétence interne que les consultants développent la leur; il ne leur reste plus ensuite qu'à la vendre ailleurs, à une autre entreprise.

Je crois également qu'une certaine forme d'encadrement léger des services de consultants, assurant un minimum d'intégrité et de professionnalisme, est nécessaire. Cependant, pour ajouter à la formule proposée par M. Éric Goudreau, j'estime qu'il pourrait être profitable de soutenir les organisations et les entreprises pour qu'elles puissent se structurer et se responsabiliser à cet égard. Toute tentative en ce sens m'intéresse grandement et j'apprécierais d'en être informée, voire même de pouvoir y participer, à titre personnel ou peut-être un jour comme représentante de mon entreprise.

FRANCE VEILLEUX  
Ph.D.

NON, TOUT N'EST PAS NOIR  
AU PAYS DES CONSULTANTS!

...

L'article intitulé *La science sous contrat: coup d'œil sur les «consultants»* paru dans le dernier numéro d'*INTERFACE* (mai-juin 1993), m'a déçu. Dans le *Sommaire*, on annonçait l'article en

mentionnant que certains consultants faisaient de la bonne science et d'autres pas. Cependant, dans l'article, on ne parle que très peu des bons consultants. L'image qu'on donne de la profession est très négative. En plus d'être des incompetents, ils seraient des vendus, des menteurs, des farceurs, des opportunistes et que sais-je encore. Pourtant, il existe d'excellents consultants qui font un travail très sérieux et très scientifique. Ils ne trouvent pas grand-place dans votre article.

Pour ce qui est d'une «cellule de conscience», je pense qu'elle n'aurait comme effet que d'alourdir le processus. Loin de faire économiser des fonds publics, ce groupe pourrait coûter très cher en expertise et contre-expertise. Il existe déjà des mécanismes de contrôle comme celui du BAPE (Bureau d'audiences publiques en environnement), qui donne de bons résultats. Et je me demande: qui, dans ce monde «corrompu» que vous décrivez, serait assez impartial pour choisir les membres de cette cellule?

Pour finir, je tiens à souligner le fait qu'un consultant a intérêt à faire du bon travail. En effet, la plupart d'entre eux n'ont pas d'appui politique et ils savent que leur réputation durement acquise au cours des années ne tient qu'à un fil. Un mauvais contrat et tout est à rebâtir. Leurs compétiteurs ont vite fait de le leur rappeler.

BERNADETTE JACQUAZ  
Présidente, Laboratoire SAB inc.  
Consultants en environnement

## INTERFACE

REVUE BIMESTRIELLE SANS BUT LUCRATIF, **INTERFACE** EST PUBLIÉE À L'INTENTION DE LA COMMUNAUTÉ SCIENTIFIQUE PAR L'ASSOCIATION CANADIENNE-FRANÇAISE POUR L'AVANCEMENT DES SCIENCES (ACFAS) AVEC L'AIDE DU MINISTÈRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPÉRIEUR ET DE LA SCIENCE, DU PROGRAMME SCIENCES ET CULTURE CANADA, DU CONSEIL DE RECHERCHES EN SCIENCES HUMAINES ET DU CONSEIL DE RECHERCHES EN SCIENCES NATURELLES ET EN GÉNIE. **DIRECTRICE ET RÉDACTRICE EN CHEF:** SOPHIE MALAVOY **DIRECTRICE GÉNÉRALE DE L'ACFAS PAR INTÉRIM:** SOPHIE MALAVOY **SECRÉTAIRE DE RÉDACTION:** PATRICIA ROSS **COMITÉ DE RÉDACTION:** PATRICK BEAUDIN, THÉRÈSE BOUFFARD-BOUCHARD, MONA NEMER, DENISE PELLETIER, GARY SLATER, YANICK VILLEDIEU **RÉVISION LINGUISTIQUE:** HÉLÈNE LARUE **DIRECTION ARTISTIQUE:** LORTI/MOUSSEAU **ILLUSTRATION DE LA PAGE COUVERTURE:** MARC KOKINSKI **PUBLICITÉ:** PIERETTE LEFRANÇOIS **TÉL.:** (514) 466-3095 **TÉLÉC.:** (514) 466-0952 **REPROGRAPHIE:** PHOTO-SYNTÈSE **IMPRESSION:** IMPRIMERIE QUEBECOR SAINT-JEAN **LES ARTICLES D'INTERFACE PEUVENT ÊTRE REPRODUITS SANS AUTORISATION À CONDITION QUE L'ORIGINE EN SOIT MENTIONNÉE. POUR TOUTE DEMANDE DE RENSEIGNEMENTS, S'ADRESSER À L'ACFAS, 425, RUE DE LA GAUCHETIÈRE EST, MONTRÉAL (QUÉBEC) H2L 2M7. TÉL.:** (514) 849-0045, **TÉLÉC.:** (514) 849-5558. LA REVUE **INTERFACE** EST RÉPERTORIÉE DANS *POINT DE REPÈRE* ENVOI DE PUBLICATION ENREGISTREMENT N° 6489 MAI 1993, DÉPÔT LÉGAL: BIBLIOTHÈQUE NATIONALE DU QUÉBEC, TROISIÈME TRIMESTRE 1993

ISSN 0826-4864

# Et POURQUOI

PAR MARYSE LASSONDE

## l'Acfas?

L'Acfas a plus de 70 ans. Chaque année, la personne qui assume la présidence doit définir sa place dans la continuité de l'histoire de l'Association. La tâche peut paraître difficile et elle l'est certainement: mes récents prédécesseurs ont accompli un travail remarquable en consolidant la structure même de l'Acfas, en lui procurant un lieu d'appartenance et en lui assurant une infrastructure stable. C'est sur ces assises que je me dois de proposer un programme qui devrait, selon la coutume, être innovateur. Toutefois, je choisis plutôt d'être conservatrice en tentant de redéfinir les mandats premiers de l'Association que l'histoire elle-même lui a donnés: celui de porte-parole de la communauté scientifique, d'une part, et celui d'agent de promotion de la science et du français, d'autre part.

Alors qu'en ce moment, la majorité des associations « fédératives » disparaissent au profit de sociétés scientifiques spécialisées, l'Acfas se porte bien. Le dernier congrès annuel témoigne de la vitalité de l'Association. Tenu en région, à l'Université du Québec à Rimouski, le congrès de 1993 a rassemblé plus de 3300 personnes. Pourquoi un tel congrès pluridisciplinaire continue-t-il d'attirer tant de chercheurs et de chercheuses? La réponse est probablement liée au fait que l'Acfas elle-même apporte à ses membres un sentiment d'appartenance à une grande communauté scientifique qui possède un caractère distinct des autres associations similaires, soit le français.

La communauté scientifique francophone est petite. Le rôle de porte-parole que pourraient jouer les sociétés savantes est d'autant plus limité que ces sociétés ne peuvent regrouper qu'un nombre très restreint de membres. Le mandat de l'Acfas s'inscrit dans ce contexte et l'un des principaux efforts qui seront faits cette année consistera

à établir des liens avec ces divers groupes scientifiques. J'invite donc, au nom de l'Acfas, toutes ces sociétés à s'associer à la nôtre. L'Acfas se voudra à l'écoute de leurs revendications et surtout, tentera

d'y réagir en leur nom mais aussi en celui d'une communauté scientifique élargie et forcément plus puissante.

Ce rôle de porte-parole devient encore plus important à cette heure où les gouvernements effectuent de plus en plus de changements pouvant avoir un effet direct sur la qualité de la recherche. Depuis plusieurs années, nous servons de témoins, le plus souvent silencieux, devant des décisions affectant la politique de la recherche. À titre d'exemple, on a assisté, il y a environ trois ans, à la création de centres d'excellence pancanadiens. Ces décisions ont été prises rapidement par des politiciens alors préoccupés par des discussions sur la constitution canadienne et sans consultation avec la base, soit les chercheurs et les chercheuses. Si l'on pense aux difficultés qu'éprouvent les scientifiques d'une même discipline à s'allier en équipe au sein du Québec seulement, comment peut-on concevoir qu'en quelques mois seulement, de véritables équipes regroupant sciences biomédicales, sciences sociales, naturelles et de génie puissent se former sur toute l'étendue du Canada? Comment concevoir également que, sans être soumises à une évaluation stricte, certaines équipes reçoivent plus de subventions qu'elles n'en touchent par les voies d'évaluation normales, c'est-à-dire celles qui nécessitent de nombreuses évaluations par des pairs ainsi que des visites de laboratoire?

Dans une entrevue accordée au *Devoir* en mai dernier, nous avons souligné certaines de nos inquiétudes relativement aux centres d'excellence. L'Acfas ne veut cependant pas se retrancher derrière une seule opinion: certains

PROFESSEURE  
AU DÉPARTEMENT  
DE PSYCHOLOGIE  
DE L'UNIVERSITÉ  
DE MONTRÉAL,  
MARYSE LASSONDE  
PRÉSIDE L'ACFAS DEPUIS  
MAI DERNIER.

de nos membres ont vanté les mérites de ces centres. Dans le but d'entendre ces divers points de vue et surtout, de comprendre davantage les retombées des centres sur notre communauté scientifique francophone, l'Acfas organisera, conjointement avec le Conseil de la science et de la technologie du Québec, un colloque qui permettra à divers regroupements ou personnes qui ont participé à la création et au maintien de ces centres, d'exprimer leurs opinions.

La création des centres d'excellence n'est qu'un exemple parmi tant d'autres d'une tendance actuelle, celle d'effectuer des changements sans consulter les personnes pourtant directement touchées: les scientifiques. Ainsi, en raison de restrictions budgétaires, les gouvernements procèdent à la dissolution d'institutions dont la création avait pourtant été proposée après plusieurs années de consultation. L'Acfas est intervenue au regard de certains de ces changements, entre autres l'abolition du Conseil de recherche en sciences humaines et la dissolution des Conseils des universités et des collèges du Canada. Dans le premier cas, l'Acfas s'est prononcée à l'occasion d'une commission sénatoriale chargée d'étudier le projet de loi C-93. Dans le second, l'Acfas a tenu à informer ses membres de telles décisions en y consacrant un éditorial dans *INTERFACE* (mai-juin 1993, vol. 14, n° 3).

De façon analogue, l'Acfas s'inquiète de la tendance — toujours déterminée par des contraintes budgétaires — à promouvoir l'autofinancement en recherche. Jusqu'où peut aller l'autofinancement sans que ne soit affectée la qualité de la recherche? Quel est le sort de la recherche fondamentale dans un tel contexte? Cette préoccupation fera également l'objet, cette année, d'un colloque organisé avec l'aide du Conseil de la science et de la technologie.

Au moment où plusieurs institutions intermédiaires entre les chercheurs, les chercheuses et le gouvernement semblent appelées à disparaître, le rôle de l'Acfas en tant que porte-parole de la communauté scientifique devient primordial. Aussi, j'invite tous les membres à nous faire part de problèmes liés à la vie scientifique. Nous tenterons de leur répondre soit directement, soit par l'intermédiaire d'*INTERFACE*.

L'Acfas n'oublie toutefois pas ses autres missions et surtout celle de la promotion de la science. Cette année, l'Association mettra également une emphase particulière sur l'incitation à développer des carrières scientifiques. L'Acfas compte reprendre ses «Causeries», qui l'ont longtemps caractérisée. Cette fois, cependant, les Causeries seront données aux élèves du secondaire par des étudiants et des étudiantes aux cycles supérieurs dans toutes les disciplines. Nous souhaitons, grâce à cette initiative, permettre un contact plus étroit avec la «relève» qui, en

écoutant l'exposé des expériences vécues par de jeunes chercheurs, pourra plus facilement s'identifier avec eux. L'Acfas compte aussi promouvoir l'excellence auprès de cette relève par l'attribution de bourses de mérite. Auparavant, trois prix Desjardins étaient accordés à des étudiants ou étudiantes de maîtrise uniquement. Cette année, deux de ces prix continueront d'être attribués pour des études de maîtrise, mais le troisième sera donné à un étudiant ou une étudiante de doctorat. Une nouvelle bourse, le prix Bernard-Belleau commandité par BioChem, sera également attribuée à un étudiant ou une étudiante de 3<sup>e</sup> cycle en sciences biomédicales. Enfin, au prochain congrès, la meilleure communication scientifique présentée par un étudiant ou une étudiante recevra une mention d'honneur et ce, dans chacune des 60 sections du congrès.

En fait, cette dernière initiative vise à rejoindre un autre objectif important de l'Acfas, soit celui de la promotion de la science en français. L'Acfas ne compte pas inciter ses membres à n'utiliser que le français dans leurs communications: il est essentiel que les chercheurs et chercheuses francophones fassent connaître leurs travaux dans une langue accessible à tous et à toutes. Cependant, le chercheur ou la chercheuse est également membre d'une société, envers laquelle il ou elle a des obligations. Pouvoir continuer d'assimiler sa science en français et surtout, pouvoir la transmettre dans cette langue, font partie de telles obligations qui, malheureusement, sont parfois négligées. Pour ne citer qu'un exemple, il suffit de penser au fait que de plus en plus souvent, des chercheurs francophones affiliés à des universités francophones adressent leurs demandes d'octroi, au Québec, en anglais. L'Acfas, quant à elle, continuera d'agir de façon à répondre à l'objectif de promotion de la science en français. Entre autres, nous tenterons cette année d'ouvrir les *Cahiers de l'Acfas* à la publication subventionnée de notes de cours pour les premiers cycles universitaires. Valoriser durant les congrès annuels les communications des étudiants et étudiantes, souvent empreintes de l'émotion de la première présentation scientifique, constitue un autre moyen d'atteindre cet objectif.

Voilà donc brièvement le programme «conservateur» que je me propose de réaliser durant cette année de présidence. Essentiellement, je compte prendre tous les moyens disponibles pour rappeler aux membres les missions essentielles de leur association. S'inscrivant dans la ligne de la tradition, ce programme cadre bien avec la parution, au moment du prochain congrès, de *l'Histoire de l'Acfas*, rédigée par Yves Gingras. J'invite tous les chercheurs et toutes les chercheuses à se rapprocher de leur association et surtout à s'en servir activement.



*pour l'excellence  
en formation  
scientifique*



**UNIVERSITÉ D'OTTAWA  
UNIVERSITY OF OTTAWA**

Service de l'admission, 550 Cumberland, Ottawa (Ontario) K1N 6N5 (613) 564-3928

FACE À FACE

# PIERRE DESLONGCHAMPS

## BÂTISSEUR DE CATHÉDRALES...MOLÉCULAIRES!

PAR BRUNO DUBUC

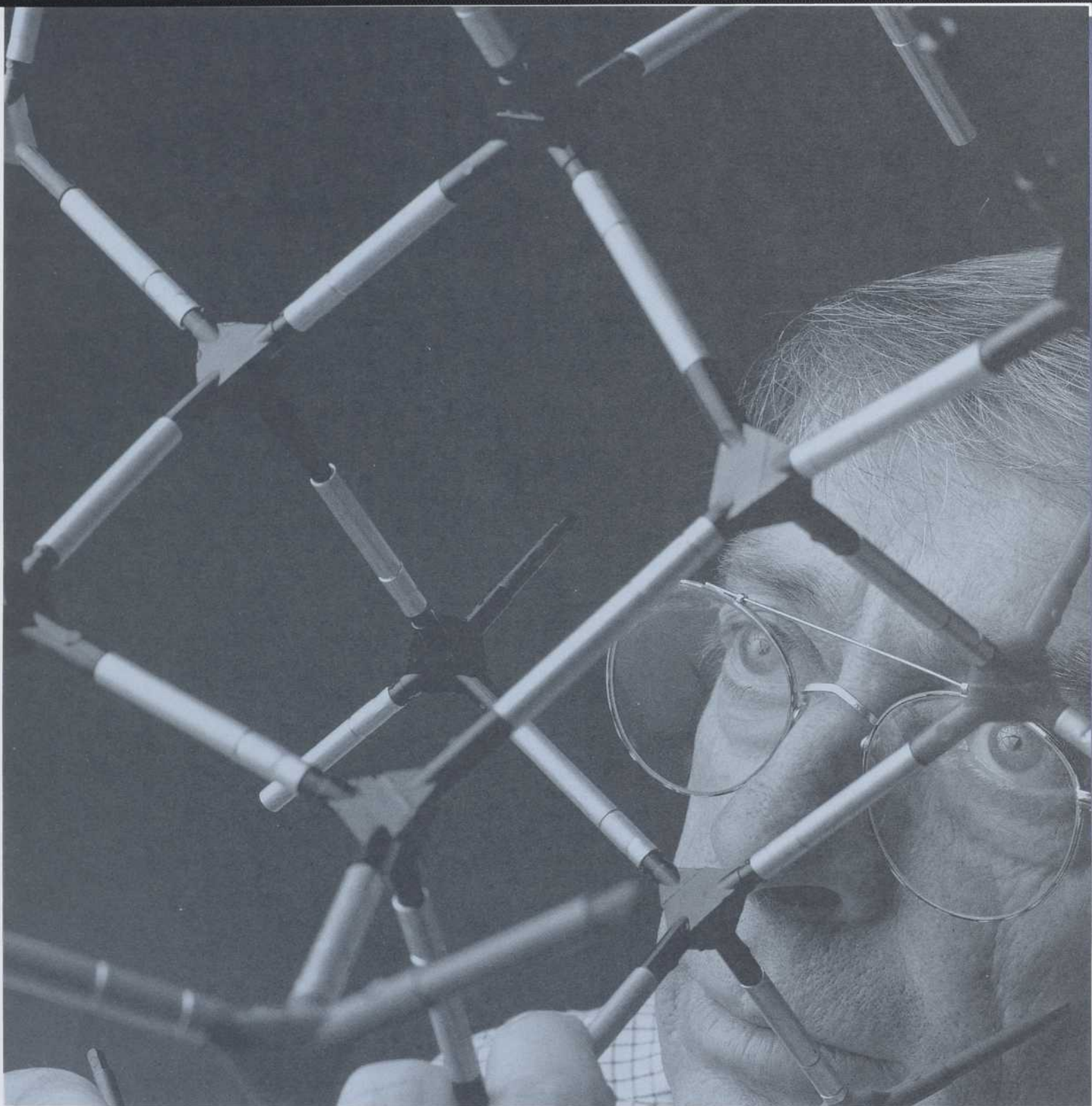
CHERCHEUR EN CHIMIE ORGANIQUE, PIERRE DESLONGCHAMPS NE FAIT RIEN COMME LES AUTRES. ENTRÉ À L'ÉCOLE À L'ÂGE DE 4 ANS, JUGÉ «NON RECOMMANDABLE» AUX ÉTUDES SUPÉRIEURES, IL CÔTOIE NÉANMOINS LES PLUS GRANDS CHIMISTES DE L'ÉPOQUE. AUJOURD'HUI BARDÉ DE PRIX ET DE DOCTORATS HONORIFIQUES, SOLlicitÉ PAR LES PLUS GRANDES UNIVERSITÉS AMÉRICAINES, IL DEMEURE FIDÈLE À SHERBROOKE ET À SON UNIVERSITÉ DEPUIS PLUS DE 25 ANS. PAS ÉTONNANT QU'IL AIT SA FAÇON BIEN À LUI DE CONSTRUIRE DES MOLÉCULES. ITINÉRAIRE D'UN LIBRE PENSEUR.

**Q**uand on lui demande ce que la Médaille d'or en sciences naturelles et en génie du Canada, dont il est le récipiendaire pour l'année 1993, a de particulier par rapport aux nombreuses autres récompenses qu'il a reçues, Pierre Deslongchamps ne tourne pas longtemps autour du pot. «Je suis très content de l'avoir eue, d'autant plus que cette médaille n'est pas réservée au seul domaine de la chimie; elle couvre tous les domaines des sciences naturelles et du génie au Canada. On confirme ainsi la valeur de mes travaux, ce qui fait toujours plaisir.» Franc, direct, sans fausse modestie, voilà quelques traits de caractère de ce scientifique qu'on dit «nobélisable». En effet, ses recherches fondamentales, qui ont ouvert de nouvelles perspectives en chimie de synthèse, sont tout à fait le genre de travaux que le prix Nobel vient récompenser. «Ça pourrait arriver, c'est sûr...

Mais c'est quand même un peu politique, ces choses-là. Ça va par ordre. Et puis, l'année où tu reçois le prix, tu es tellement dérangé que ça devient presque impossible de travailler! Les personnes qui l'ont eu disent que ça prend cinq ans à s'en sortir complètement. Il y a donc un prix à payer aussi... » Franc, direct et... réaliste!

Quand il nous parle de son métier, Pierre Deslongchamps le compare souvent à l'alpinisme. Dans les deux cas, on recherche ce qu'il y a de plus imposant, molécule ou montagne. Ensuite vient l'ascension, ou la synthèse, par la voie la plus simple et la plus élégante possible. Mais ce qui, dans son domaine, distingue Pierre Deslongchamps, c'est qu'il ne se limite pas à utiliser la chimie traditionnelle pour faire la conquête de sa molécule. Il invente carrément de nouvelles stratégies, de nouvelles façons de penser pour construire la molécule. «C'est ma marque de commerce, confie le chercheur. Même s'il arrive qu'on améliore ou même qu'on découvre une réaction chimique, la priorité demeure la stratégie.»

Autrefois, explique Deslongchamps, les chimistes devaient toujours s'en remettre à la réaction classique: deux molécules se rencontrent pour en former une troisième. Or, comme les molécules sont des objets en trois dimensions, les possibilités de contact sont nombreuses et il se



produit souvent des réactions secondaires indésirables. Il y a une trentaine d'années, on a développé une autre approche, dite « intramoléculaire », où les deux entités en réaction sont attachées ensemble. On vit alors apparaître des restrictions qui favorisaient certaines approches au détriment des autres. L'intérêt de Pierre Deslongchamps se porta sur un type particulier de réaction intramoléculaire, la réaction transannulaire : les molécules sont non seulement piégées ensemble, mais elles le sont d'une

façon bien précise, sous forme d'un grand cycle ou macrocycle. « La nature utilise constamment une approche comme celle-là, souligne le chimiste. La liaison d'une enzyme à son substrat, par exemple, forme un ensemble très restrictif qui favorise une réaction particulière. »

Promoteurs mondiaux de cette chimie des macrocycles, le professeur Deslongchamps et son équipe allaient bientôt en découvrir toute la puissance. « Certaines réactions classiques qui nécessitaient des entités très réactives

PHOTOS: GRANT SIMÉON

En 1965, alors âgé de 26 ans, Pierre Deslongchamps se cherche une molécule cible à synthétiser pour amorcer sa jeune carrière de chimiste. Il se souvient alors d'un alcaloïde extrêmement complexe, le ryanodol, dont la structure avait été élucidée à l'Université du Nouveau-Brunswick, où il avait fait son doctorat. Extraite d'un arbuste d'Amérique du Sud et utilisée jadis comme insecticide, la substance venait cependant d'être retirée du marché parce que trop toxique. «Comme elle n'avait plus aucune valeur commerciale, aucune grosse compagnie ne risquait de s'y intéresser. Ça me garantissait donc une certaine exclusivité et ça, c'est important quand tu commences et que tu as peu de moyens.» Par ailleurs, la synthèse du ryanodol posait de tels problèmes à la chimie de l'époque qu'aucun chercheur, même expérimenté, n'aurait osé s'y attaquer. Mais Pierre Deslongchamps avait «vu» une réaction clé qui ouvrait des perspectives

insoupçonnées... «En partant de deux molécules ayant chacune un petit cycle, je coupais à un endroit stratégique pour obtenir un macrocycle qui réagissait immédiatement. Et l'on se retrouvait sur le squelette du ryanodol comme par magie!» C'est cette idée maîtresse qui le pousse à se lancer dans ce projet monumental qu'il prend bien soin de garder secret au début. «C'était beaucoup trop ambitieux. On ne m'aurait pas pris au sérieux», raconte le chercheur. Le risque était quand même énorme et il le savait. «J'aurais pu perdre quelques années, mais moi, ça ne m'intéressait pas de faire de la chimie sans prendre ces risques-là. Je me suis dit: si j'ai le talent, ça va marcher; sinon, je ferai autre chose. Mais à un moment donné, on devient tellement convaincu...» Il faut dire aussi que ses succès au doctorat ainsi que sa contribution à la synthèse de la vitamine B12 lui avaient valu la réputation de jeune chimiste prometteur.

Malgré cela, la route vers le ryanodol fut longue et tortueuse. «À la fin, j'étais comme pris dans un labyrinthe, il y avait trop de combinaisons possibles. Et comme j'avais donné plusieurs conférences là-dessus, les gens commençaient à me poser des questions. Il y a même un de mes amis qui n'osait même plus me demander si ça achevait... Je commençais à avoir hâte que ça finisse!» Deslongchamps a finalement vu la lumière au bout du tunnel... 12 ans après le début du projet! Douze ans et 44 étapes de synthèse plus tard, ce qui est peu, compte tenu de la complexité de la molécule. «On aurait pu finir bien avant en empruntant les voies de la chimie classique, mais nous, ce qu'on voulait, c'était le faire avec un minimum d'étapes et de la façon la plus élégante possible.» Mission accomplie puisque le ryanodol est encore aujourd'hui considéré comme l'un des chefs-d'œuvre de la synthèse organique.

### ...À LA THÉORIE DU CONTRÔLE STÉRÉOÉLECTRONIQUE

Même si l'utilisation du ryanodol est encore aujourd'hui très limitée, les travaux qui ont conduit à sa synthèse ont eu plusieurs retombées importantes. Outre la synthèse d'une multitude d'autres produits naturels, ils ont permis d'établir certains concepts généralisables à toute la chimie organique. Le plus célèbre, l'effet stéréoelectronique, a été mis en évidence alors que Pierre Deslongchamps cherchait à élucider le mécanisme d'une réaction essentielle pour la synthèse du ryanodol, l'ozonolyse de la fonc-

tion acétal. «Je trouvais bizarre que la réaction ne fonctionne qu'avec tel type de fonction acétal et pas avec tel autre. Jusqu'au jour où j'ai fait le lien entre la forme de l'acétal en trois dimensions et sa réactivité», explique le chercheur. Il suspend alors ses travaux sur le ryanodol pendant un an pour explorer ces effets stéréoelectroniques qui lui semblent beaucoup plus importants que les quelques cas particuliers cités dans la littérature. Il en arrive à la conclusion que l'orientation des électrons non liés d'une

molécule influe directement sur sa réactivité. Autrement dit, ce n'est pas seulement les atomes qui réagissent qui sont importants. Leurs voisins ont aussi leur mot à dire. Ce concept qu'aucun chimiste ou biochimiste ne peut plus ignorer dans ses travaux, Pierre Deslongchamps en a fait une revue détaillée dans un livre publié en 1983 et intitulé *Stereoelectronic Effects in Organic Chemistry*.

deviennent beaucoup moins exigeantes en termes de réactivité parce que les molécules se regardent l'une l'autre, elles sont en face l'une de l'autre.» Mais pourquoi les chimistes d'autrefois n'ont-ils pas tenté d'approfondir ces réactions transannulaires? La difficulté d'obtenir des macrocycles semble y avoir été pour beaucoup. En effet, les molécules ont beaucoup plus tendance à se mettre bout à bout pour former de longues chaînes qu'à se refermer sur elles-mêmes pour former des cycles. «On a utilisé des trucs très simples, rappelle le chercheur, pour enlever les répulsions qui empêchent les cycles de se former.» L'ajout de liaisons doubles à l'intérieur de la molécule pour diminuer les degrés de rotation en est un exemple.

Le problème de la formation des macrocycles étant en grande partie résolu, Pierre Deslongchamps veut maintenant montrer l'universalité de cette méthode qui lui a déjà permis de venir à bout de molécules particulièrement récalcitrantes comme le ryanodol (*voir encadré*). C'est maintenant à toutes les classes de molécules polycycliques (stéroïdes, terpènes...) que le chercheur est en train d'étendre l'approche des macrocycles. Selon lui, elle permettra de synthétiser ces molécules complexes beaucoup plus facilement, les rendant ainsi accessibles à une éventuelle commercialisation. Quant aux bonnes vieilles réactions classiques, elles suffiront toujours pour les molécules les plus simples car, dit-il, «on ne prend pas un avion supersonique pour rentrer chez

soi après le boulot, mais pour un voyage d'affaires à Paris, ça peut être pratique».

Les nouveaux processus qu'invente Pierre Deslongchamps suscitent évidemment un énorme intérêt du côté de l'industrie pharmaceutique. «C'est le genre d'outil qui peut faire avancer de beaucoup les études sur la relation entre la structure et l'efficacité d'un médicament», soutient le chercheur. Les compagnies privées contribuent d'ailleurs d'une façon substantielle au financement de son travail. «Elles nous laissent carte blanche. Elles savent qu'à long terme, avec tous les élèves que je forme et qu'elles vont venir chercher, ça va être payant pour elles.»

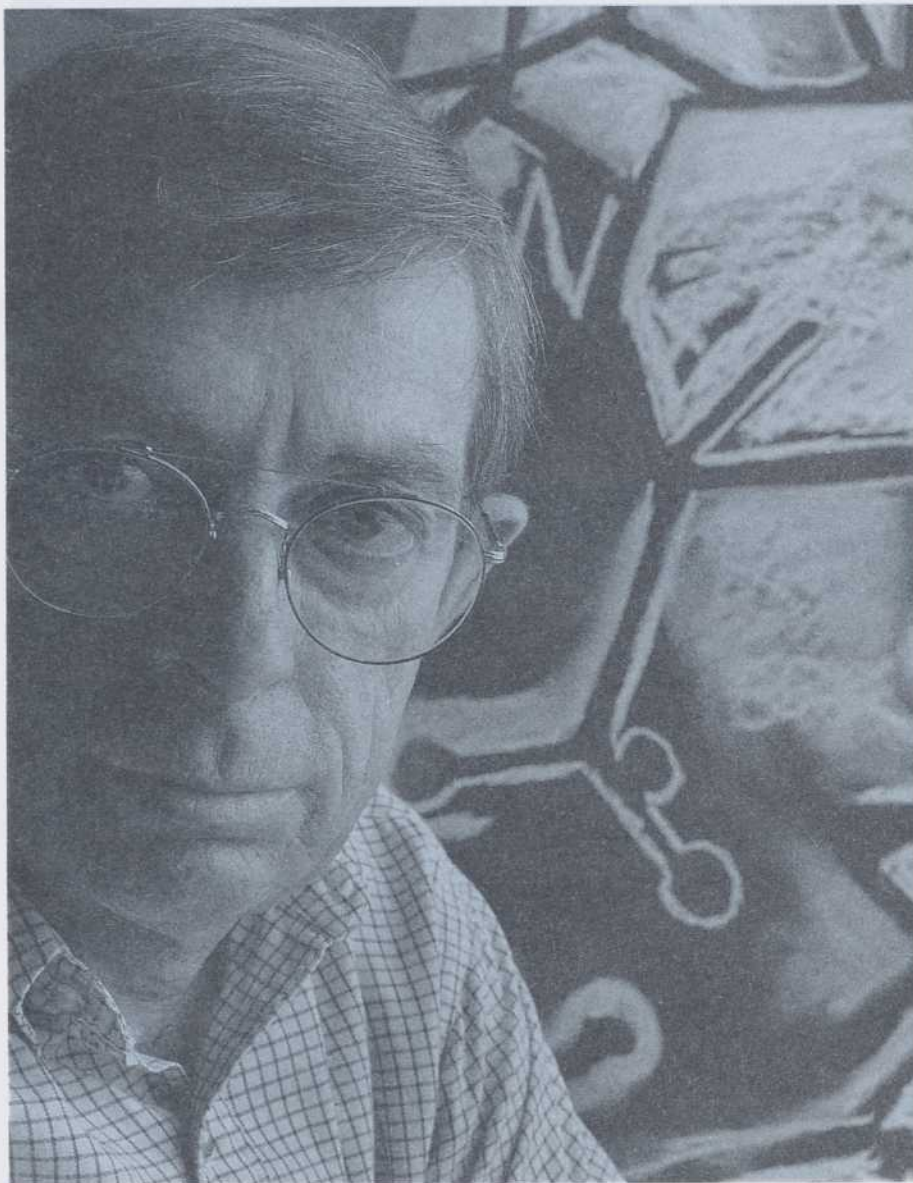
### COMME UN RUISSEAU QUI FINIT TOUJOURS PAR TROUVER LA MER

Quand on aborde la question de sa formation à lui, Pierre Deslongchamps, ce n'est pas d'une université que ce chercheur nous parle en premier, mais bien d'une rivière, celle qui coulait à Saint-Lin, son village natal des Laurentides. Il dit avoir beaucoup rêvé près de cette rivière. Avoir beaucoup observé aussi: la nature, mais aussi les cultivateurs qui trimaient dur sous le chaud soleil de juillet. «Je me disais que tant qu'à vivre, j'allais faire quelque chose de moins pénible, de plus intéressant!»

Enfant, on le laisse libre d'assumer ses propres choix. Ainsi, quand à 4 ans il demande d'aller à l'école comme son frère de deux ans son aîné, on le laisse faire à condition qu'il ne dérange pas... Fasciné par ce qu'il y apprend, c'est sans difficulté qu'il tient sa promesse. Et c'est le grand départ! La première personne à l'avoir vraiment marqué à l'école est un professeur du secondaire, le frère Louis Hilaire. «Ce gars-là avait l'air tellement bien dans sa peau quand il nous enseignait les sciences, qu'on se disait: ça a bien l'air <le fun>, ça!» Sans être le plus grand scientifique, Louis Hilaire avait compris l'importance de la science et il savait la communiquer, raconte Pierre Deslongchamps.

C'est donc un jeune homme plein d'enthousiasme qui s'inscrit au baccalauréat en chimie à l'Université de Montréal. Enthousiasme qui sera bientôt refroidi par certaines méthodes d'enseignement. «J'étais en désaccord avec certains professeurs, se souvient le chimiste, et mon erreur a été de leur dire. Parce que j'étais en science, je m'attendais à pouvoir dire ce que je pensais. Je n'avais pas encore compris à quel point le système de l'époque était autoritaire.» Résultat: on le met sur une «liste noire» pour les études supérieures. Il lui devient impossible d'avoir les moindres références positives pour la poursuite de ses études.

Tant pis, il se déniche un poste de professeur à Baie-Comeau. «J'étais le seul bacc en science de toute la Côte-Nord!», se rappelle-t-il, un tantinet nostalgique. Durant un an, il enseigne avec beaucoup de plaisir la chimie et la physique aux élèves du secondaire. Entretemps, le profes-



seur John Kallos, un biochimiste de l'hôpital St. Mary's à Montréal chez qui il avait déjà eu un emploi d'été, lui propose un poste en recherche dans son laboratoire. Après mûre réflexion, et malgré son bon salaire de professeur, Deslongchamps décide de tenter sa chance, la seule du reste qui s'offre à lui.

Après deux ans de travail en laboratoire et l'équivalent d'une maîtrise en poche, les événements allaient se précipiter pour le jeune chercheur. Sur les conseils de John Kallos, il se retrouve à l'Université du Nouveau-Brunswick, où il rattrape le temps perdu et complète son doctorat en deux ans. Au sujet de son directeur de thèse, le professeur Denny Valenta, Deslongchamps n'a que des bons mots: «Un être tout à fait remarquable tant comme chimiste que comme homme. C'est lui qui m'a convaincu d'aller chez Woodward... J'avais une peur bleue, moi, d'aller là!»



TABLEAU: ANN BILODEAU

En 1965, les meilleurs «Ph.D.» du monde entier convergent en effet vers le laboratoire du professeur R.B. Woodward de l'Université Harvard, considéré par plusieurs comme le plus grand chimiste organicien de ce siècle. Effrayé mais extrêmement motivé et conscient de son potentiel de chercheur en chimie, Pierre Deslongchamps se rendra tout de même à Harvard. Il y accomplira finalement une année postdoctorale exceptionnelle, contribuant à la synthèse de la vitamine B12, la molécule la plus compliquée jamais construite jusqu'alors. «C'était la fin de cette époque où les chimistes venaient de démontrer qu'ils pouvaient synthétiser n'importe quoi... et j'y étais!»

«Maintenant que j'y repense, mes prises de bec à l'Université de Montréal, c'est la plus belle chose qui ait pu m'arriver», commente en riant le chercheur. C'est donc un jeune professeur confiant et ambitieux qui effectue un retour à cette même Université de Montréal, où il constate bien vite que certaines traditions ont la vie dure. À peine deux ans après son arrivée, il part pour l'Université de

Sherbrooke avec ses huit élèves de 2<sup>e</sup> et de 3<sup>e</sup> cycles! «Ça faisait à peine quelques années que le département de chimie était fonctionnel, à Sherbrooke. Ils m'ont dit qu'ils voulaient démarrer la recherche et que je pouvais faire ce qui me tentait. La place était à bâtir et j'ai tout de suite su que c'était pour moi.» Plus de 25 ans après et avec une liste impressionnante de réalisations, l'histoire lui donne plus que raison.

Mais cela n'a pas toujours été évident. Durant les années 1970, Deslongchamps reçoit quantité d'offres pour aller travailler aux États-Unis. Et pas les moindres. «Harvard m'a approché. Du M.I.T., j'ai reçu une offre officielle... Mais j'avais le goût de faire mes affaires au Québec, de montrer qu'on est capables de faire les choses ici comme ailleurs.» Si l'Université de Sherbrooke ne pouvait lui offrir l'équipement et l'argent des concurrents, il y a un domaine dans lequel elle pouvait rivaliser: celui des conditions de travail. «J'ai eu le support que j'espérais: une secrétaire à temps plein, des assistants... Là-bas, ils sont souvent obligés de tout faire eux-mêmes, en plus de l'énorme pression qu'on exerce sur eux pour qu'ils produisent.» À Sherbrooke, Pierre Deslongchamps a donc trouvé, en plus d'une ville qui lui plaît, un environnement qui le laisse libre de faire ce qu'il veut. Et pour lui, ça vaut tous les M.I.T. du monde!

#### L'ENFER, C'EST LES BUREAUCRATES

Alors quoi, c'est le paradis? Pas tout à fait. Il est des préjugés contre lesquels Pierre Deslongchamps doit toujours se battre. En particulier, l'idée que la recherche fondamentale serait terminée dans son domaine parce que les chimistes peuvent aujourd'hui synthétiser à peu près n'importe quoi. «Les personnes qui pensent cela oublient que la majorité des synthèses ne sont encore qu'universitaires. Ce n'est pas parce qu'on a réussi à synthétiser une molécule anticancer dans un laboratoire d'université que Monsieur Tout-le-Monde sera capable de s'en payer une le lendemain matin.» En effet, pour commercialiser une molécule, il faut pouvoir la construire dans un nombre restreint d'opérations. Or c'est exactement le rôle de la recherche fondamentale en chimie: mettre au point des raccourcis qui réduisent le nombre d'étapes de fabrication d'une molécule. Dans cette optique, il restera toujours beaucoup à faire. «À quelqu'un qui découvre aujourd'hui un processus qui ne servira que dans 50 ans, moi, je dis bravo! Cette personne fait vraiment de la recherche fondamentale, elle fait de la recherche pour la génération qui suit.»

Malheureusement, les politiciens de la science ne raisonnent pas ainsi, soutient Deslongchamps. «La plupart veulent connaître les applications immédiates, le reste ne les intéresse pas.» Selon lui, nos dirigeants viennent juste de prendre conscience de l'importance de la R-D pour l'essor de l'industrie de haute technologie et ils

## L'ART DE L'INTUITION

voudraient que les chercheurs universitaires assument une part importante de la recherche appliquée. Cette vision à court terme ne peut qu'entraver la vraie mission de l'université, qui est la découverte de nouvelles connaissances et la formation des chercheurs, explique le chimiste. «C'est aux jeunes que nous formons à aller faire de la R-D, pas à nous.»

Mais il y a pire. S'il est un domaine où notre pays fait vraiment fausse route, estime Deslongchamps, c'est bien dans sa politique de financement de la recherche. Pour lui comme pour la majorité des chercheurs, la course aux demandes de subventions est devenue un véritable calvaire. Dans l'allocution qu'il a prononcée en juin dernier au moment de recevoir sa médaille d'or, Pierre Deslongchamps n'y est pas allé de main morte. Premièrement, a-t-il affirmé, les scientifiques sont débordés par la quantité de programmes auxquels ils doivent souscrire. Deuxièmement, tous les projets doivent être justifiés en détail. «Ils nous demandent d'écrire ce qu'on va faire dans un an, dans deux ans... et ils veulent qu'on leur explique comment on va le faire! C'est complètement ridicule, ça devient de la science-fiction. Évidemment, ironise le chercheur, ceux qui sont bons pour écrire de la science-fiction ne s'en plaignent pas. Mais c'est comme en affaires, ce ne sont pas toujours les meilleurs promoteurs qui sont les meilleurs faiseurs.»

Pierre Deslongchamps ne trouve pas très «plaisant» non plus le fait de devoir mettre sur papier ses idées les plus originales. «Tu sais pas qui peut sauter là-dessus, il y a tellement de gens qui courent après les bonnes idées parce qu'ils n'en ont tout simplement pas! Trouvez-moi un domaine dans l'industrie où l'on divulgue ses trouvailles avant qu'elles ne soient fonctionnelles! C'est bien simple, il y a des jours où j'aurais le goût de leur dire: salut les boys, je m'en vais à la pêche au saumon! Je reviendrai quand votre système aura de l'allure...»

Pourtant, la solution serait si simple, selon lui. Il s'agirait de revenir à l'ancien système fondé sur les rapports récents d'activité. «Si tu montres, résultats à l'appui, que t'as bien travaillé au cours des deux, trois dernières années, il me semble qu'ils devraient te faire confiance et te donner ce qu'il te faut pour fonctionner.» De toute façon, souligne Deslongchamps, près de 75 p. cent de ses fonds vont à sa quinzaine d'élèves qui reçoivent un salaire souvent comparable à l'aide sociale. Il est donc loin d'y avoir matière à scandale. À 55 ans, Pierre Deslongchamps veut maintenant s'éloigner de ces tracasseries financières pour se concentrer sur ce qui est vraiment important pour lui: ses élèves et son laboratoire. «Ça ne veut pas dire que c'est facile dans le laboratoire, rétorque le chercheur. Quand un étudiant finit sa thèse, après quatre ans de manipulations quotidiennes et avec jusqu'à 200 composés intermédiaires derrière lui, s'il a pu mettre au point un seul nouveau procédé, c'est qu'il a fait de l'excellent travail.»

«Ce métier est l'un de ceux qui laissent le plus de place à la créativité», se plaît à répéter Pierre Deslongchamps. Une créativité qui se distingue de celle de l'artiste peintre ou de l'écrivain par le fait que la ou le scientifique doit ensuite montrer que son idée est possible, qu'elle correspond bien au réel. Cela mis à part, l'intuition de départ est la même, pense le chercheur. Mais qu'est-ce que l'intuition? «L'intuition, c'est quand on arrête de penser! C'est pour ça que je dis toujours qu'on «reçoit» l'idée. Tout ce qu'on doit faire, c'est chercher à libérer son subconscient de tout ce qui peut entraver sa libre expression.» Ses plus grandes satisfactions, Pierre Deslongchamps les retire de ces idées venues de nulle part et qui se matérialisent sous ses yeux.

Et cela, il ne l'a pas appris à l'école. «À l'école, on apprend l'inverse. On apprend à se bourrer le crâne, à être très rationnel. C'est pas de là que jaillissent les idées.» Pierre Deslongchamps demeure convaincu que chaque personne a en elle le potentiel d'un grand créateur. «Il faut apprendre aux jeunes à développer leur propre autonomie. C'est la seule façon de comprendre qu'on est l'unique responsable de nous-même.»

En arriver à prendre ses décisions selon sa propre conscience, être indépendant des autres, des religions, de toute forme d'autorité, voilà quelques principes que Pierre Deslongchamps ne prêche pas sur les toits mais qu'il essaie d'intégrer le plus possible à sa propre vie depuis des années. Il en va de même de ses lectures, dont certaines l'ont grandement influencé. Passionné de Krishnamurti, il se réclame aussitôt des gens qui considèrent ce philosophe indien comme «la personne qui a dit les choses les plus sensées depuis Jésus-Christ». Issu de l'Inde et de ses castes, Krishnamurti a toujours refusé le rôle de gourou qui lui était destiné. Si l'on ajoute qu'il insiste tout au long de son oeuvre sur l'importance, pour chaque individu, de comprendre les véritables motivations qui orientent sa conduite afin de se libérer de ses peurs et d'exprimer librement sa créativité, on comprend alors mieux ce qui l'unit à notre scientifique nord-américain... «Ce qui est frappant chez lui, souligne Deslongchamps, c'est qu'il exprime dans des mots simples une pensée sans concessions. Quand il dit, par exemple, qu'il faut mourir au connu pour avoir accès à du nouveau, je me demande si les scientifiques qui placent la rationalité avant l'intuition n'auraient pas avantage à réfléchir un peu là-dessus.» Facile à comprendre, mais ô combien difficile à vivre...

«On part tous handicapés, mais pas de la même façon, lance finalement ce chantre du travail sur soi. Apprendre à reconnaître où tu as été favorisé et où tu as été défavorisé, c'est primordial. Il faut pas se faire d'illusion, notre pire ennemi, c'est d'abord et avant tout nous-même.»



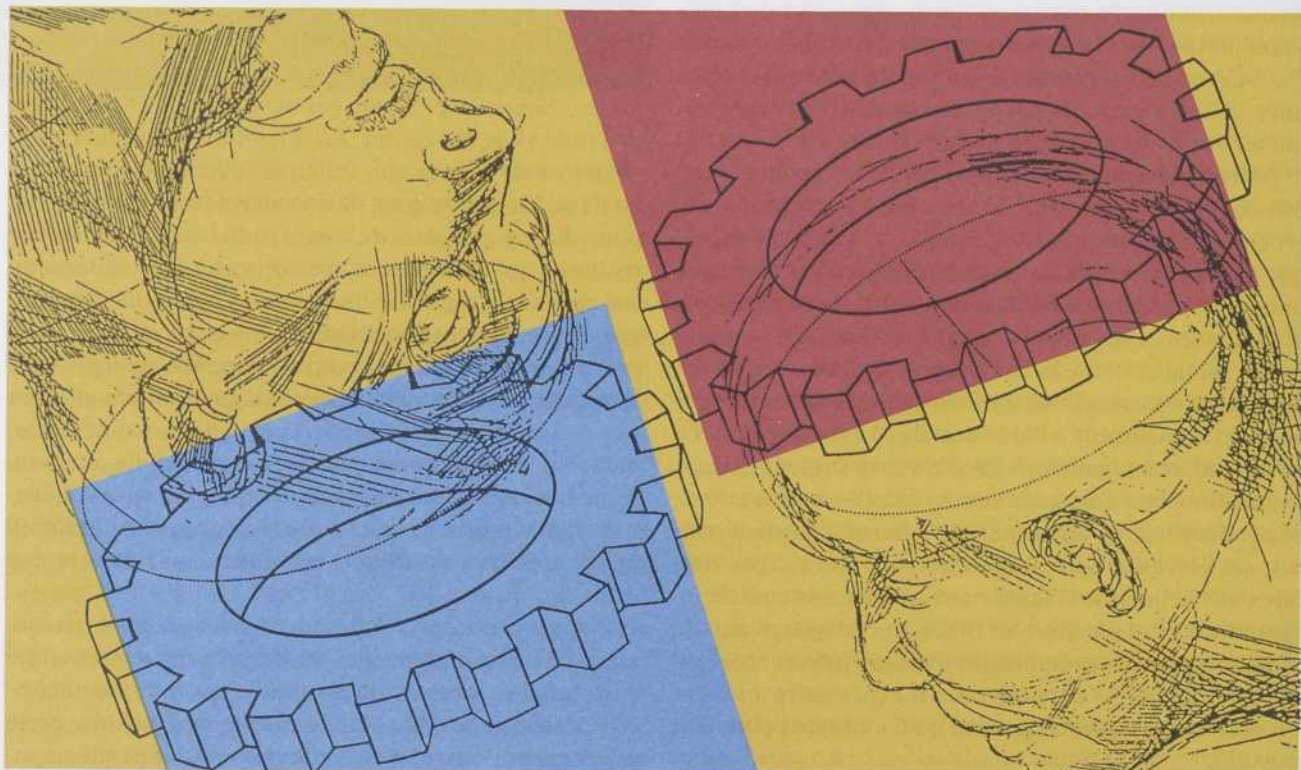
RECHERCHE

# LE COUPLE

## DANS TOUS SES ÉTATS

PAR DANIELLE JULIEN

SI L'AMOUR REND AVEUGLE, CELA NE DURE QU'UN TEMPS. TRÈS VITE, CERTAINES CONSIDÉRATIONS ENTRENT EN LIGNE DE COMPTE, COMME LE TYPE DE COMMUNICATION VERBALE ET SURTOUT NON VERBALE ÉTABLIE ENTRE LES PARTENAIRES. VUE DE COUPLES À LA LOUPE.



SEPTEMBRE - OCTOBRE

INTEFACE

MCMXCIII

Les re  
riques de  
du No  
taux ont  
leurs ma  
proporti  
environ 4  
présente  
Toute  
développ  
tions co  
nismes p  
gale est a  
tiques  
compre  
très rap  
relation.  
un jour  
à mainte  
est, intu  
sont les r  
se dégr  
En psy  
ganisati  
ciale des  
lesquels  
Et se dé  
des cher  
la psych  
En ce c  
contre d  
dernier  
pendant  
logie clin  
la sociol  
En psy  
riques et  
ment des  
couples a  
quentati  
gement fo  
et étudia  
ciociens  
populati  
d'années  
se sont d  
dysfonct  
rioration  
dysfonct  
mis au po  
gale, de s  
de la diss

Les relations conjugales sont l'objet d'études empiriques depuis environ un siècle, en Europe et en Amérique du Nord. Au cours de la même période, les pays occidentaux ont vu augmenter régulièrement la proportion de leurs mariages se terminant par un divorce. Ainsi, cette proportion passait de 4 p. cent à la fin du siècle dernier à environ 40 p. cent au début des années 1970 et à 50 p. cent présentement. (*encadré*)

Toutefois, l'étude empirique des processus associés au développement, au maintien et à la détérioration des relations conjugales est plus récente. Comprendre les mécanismes psychologiques associés à la satisfaction conjugale est au cœur de nos propres efforts de recherche. Scientifiques ou gens de la rue, tous peuvent plus ou moins comprendre que deux personnes développent, et ce parfois très rapidement, un sentiment de satisfaction dans leur relation. On a tous plus ou moins « filé le parfait amour » un jour. Mais comment deux personnes en arrivent-elles à maintenir ce sentiment, année après année? Voilà qui est, intuitivement, plus difficile à comprendre. Quels sont les mécanismes en jeu? Comment ces mécanismes se dérèglent-ils? Comment se réparent-ils?

En psychologie, l'union conjugale est une forme d'organisation sociale qui structure la vie affective et sociale des individus. Comprendre les mécanismes suivant lesquels un couple se forme, se développe, se maintient et se détériore ou se sépare est au cœur des préoccupations des chercheurs et des chercheuses dans le domaine de la psychologie des relations de couple.

En ce qui nous concerne, notre approche va à la rencontre de traditions de recherche qui, pendant plusieurs décennies, ont fonctionné de manière relativement indépendante. Il s'agit de la psychologie sociale, de la psychologie clinique, de la psychologie du développement et de la sociologie de la famille.

En psychologie sociale, on a conçu des modèles théoriques et mené des études empiriques sur le développement des relations amoureuses et la formation de jeunes couples avant l'engagement conjugal (période des « fréquentations » ou *dating*), une tradition de recherche largement fondée sur des échantillons de jeunes étudiants et étudiantes universitaires. De leur côté, les psychologues cliniciens et cliniciennes ayant par définition accès à des populations de couples rencontrant, après un nombre d'années variable de vie commune, des problèmes, ils se sont davantage spécialisés dans la description des dysfonctions conjugales et des mécanismes de détérioration de la relation. Davantage préoccupé par la dysfonction, ce type de psychologie n'a pas vraiment mis au point de modèle propre de la satisfaction conjugale, de sorte qu'entre l'étude de la formation et celle de la dissolution, la question du maintien de relations

satisfaisantes commence à peine à recevoir l'attention des scientifiques.

De la psychologie du développement, enfin, nous retenons deux influences majeures. La première est de nature méthodologique. Grâce à l'introduction d'une technologie d'enregistrement direct sur vidéo de l'interaction humaine, les psychologues intéressés à la relation mère/nourrisson ont conçu, dans les années 1960, des méthodes fondées sur l'observation de l'interaction entre la mère et son bébé. Les premières études de ce type et le traitement statistique des données ont fortement influé sur les méthodologies des études d'observation de la communication chez le couple. En particulier, les laboratoires cliniques d'analyse du comportement de Robert Weiss, de Hyman Hops et de John Gottman aux États-Unis ont joué un rôle de meneurs dans le transfert de ces méthodologies à l'étude des couples. L'observation directe des comportements de communication chez les couples devenait possible.

La deuxième influence provenant de la psychologie du développement a trait à la pertinence des variables utilisées dans l'observation de la communication. L'étude de la communication mère/nourrisson a éclairé de manière convaincante le rôle de la sensibilité maternelle aux signaux de l'enfant dans la régulation des affects (par ex., pleurs, joie) de l'enfant et de son degré général d'attention à des stimulations sociales. Ces études ont aussi mis en lumière le rôle de l'expressivité maternelle dans le maintien de l'attention sociale de l'enfant. Ces recherches ont largement influé sur le choix de nos variables pour scruter les aspects positifs de la communication chez le couple.

La dernière source d'influence provient de la sociologie de la famille et de l'analyse des réseaux sociaux des couples. Alors que les spécialistes de l'approche sociologique de la famille ont depuis longtemps insisté sur l'influence de l'environnement social sur le fonctionnement familial, les psychologues ont longtemps considéré le couple comme un système isolé. Dans la foulée des tendances actuelles à décloisonner l'étude de la communication familiale, un axe important de nos recherches consiste dans l'étude des relations d'influence entre le réseau social des couples et la communication chez les couples ajustés et non ajustés (*encadré*). Voyons dans un premier temps ce que nous connaissons de la communication chez les couples.

#### LA COMMUNICATION CHEZ LES COUPLES

L'étude des processus de communication est sans contredit l'un des développements les plus importants des recherches sur l'ajustement marital au cours des 30 dernières années. Il faut mentionner que les modèles de

DANIELLE JULIEN EST  
PROFESSEURE ET  
CHERCHEUSE AU  
DÉPARTEMENT DE  
PSYCHOLOGIE DE  
L'UNIVERSITÉ DU  
QUÉBEC À MONTRÉAL  
(UQAM).

## DES COUPLES ET DES CHIFFRES

Au début du siècle aux États-Unis, les décès de conjoints relativement jeunes comptent pour une proportion importante des causes de mariages se terminant relativement tôt et ce n'est qu'à partir de 1975 que le divorce surpasse le décès comme source de terminaison précoce du mariage. Il est vrai toutefois que le groupe des divorcés et des divorcées modifie ses caractéristiques avec les années. Ainsi, en 1980, le divorce survient en moyenne après 6-7 ans de mariage, alors qu'en 1990, il survient après 3-4 ans.

Aux États-Unis, 40 p. cent des personnes divorcées ont moins de 30 ans. Toutefois, environ 24 000 femmes de plus de 60 ans divorcent chaque année. Le divorce se retrouve dans toutes les catégories sociales, mais parmi les facteurs de risque, on note l'âge (les couples ayant moins de 20 ans où la femme est enceinte), l'appartenance à une minorité sociale ou culturelle (augmente ou diminue le risque), le niveau socio-économique (revenu faible augmente) et l'absence d'appartenance à une religion.

Aux États-Unis toujours, on observe que 40 p. cent des mariages sont des remariages. On note aussi que plus les femmes sont scolarisées ou âgées, moins elles sont nombreuses à se remarier, ces associations étant moins fortes chez les hommes. Les remariages sont moins stables que les mariages: 60 p. cent des remariages se terminent par un divorce comparativement à 50 p. cent des mariages. Ces statistiques n'englobent pas les relations de cohabitation et les relations homosexuelles stables.

Le dernier recensement canadien de 1991 donne des chiffres comparables pour le Québec.

communication qui ont été testés par les chercheurs et chercheuses de l'école behaviorale se distinguent des modèles de l'école de Palo Alto, aussi très populaire dans les milieux cliniques. L'école de Palo Alto postule que tout est communication et que deux individus ne peuvent pas ne pas communiquer. Par contraste avec ce modèle déterministe, la tradition behaviorale définit un modèle probabiliste dans lequel un individu A communique avec un individu B si, et seulement si, le comportement de l'individu A modifie la probabilité initiale de production des comportements de l'individu B. Par exemple, A peut avoir une tendance à rire qui se manifeste en présence de tous ses interlocuteurs. Si le rire de A augmente la probabilité du rire de B, mais n'affecte pas C, on dira que A et B

«communiquent» au contraire de A et C. Ces modèles de communication sont dits «structuraux» dans la mesure où les comportements des deux partenaires sont interdépendants. On dira que plus les dépendances séquentielles sont fortes, plus la communication est structurée<sup>1</sup>.

Notons que le sens donné à «communication» dans le présent texte est celui de l'approche behaviorale, dont le modèle stipule que deux individus communiquent si leurs comportements sont interdépendants au sens probabiliste. On ne se préoccupe pas de savoir si deux individus «partagent» la même signification des mots, comme on l'entend généralement dans le sens populaire.

Plusieurs études de la communication chez les couples menées dans divers laboratoires arrivent à la même conclusion. L'une des caractéristiques comportementales les plus discriminantes de la détresse conjugale est le développement d'escalades négatives, dans le sens précis où les expressions affectives négatives de l'un entraînent des expressions affectives négatives chez l'autre, et vice versa, dans un cycle infini. Par exemple, une attaque avec un ton cynique chez A entraîne une contre-attaque de la part de B, laquelle entraîne des pleurs chez A, lesquels entraînent un croisement de bras vigoureux et un silence prolongé chez B, etc. De tels cycles, dits «cycles d'affects négatifs», sont observés notamment au cours de la discussion des conflits maritaux les plus saillants (sexualité, argent, enfants, belle-famille). Les partenaires non ajustés s'absorbent, s'enferment et s'emprisonnent graduellement dans cette réciprocity négative d'émotions qui domine la discussion. D'après ces études, ce ne sont pas les contenus verbaux qui distinguent les discussions de couples ajustés de celles des non ajustés, mais bien les caractéristiques affectives accompagnant les mots échangés. Par exemple, les mots «tu me rends complètement folle» peuvent être accusateurs, drôles et humoristiques ou chaleureux, tout dépendant du ton de voix ainsi que des expressions faciales et corporelles avec lesquels ils sont prononcés. Cela est à ce point important que les chercheurs et chercheuses vont jusqu'à qualifier les cycles d'affects négatifs de «signature» de la détresse maritale.

Par contraste avec les couples non ajustés, les couples ajustés désamorcent les débuts d'escalades, au moment de la résolution de conflits de couple, au moyen de «mécanismes de réparation», que les scientifiques américains appellent comportements «d'editing». Ces mécanismes consistent en l'émission de réponses positives ou neutres, de la part d'un conjoint, de manière contingente au comportement négatif de l'autre conjoint. L'«editing» a pour effet de désactiver les chaînes de comportements négatifs tout en rétablissant les conditions affectives nécessaires au développement de compromis et de solutions au conflit. Les comportements de réparation sont le plus souvent manifestes dans les affects positifs ou neutres. Par exemple, à la suite du soupir exaspéré de l'un,

CE NE SONT PAS LES CONTENUS VERBAUX  
QUI DISTINGUENT LES DISCUSSIONS DE  
COUPLES AJUSTÉS ET CELLES DES NON AJUSTÉS,  
MAIS LES CARACTÉRISTIQUES AFFECTIVES  
ACCOMPAGNANT LES MOTS ÉCHANGÉS.

l'autre baisse le volume de sa voix ou exerce une légère pression de la main sur le bras de l'autre, ou encore, incline ou réoriente le torse en direction de l'autre, etc. Les comportements réparateurs peuvent aussi se traduire, dans le registre des comportements verbaux, en énoncés de « métacommunication ». Ces derniers consistent en phrases qui renvoient au processus de communication; par exemple, « On est en train de changer de sujet, j'aimerais revenir sur... ». Ce sont des énoncés cruciaux qui régulent la conversation, comme si soudainement les partenaires examinaient leur escalade à distance pour mieux la contrôler.

Il est très intéressant de noter que le domaine de l'éthologie animale fournit des exemples comparables « d'editing » chez plusieurs espèces de mammifères. Nous avons tous été témoins de scènes où une querelle (ou ce qui y ressemble) entre deux chiens s'interrompt soudainement à la suite de l'adoption d'une posture sur le dos de l'une des bêtes, le flanc exposé. Ces conduites programmées auraient pour effet de protéger l'espèce contre les dangers liés à l'agression des membres de la même espèce.

La capacité des couples de gérer les affects négatifs s'est révélée non seulement une mesure sensible des différents degrés de satisfaction des couples, mais aussi un bon indice de leur stabilité. Le Dr Howard Markman du Denver Center for Marital and Family Studies a observé pendant plus de sept ans la communication de jeunes couples américains au début de leur engagement. Ces couples, pour les besoins de l'étude, se sont rendus annuellement au laboratoire pour des entrevues, des questionnaires et des discussions vidéofilmées. Les analyses indiquent que les mesures subjectives de l'ajustement, recueillies au début de la relation au moyen de questionnaires, ne sont pas reliées au taux de divorce des couples trois ans et cinq ans après la prise de données initiales. Par contre, le degré d'escalade négative observé sur vidéo au début de la relation prédit une bonne partie de l'insatisfaction maritale trois ans et cinq ans après le début de cette relation. En d'autres mots, les perceptions des partenaires au début d'une relation ont une bien faible validité de prédiction (l'amour est aveugle) par rapport à la validité de prédiction des caractéristiques de la communication observées au même moment. C'est comme si, au début d'une relation, la manière dont les couples communiquent avait peu d'effet sur leur évaluation subjective de la relation alors qu'avec les années, cette évaluation devenait plus sensible à la qualité des échanges.

#### LE MODÈLE PSYCHOBIOLOGIQUE DE LA COMMUNICATION

Un développement majeur des recherches sur l'ajustement conjugal en cette fin de siècle consiste en la découverte d'une relation entre la détresse conjugale et divers problèmes de santé physique et mentale, et en l'étude des

mécanismes pouvant rendre compte de cette relation<sup>2,3</sup>. À ce sujet, l'une des relations les mieux documentées est celle qui existe entre la détresse conjugale et la dépression, notamment les données épidémiologiques montrant une probabilité de symptômes dépressifs de 25 fois supérieure chez les partenaires de couples en détresse que chez les individus non mariés. Plus récemment, une série d'études où l'on utilise des mesures physiologiques montrent, outre l'existence de symptômes dépressifs, une production diminuée de cellules T chez les individus maritalement non ajustés — particulièrement chez les femmes — comparés aux ajustés. Les cellules T

#### ÉVALUATION ET OBSERVATION DES COUPLES

Pour analyser la communication, les chercheurs et chercheuses dans le domaine des relations conjugales s'entendent généralement sur une méthode de comparaison de groupes de couples dits « ajustés » et « non ajustés ». À l'aide de questionnaires tels le Marital Adjustment Test (Locke & Wallace, 1959) ou le Dyadic Adjustment Scale (Spanier, 1987), on demande d'abord aux partenaires d'évaluer subjectivement leur relation de couple; les réponses aux questionnaires permettent de sélectionner des couples en fonction de leur degré d'ajustement. On constitue alors des groupes de couples ajustés que l'on compare à des groupes de couples non ajustés. La comparaison porte sur divers aspects de la performance des couples dans des situations où les partenaires discutent, le plus souvent, de leurs conflits conjugaux. Les discussions sont vidéofilmées en laboratoire.

Les comportements des partenaires dans les interactions vidéofilmées sont par la suite soumis à une observation systématique par des équipes de personnes entraînées dont le jugement est continuellement recalibré tout le temps que dure la période d'observation. On parle ici de semaines, le plus souvent de mois et parfois d'années. Le temps requis dépend des grilles d'observation utilisées. Ces grilles d'observation varient quant à l'unité d'observation et quant à la particularité des comportements relevés<sup>10</sup>. Par exemple, une grille globale pourrait requérir d'échantillonner des segments de 2 à 5 minutes d'interaction, et de coter en ordonnée la fréquence et l'intensité des comportements verbaux et non verbaux des conjoints, comme le degré de conflit apparent, le degré général d'habiletés de communication, etc. Ces grilles globales sont économiques, mais elles ne permettent pas d'analyser les processus d'interactions au sens statistique du terme. L'analyse de processus est rendue possible par l'utilisation de grilles plus microscopiques qui porteront sur de petites unités d'observation (comme les différentes phrases grammaticales successives) et leur assigneront des codes propres de contenu verbal (par ex., une attaque, une validation) et de contenu non verbal (ton de voix anxieux, regard en retrait, sourire, hochement de tête). Ces comportements sont aujourd'hui codifiés au moyen de logiciels utilisés parallèlement au visionnement de la vidéo et à la lecture du mot à mot de l'interaction. Les codes verbaux et non verbaux des deux partenaires sont par la suite soumis à des transformations diverses pour leur traitement au moyen d'analyses séquentielles variées. Ce sont ces analyses qui permettront de tirer des conclusions sur les différences entre couples ajustés et non ajustés quant à la manière de communiquer.

Dans la majorité des recherches empiriques sur l'ajustement conjugal, on utilise des échantillons de couples légalement mariés. Toutefois, les recherches plus récentes comprennent des échantillons mixtes où des couples cohabitants mais non mariés sont inclus. Les différences entre couples cohabitants et couples légalement mariés sont présentement étudiées par un nombre restreint de chercheurs et chercheuses.

ont une fonction importante dans la réponse immunitaire de l'organisme humain. Ces études suggèrent que la dépression pourrait être l'un des ponts reliant la détresse conjugale aux problèmes de santé physique.

Cette hypothèse est fascinante à la lumière de recherches récentes sur les relations entre les schémas de communication des couples et la santé des individus. Par exemple, l'observation des schémas de communication chez des couples où les femmes sont cliniquement déprimées montre que les comportements dysphoriques des femmes (pleurs, plaintes, gémissements, etc.) diminuent la probabilité des comportements agressifs de leur conjoint. Cette étude suggère qu'en se comportant de manière dépressive, ces femmes arrivent à contrôler l'agressivité de leur conjoint. C'est ce que les chercheurs appellent le modèle « coercitif ». Cette stratégie, efficace à court terme, entraîne à long terme des effets « boomerang », c'est bien

de santé physique, tant chez les hommes que chez les femmes. Il reste à comprendre comment l'activation physiologique intense et chronique, lorsque les partenaires interagissent, affecte l'organisme (par ex., peut affecter le fonctionnement endocrinien, qui peut altérer la fonction immunitaire) et à savoir si la discorde maritale déclenche des effets propres — par exemple, des problèmes de dysfonctions cardiaques.

•  
**AU-DELÀ DE LA DISCORDE CONJUGALE**  
•

Bien entendu, les chercheurs et chercheuses vont tous reconnaître que les relations entre le mariage et la santé ne sont pas totalement réductibles à la discorde maritale. D'une part, le mariage lui-même structure l'emploi du temps et les activités sociales, définissant un ensemble de contraintes qui protègent les individus. Par exemple, une personne vivant en couple plutôt que seule a moins de chance de fréquenter un bar, lequel l'exposerait à l'alcool et à la cigarette. On pense aussi qu'une relation de couple ajusté facilite l'adoption et le maintien de comportements de prévention, notamment le maintien de programmes d'exercice physique, de diètes alimentaires équilibrées ou d'adhésion à des plans de soins.

Un test fort convaincant de cette hypothèse provient de l'une de nos études auprès des couples homosexuels de la région de Montréal. Partant des études montrant que la sexualité extraconjugale n'est pas un prédicteur de détresse conjugale chez les couples d'hommes, contrairement aux couples hétérosexuels, nous avons analysé la manière dont les couples d'hommes géraient leur sexualité extraconjugale, plus particulièrement dans un contexte social où les relations sexuelles avec de multiples partenaires augmentent le risque d'exposition au VIH. Comme dans d'autres études similaires, environ 78 p. cent des partenaires de couples de notre échantillon étaient « polyandres », c'est-à-dire avaient eu des relations sexuelles avec d'autres partenaires que leur conjoint au cours des six mois précédant l'entrevue. Par ailleurs, et comme on peut le voir à la figure 1, les partenaires ajustés étaient plus enclins que les non ajustés à avoir eu des pratiques sexuelles à risque réduit. Comment expliquer cette relation entre l'ajustement conjugal et l'adoption de pratiques sexuelles protégées? Comment expliquer toute relation entre l'ajustement conjugal et l'adoption de conduites préventives?

Il est plausible qu'un effet de sélection opère dès le début d'une relation, les partenaires en meilleure santé choisissant des partenaires ayant des habitudes de vie compatibles. Des études longitudinales pourraient permettre de vérifier cette possibilité. Il est aussi possible que des effets d'entraînement facilitent les changements de conduites et le maintien de nouvelles conduites. La communication des partenaires y jouerait-elle un rôle? Suivant quels mécanismes directs ou indirects assurerait-elle

ON COMMENCE À COMPRENDRE QUE DES  
ÉNONCÉS COMME « TU ME RENDS MALADE... »  
SONT PLUS LOIN DE LA MÉTAPHORE ET PLUS  
PRÈS DU CORPS QU'ON NE L'AVAIT PENSÉ.

évident. Tout en admettant la nécessité de répéter de telles enquêtes afin d'établir cette relation avec certitude, les scientifiques exercent leur imagination afin de découvrir comment l'interaction humaine maintient des comportements problématiques du point de vue de la santé. On commence à comprendre que des énoncés comme « Tu me rends malade... » sont plus loin de la métaphore et plus près du corps qu'on ne l'avait pensé.

Dans une autre tentative d'établir une relation entre la communication maritale et l'étiologie des problèmes de santé, plusieurs chercheurs et chercheuses de laboratoire se penchent présentement sur la question des réponses physiologiques des partenaires au moment de la résolution de conflits conjugaux. Par exemple, Robert Levenson et John Gottman<sup>4</sup> ont observé une relation entre l'expression affective négative en cours d'interaction et le niveau de l'activité cardiaque, de la pression sanguine, de la réponse électrodermale et de l'activité somatique générale concomitantes. Le suivi des couples pendant quelques années a permis de déceler une relation entre l'activité physiologique mesurée au cours des premières discussions et une diminution de la satisfaction conjugale mesurée trois ans plus tard. Ils notent enfin que le déclin de l'ajustement marital est relié à l'occurrence de problèmes

une protection individuelle? Dans notre programme de recherche, nous tentons de répondre à ces questions.

### L'ORGANISATION DES CONDUITES POSITIVES

Plusieurs personnes stipulent que le soutien que se prodiguent les partenaires de couples est un facteur crucial de la satisfaction conjugale. En effet, de nombreuses études, où l'on utilise la méthode du questionnaire, rapportent que les partenaires de couples ajustés jouent un rôle important dans l'adoption de comportements adaptés lorsque ces couples font face à des événements telles l'arrivée d'un premier enfant, la perte d'un proche ou d'un emploi. Il semble également que les partenaires ajustés aient, comparés aux non ajustés, davantage tendance à aller chercher le soutien de leur partenaire lorsqu'ils rencontrent des problèmes personnels. Ils apparaissent davantage sensibles aux demandes directes d'aide, comme fournir une écoute attentive aux confidences concernant un conflit au travail, et aux demandes indirectes d'aide, comme assumer plus que sa part des tâches ménagères un soir où la personne conjointe communique sa fatigue par la simple manière avec laquelle elle ferme la porte en revenant du travail.

Comparés aux non ajustés, les partenaires ajustés semblent posséder une meilleure coordination des conduites prosociales, qui augmente leur capacité à répondre aux demandes du monde extérieur et les protège contre les effets négatifs du stress. Ces données sont d'autant plus importantes que le soutien est généralement relié à une réduction de symptômes psychologiques et physiques ainsi qu'à une augmentation de la production *in vitro* de cellules T<sup>3</sup>. Toutefois, l'ensemble de ces conclusions reposent sur les perceptions de soutien des conjoints telles que mesurées à l'aide de questionnaires. Nous ne connaissons pas les mécanismes suivant lesquels les partenaires coordonnent leurs comportements dans des situations de changement et de stress.

La question des relations entre les comportements prosociaux et le système immunitaire a récemment fait l'objet d'une étude expérimentale captivante auprès de primates non humains (singes rhésus) exposés à un stress social élevé, soit le changement hebdomadaire de la composition du groupe social dans lequel les individus étaient insérés<sup>6</sup>. Des taux de comportements prosociaux élevés (toilette, touchers, rapprochements physiques) se sont révélés reliés à une production (*in vitro*) augmentée de cellules T. Cette étude suggère donc un effet direct des comportements asociaux sur l'organisme.

Le soutien sous l'angle de la communication chez les couples a été peu étudié et les paradigmes utilisés jusqu'à récemment semblent d'une utilité limitée. Nous avons constaté, en effet, que les discussions vidéofilmées observées ont invariablement porté sur des résolutions de conflits conjugaux. Or une discussion de problèmes de

CATÉGORIES DE RISQUES	FACTEURS COMPORTEMENTAUX		
	N	AC	Polyandrie / Pratiques sexuelles conjugales / Pratiques sexuelles extraconjugales
1	13	115,85	☂ ☂ ☂
2	18	111,66	☂ — ☂
3	12	112,58	— ☂ ☂
4	22	95,14	— — ☂
5	17	93,29	— — —

FIGURE 1

#### CONDUITES SEXUELLES À RISQUE CHEZ LES COUPLES HOMOSEXUELS

TROIS FACTEURS COMPORTEMENTAUX SONT UTILISÉS POUR LA CONSTRUCTION DE CINQ CATÉGORIES DE RISQUES ENCOURUS AU COURS DES SIX DERNIERS MOIS PRÉCÉDANT L'ENTREVUE, CHEZ 82 HOMMES VIVANT EN COUPLE AVEC UN AUTRE HOMME (DURÉE MOYENNE DE VIE COMMUNE : CINQ ANS). LE PREMIER FACTEUR, APPELÉ «POLYANDRIE», EST MESURÉ PAR L'OCCURRENCE DE RELATIONS SEXUELLES AVEC DES PARTENAIRES RÉGULIERS OU DES PARTENAIRES OCCASIONNELS EN DEHORS DU PARTENAIRE DE COUPLE. LE DEUXIÈME FACTEUR, «PRATIQUES SEXUELLES CONJUGALES», EST MESURÉ PAR L'INCIDENCE, AVEC LE PARTENAIRE DE COUPLE, DE RELATIONS SEXUELLES ANALES INSERTIVES OU RÉCEPTIVES NON SYSTÉMATIQUEMENT PROTÉGÉES. LE TROISIÈME FACTEUR COMPORTEMENTAL, LES «PRATIQUES SEXUELLES EXTRA-CONJUGALES», EST MESURÉ PAR L'INCIDENCE, EN DEHORS DU PARTENAIRE DE COUPLE, DE RELATIONS SEXUELLES ANALES INSERTIVES OU RÉCEPTIVES NON SYSTÉMATIQUEMENT PROTÉGÉES.

LES CINQ CATÉGORIES DE RISQUES 1, 2, 3, 4 ET 5 SONT FORMÉES AU MOYEN DE DIFFÉRENTES COMBINAISONS DES TROIS FACTEURS COMPORTEMENTAUX. LE PARAPLUIE DANS LA COLONNE D'UN FACTEUR, DONNÉ INDIQUE UNE PROTECTION EXERCÉE POUR CE FACTEUR PAR LES INDIVIDUS DE CETTE CATÉGORIE. LES CATÉGORIES SONT EXHAUSTIVES ET MUTUELLEMENT EXCLUSIVES, C'EST-À-DIRE QUE TOUS LES INDIVIDUS SONT CLASSIFIABLES DANS L'UNE OU L'AUTRE CATÉGORIE, ET CHAQUE INDIVIDU NE PEUT ÊTRE CLASSIFIÉ QUE DANS UNE SEULE CATÉGORIE. L'ORDRE DES CATÉGORIES CORRESPOND À UN ORDRE CROISSANT DE RISQUE (OU DÉCROISSANT DE PROTECTION). LA FIGURE INDIQUE LA DISTRIBUTION DES INDIVIDUS (N) EN FONCTION DES CINQ CATÉGORIES, ET LE SCORE MOYEN D'AJUSTEMENT CONJUGAL (AC) DES INDIVIDUS APPARTENANT À UNE MÊME CATÉGORIE. COMME ON PEUT LE VOIR, LA RELATION POSITIVE ENTRE LE SCORE D'AJUSTEMENT CONJUGAL ET LE DEGRÉ DE PROTECTION EST STATISTIQUÉMENT SIGNIFICATIVE.

couple tend à mettre en évidence les comportements agressifs des conjoints et les comportements servant à contrôler ces comportements négatifs. Ce type de discussion limite l'expression de comportements positifs. Par exemple, il est normal qu'un homme ait moins tendance à soutenir et à toucher affectueusement sa conjointe lorsqu'elle lui reproche de ne pas s'occuper suffisamment des enfants que lorsqu'elle lui confie ses problèmes avec un patron harceleur. À la manière d'un chimiste qui doit provoquer une réaction pour mieux l'analyser et la comprendre, les scientifiques qui veulent étudier les mécanismes de la communication positive doivent provoquer des situations où les partenaires auront une chance

LES HOMMES DES COUPLES AJUSTÉS  
 APPARAISSENT COMME LES GRANDS GAGNANTS  
 DES ÉCHANGES.

d'exprimer leurs comportements positifs. Dans nos recherches, on demande aux partenaires des couples de se parler à tour de rôle, dans deux conversations distinctes, des problèmes majeurs qui les préoccupent mis à part leurs conflits conjugaux. Ce type de situation permet aux couples d'être relativement dégagés des tensions qu'engendre presque inévitablement la résolution d'un conflit et de donner libre cours à leur répertoire de comportements positifs.

Outre la nécessité de filmer les couples dans de nouvelles situations, le modèle structural de réciprocité contingente, crucial quand il s'agit de comprendre l'organisation des comportements négatifs, apparaît limité dans le cas de l'organisation des comportements positifs. En effet, les recherches montrent que les comportements d'affection, d'écoute, de validation de l'un pour les propos de l'autre, etc., sont plus nombreux chez les couples satisfaits, mais ils n'entraînent pas de conséquence particulière chez l'autre conjoint, comme le faisaient les comportements négatifs des couples en détresse. C'est un peu comme si le jeu de « ping pong », utile pour comprendre comment les mouvements de l'un influent sur les mouvements de l'autre, se révélait tout à fait inapproprié pour étudier l'affiliation. La notion d'escalade positive (plus l'un est positif, plus l'autre est positif) ne fait tout simplement pas de sens. On a besoin de nouveaux modèles d'analyse.

•  
**LA MÉTAPHORE DE L'ENGRENAGE  
 DES COMPORTEMENTS**  
 •

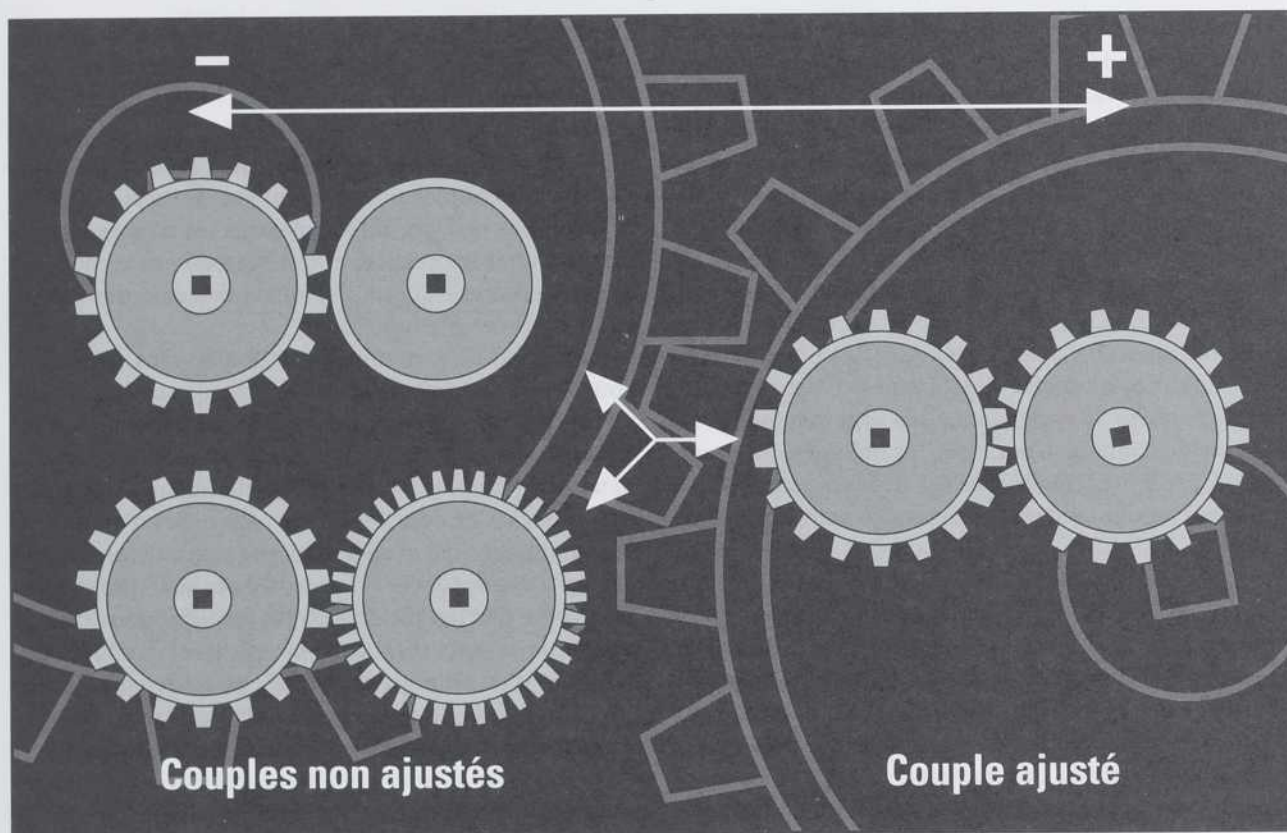
Dans une première tentative pour comprendre comment les partenaires de couples arrivent, au cours d'une conversation d'entraide, à résoudre les problèmes personnels de l'un et de l'autre, nous avons utilisé le système d'engrenage comme métaphore. Notre hypothèse générale est qu'une interaction sociale d'entraide fonctionne à la manière d'une roue d'engrenage qui transmet son mouvement à une autre roue (figure 2). La transmission d'énergie est optimale lorsque les dents de l'une s'ajustent avec un minimum de friction aux interstices

de l'autre roue. Solidement ancrées dans cette métaphore, nos premières observations d'interactions d'entraide nous ont permis de définir des comportements verbaux et non verbaux qui semblaient jouer une fonction dans l'engrènement des deux roues. Comme dans tout système d'engrenage, il est possible que la transmission soit rendue difficile soit parce que l'une des roues présente une surface lisse au lieu de dents ou d'interstices, soit parce que les deux roues ont des structures incompatibles. Dans notre grille d'observation, nous avons donc également défini des comportements ayant pour fonction de bloquer la transmission.

Les grandes lignes de la méthode d'observation sont les suivantes: une équipe d'observateurs et d'observatrices est entraînée à regarder sur vidéo des comportements non verbaux. Ces comportements sont les pauses et les expressions faciales, vocales et gestuelles lorsqu'un individu parle, les hochements de tête et l'attention lorsque ce même individu écoute, et enfin la tension et le retrait corporels en situation de parole et d'écoute. Pour chacun des segments successifs de 30 s qui composent la discussion d'un couple, chaque partenaire reçoit six cotes de 0 à 5 quantifiant sa conduite pour chacun des six comportements non verbaux. Aussi, pour chacun des segments successifs de 30 s, le couple comme unité reçoit une cote évaluant ce qu'on a appelé sa « vitesse d'engrènement ». Cette variable est fondée: 1- sur le degré de synchronisation des comportements des deux conjoints (par ex., l'un fait un hochement au moment précis où l'autre fait une pause), 2- sur l'équilibre de la participation des deux conjoints pendant le segment (par ex., l'un fournit de nombreux indices de réception pendant que l'autre parle avec animation) et enfin, 3- sur la vitesse avec laquelle se font les échanges, comme si l'engrenage roulait à vive allure.

Une deuxième équipe est entraînée à observer le contenu verbal des interactions à partir de la transcription mot à mot (*verbatim*) des interactions. Chacune des phrases grammaticales (il y en a des centaines pour une simple transcription) reçoit l'un des 21 codes de « contenu prosocial » (par ex., est-ce une expression de difficulté, une expression phatique comme « hm-mm », une restructuration du problème? etc.). De plus, à chacune des phrases est également assigné un code de « focus » (est-ce que cette discussion porte sur le problème initial présenté, ou a-t-elle dévié sur un autre sujet?) et un code de phase (on parle du problème ou de la solution?).

La figure 3 illustre comment l'engrenage fonctionne pour un couple non ajusté et un couple ajusté. Dans l'ensemble, les partenaires de couples ajustés sont non verbalement plus actifs sur le plan non verbal et plus engagés que les non ajustés au cours des discussions. Leurs comportements non verbaux sont davantage coordonnés. De manière concomitante à la coordination non verbale, les partenaires ajustés sont dans l'ensemble plus centrés



**FIGURE 2**  
**MÉTAPHORE DE**  
**L'ENGRENAGE DES**  
**COMPORTEMENTS**

DANS CETTE MÉTAPHORE, L'INTERACTION SOCIALE EST ASSIMILÉE À UNE ROUE D'ENGRENAGE QUI TRANSMET SON MOUVEMENT À UNE AUTRE ROUE. LA TRANSMISSION D'ÉNERGIE EST OPTIMALE LORSQUE LES DENTS DE L'UNE S'AJUSTENT AVEC UN MINIMUM DE FRICTION AUX INTERSTICES DE L'AUTRE ROUE. C'EST LE CAS DES COUPLES AJUSTÉS. PAR CONTRE, COMME DANS TOUT SYSTÈME D'ENGRENAGE, IL EST POSSIBLE QUE LA TRANSMISSION SOIT RENDUE DIFFICILE SOIT PARCE QUE L'UNE DES ROUES PRÉSENTE UNE SURFACE LISSE AU LIEU DE DENTS OU D'INTERSTICES, SOIT PARCE QUE LES DEUX ROUES ONT DES STRUCTURES INCOMPATIBLES. DE TELLES SITUATIONS REPRÉSENTENT ALORS LE CAS DES COUPLES NON AJUSTÉS.

sur l'objectif de la tâche et y reviennent plus souvent s'ils en dévient. Ils ressemblent à un couple de patineurs qui, lorsqu'ils dévient du programme en raison de la chute de l'un d'eux, se réajustent et reviennent imperceptiblement au programme initial. Par contraste, les couples non ajustés vont davantage dévier le sujet de la conversation vers un conflit de couple ou le problème de l'autre, et vont le faire plus longtemps, montrant leurs difficultés à revenir sur le sujet initial. Enfin, les couples ajustés font moins souvent de retours en arrière dans la recherche de la solution; ils utilisent davantage de comportements prosociaux et valident davantage ces derniers.

Ces comportements que nous avons observés sont-ils vraiment reliés au bien-être des partenaires? Pour répondre à cette question, nous avons réinvité les partenaires participants à évaluer la vidéo dans laquelle ils confiaient leur problème à leur conjoint. Tout en la visionnant, les partenaires exprimaient, à la fin de chacun des segments successifs de 30 s, à quel point les comportements de leur conjoint avaient été aidants ou nuisibles. On pouvait donc analyser jusqu'à quel point les comportements observés contribuaient au sentiment d'avoir été aidés. Nos résultats montrent que, de tous les comportements que nous avons mesurés, la «vitesse d'engrènement» présente le lien le plus fort avec le sentiment des partenaires d'avoir été aidés pendant la discussion. Donc, plus les comportements des deux partenaires sont synchronisés et plus intense est leur engagement mutuel

pendant l'interaction, plus le sentiment d'aide sera grand. Des études ultérieures devraient permettre d'analyser les relations directes et indirectes entre la vitesse d'engrènement et le bien-être des individus. Les effets directs pourraient être analysés au moyen de mesures physiologiques recueillies en cours de discussions, comme les scientifiques l'ont fait au moment de la résolution de problèmes de couples. L'analyse des effets indirects, par ailleurs, viserait à comprendre dans quelle mesure les partenaires de couple modifient effectivement leur manière de résoudre leur problème à la suite de ce type d'échanges.

Ces résultats ont des conséquences importantes sur la conceptualisation du soutien social. Les chercheurs et chercheuses dans le domaine ont souvent tendance à mesurer le soutien en termes d'une économie d'échange de biens et de services où l'un demande et l'autre reçoit. Nos résultats suggèrent, toutefois, que les effets bénéfiques d'une conversation peuvent résulter de processus non perceptibles par les acteurs. Des processus similaires ont été observés dans une étude longitudinale des effets du stress au travail sur le fonctionnement marital. Des mesures quotidiennes de stress au travail (p. ex., surcharge de travail, dispute avec des collègues) chez les hommes sont reliées, dans les jours qui suivent, à une prise en charge par leur conjointe des tâches ménagères généralement assumées par les hommes<sup>7</sup>. Ces événements ne sont pas évidents pour les acteurs et généralement

inaccessibles aux chercheurs et aux chercheuses utilisant des méthodes transversales de collecte de questionnaires. À cet égard, il est intéressant de souligner que nos observations révèlent que le soutien que se prodiguent les partenaires est significativement plus prononcé chez les hommes que chez les femmes. Du point de vue de l'engrenage, les hommes de couples ajustés apparaissent donc comme les grands gagnants des échanges. Cela contraste avec les résultats de questionnaires sur le soutien social qui, généralement, montrent que ce dernier est moins important pour le bien-être des hommes qu'il ne l'est pour le bien-être des femmes. C'est peut-être que les réponses aux questionnaires sont incompatibles avec l'image d'indépendance que les hommes ont l'habitude de présenter, alors que les processus que nous avons observés ne sont pas perceptibles pour les acteurs.

#### • AU-DELÀ DU COUPLE •

Nous commençons à comprendre comment les couples peuvent être à la fois une source de soutien social et une source de stress. Alors que les bureaux de cliniciens, de cliniciennes, de chercheurs et de chercheuses dans le domaine débordent de demandes de thérapie de couples, il est étonnant que très peu d'efforts de recherche aient porté sur l'utilisation du réseau naturel d'aide (les amis, la famille, les collègues) pour faciliter la résolution de problèmes conjugaux et, de manière générale, sur l'influence du réseau social sur le fonctionnement du couple<sup>8</sup>. Pourtant, les recherches montrent que le réseau social joue un rôle important dans le développement des relations de couples. Par exemple, des études longitudinales en psychologie sociale indiquent que les réactions négatives

partenaires de couples développent ou ne développent pas d'identité de couple selon la réaction sociale des tiers qui les entourent.

Mais nous ne savons pas si, une fois engagés ou mariés, les couples ajustés ont des réseaux sociaux différents de ceux des couples non ajustés : y a-t-il certaines particularités des réseaux qui augmentent les risques de dysfonction chez les couples et qui augmentent la cohésion des partenaires ? Si oui, par quels mécanismes ces influences se manifestent-elles ?

Au moyen d'entrevues individuelles des conjoints, nous avons à ce jour analysé les réseaux sociaux d'environ 300 couples. Nos analyses indiquent que le partage d'un réseau commun par les conjoints est une caractéristique de couples ajustés qui les distingue des couples non ajustés. Ces données confirment celles d'études anthropologiques qui avaient déjà suggéré que les sociétés où les partenaires ont des réseaux séparés sont plus enclines au divorce que les sociétés où les partenaires partagent une partie de leurs réseaux respectifs. Il est possible qu'en l'absence d'un tel noyau commun, les partenaires soient plus à risque de développer des alliances qui entrent en compétition avec la dyade maritale. La relation sexuelle extraconjugale en est l'exemple le mieux connu chez les couples hétérosexuels.

Comment ces influences se manifestent-elles ? Afin de répondre à cette question, nous avons observé les conversations vidéofilmées de femmes maritalement ajustées et non ajustées dans une discussion où les femmes confient un problème de couple à leur meilleure amie. Tel qu'attendu, les confidentes des femmes ajustées étaient, comparativement à celles des femmes non ajustées, plus nombreuses à faire également partie du réseau du mari. Pour les fins de l'analyse, nous avons imaginé un système d'observation permettant de mesurer les énoncés qui supportent la dyade maritale et les énoncés qui font ressortir un élément négatif du couple. Étonnamment, les conversations des femmes ajustées comportent autant d'énoncés négatifs que les conversations des femmes non ajustées. En d'autres mots, toutes les femmes qui parlent d'un problème conjugal mentionnent des éléments de frustration par rapport aux comportements du conjoint. Par contre, les conversations des femmes ajustées comportent, à côté des éléments négatifs, davantage d'énoncés positifs sur le mariage. De plus, ces femmes sont particulièrement enclines à renforcer les énoncés positifs de leur confidente. Le soutien au couple apparaît donc plus important que l'interférence. En examinant le statut conjugal des confidentes, nous avons constaté que les confidentes des femmes ajustées sont plus nombreuses non seulement à vivre en couple, mais aussi à être heureuses en couple. Par contraste, les réseaux de confidentes des femmes non ajustées comprennent davantage de femmes séparées, divorcées, veuves, n'ayant jamais vécu en couple ou malheureuses dans leur couple.

### LE PARTAGE D'UN RÉSEAU SOCIAL COMMUN PAR LES CONJOINTS EST UNE CARACTÉRISTIQUE DES COUPLES AJUSTÉS.



des parents à la formation de jeunes couples sont associées au développement ultérieur de conflits conjugaux alors que l'encouragement des parents est associé au degré et à la durée de l'engagement amoureux. Donc, contrairement au drame shakespearien dans lequel l'opposition des parents à l'engagement amoureux de Roméo et de Juliette « dynamise » leur rapprochement, les recherches tendent à montrer que le soutien de la famille, des amis et de l'environnement social en général est un élément de la survie du couple. Dans une certaine mesure, les

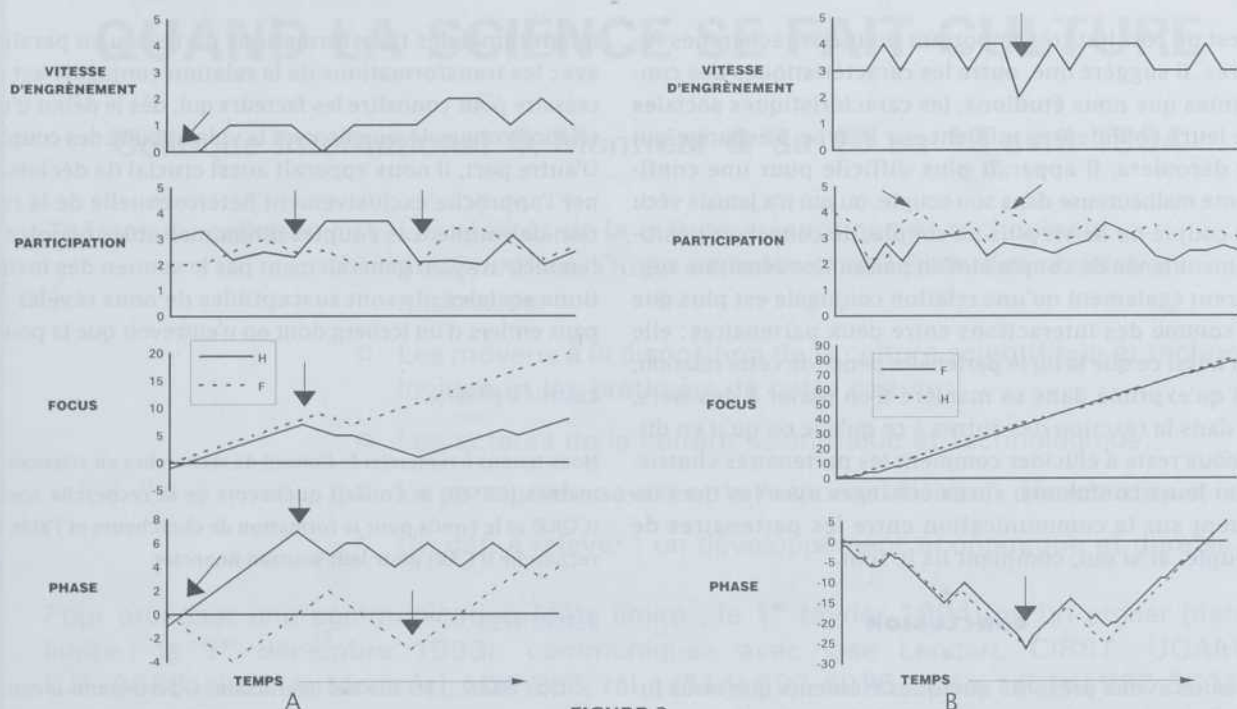


FIGURE 3

COMPARAISON D'UN COUPLE NON AJUSTÉ À UN COUPLE AJUSTÉ

CES DEUX FIGURES REPRÉSENTENT LES DISTRIBUTIONS PARALLÈLES DES COMPORTEMENTS CHEZ UN COUPLE NON AJUSTÉ (A) ET UN COUPLE AJUSTÉ (B), TELS QU'ILS SE MANIFESTENT PENDANT UNE DISCUSSION OÙ L'HOMME PARLE DE SES DIFFICULTÉS PERSONNELLES. DANS LES DEUX CAS, LES DIFFICULTÉS ONT TRAIT AUX RELATIONS DE L'HOMME AVEC SA PROPRE FAMILLE. À L'EXCEPTION DE LA VITESSE D'ENGRENEMENT, QUI CORRESPOND AU COUPLE COMME UNITÉ, LA LIGNE CONTINUE REPRÉSENTE LES COMPORTEMENTS DE L'HOMME ET LA LIGNE POINTILLÉE, LES COMPORTEMENTS DE LA FEMME. LES DEUX GRAPHIQUES SUPÉRIEURS PRÉSENTENT LES COMPORTEMENTS NON VERBAUX. LA PARTICIPATION EST MESURÉE PAR UNE TRANSFORMATION DES DIFFÉRENTS SCORES NON VERBAUX (HOCHEMENTS, ATTENTION, EXPRESSIVITÉ, ETC.) OBTENUS POUR CHACUN DES PARTENAIRES. LES DIFFÉRENTS POINTS DES DEUX GRAPHIQUES REPRÉSENTENT LES MESURES OBTENUES À CHAQUE SEGMENT SUCCESSIF DE 30 S (AXE DES X). PLUS UN POINT EST ÉLEVÉ DANS L'AXE DES Y, PLUS GRANDE EST LA VITESSE D'ENGRENEMENT DU COUPLE (GRAPHIQUE DU HAUT) ET PLUS INTENSE EST LA PARTICIPATION DES PARTENAIRES (TRAIT CONTINU POUR LES HOMMES, POINTILLÉ POUR LES FEMMES).

LES DEUX GRAPHIQUES INFÉRIEURS PRÉSENTENT LE « FOCUS » DE LA CONVERSATION (LES PARTENAIRES PARLENT DES DIFFICULTÉS DE L'HOMME OU DÉVIENT PAR RAPPORT AU SUJET) ET LA PHASE DE LA DISCUSSION (LES PARTENAIRES DÉFINISSENT LE PROBLÈME OU IMAGINENT DES SOLUTIONS). AFIN DE REPRÉSENTER LES CHANGEMENTS DANS LES DEUX REGISTRES DE CONTENU, ON CONSTRUIT DES COURBES CUMULATIVES À PARTIR DES CODES ASSIGNÉS AUX PHRASES GRAMMATICALES SUR LA TRANSCRIPTION MOT À MOT (AXE DES X). AINSI, POUR CHAQUE PHRASE DE L'HOMME CENTRÉE SUR LE SUJET INITIAL, UN POINT EST ASSIGNÉ; POUR CHAQUE PHRASE QUI EN DÉVIE, UN POINT EST RETRANCHÉ. LE SCORE SUR L'AXE DES Y REPRÉSENTE LE SCORE CUMULATIF OBTENU AVEC CHAQUE NOUVELLE PHRASE. UNE CONVERSATION OÙ LE PARTENAIRE DEMEURE CONTINUELLEMENT CENTRÉ SUR LE SUJET INITIAL SERAIT DONC ILLUSTRÉE PAR UNE COURBE ASCENDANTE PARFAITE À 45°. LA COURBE REPRÉSENTANT LES CHANGEMENTS DE PHASES EST CONSTRUITE EN ASSIGNANT UN POINT À TOUTE PHRASE QUI TRAITÉ DE LA SOLUTION ET EN RETRANCHANT UN POINT À TOUTE PHRASE QUI TRAITÉ DE LA DESCRIPTION DU PROBLÈME. AINSI, UNE DISCUSSION OÙ LE PARTENAIRE NE PARLERAIT QUE DE PROBLÈMES SANS ABORDER DE SOLUTIONS SERAIT ILLUSTRÉE PAR UNE COURBE DESCENDANTE. LES FLÈCHES INDIQUENT DES POINTS DE CHANGEMENTS À L'INTÉRIEUR DES DIFFÉRENTS REGISTRES.

ON PEUT VOIR QUE LE COUPLE NON AJUSTÉ COMMENCE À UNE VITESSE D'ENGRENEMENT 0, TENTE D'ACCÉLÉRER AU COURS DES SEGMENTS SUIVANTS SANS JAMAIS VRAIMENT PRENDRE DE LA VITESSE EN COURS D'INTERACTION. POURTANT, LE DEGRÉ DE PARTICIPATION DES PARTENAIRES EST ÉLEVÉ. TOUTEFOIS, L'EXAMEN DES COMPORTEMENTS DISTINCTS MONTRÉ UNE ALTERNANCE D'UN SEGMENT À L'AUTRE: QUAND IL PARTICIPE, ELLE SE RETIRE ET QUAND ELLE PARTICIPE, IL SE RETIRE. CE PROFIL NON VERBAL EST COHÉRENT AVEC LE PROFIL DE LA PHASE OÙ, DÈS LE DÉPART, LES DEUX PARTENAIRES PARTENT DANS DES DIRECTIONS OPPOSÉES: IL PARLE D'EMBLÉE DE SOLUTIONS ALORS QU'ELLE PARLE DE PROBLÈMES. UNE DIVERGENCE PARALLÈLE S'OBSERVE DANS LE « FOCUS », OÙ, APRÈS QUELQUES MINUTES, IL CHANGE DE SUJET DE CONVERSATION ALORS QU'ELLE POURSUIT SUR LE SUJET INITIAL. CE COUPLE EST UN BEL EXEMPLE DE DYSFONCTION D'ENGRENAGE OÙ LES DEUX ROUES N'ARRIVENT PAS À S'AJUSTER. LES NIVEAUX D'ÉNERGIE RESPECTIFS SONT INCOMPATIBLES ET LES CADRES DE RÉFÉRENCE DISTINCTS.

PAR CONTRASTE, LA CONVERSATION DU COUPLE AJUSTÉ MONTRÉ UN BEL EXEMPLE D'ENGRENAGE RÉUSSI. CES DEUX PARTENAIRES COMMENCENT LEUR CONVERSATION AVEC UN BON NIVEAU D'ENGRENEMENT DÈS LE DÉPART ET CET AJUSTEMENT SE MAINTIENT DE MANIÈRE RELATIVEMENT STABLE DURANT TOUTE LA DURÉE DE L'INTERACTION, COMME S'ILS AVAIENT ATTEINT UNE VITESSE DE CROISIÈRE CONFORTABLE ET CE, MALGRÉ UNE PERTURBATION DANS LE SEGMENT OÙ LES PARTENAIRES CHANGENT DE PHASE. L'ENGAGEMENT COMPORTEMENTAL DE L'HOMME ET CELUI DE SA PARTENAIRE SE COORDONNENT HARMONIEUSEMENT, AVEC DE SOUPLES MODULATIONS DU NIVEAU D'ACTIVITÉ DE LA FEMME S'AJUSTANT À CELUI DE SON CONJOINT LORSQU'ELLE PARTICIPE DAVANTAGE. CETTE COORDINATION S'OBSERVE AUSSI DANS LE REGISTRE DES CONTENUS, OÙ LES DEUX PARTENAIRES SE SUIVENT PAS À PAS DANS LA DISCUSSION. ILS DEMEURENT CONTINUELLEMENT CENTRÉS SUR LE PROBLÈME DU CONJOINT ET LEUR PROFIL DE PHASE EST PARFAIT, AVEC ENVIRON LA MOITIÉ DU TEMPS OCCUPÉE À DISCUTER DU PROBLÈME ET L'AUTRE MOITIÉ, DE SOLUTIONS. CETTE ILLUSTRATION D'UNE CONVERSATION DE COUPLE AJUSTÉ DANS UNE SITUATION D'ENTRAIDE CONTRASTE AVEC CELLE DU COUPLE NON AJUSTÉ. L'ILLUSTRATION DU COUPLE NON AJUSTÉ SUGGÈRE UNE UTILISATION ERRATIQUE ET NON PRODUCTIVE DE L'ÉNERGIE DU COUPLE, ALORS QUE CELLE DU COUPLE AJUSTÉ SUGGÈRE UN INVESTISSEMENT D'ÉNERGIE HAUTEMENT ORIENTÉ ET PRODUCTIF.

C'est un résultat très important pour nos recherches futures. Il suggère que, outre les caractéristiques des conjoints que nous étudions, les caractéristiques sociales de leurs confidentes influent sur le type d'échange qui se déroulera. Il apparaît plus difficile pour une confidente malheureuse dans son couple, ou qui n'a jamais vécu en couple ou ne vit plus en couple, de concevoir positivement la vie de couple et d'en parler. Nos résultats suggèrent également qu'une relation conjugale est plus que la somme des interactions entre deux partenaires: elle est aussi ce que la ou le partenaire pense de cette relation, tel qu'exprimé dans sa manière d'en parler à des tiers, et dans la réaction des autres à ce qu'elle ou qu'il en dit. Il nous reste à élucider comment les partenaires choisissent leurs confidentes, si ces échanges avec les tiers influent sur la communication entre les partenaires de couple, et si oui, comment ils le font.

### CONCLUSION

Nous avons présenté quelques éléments que nous jugeons importants quant à l'état de la recherche sur les couples. Plusieurs scientifiques travaillant dans ce domaine s'accordent pour dire que les recherches traitant des relations entre la communication interpersonnelle et la santé des individus seront à l'ordre du jour de plusieurs centres de recherche en l'an 2000. Cela demande une ouverture des frontières entre la psychologie, la biologie et la médecine, disciplines qui, jusqu'à ce jour, se sont surtout développées chacune de leur côté. Le développement récent de programmes conjoints comme celui du Fonds de recherche en santé du Québec et du Conseil québécois de la recherche sociale, témoigne des changements qui sont en train de s'effectuer.

De notre point de vue de psychologue, les questions que nous entendons aborder dans un avenir immédiat visent à mieux comprendre comment le soutien social dans la relation conjugale facilite l'adaptation des partenaires à leur environnement extraconjugal. À une échelle relativement microscopique, nous voulons poursuivre la métaphore de l'engrenage et examiner le rôle de la synchronisation des comportements des conjoints dans la recherche d'une solution à un problème, surtout au moment où les partenaires parviennent à recentrer leur conversation sur le problème initial discuté après une déviation. Nous suivons un peu les leçons de l'équipe de juges qui, aux derniers Jeux olympiques d'hiver, accordaient des points aux couples de patineurs qui arrivaient à se recentrer sur le programme après une perturbation. Dévier du programme est négligeable à côté de l'habileté à y revenir.

Sur un deuxième plan, il nous apparaît absolument important de décroiser l'étude des couples par l'analyse des réseaux qui les entourent et des jeux d'influence entre les couples et les réseaux. D'une part, un examen

longitudinal des transformations du réseau en parallèle avec les transformations de la relation conjugale est nécessaire pour connaître les facteurs qui, dès le début d'une relation conjugale, augmentent la vulnérabilité des couples. D'autre part, il nous apparaît aussi crucial de décroiser l'approche exclusivement hétérosexuelle de la relation de couple. Les couples d'hommes et les couples de femmes<sup>9</sup> n'ayant généralement pas le soutien des institutions sociales, ils sont susceptibles de nous révéler des pans entiers d'un iceberg dont on n'entrevoit que la pointe.

### REMERCIEMENTS

Nous tenons à remercier le Conseil de recherches en sciences humaines (CRSH), le Conseil québécois de la recherche sociale (CQRS) et le Fonds pour la formation de chercheurs et l'aide à la recherche (FCAR) pour leur soutien financier.

### RÉFÉRENCES

- GOTTMAN, J.M. *Marital interaction; Experimental investigations*, New York, Academic Press, 1979.
- BURMAN, B., et MARGOLIN, G. «Analysis of the association between marital relationships and health problems: An interactional perspective», *Psychological Bulletin*, vol. 112, 1992, p. 39-63.
- KIECOLT-GLASER, J.K., et GLASER, R. «Interpersonal relationships and immune function», dans L.L. Carstensen et J.M. Neale, éd., *Mechanism of psychological influence on physical health*, New York, Plenum Press, 1989, p. 43-59.
- LEVENSON, R.W. et GOTTMAN, J.M. «Physiological and affective predictors of change in relationship satisfaction», *Journal of Personality and Social Psychology*, vol. 49, 1985, p. 85-94.
- BARON, R.S., CUTRONA, C.E., HICKLIN, D., RUSSEL, D.W., et LUBAROFF, D.M. «Social support and immune function among spouses of cancer patients», *Journal of Personality and Social Psychology*, vol. 59, 1990, p. 344-352.
- COHEN, S., KAPLAN, J.R., CUNNICK, J.E., MANUCK, S.B., et RABIN, B.S. «Chronic social stress, affiliation and cellular immune response in nonhuman primates», *Psychological Science*, vol. 3, 1992, p. 301-304.
- BOLGER, N., DELONGIS, A., KESSLER, R., et WETHINGTON, E. «The contagion of stress across multiple roles», *Journal of Marriage and the Family*, vol. 51, 1989, p. 175-183.
- BRONFENBRENNER, U. «Interactive systems in human development. Research paradigms: Present and future», dans N. Bolger, A. Carpi, G. Downey et M. Moorehouse, éd., *Persons in context: Developmental processes*, Cambridge University Press, 1988.
- RISMAN, B., et SCHWARTZ, P. «Sociological research on male and female homosexuality», *American Review of Sociology*, vol. 14, 1988, p. 125-147.
- MARKMAN, H.J., et NOTARIUS, C.I. «Coding marital family interaction», dans T. Jacob, éd., *Family interaction and psychopathology*, New York, Plenum Press, 1987, p. 329-389.

# QUAND LA SCIENCE SE FAIT CULTURE

Colloque international ● Montréal ● du 10 au 13 avril 1994

- Thèmes du colloque :
- Les réalités de la culture scientifique et technologie d'aujourd'hui. Où en sommes-nous? Bilan des réalisations nationales;
  - Les moyens à la disposition de la culture scientifique et technologique et les pratiques de cette culture;
  - Les acteurs de la culture scientifique et technologique;
  - Le partage du savoir et la responsabilisation démocratique;
  - Un défi à relever : un développement économique et durable.

Pour proposer une communication (date limite : **le 1<sup>er</sup> février 1994**) ou un atelier (date limite : **le 1<sup>er</sup> décembre 1993**), communiquez avec Lise Lenden, CIRST, UQAM, C.P. 8888, succ. A, Montréal, H3P 3P8, tél. : (514) 987-6975, téléc. : (514) 987-3693.

Pour proposer une activité de diffusion de la culture scientifique, communiquez le plus tôt possible avec Patrick Beaudin, tél. : (514) 873-1544, téléc. : (514) 873-4204.

## En 1993, la Fondation du Prêt d'Honneur attribue cinq bourses postdoctorales de 15 000 \$ chacune.

### Les boursiers:

#### **BEAUDOIN, MARIO**

École Polytechnique

Sujet: «Développement d'un laser et d'un modulateur optique à base de multipuits quantiques INASP/INP.»

#### **CRÉPEAU, FRANÇOIS**

Centre de recherche de l'Institut de réadaptation de Montréal

Sujet: «Développer une méthode d'évaluation de l'employabilité des personnes ayant subi un traumatisme crânien sévère.»

#### **LECLERC, RICHARD**

Carrefour Japon - Université Laval

Sujet: «Accroître la compréhension souvent ambiguë qu'ont les Québécois de leur mission au sein de la communauté internationale et de la société japonaise.»

#### **ROY, MARIE-ANDRÉE**

Institut de recherches et d'études féminines - Université du Québec à Montréal

Sujet: «Les rapports entre sexe et genre dans le champ religieux.»

#### **VAUGEOIS, PIERRE**

Institut national de recherche sur les transports et leur sécurité (INRETS) Lyon - France

Sujet: «Mise au point de nouveaux dispositifs d'alerte et de maintien de la vigilance chez les camionneurs, afin de réduire les accidents.»



FONDATION DU PRÊT D'HONNEUR

82, RUE SHERBROOKE OUEST MONTRÉAL, QC H2X 1X3 TÉLÉPHONE: (514) 843-8851

# Visions nouvelles

Le changement est désormais une donnée incontournable de notre environnement. S'il faut le gérer, il importe aussi de l'étudier afin d'en dégager les grandes tendances et d'en saisir les implications.

Mouvance des marchés, dimensions humaines et mutations dans l'organisation, gestion de la technologie, rendement sous toutes ses formes et mondialisation des marchés sont autant de sujets traités par les professeurs et les chercheurs de l'École des HEC.

Cette nécessité d'élaborer des visions nouvelles, ils y font face en adoptant une attitude proactive envers le changement, de façon à contribuer à l'accroissement des connaissances et à l'amélioration des pratiques de gestion.

## La recherche à l'École des HEC:

- la Chaire de commerce Omer DeSerres
- la Chaire de gestion des arts
- la Chaire d'entrepreneurship Maclean Hunter
- la Chaire de sciences comptables
- le Centre de gestion des coopératives
- le Centre de recherche sur les transports\*
- le Centre d'études en administration internationale
- le Centre d'études en qualité totale
- le Groupe contrôle de gestion
- le Groupe de recherche en finance
- le Groupe de recherche en image et animation par ordinateur MIRAlab
- le Groupe de recherche en systèmes d'information
- le Groupe de recherche et d'enseignement en marketing
- le Groupe de recherche sur les entreprises familiales
- le Groupe d'études et de recherche en analyse des décisions\*\*
- le Groupe d'études et de recherche sur le management et l'écologie
- le Groupe Femmes, Gestion et Entreprises
- le Groupe humanisme et gestion

\* centre conjoint: Université de Montréal, École Polytechnique, École des HEC

\*\* centre conjoint: École des HEC, École Polytechnique, Faculté d'administration de l'Université McGill

Demandez notre brochure sur la recherche:

Direction de la recherche  
École des Hautes Études Commerciales  
5255, avenue Decelles  
Montréal (Québec)  
H3T 1V6  
Tél.: (514) 340-6256

*L'esprit d'entreprise*



RECHERCHE

VINCENT F. CASTELLUCCI ET LOUIS-ÉRIC TRUDEAU

# QUELQUES SECRETS DE LA MÉMOIRE

*révélés par un escargot marin*

La mémoire est une faculté essentielle. Selon certains, l'existence même de la conscience humaine est étroitement dépendante d'une fonction mnésique intacte<sup>1</sup>. Si soudainement nous perdions la capacité de reconnaître nos proches et notre environnement immédiat, nous serions alors condamnés à vivre éternellement dans le moment présent. Il est facile de dire combien nos expériences de vie nous transforment; cependant, peu d'entre nous sont conscients que ces transformations ont une base physique: notre cerveau est chimiquement et structurellement modifié par l'apprentissage et par l'établissement de mémoires.

Quatre grandes traditions peuvent être signalées dans l'étude scientifique de la mémoire. La première, celle de la psychologie expérimentale, a comme objectif la mise en



*Le premier jour d'école, l'odeur des livres neufs, la colère d'un parent: depuis notre naissance, des souvenirs s'impriment dans notre cerveau. Ils s'installent dans la jungle de nos neurones, certains pour quelques jours, d'autres à tout jamais. Un processus fascinant qui révèle l'incroyable plasticité de notre système nerveux.*

évidence des propriétés fondamentales de la mémoire à travers l'étude des capacités et performances mnésiques de l'humain et de diverses espèces animales. La deuxième tradition regroupe les études en éthologie et en écologie comportementale, où l'on explore le rôle et la fonction de la mémoire dans les différents phyla ou groupes d'animaux. La troisième approche est représentée par les travaux en intelligence artificielle et en modélisation des réseaux neuronaux. L'objectif ici est double: mieux comprendre, d'une part, le fonctionnement du système nerveux afin de créer des ordinateurs plus puissants et efficaces et, d'autre part, prendre avantage de modélisations informatiques pour mieux comprendre le cerveau et ses capacités mnésiques. Finalement, il y a l'approche neurobiologique, dont le

VINCENT F. CASTELLUCCI  
DIRIGE LE LABORATOIRE DE  
NEUROBIOLOGIE  
ET COMPORTEMENT DE  
L'INSTITUT DE RECHERCHES  
CLINIQUES DE MONTRÉAL  
(IRCM). IL EST ÉGALEMENT  
MEMBRE DU CENTRE DE  
RECHERCHES EN SCIENCES  
NEUROLOGIQUES DE  
L'UNIVERSITÉ DE  
MONTRÉAL.  
LOUIS-ÉRIC TRUDEAU  
TERMINE SON DOCTORAT  
DANS LE LABORATOIRE DE  
M. CASTELLUCCI.

*Pendant l'apprentissage, certaines parties du système nerveux sont modifiées. Ces modifications deviennent alors les traces ou empreintes de la mémoire.*

but est de décrire les changements physiques dans le système nerveux ainsi que les mécanismes particuliers qui sont à la base de l'apprentissage et de la mémoire. C'est à cette dernière tradition que nous nous rattachons.

#### UTILISATION DES MODÈLES ANIMAUX

Tout système nerveux est composé de cellules, les neurones, qui communiquent entre elles par un code véhiculé sous forme d'impulsions électriques (influx nerveux ou potentiel d'action). Ces neurones sont reliés entre eux pour former des chaînes de communication ou réseaux qui permettent à l'organisme de recevoir et de traiter les signaux de son environnement ainsi que d'agir sur celui-ci. Tandis que certains groupes de neurones, dits « sensoriels », jouent un rôle essentiel pour la vision ou l'audition, d'autres neurones, dits « moteurs » (motoneurons), activent les muscles et interviennent dans l'exécution des mouvements. Les cellules neuronales ont

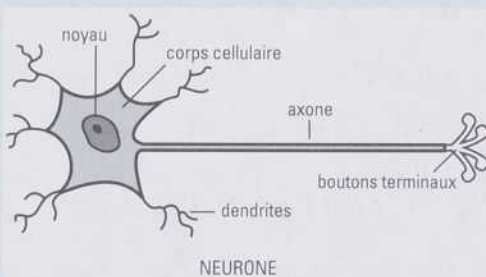
deux propriétés particulières : celle d'être excitables électriquement et celle de pouvoir produire, à la suite d'une excitation, une libération rapide de neuromédiateurs chimiques pour la communication interneuronale (*encadré*).

La plupart des neurobiologistes postulent que, pendant l'apprentissage, certaines parties du système nerveux sont modifiées. Ces modifications deviennent les traces ou empreintes de la mémoire; elles sont aussi appelées « engrammes ». Un endroit privilégié pour ces changements semble être la synapse, soit le site de contact entre deux neurones. C'est, en effet, à cet endroit que sont libérés les neuromédiateurs qui permettent la transmission de l'information à travers le cerveau. Le défi de la recherche en neurobiologie de la mémoire est donc de caractériser ces changements physicochimiques afin de comprendre les mécanismes de leur formation et de leur permanence. Quels sont les signaux cellulaires utilisés par les neurones, au cours de l'apprentissage, pour changer leur fonctionnement, leur métabolisme et leur structure?

Ultimement, il serait souhaitable de pouvoir comprendre ces mécanismes tels qu'ils existent dans le cerveau humain. Pour des raisons évidentes, cependant, les modèles expérimentaux de choix sont des modèles animaux. Une variété de modèles expérimentaux ont donc été développés. Au début du siècle, les travaux du groupe de Karl Lashley ont eu pour objectif de localiser dans le cerveau du rat des régions ou des groupes de neurones essentiels à la formation de la mémoire et au rappel des souvenirs. On a étudié les effets de diverses lésions cérébrales sur des tâches de discrimination visuelle et d'apprentissage de labyrinthes. Une des conclusions générales a été la constatation suivante: il est difficile d'attribuer

#### LE NEURONE EN BREF

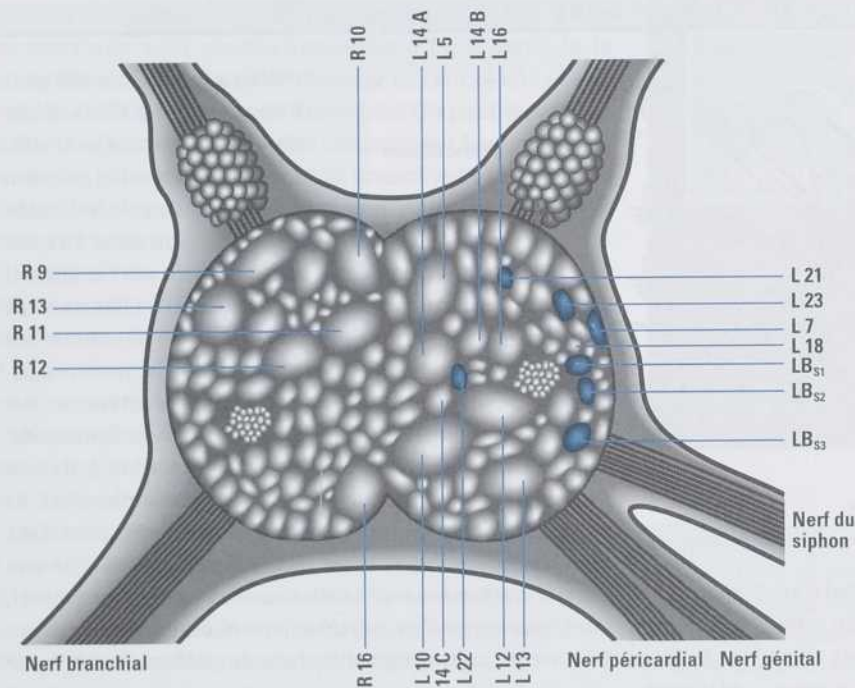
Comme toutes les autres cellules, le neurone comprend un corps cellulaire et un noyau. Il possède aussi des prolongements, les dendrites et l'axone, qui lui permettent de communiquer avec d'autres cellules. L'axone est le prolongement principal du neurone; en général, il n'en existe qu'un par cellule. Cet axone se termine par des renflements (boutons terminaux). L'influx nerveux, ou potentiel d'action, peut être considéré comme un message électrique. Il se propage le long de l'axone, généralement à partir du corps cellulaire vers les boutons terminaux. Le neurone est délimité par une membrane semi-perméable qui contient entre autres des canaux et des pompes ioniques; cela entraîne une séparation des différents ions de part et d'autre de cette membrane. L'intérieur étant électriquement plus négatif que l'extérieur, le



neurone possède donc un potentiel de repos (entre -40 mV et -70 mV pour la plupart). La polarité du neurone pouvant être modifiée, il est dit « excitable ».

Quand un neurone est excité ou stimulé, la perméabilité sélective de sa membrane est modifiée, provoquant ainsi sa dépolarisation. Lorsqu'un neurone est dépolarisé au-dessus d'un

seuil critique (en général près de -45 mV), un phénomène électrique régénératif appelé « potentiel d'action » est déclenché. Des pores membranaires perméables à l'ion sodium s'ouvrent et laissent entrer cet ion dans le neurone, d'où la phase montante du potentiel d'action (dépolarisation). Toutefois, cette dépolarisation provoque rapidement l'ouverture des pores membranaires perméables à l'ion potassium. La sortie d'ions potassium de l'intérieur du neurone vers le milieu extracellulaire entraîne alors la repolarisation de la cellule vers son niveau initial (potentiel de repos). Par ailleurs, la propagation du potentiel d'action jusqu'à la synapse, site de contact entre deux neurones, provoque la libération d'un neurotransmetteur qui pourra influencer, en se liant à des récepteurs propres, sur le potentiel électrique d'un deuxième neurone.



**FIGURE 1**  
NEURONES IDENTIFIÉS DE L'APLYSIE

VUE VENTRALE DU GANGLION ABDOMINAL DE L'APLYSIE. ON RECONNAÎT LES NEURONES PAR LEUR POSITION, LEUR DIMENSION, LEUR COLORATION, LEUR ACTIVITÉ ÉLECTRIQUE ET LEURS PROPRIÉTÉS PHARMACOLOGIQUES. IL Y A ENVIRON 2 000 NEURONES DANS CE GANGLION ET PLUSIEURS D'ENTRE EUX PEUVENT ÊTRE IDENTIFIÉS INDIVIDUELLEMENT D'UN ANIMAL À L'AUTRE, DANS CETTE CARTE SIMPLIFIÉE, CERTAINS NEURONES IDENTIFIÉS SONT ILLUSTRÉS. PAR EXEMPLE, LE NEURONE L10 INTERVIENT DANS LE CONTRÔLE DU RYTHME CARDIAQUE; LE NEURONE L14 DANS L'ÉJECTION D'UN JET D'ENCRE (MÉCANISME DE DÉFENSE) ET LE NEURONE L5 EST UN NEURONE PEPTIDERGIQUE QUI PARTICIPE AU CONTRÔLE DU SYSTÈME VASCULAIRE. QUELQUES-UNS DES NEURONES DU RÉFLEXE DU RETRAIT DE LA BRANCHE SONT INDIQUÉS EN COULEUR (L21, L23, L7, L22, LBS1, LBS5, LBS3).

à une seule région du cerveau ou à un seul groupe de neurones le titre de «organe de la mémoire», même si l'on a pu observer que certaines structures du cerveau, comme la région de l'hippocampe, étaient importantes pour certains types d'apprentissage<sup>2,3</sup>.

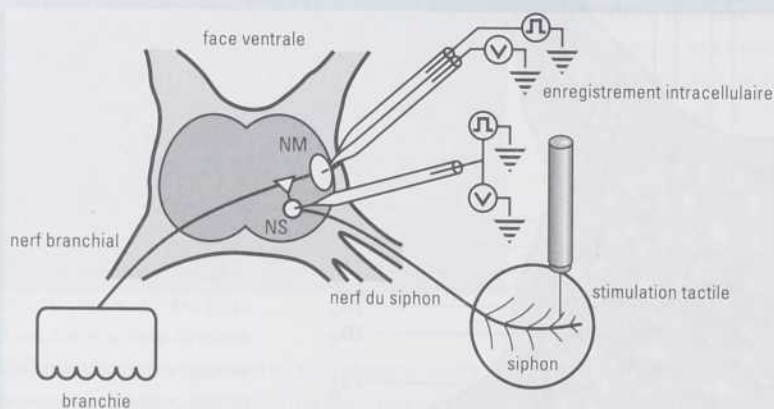
Aujourd'hui, la plupart des chercheurs estiment que la mémoire est distribuée dans plusieurs régions du cerveau; cette constatation a amené plusieurs neurobiologistes à utiliser des modèles expérimentaux plus simples. Selon ces derniers chercheurs, le modèle idéal devrait permettre la démarche suivante: 1 - l'animal devrait pouvoir effectuer une tâche simple qui puisse être modifiée par l'expérience (apprentissage élémentaire); 2 - le réseau de neurones directement en cause dans cette tâche devrait être caractérisé en détail; 3 - les neurones et les synapses du circuit où ont lieu les changements physiologiques associés à l'apprentissage ou à la modification du comportement, devraient pouvoir être identifiés; 4 - après avoir reconnu les modifications importantes, on devrait finalement chercher à décrire les mécanismes cellulaires et moléculaires qui les sous-tendent. Chez les vertébrés, les neurobiologistes ont souvent choisi de limiter leurs études à une région donnée du cerveau ou à un système défini, comme la vision ou l'olfaction. Plusieurs types d'observations ont pu se faire *in vitro* sur des tranches de cerveau où une grande partie de certains circuits neuronaux reste relativement intacte. Cette possibilité a permis d'étudier dans des conditions précises et contrôlées certains changements neurophysiologiques importants qui pourraient être à la base de la modulation ou de la plasticité synaptique, lesquelles sous-tendent la formation de mémoires.

Toutefois, comme pour beaucoup de questions fondamentales en biologie, on a utilisé les invertébrés pour étudier les mécanismes de la mémoire. Grâce à la simplicité relative du système nerveux de ces animaux, on a pu établir des modèles expérimentaux qui se rapprochent beaucoup du modèle idéal décrit précédemment. De plus, les neurones du système nerveux de ces animaux ont des propriétés biophysiques qui sont les mêmes que celles des vertébrés. La plupart des neuromédiateurs utilisés sont les mêmes dans les deux groupes (acétylcholine, glutamate, sérotonine, etc.). Il faut se rappeler que plusieurs grandes découvertes en ce qui concerne les propriétés fondamentales du système nerveux ont été effectuées chez les invertébrés. Ainsi, les premières analyses du potentiel d'action et de sa conduction dans les fibres nerveuses ont été faites sur l'axone géant du calmar. Des phénomènes fondamentaux comme l'inhibition latérale dans le système visuel ont été découverts chez un autre invertébré, la limule. Ces observations illustrent très bien le fait que, malgré la grande diversité du monde vivant, on trouve des solutions communes dans beaucoup d'espèces animales. Il est donc logique de supposer que beaucoup de mécanismes cellulaires et de principes d'organisation du système nerveux, et donc de la mémoire, sont communs aux vertébrés et aux invertébrés.

• **L'APLYSIE COMME MODÈLE EXPÉRIMENTAL**

L'animal que nous avons choisi pour nos travaux est l'escargot marin nommé «aplysie» ou *Aplysia californica*<sup>4</sup>. Ce mollusque vit sur le littoral des mers tempérées.

L'activité électrique des neurones sollicités dans le réflexe peut être mise en évidence par des enregistrements intracellulaires: de fines microélectrodes de verre (moins de 2  $\mu\text{m}$  à la pointe) sont insérées, à l'aide de micromanipulateurs, à l'intérieur du corps cellulaire d'un neurone reconnu visuellement au microscope. La stimulation tactile du siphon active les terminaisons mécanoréceptrices d'un neurone sensoriel. Un potentiel d'action se propage



alors le long de l'axone qui est dans le nerf du siphon. Ce potentiel d'action, qui peut être mesuré à l'aide d'une microélectrode au niveau du corps cellulaire du neurone sensoriel (NS), arrive aux boutons terminaux et induit la sécrétion du neurotransmetteur qui excitera le neurone moteur

(NM). La réponse du NM peut être mesurée à l'aide d'une deuxième microélectrode. Lorsqu'un potentiel d'action est généré dans un NM, celui-ci se propage dans l'axone situé dans le nerf branchial pour exciter l'un des muscles de la branchie et induire une contraction. De tels enregistrements permettent de mesurer directement la transmission d'information à travers un petit réseau neuronal. Ils peuvent être effectués dans le système nerveux d'un animal intact, dans le système nerveux disséqué et isolé d'un animal, ou même sur des neurones isolés individuellement du système nerveux et maintenus en vie en culture primaire dans de petites chambres de plastique.

On en connaît environ 700 espèces, réparties dans tous les coins de la planète. Herbivore, l'aplysie dépose ses œufs sur des algues qui contiennent des facteurs provoquant la métamorphose de ses larves. Son cycle de vie dure en moyenne deux ans.

Le système nerveux central de l'aplysie est composé de dix ganglions principaux (amas de cellules nerveuses). Ces ganglions sont reliés entre eux de même qu'avec les organes sensoriels et musculaires de la périphérie. Il y a au total environ 10 000 neurones; plusieurs de ces neurones sont géants (100 à 1000  $\mu\text{m}$  de diamètre) et individuellement identifiables d'un animal à l'autre (figure 1). On peut donc faire des cartes de référence en indiquant l'emplacement de ces neurones et en distinguant leur taille moyenne, leur couleur, leurs propriétés électriques et leur action sur d'autres neurones du système nerveux ou sur la périphérie. Il est donc possible d'étudier chez cet invertébré un comportement réflexe simple et de connaître les éléments neuronaux essentiels à son exécution.

Ce mollusque était bien connu des anciens. Aristote, chez les Grecs et Pline l'Ancien, chez les Romains, le mentionnent dans leurs écrits sur l'histoire naturelle. La première monographie importante sur le genre *Aplysia* a été écrite en 1817 par Georges Cuvier, un des grands précurseurs de la biologie moderne. Au début du siècle, le physiologiste allemand Jordan utilisa cet escargot pour étudier les propriétés des fibres musculaires non squelettiques. Dans les années 1940, Angélique Arvanitaki, qui travaillait alors à la station zoologique de Monaco, fit des études sur l'excitabilité membranaire chez l'aplysie. Plus tard, Ladislav Tauc, de l'Institut Marey en France, utilisa

les cellules géantes de ce mollusque pour étudier les propriétés biophysiques des neurones et la transmission synaptique entre les cellules nerveuses. Dans les années 1960, Eric Kandel, qui avait travaillé chez Tauc, adopta l'aplysie comme sujet pour ses études sur les mécanismes de l'apprentissage. De nos jours, en plus de son utilisation en neurobiologie de la mémoire, l'aplysie sert comme modèle animal de choix pour l'étude de plusieurs phénomènes en biologie fondamentale, comme la synthèse et la maturation de neuropeptides, la génération des rythmes par des circuits neuronaux, l'étude des propriétés fondamentales des canaux ioniques membranaires ainsi que l'étude du phénomène de la satiété, pour n'en nommer que quelques-uns.

Les avantages techniques liés à l'utilisation du système nerveux de l'aplysie sont nombreux. D'une part, la grande taille du corps cellulaire des neurones facilite les études utilisant les techniques de l'électrophysiologie intracellulaire. D'autre part, ces neurones identifiables peuvent être facilement étudiés soit dans le système nerveux intact, soit à l'état isolé en culture primaire. C'est ce que nous allons illustrer en résumant nos travaux sur le réflexe de retrait de la branchie et du siphon de l'aplysie.

#### ÉTUDE D'UN RÉFLEXE CHEZ L'APLYSIE

L'organe respiratoire de l'aplysie est la branchie. La circulation de l'eau oxygénée sur cet organe est facilitée par une structure du manteau appelée « siphon ». Un léger toucher du siphon peut déclencher le réflexe de retrait de la branchie et du siphon lui-même; ces organes se contractent pendant quelques secondes à la suite

de cette stimulation tactile. L'amplitude et la durée des contractions sont proportionnelles à l'intensité de la stimulation tactile. On peut observer ce réflexe chez l'animal intact libre ou en liberté restreinte. On peut aussi simplifier le système en prélevant uniquement les parties essentielles, à savoir le siphon, la branchie et le ganglion abdominal, lequel contient les neurones responsables de la composante centrale de ce réflexe.

Ce réflexe est modifiable par l'apprentissage. Si l'on applique au siphon la même stimulation tactile à intervalle régulier — une par minute, par exemple —, l'amplitude et la durée de la contraction diminuent graduellement<sup>5</sup>. On dit alors qu'il y a « habituation » du réflexe. C'est une forme simple d'apprentissage présente chez tous les animaux dotés d'un système nerveux. Après une session de 10 stimuli, l'habituation peut durer plusieurs dizaines de minutes. On parle alors de « mémoire à court terme ». Si l'on répète la même session pendant quatre jours consécutifs, on peut observer une atténuation ou habituation du réflexe qui peut durer jusqu'à trois semaines. Il y a alors formation de « mémoire à long terme ».

Un autre type d'apprentissage qui peut entraîner une modification de ce réflexe est appelé « sensibilisation ». C'est en quelque sorte l'inverse de l'habituation, car on observe une augmentation de l'amplitude ainsi que de la durée des contractions de la branchie et du siphon. On peut, par exemple, évoquer le réflexe de retrait par une faible stimulation tactile du siphon (stimulation témoin). Par la suite, on applique une stimulation de renforcement en activant un réseau de neurones facilitateurs de ce réflexe. Ces neurones peuvent être activés indirectement par une stimulation tactile de la tête, de la queue ou du siphon de l'aplysie. Après cette stimulation de renforcement, la réponse à la stimulation témoin est plus forte. C'est une autre forme d'apprentissage simple, qu'on appelle « déshabitude » si le réflexe a été préalablement habitué, ou sensibilisation s'il n'y a pas eu d'habituation préalable. Comme l'habituation, ces effets peuvent durer plus ou moins longtemps selon le type d'entraînement. La sensibilisation à court terme peut durer quelques dizaines de minutes; celle à long terme, plusieurs semaines.

Finalement, on peut aussi observer une forme plus complexe d'apprentissage appelée « conditionnement classique » ou « de Pavlov ». Il s'agit de présenter les stimulations témoins en faisant suivre immédiatement chacune d'entre elles par de faibles stimulations de renforcement qui ne provoquent pas en elles-mêmes de sensibilisation. Toutefois, après une série plus ou moins longue de pairages, la stimulation témoin peut être amenée à induire une contraction réflexe considérablement plus grande que si elle avait été non pairée. Nous sommes donc en présence d'un réflexe qui peut changer à la suite des apprentissages, pour des périodes plus ou moins longues. Ces types d'apprentissages sont très généraux et se retrouvent chez toutes les espèces animales. Ils sont à la base d'ap-

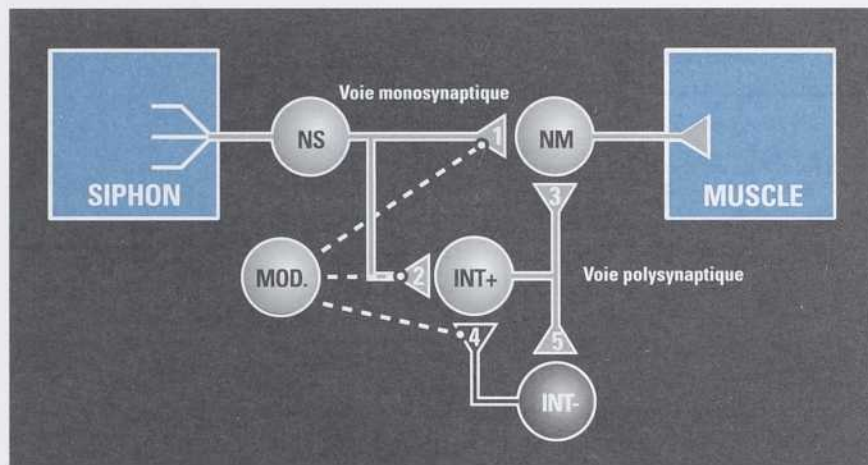


FIGURE 2

## SCHÉMA SIMPLIFIÉ DU RÉSEAU DES NEURONES DU RÉFLEXE

LES NEURONES SENSORIELS (NS) ACHÈMENT LE MESSAGE TACTILE DU SIPHON, EN PÉRIPHÉRIE, VERS LE SYSTÈME NERVEUX CENTRAL. ILS COMMUNIQUENT DIRECTEMENT AVEC LES NEURONES MOTEURS (NM) QUI FONT MOUVOIR LA BRANCHIE ET LE SIPHON (MUSCLE) : C'EST LA VOIE MONOSYNAPTIQUE (1). LES NEURONES SENSORIELS COMMUNIQUENT AUSSI AVEC DES INTERNEURONES EXCITATEURS (INT+, 2); CES DERNIERS EXCITENT À LEUR TOUR LES MOTONEURONES (3) ET DES INTERNEURONES INHIBITEURS (INT-, 5), QUI PRODUISENT UNE INHIBITION RÉCURRENTE (4) SUR LES INTERNEURONES EXCITATEURS. CES INTERNEURONES FORMENT UNE PARTIE DE LA VOIE POLYSYNAPTIQUE DU RÉFLEXE. FINALEMENT, LES NEURONES MODULATEURS (MOD.) VIENNENT CHANGER L'EFFICACITÉ DE LA TRANSMISSION SYNAPTIQUE ENTRE LES DIVERS NEURONES DU CIRCUIT. PENDANT LA FACILITATION DU RÉFLEXE, LA TRANSMISSION SYNAPTIQUE ENTRE LES NEURONES SENSORIELS, LES NEURONES MOTEURS ET LES INTERNEURONES EXCITATEURS EST AUGMENTÉE. LA TRANSMISSION SYNAPTIQUE ENTRE LES INTERNEURONES INHIBITEURS ET LES NEURONES EXCITATEURS EST EN MÊME TEMPS DIMINUÉE. LA RÉSULTANTE DE CES MODULATIONS EST QUE LES NEURONES MOTEURS SONT PLUS EXCITÉS; CELA ENTRAÎNE UNE PLUS GRANDE CONTRACTION MUSCULAIRE.

prentissages plus complexes. La stratégie que nous avons adoptée est donc de tenter de déterminer quels neurones sont en cause dans ce réflexe pour ensuite décrire les modifications de la transmission synaptique qui surviennent dans ce réseau neuronal au cours de l'apprentissage.

Le réseau de neurones responsables du réflexe de retrait comprend quatre groupes de neurones sensoriels, ou mécanorécepteurs, qui sont excités quand le manteau, le siphon, la branchie ou la cavité branchiale de l'aplysie sont stimulés. Les corps cellulaires de ces neurones sensoriels sont situés dans le ganglion abdominal, partie du système nerveux central où sera également acheminé le message tactile perçu en périphérie (*encadré*). Les motoneurons centraux, qui font mouvoir la branchie et le siphon, sont aussi situés dans le ganglion abdominal; on en connaît au delà d'une vingtaine. Quand la peau du siphon, par exemple, est touchée, les terminaisons mécanoréceptrices d'un neurone sensoriel sont stimulées. Un potentiel d'action (influx nerveux) se propage le long de l'axone qui est dans le nerf du siphon. Ce potentiel d'action arrive aux boutons terminaux et induit la sécrétion du neuromédiateur qui excitera le neurone moteur. Le potentiel d'action de ce dernier se propage dans l'axone situé dans le nerf branchial pour exciter le muscle de la branchie. Cette excitation induira une contraction de la branchie.

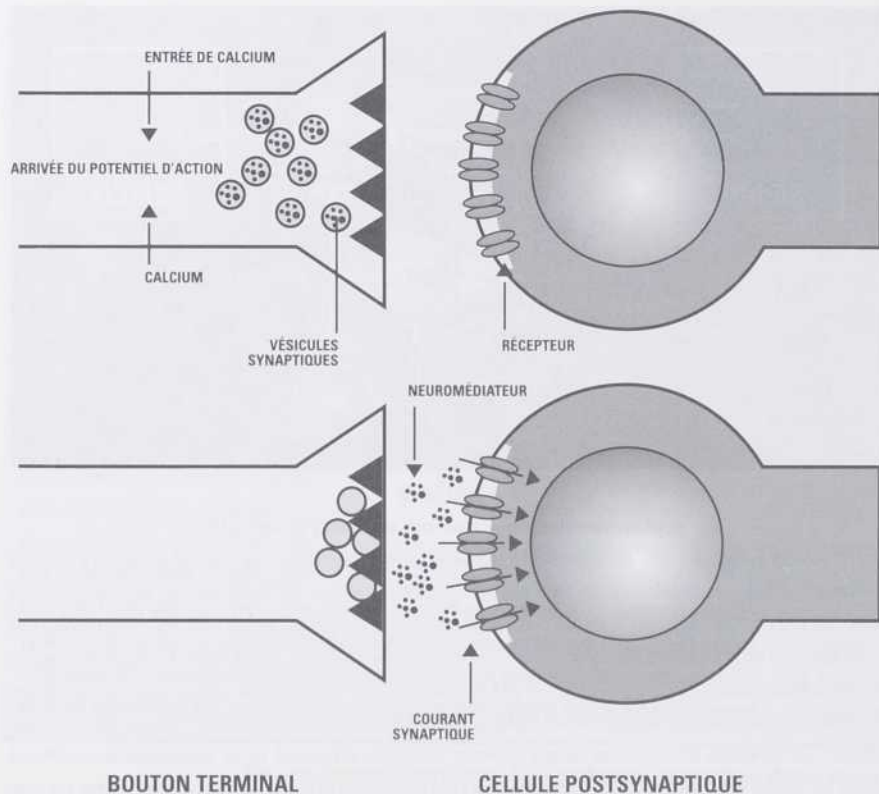


FIGURE 3

MÉCANISME DE LIBÉRATION DU NEUROMÉDIATEUR À LA SYNAPSE

L'ARRIVÉE DU POTENTIEL D'ACTION DÉPOLARISE LA MEMBRANE DU BOUTON TERMINAL DU NEURONE PRÉSYPNAPTIQUE. CETTE DÉPOLARISATION FAIT OUVRIR DES CANAUX IONIQUES QUI LAISSENT ENTRER DES IONS CALCIUM DANS LE BOUTON, DÉCLENCHANT AINSI LA SÉCRÉTION DU NEUROMÉDIATEUR CONTENU DANS DES VÉSICULES SYNAPTIQUES (A). LE NEUROMÉDIATEUR PASSE ALORS DANS L'ESPACE EXTRACELLULAIRE POUR SE LIER À DES RÉCEPTEURS PROPRES SITUÉS SUR LA MEMBRANE DES NEURONES POSTSYNAPTIQUES. CETTE LIAISON INDUIT UN CHANGEMENT DE CONFORMATION DU RÉCEPTEUR, CELUI-CI LAISSE PASSER, PAR L'OUVERTURE D'UN PORE IONIQUE QUI LUI EST ASSOCIÉ, DIFFÉRENTS TYPES D'IONS (COURANT SYNAPTIQUE). IL S'ENSUIT UNE DÉPOLARISATION DU NEURONE POSTSYNAPTIQUE, APPELÉE «POTENTIEL POSTSYNAPTIQUE EXCITATEUR» (PPSE).

On a décrit également plusieurs interneurons excitateurs, inhibiteurs et modulateurs qui sont intercalés entre les neurones sensoriels et les neurones moteurs (figure 2). Les interneurons excitateurs, activés par les neurones sensoriels, amplifient le message qui arrive aux motoneurons. Quant aux interneurons inhibiteurs, bien que leur rôle soit présentement moins bien caractérisé que celui des autres neurones du circuit, ils semblent intervenir dans des boucles d'inhibition récurrente qui contrôlent la décharge des interneurons excitateurs. Finalement, les neurones modulateurs viennent changer l'efficacité de la transmission synaptique entre les divers neurones du circuit. Ainsi, pendant la facilitation du réflexe, la transmission entre les neurones sensoriels et les neurones moteurs ainsi qu'entre les neurones sensoriels et les interneurons excitateurs, est augmentée. La transmission synaptique entre les interneurons inhibiteurs et les neurones

excitateurs est en même temps diminuée. La résultante de ces modulations est que les neurones moteurs sont plus excités, ce qui entraîne une plus grande contraction musculaire.

Même si ce réseau neuronal est relativement simple, des changements potentiels en plusieurs de ses sites pourraient expliquer des processus d'apprentissage comme l'habituation et la sensibilisation. Pour déterminer les endroits où ont lieu les modifications importantes, nous avons effectué des enregistrements intracellulaires des différents types de cellules nerveuses en cause. Nous avons tenté de mettre en évidence des changements en ce qui concerne la transmission synaptique entre les neurones sensoriels, les neurones moteurs et les interneurons du réseau à la suite des protocoles d'apprentissage.

MODIFICATIONS SYNAPTIQUES ET APPRENTISSAGE

Chez l'aplysie comme chez toutes les espèces vivantes, la communication entre les neurones s'effectue par des changements brefs de potentiel électrique. Dans le cas du réflexe qui nous intéresse, le potentiel d'action, engendré par la stimulation du siphon, dépoliarise la membrane des boutons terminaux du neurone sensoriel. Cette dépoliarisation fait ouvrir des canaux ioniques qui laissent entrer des ions calcium dans le bouton, déclenchant ainsi la sécrétion du neuromédiateur contenu dans des vésicules synaptiques (figure 3). Le neuromédiateur passe alors dans l'espace extracellulaire pour se lier à des récepteurs propres situés sur la membrane des neurones postsynaptiques (motoneurons ou interneurons excitateurs). Cette liaison induit un changement de conforma-



tion du récepteur; celui-ci laisse passer différents types d'ions (courant synaptique). Il s'ensuit une dépoliarisation du neurone postsynaptique, appelée «potentiel postsynaptique excitateur» (PPSE).

La sommation de plusieurs PPSE peut dépoliariser suffisamment le neurone postsynaptique pour qu'à son tour il puisse produire un potentiel d'action. Dans le cas d'un motoneuron, la propagation du potentiel d'action jusqu'à ses terminaisons sur les cellules musculaires de la bran-

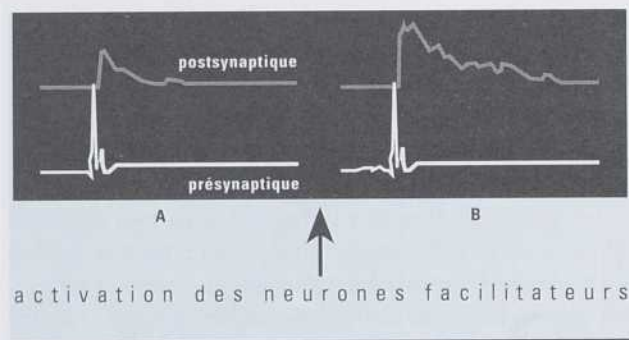
chie pourra induire la contraction de cet organe et ainsi compléter la boucle réflexe.

La libération de neuromédiateurs entre deux neurones peut également conduire à une hyperpolarisation, c'est-à-dire à une inhibition du neurone postsynaptique. On parle alors de « potentiel postsynaptique inhibiteur » (PPSI). Les interneurons inhibiteurs produisent ainsi des PPSI sur les interneurons excitateurs. Fait à noter, la nature excitatrice ou inhibitrice d'une synapse dépend du type de récepteur postsynaptique et non pas du neuromédiateur.

En utilisant différents types de préparations expérimentales, on a pu enregistrer « intracellulairement » l'activité électrique des neurones sensoriels et moteurs ainsi que des interneurons pendant l'habituation et la sensibilisation du réflexe. La modification de la transmission synaptique à plusieurs sites du réseau neuronal a donc pu être étudiée. Une de nos conclusions est que le PPSE évoqué dans les motoneurons par les neurones sensoriels est diminué pendant l'habituation et augmenté pendant la sensibilisation (figure 4). Cette même synapse est modifiée non seulement pendant l'habituation et la sensibilisation de courte durée, mais aussi de façon plus permanente au cours d'un apprentissage de longue durée. Si, par exemple, on entraîne des animaux pendant quelques jours soit pour les habituer, soit pour les sensibiliser, et que l'on compare l'amplitude moyenne des PPSE des animaux sensibilisés et habitués avec celle des PPSE des animaux témoins, on peut observer que les PPSE sont deux fois plus grands parmi les animaux sensibilisés alors qu'ils sont généralement non détectables chez les sujets habitués. Il ressort de ces observations que la transmission synaptique entre les neurones n'est jamais fixe; son efficacité est changée à la suite d'un apprentissage.

La diminution et la facilitation de la transmission synaptique entre les neurones sensoriels et moteurs que l'on observe *in situ* dans le système nerveux, peuvent être étudiées *in vitro*. On peut dissocier les neurones sensoriels et moteurs, puis les placer par couple dans un petit récipient en présence d'un milieu extracellulaire approprié. Les synapses se reforment et se comportent alors comme dans le système nerveux intact. L'amplitude du PPSE est diminuée quand on stimule intracellulairement le neurone sensoriel de façon répétée et elle est augmentée par la sérotonine, un des neuromédiateurs libérés par les neurones facilitateurs qui sont normalement activés au moment de la sensibilisation. Là encore, il est possible de faciliter la synapse pour une période brève ou longue selon le protocole.

Il faut souligner que, jusqu'à ce jour, la plupart des travaux physiologiques et histologiques ont porté sur les synapses entre les neurones sensoriels et les neurones moteurs (voie monosynaptique). Cette partie du réseau de neurones est importante, mais n'explique pas tout le réflexe. Dans nos expériences récentes, nous avons es-



**FIGURE 4**  
FACILITATION DE LA TRANSMISSION SYNAPTIQUE ENTRE UN NEURONE SENSORIEL ET UN NEURONE MOTEUR  
COMME ON PEUT LE VOIR SUR CET ENREGISTREMENT, LE POTENTIEL D'ACTION DU NEURONE SENSORIEL STIMULÉ INTRACELLULAIREMENT ÉVOQUE UN POTENTIEL POSTSYNAPTIQUE EXCITATEUR DANS LE MOTONEURONE (A). PAR LA SUITE, SI L'ON STIMULE PRÉALABLEMENT DES NEURONES FACILITATEURS (FLÈCHE), LE MÊME NEURONE SENSORIEL ÉVOQUE UNE PLUS GRANDE RÉPONSE POSTSYNAPTIQUE DANS LE NEURONE MOTEUR (B). ON REMARQUE ÉGALEMENT DANS CETTE RÉPONSE UNE SÉRIE D'INFLÉXIONS QUI INDIQUENT UNE ACTIVATION ACCRUE D'INTERNEURONES EXCITATEURS INTERCALÉS ENTRE LE NEURONE SENSORIEL ET LE NEURONE MOTEUR (CALIBRATION: VERTICALEMENT 8 mV ET 15 mV; HORIZONTALEMENT 100 ms).

timé que plus de 75 p. cent de l'afférence sensorielle qui se rend aux motoneurons à la suite d'une stimulation tactile du siphon provient, de fait, de l'activation des interneurons excitateurs (voie polysynaptique)<sup>6</sup>.

Nous nous sommes alors demandé si, pendant l'apprentissage, certaines synapses de la voie polysynaptique étaient changées. Nos travaux ont mis en évidence certaines modifications de la transmission interneuronale qui semblent jouer un rôle déterminant dans la sensibilisation à court terme du réflexe de retrait de la branchie et du siphon<sup>7</sup>. Cette modification de la transmission synaptique est localisée aux jonctions synaptiques entre les interneurons inhibiteurs et les interneurons excitateurs. Comme nous l'avons mentionné plus haut, les interneurons inhibiteurs ont un rôle important à jouer dans le contrôle du taux de décharge des interneurons excitateurs à la suite de la stimulation tactile du siphon. Nous avons observé qu'après l'activation des voies sensibilisatrices, l'amplitude des potentiels postsynaptiques inhibiteurs (PPSI) produits par les interneurons inhibiteurs sur les interneurons excitateurs était diminuée. La diminution de l'inhibition récurrente permet alors une augmentation du taux de décharge (potentiel d'action) des interneurons excitateurs. Ces derniers peuvent alors activer plus efficacement les motoneurons et évoquer un plus grand réflexe de retrait. Pour l'instant, il n'y a pas de données sur la modulation à long terme de cette importante partie du circuit neuronal.

#### QUELQUES MÉCANISMES CELLULAIRES ET MOLÉCULAIRES

Nous croyons que des modifications de l'efficacité de la transmission synaptique telles que nous venons de les décrire se produisent dans plusieurs des synapses de notre cerveau quand nous apprenons ou oublions de nouveaux faits ou de nouvelles tâches. Quels sont alors les mécanismes responsables de la diminution ou de la facilitation synaptique quand le réflexe est habitué ou sensibilisé? Quels sont les messages cellulaires qui indiquent aux neurones sensoriels de changer une partie de leur structure pour établir une trace plus permanente de mémoire? En adoptant une approche multidisciplinaire qui

combine l'électrophysiologie, la biochimie, la pharmacologie et la biologie moléculaire, on a pu proposer un modèle de la facilitation synaptique.

La libération de neuromédiateurs par les neurones a besoin de calcium pour s'effectuer. Quand un potentiel d'action engendré dans le corps cellulaire d'un neurone arrive jusqu'aux boutons terminaux où a lieu la libération du neuromédiateur, les boutons sont dépolarisés, ce qui provoque l'ouverture des canaux sensibles à la tension électrique (voltage) et perméables aux ions calcium. Comme il y a plus d'ions calcium libres dans le milieu extracellulaire que dans le milieu intracellulaire, le calcium entre dans la cellule (courant entrant de calcium), ce qui déclenche le processus de la libération du neuromédiateur. Tous les détails de ce mécanisme de libération ne sont pas connus, mais il est bien établi que l'entrée des ions calcium est essentielle. Il est donc naturel de penser que si l'entrée du calcium dans les boutons terminaux est modifiée ou si la quantité d'ions calcium libres dans le milieu extracellulaire est changée, on doit s'attendre à ce que la transmission synaptique soit modifiée.

La séquence des événements cellulaires qui mènent à la facilitation synaptique est complexe et ce n'est qu'indirectement qu'elle fait intervenir une modification de l'entrée des ions calcium. Le modèle courant peut se résumer comme suit. Au moment de la sensibilisation, des neurones

de la cellule, par les canaux potassiques, permet la repolarisation de la membrane cellulaire, la réduction des courants potassiques a pour effet de prolonger la durée pendant laquelle la membrane cellulaire est dépolarisée. Le champ électrique transmembranaire peut donc agir plus longtemps sur les canaux calciques. Le résultat final est qu'il y a une plus grande quantité d'ions calcium qui entre dans le neurone sensoriel au passage de chaque potentiel d'action. La transmission synaptique, qui dépend du calcium, est ainsi augmentée. Il faut souligner que ce type de modulation ne semble pas faire intervenir une modification des propriétés du canal calcique lui-même.

Ce que nous avons décrit est une des deux cascades biochimiques affectant ces neurones. La deuxième cascade fait intervenir une autre kinase, la protéine kinase C, qui est dépendante du calcium et d'un autre second messenger appelé « diacylglycérol ». Cette chaîne d'événements ne change pas la durée du potentiel d'action, mais semble moduler le processus de libération du neuromédiateur lui-même. Le résultat est encore une fois une augmentation du PPSE. Selon les cas, une des deux cascades biochimiques peut devenir plus importante que l'autre<sup>8</sup>.

Il est intéressant de noter qu'il existe une dichotomie entre les modulations à court terme et à long terme que nous observons dans le réseau neuronal du réflexe de retrait. La facilitation à court terme du réflexe n'est pas affectée quand la synthèse de certaines protéines (ou de l'ARN messager codant la synthèse de ces protéines) est bloquée par des inhibiteurs. Les mêmes inhibiteurs bloquent pourtant la modulation à long terme<sup>9</sup>. Cela veut dire que, pour passer d'une trace mnésique de courte durée à une trace plus permanente, le taux de synthèse et la proportion relative de certaines protéines doivent être modifiés. Ces résultats suggèrent aussi une possibilité de restructuration dans le système nerveux à la suite de l'apprentissage. Cette idée n'est pas nouvelle puisqu'au début du siècle, S. Ramon y Cajal et E. Tanzi, entre autres, ont postulé que la persistance de la mémoire était due à des changements structuraux et que ces changements étaient analogues aux phénomènes qui se produisent au cours du développement. Ces théories étaient difficiles à confirmer ou à infirmer dans le passé, mais elles sont devenues vérifiables grâce à l'utilisation du genre de modèle animal que nous avons choisi.

#### MÉMOIRE À LONG TERME ET CHANGEMENTS MORPHOLOGIQUES

C.H. Bailey et M. Chen furent les premiers à observer que des changements morphologiques étaient détectables dans le système nerveux de l'aplysie à la suite de l'apprentissage<sup>10</sup>. Dans une première série d'expériences, ils ont analysé trois groupes d'aplysies: témoins, habituées à long terme et sensibilisées à long terme. Après

*Il existe une dichotomie entre les modulations à court et à long terme observées dans le réseau neuronal du réflexe de retrait.*

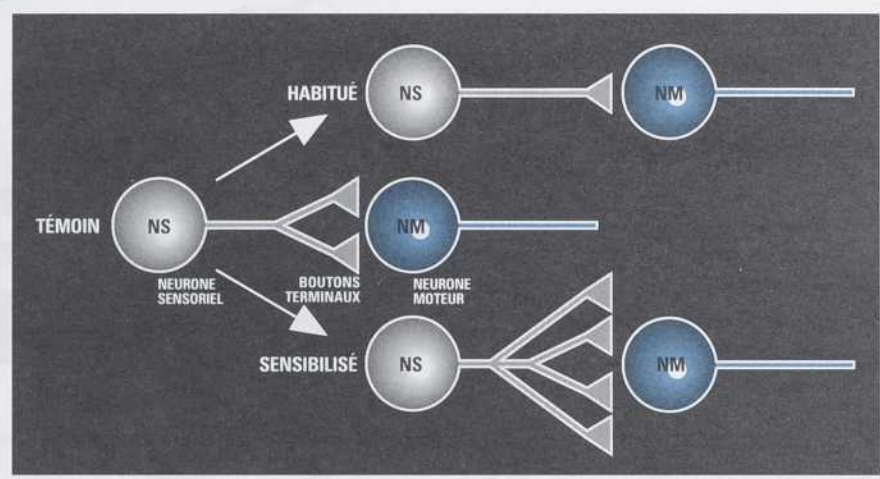
facilitateurs du circuit neuronal sont activés. Certains d'entre eux libèrent de la sérotonine, d'autres un petit peptide appelé « SCP ». Ces substances interagissent avec des récepteurs des neurones sensoriels. Ces récepteurs sont, pour leur part, couplés à une enzyme, l'adénylate cyclase, dont l'activité catalytique induit une élévation du taux d'adénosine monophosphate (AMP) cyclique, un second messenger intracellulaire important. Ce second messenger déclenche alors une cascade biochimique. Il active une autre enzyme, une protéine kinase (kinase de type A) qui phosphoryle ou place un groupement phosphate sur certaines protéines qui forment les canaux ioniques. La structure tridimensionnelle de ces protéines et leurs propriétés sont ainsi modifiées. En particulier, un des effets de la kinase A dans le neurone sensoriel est de modifier les propriétés de trois types de canaux perméables au potassium. La phosphorylation rend leur ouverture moins probable. Or, comme la sortie du potassium

l'entraînement, ils ont isolé le système nerveux de ces trois groupes. Ils ont ensuite effectué des coupes sériées d'un neurone sensoriel marqué chez chaque animal, pour observation en microscopie électronique. Ces chercheurs ont observé que chez les animaux sensibilisés, le nombre de boutons terminaux (extrémités de prolongements neuronaux) avait presque doublé, que le nombre de zones actives (régions où s'effectue la libération du neuromédiateur) dans les boutons terminaux avait augmenté et finalement, que les zones actives étaient plus grandes (figure 5). Chez les animaux habitués, des résultats inverses ont été observés : moins de boutons, moins de zones actives et de plus petites dimensions. Ces résultats ont été corroborés dans le système *in vitro*. Ce qu'on doit retenir, et ceci est extraordinaire, c'est que la structure des neurones n'est pas fixe : elle peut effectivement changer à la suite de stimulations physiologiques pendant l'apprentissage et la formation de la mémoire. Le système nerveux semble ainsi se reconfigurer continuellement sous l'influence du milieu et des expériences quotidiennes.

Les modifications à long terme nécessitent donc la synthèse de protéines qui participeront à des changements physiologiques ou structuraux plus permanents. En comparant des extraits de protéines du système nerveux d'animaux témoins avec ceux d'animaux entraînés, on a effectivement observé que la quantité relative de certaines protéines était changée, certaines d'entre elles étant des phosphoprotéines. Il reste à caractériser ces protéines, à établir leur rôle dans la physiologie neuronale et à analyser leur mode de régulation. Il y a, en toute probabilité, plusieurs vagues d'expression de protéines qui sont cruciales pour la formation de traces mnésiques de longue durée. Un premier groupe de protéines déclencherait le ou les programmes de changements subséquents<sup>11</sup>.

On possède déjà quelques idées sur certaines des cascades biochimiques intervenant dans la mémoire à long terme. En plus d'induire la phosphorylation de certains canaux potassiques, l'activation de la protéine kinase A pourrait induire la phosphorylation de certains facteurs de transcription connus comme la protéine CREBP<sup>12</sup>. Cette protéine peut se lier à des endroits particuliers sur l'ADN pour réguler le taux de transcription de certains gènes. L'activation de tels facteurs pourrait permettre de moduler la transcription de gènes de protéines qui ont un rôle à jouer dans la détermination de l'efficacité de la libération du neuromédiateur, dans la formation de nouveaux boutons terminaux et de zones actives synaptiques (figure 6).

Une autre famille de protéines intéressantes et qui semblent être en cause dans le phénomène de modifications structurales accompagnant la mémoire à long terme, est la famille des protéines d'adhésion cellulaire qui permettent aux membranes des neurones d'interagir physiquement. La quantité de ces protéines semble diminuer au cours d'une sensibilisation à long terme. Dans une



**FIGURE 5**  
CHANGEMENT DE LA STRUCTURE DES NEURONES SENSORIELS À LA SUITE DE L'ÉTABLISSEMENT DE LA MÉMOIRE À LONG TERME

LES NEURONES SENSORIELS (NS) DES ANIMAUX SENSIBILISÉS ONT EN MOYENNE DEUX FOIS PLUS DE BOUTONS TERMINAUX ET DE ZONES ACTIVES (LIEUX DE LA TRANSMISSION SYNAPTIQUE) QUE CEUX DES ANIMAUX TÉMOINS. LES NEURONES SENSORIELS DES ANIMAUX HABITUÉS ONT PAR CONTRE MOINS DE BOUTONS TERMINAUX. CES EFFETS SONT À L'ORIGINE DES MODIFICATIONS DE LONGUE DURÉE DANS L'EFFICACITÉ DE LA TRANSMISSION SYNAPTIQUE. LA STRUCTURE DES NEURONES N'EST DONC PAS FIXE : ELLE PEUT CHANGER À LA SUITE DE STIMULATIONS PHYSIOLOGIQUES PENDANT L'APPRENTISSAGE ET LA FORMATION DE LA MÉMOIRE. (NM : NEURONE MOTEUR)

récente série d'expériences, C.H. Bailey et ses collaborateurs ont montré qu'une protéine de ce type est présente à la surface membranaire des neurones sensoriels et est « internalisée » d'une façon accrue par ces derniers parallèlement au développement de la sensibilisation à long terme<sup>13</sup>. Bien que le rôle exact de ce phénomène reste obscur pour l'instant, l'internalisation de cette protéine pourrait être un des signaux cellulaires qui déclenchent le bourgeonnement des boutons terminaux et mènent aux changements structuraux décrits plus haut. Plusieurs autres protéines sont à l'étude présentement; elles pourraient intervenir dans l'une des cascades d'événements menant aux modulations à long terme. On pourrait mentionner entre autres les changements des sous-unités régulatrices de la protéine kinase A et la phosphorylation de certains types d'actines, ces dernières contribuant à la structure interne des neurones et à la croissance des prolongements neuronaux. Ce qu'il faut retenir ici, c'est qu'il ne semble pas y avoir qu'un seul changement essentiel, mais plutôt une famille de changements qui sont déclenchés en parallèle et qui interagissent pour modifier la transmission synaptique soit en l'augmentant, soit en la diminuant pour des périodes de temps plus ou moins longues.

**PERSPECTIVES**

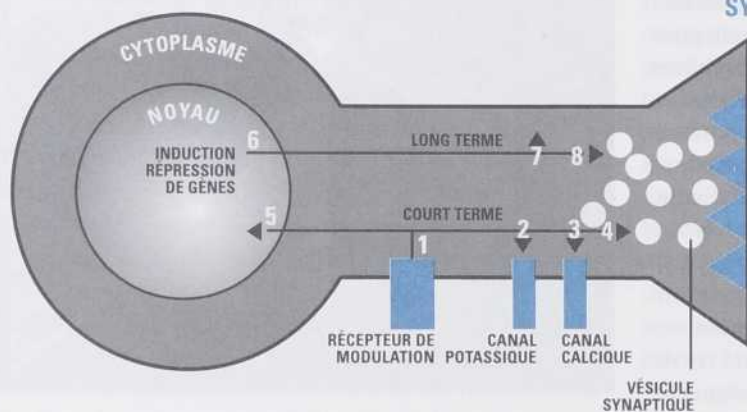
Plusieurs leçons peuvent être retenues des études sur l'escargot marin *Aplysia californica*. Avant tout, ces travaux montrent que les synapses ne sont pas fixes. Leur efficacité peut changer continuellement à la suite

FIGURE 6

MÉMOIRE À COURT ET À LONG TERME

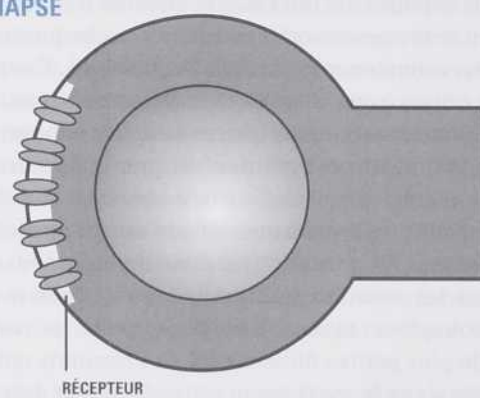
LE SCHEMA ILLUSTRE UN NEURONE SENSORIEL AVEC SON CORPS CELLULAIRE, SON AXONE ET UN BOUTON TERMINAL AINSI QU'UNE CELLULE POSTSYNAPTIQUE (NEURONE MOTEUR), POUR L'INDUCTION DES MODIFICATIONS À COURT TERME, LES NEURONES FACILITATEURS SÉCRÈTENT DES NEUROMODULATEURS, COMME LA SÉROTONINE, QUI ACTIVERONT DES RÉCEPTEURS [RÉCEPTEURS DE MODULATION (1)] JUMELÉS À DES ENZYMES, LESQUELLES GÉNÈRENT DES SECONDS MESSAGERS (AMP CYCLIQUE, DIACYLGLYCÉROL, ETC.). CES MESSAGERS ENCLENCHERONT DES CASCADÉS BIOCHIMIQUES QUI MÈNERONT À LA PHOSPHORYLATION DE CERTAINES PROTÉINES FORMANT LES CANAUX IONIQUES (2 ET 3) OU COMPOSANT LA MACHINERIE RESPONSABLE DE LA SÉCRÉTION DU NEUROMÉDIATEUR (4). POUR L'INDUCTION DES MODIFICATIONS À LONG TERME, CES MÊMES MESSAGERS PEUVENT ACTIVER DES FACTEURS QUI MODULENT LA TRANSCRIPTION DE CERTAINS GÈNES OU CASCADÉS DE GÈNES (5 ET 6). LES PRODUITS DE CES GÈNES JOUENT UN RÔLE DANS LE MÉTABOLISME ET LA MORPHOLOGIE DU NEURONE (7 ET 8); PAR EXEMPLE, DANS LE NOMBRE DE BOUTONS TERMINAUX. DANS LES PHÉNOMÈNES DE LA MÉMOIRE, LES NEURONES UTILISENT DONC DES MÉCANISMES RÉGULATEURS QUI SONT COMMUNS À TOUTES LES CELLULES VIVANTES.

NEURONE SENSORIEL



NEURONE MOTEUR

SYNAPSE



d'un apprentissage. Ces changements de la transmission synaptique sont causés par plusieurs cascades biochimiques qui interagissent. Il y a, de plus, plusieurs types de modifications sur une même synapse. Nos travaux suggèrent aussi que dans un réseau de neurones, plusieurs sites sont modifiés en parallèle et ce, de façon différentielle; certaines synapses sont facilitées (comme celles entre les neurones sensoriels et les neurones moteurs), d'autres sont diminuées (comme les synapses interneuronales inhibitrices). On peut conclure qu'avec des règles simples et des mécanismes cellulaires définis, on peut atteindre très rapidement une très grande complexité et un très grand degré de liberté dans la réorganisation de la transmission de l'information, et cela, même dans un circuit limité de neurones. Ces conclusions sont applicables à des systèmes plus complexes comme le cerveau des vertébrés. Il est tentant d'affirmer qu'il n'y a pas de mécanismes cellulaires spéciaux de la mémoire, mais plutôt une mise à profit par les neurones des invertébrés et des vertébrés d'une pléthore de mécanismes généraux de régulation cellulaire.

On peut conclure aussi que notre cerveau, tout comme celui de l'aplysie, est en perpétuelle reconstruction, même chez l'adulte. Ces changements sont dus à des principes simples qui engendrent une complexité incroyable si l'on songe au fait que nous possédons de 10 à 15 milliards de neurones. Même si nos cerveaux se développent selon des plans bien déterminés et relativement précis, ils se distinguent entre eux grâce aux effets de nos expériences diverses et personnelles sur leur architecture neuronale fine. La combinaison unique de ces expériences détermine notre individualité et notre personnalité.

RÉFÉRENCES

1. ROSENFELD, I. «The strange, familiar, and forgotten; an anatomy of consciousness», Knopf, New York, 1992, 157 p.
2. SQUIRE, L.R. «Memory and the hippocampus: A synthesis from findings with rats, monkeys, and humans», *Psychological Review*, vol. 99, 1992, p. 195-231.

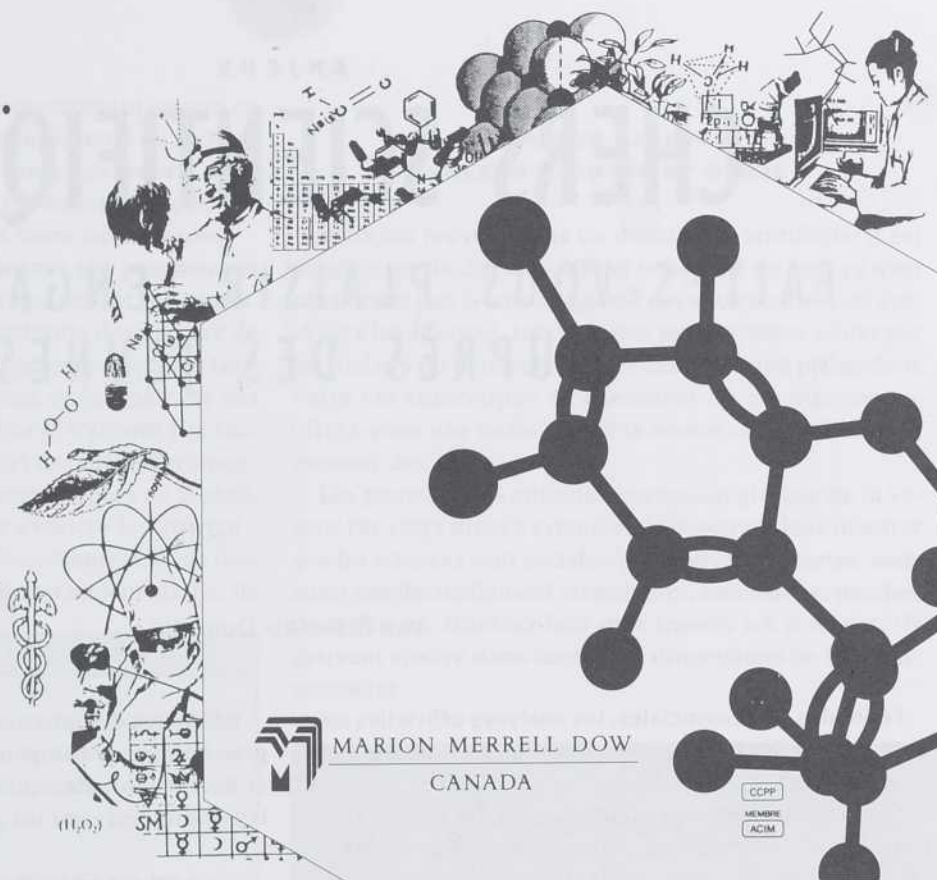
3. BLISS, T.V.P. et COLLINGRIDGE, G.L.A. «A synaptic model of memory: long-term potentiation in the hippocampus», *Nature*, vol. 361, 1993, p. 31-39.
4. KANDEL, E.R. *Behavioral biology of Aplysia*, San Francisco, W.H. Freeman and Company, 1979, 463p.
5. CASTELLUCCI, V.F., PINSKER, H., KUPFERMAN, I., et KANDEL, E.R. «Neuronal mechanisms of habituation and dishabituation of the gill-withdrawal reflex in *Aplysia*», *Science*, vol. 167, 1970, p. 1745-1748.
6. TRUDEAU, L.E. et CASTELLUCCI, V.F. «Contribution of polysynaptic pathways in the mediation and plasticity of *Aplysia* gill and siphon withdrawal reflex: evidence for differential modulation», *J. Neurosci.*, vol. 12, 1992, p. 3838-3848.
7. TRUDEAU, L.E. et CASTELLUCCI, V.F. «Functional uncoupling of inhibitory interneurons plays an important role in short-term sensitization of *Aplysia* gill and siphon withdrawal reflex», *J. Neurosci.*, vol. 13, 1993, p. 2126-2135.
8. BRAHA, O., DALE, N., HOCHNER, B., KLEIN, M., ABRAMS, T.W., et KANDEL, E.R. «Second messengers involved in the two processes of presynaptic facilitation that contribute to sensitization and dishabituation in *Aplysia* sensory neurons», *Proc. Natl. Acad. Sci. USA*, vol. 87, 1990, p. 2040-2044.
9. CASTELLUCCI, V.F., BLUMENFELD, H., GOELET, P., et KANDEL, E.R. «Inhibitor of protein synthesis blocks long-term behavioral sensitization in the isolated gill-withdrawal reflex of *Aplysia*», *J. Neurobiol.*, vol. 20, 1989, p. 1-9.
10. BAILEY, C.H., et CHEN, M. «Structural plasticity at identified synapses during long-term memory in *Aplysia*», *J. Neurobiol.*, vol. 20, 1989, p. 356-372.
11. GOELET, P., CASTELLUCCI, V.F., SCHACHER, S., et KANDEL, E.R. «The long and short of long-term memory. A molecular framework», *Nature*, vol. 322, 1986, p. 419-422.
12. DASH, P.K., HOCHNER, B., et KANDEL, E.R. «Injection of the cAMP-responsive element into the nucleus of *Aplysia* sensory neurons blocks long-term facilitation», *Nature*, vol. 345, 1990, p. 718-721.
13. BAILEY, C.H., CHEN, M., KELLER, F., et KANDEL, E.R. «Serotonin-mediated endocytosis of apCAM: An early step of learning-related synaptic growth in *Aplysia*», *Science*, vol. 256, 1992, p. 645-649.

# POUR BÂTIR UNE COMPAGNIE EXCEPTIONNELLE...

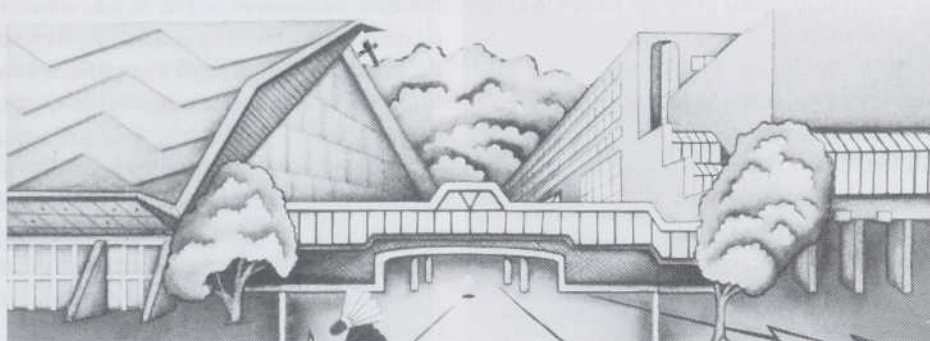
**Le mandat. Le dévouement.  
Le coeur.**

**Marion Merrell Dow Canada :**  
une compagnie pharmaceutique hors  
du commun qui innove en offrant  
des produits d'ordonnance et des  
médicaments en vente libre sous des  
appellations commerciales d'origine,  
notamment des antihypertenseurs  
et des anti-angineux, des antihistami-  
niques non sédatifs, des produits  
pour le traitement de troubles  
gastro-intestinaux, des auxiliaires  
anti-tabagiques et des médicaments  
contre la toux et le rhume. Une  
compagnie qui mise sur l'imagination  
pour créer des médicaments  
innovateurs à des coûts-bénéfices  
à l'avantage des Canadiens.

**Marion Merrell Dow (Canada) Inc.**  
**Pour bâtir une compagnie  
exceptionnelle grâce à des gens, des  
valeurs et des produits exceptionnels.**



## CEPSUM



Pour devenir membre ou s'inscrire  
à une activité, s'informer au

**343-6150**

2100 Édouard-Montpetit



Édouard-Montpetit



Université de Montréal  
Services aux étudiants  
Service des sports



ENJEUX

# CHERS SCIENTIFIQUES, FAITES-VOUS PLAISIR, ENGAGEZ-VOUS AUPRÈS DES JEUNES!

PAR BERNARD DUBREUIL

Fédérales ou provinciales, les analyses officielles sont les mêmes. Elles commencent toutes par un double constat de manque et de besoin.

**Le manque :** depuis plusieurs années, les jeunes se détournent des études, surtout des carrières scientifiques et techniques. La courbe de la diplomation en sciences est en baisse. Aujourd'hui, le pays (la province) manque de scientifiques et de technologues.

**Le besoin :** dans une économie mondialisée, le succès économique et la prospérité passent par la conception et la mise en marché de produits et de services à valeur ajoutée. C'est là que se trouvent les emplois.

Cela étant admis, la conclusion s'impose d'elle-même : les produits et services à valeur ajoutée ne pouvant être conçus et réalisés que par une main-d'œuvre très qualifiée, il faut donc augmenter le nombre de scientifiques et de technologues. Il faut redresser la courbe de la diplomation en sciences et en technologie.

Parmi toutes les mesures imaginées et mises en place par les gouvernements (incitations fiscales, encadrement de la recherche précompétitive, soutien aux projets associant universités et industries...), il en est une qui coûte plutôt moins cher que les autres. Elle consiste à lancer un programme, deux programmes, trois programmes de scientifiques et de technologues bénévoles passant dans les écoles et les clubs de sciences ou invitant les jeunes dans leurs laboratoires. Ils pourront ainsi voir de vrais scientifiques et technologues, en chair et en os, toucher les outils d'un vrai laboratoire, comprendre les sciences grâce à l'exemple vivant et passionné de celle ou de celui qui « en mange tous les jours ».

Offensive de pur charme, poudre aux yeux ou simple gros bon sens? Qui peut mieux faire aimer les sciences et les technologies que celles et ceux qui les aiment et les pratiquent tous les jours?

## LES PROGRAMMES DE SCIENTIFIQUES BÉNÉVOLES

À la grandeur d'une province, ces programmes s'appellent, par exemple, « Scientists in the schools » à Halifax et à Vancouver, « The Science Hotline » à Calgary et à Edmonton, « Sharing science with children » en Caroline du Nord. Au Québec, ils s'appellent « Parrainage scientifique », « Les Causeries de l'Acfas », « Mon ami(e) scientifique ».

À la grandeur d'un pays, on trouve « Innovateurs à l'école » (Canada) ou « Clubs INSERM jeunesse » (France).

Comment fonctionnent-ils? Grâce à des subventions gouvernementales et à des commandites privées. Les subventions, pour ce qui est du Canada, proviennent des ministères provinciaux comme celui de l'Enseignement supérieur et de la Science et celui du Loisir, du Tourisme et des Pêches. Ils parti-

cipent aussi des ministères fédéraux comme celui de l'Industrie, de la Science et du Commerce (programme Sciences et Culture Canada).

Les commandites proviennent des grandes entreprises industrielles, dont plusieurs sont très actives. D'une part, elles ont souvent leur propre programme interne de développement de la culture scientifique et technique (Northern Telecom, Merck Frosst, Alcan, etc.); d'autre part, elles contribuent directement au financement des programmes soutenus par les gouvernements fédéral ou

BERNARD DUBREUIL EST CHEF

DU PROJET INNOVATEURS À L'ÉCOLE

DE LA SOCIÉTÉ POUR LA PROMOTION

DES SCIENCES.



provinciaux. Indirectement, elles contribuent encore en laissant leurs salariés chercheurs, ingénieurs ou technologues aller, à l'intérieur de leur temps de travail, dans les écoles et les clubs de sciences. Les entreprises peuvent également inviter les élèves dans leurs laboratoires.

L'argent est nécessaire pour permettre aux programmes d'exister, mais c'est le bénévolat qui atteint les cœurs. Pour donner une idée précise et attirante des métiers de la science, rien ne vaut les scientifiques passionnés. Leur sincérité, leurs témoignages directs et compétents ont un réel effet auprès des jeunes. Ceux-ci n'aiment pas toujours le côté abstrait des sciences et des mathématiques, lesquelles leur semblent souvent être coupées de la réalité. Mais leurs aspects concrets et « vécus » les attirent.

Quant aux bénévoles, disons-le franchement, ils se font plaisir. Ils aiment ce rôle de modèle qu'on leur confie. Ils

•  
**À VALEUR AJOUTÉE,  
 VALEUR AJOUTÉE ET DEMIE**  
 •

Vous qui œuvrez dans un domaine scientifique, il est possible que le discours officiel vous gêne un peu : ce n'est sans doute pas la valeur ajoutée qui vous a attirée ou attiré vers les sciences. Laissez-vous tout de même tenter par les plaisirs du bénévolat. Accordez-vous une pause dans votre vie suroccupée de chercheur ou de chercheuse, offrez-vous une oasis... pour la bonne cause. Allez faire pousser des idées!

Les jeunes aussi ont une conception globale de la valeur. Par votre propre exemple, vous pouvez leur montrer que les sciences sont socialement motivantes, certes, mais aussi intellectuellement stimulantes, amusantes, proches de la réalité. Montrez-leur qu'à travers les sciences, ils peuvent croître dans toutes les dimensions de leur personnalité.

**POUR VOUS ENGAGER AU QUÉBEC**

**Parrainage scientifique**, jumelage pour une journée d'une ou d'un scientifique ou d'une ou d'un technologue avec une étudiante ou un étudiant de 4<sup>e</sup> ou 5<sup>e</sup> secondaire ou du collégial, Société pour la promotion des sciences, Johanne Bergeron : (514) 873-1544

**Innovateurs à l'école**, jumelage d'une ou d'un scientifique ou d'une ou d'un technologue avec une classe dans une école, Société pour la promotion des sciences, Bernard Dubreuil : (514) 873-1544

**Mon ami(e) scientifique**, jumelage par correspondance entre une ou un jeune de 12 à 15 ans et une personne étudiant à l'université ou commençant une carrière de recherche dans le domaine d'intérêt de l'enfant, Agence Science-Press, Club des débrouillards, Bruno Lajeunesse : (514) 522-1304

**Folie-technique**, ateliers donnés dans des écoles aux élèves ou aux professeurs de sciences, camps d'été, etc., École polytechnique, Marie-Josée Dionne : (514) 340-5856

**Les Causeries de l'Acfas** (nouvelle version), conférences données dans les écoles par des étudiantes et étudiants de 2<sup>e</sup> et 3<sup>e</sup> cycles, Acfas : (514) 849-0045

aiment concevoir des ateliers concrets, qui présentent aux jeunes des documents, des objets, des spécimens que les enseignants ne peuvent pas se procurer. Ils aiment agir à la fois comme parents apportant quelque chose qu'à leur époque ils n'ont pas connu dans leur école; comme anciens élèves, retournant dans leur propre école pour faire profiter les élèves de leur expérience; comme travailleurs conscients du rôle social de leur entreprise; comme spécialistes passionnés par leur domaine; comme catalyseurs de vocations, assurant la relève. Enfin, ils aiment ces occasions d'être les témoins critiques de leur propre itinéraire.

**Grandir au Québec.  
 Nous y croyions en 1911.  
 Nous y croyons aujourd'hui.**



**N**ous sommes ici depuis 1911. Aujourd'hui, notre équipe compte quelque 2 500 employés. À Montréal. À Bromont. Ailleurs au Québec. Et nous serons là demain. Ensemble. Au nom du progrès.

IBM est une marque déposée d'International Business Machines Corporation. IBM Canada Inc., compagnie affiliée, est un usager inscrit.





# Accès au collégial: les messieurs entraînent de la patte

ALLONS-Y D'ABORD POUR LES BONNES NOUVELLES. DE FAÇON GÉNÉRALE, L'ACCESSIBILITÉ AUX ÉTUDES COLLÉGIALES A AUGMENTÉ SENSIBLEMENT AU COURS DE LA DERNIÈRE DÉCENNIE POUR LES ÉLÈVES DU SECONDAIRE. LES FILLES ONT PARTICULIÈREMENT PROFITÉ DE CETTE

OUVERTURE ET ELLES SONT MAINTENANT DE PLUS EN PLUS NOMBREUSES À TERMINER LEURS ÉTUDES COLLÉGIALES.

L'envers de la médaille est toutefois moins brillant. Les résultats globaux masquent un écart grandissant entre filles et garçons de même que des inégalités criantes dans l'accessibilité aux études collégiales, inégalités qui s'expliquent par de nombreux facteurs aussi bien socio-économiques que géographiques.

Ces grandes lignes sont tirées d'une étude réalisée par le groupe ÉCOBES du Cégep de Jonquière. Trois chercheurs constituent le cœur de cette équipe de recherche qui s'intéresse depuis 1982 à l'étude des conditions de vie et des besoins de la population: les sociologues Michel Perron et Suzanne Veillette de même que le mathématicien et informaticien Gilles Hébert. Deux chercheuses, Chantale Munger et Josée Thivierge, ont collaboré à la recherche sur l'accessibilité aux études collégiales, commandée par le ministère de l'Enseignement supérieur et de la Science.

Pour les fins de son étude, le groupe ÉCOBES a retracé l'itinéraire scolaire parcouru entre 1981 et 1991 par 4405 élèves du Saguenay - Lac-Saint-Jean. Tous ces jeunes étaient inscrits en première secondaire en 1981. Pour les chercheurs, il s'agissait de connaître le nombre de jeunes qui ont complété leurs études secondaires, qui ont accédé au cégep et qui ont finalement obtenu une sanction d'études collégiales, généralement un DEC. Ces données ont été mises en relation avec diverses caractéristiques des élèves, dont le sexe, le milieu socio-économique, la municipalité de résidence et l'âge d'entrée au secondaire.

Le groupe ÉCOBES a acquis sa compétence en sociogéographie à l'occasion de recherches dans le domaine de la santé, notamment en établissant la répartition géographique de la dystrophie myotonique au Saguenay - Lac-Saint-Jean. Avec la recherche sur l'accessibilité au collégial, le groupe a transposé sa méthode au domaine de l'éducation. Sa démarche s'inspire de l'approche écologique utilisée en sociologie et maintenant en épidémiologie, où l'unité d'ob-

servation est un groupe d'individus circonscrit dans un espace donné. «Nous y avons ajouté une dimension de micro-échelle géographique», précise Michel Perron.

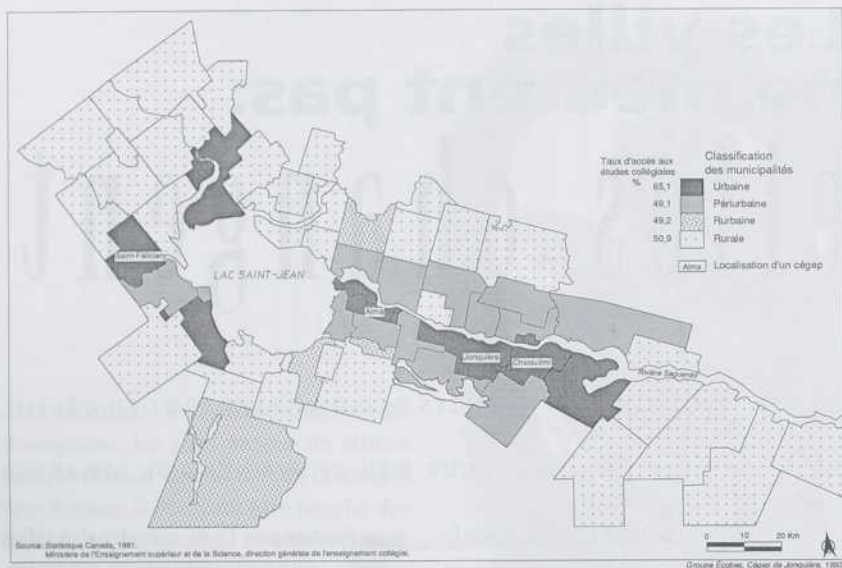
Pour établir ses modèles de répartition géographique, ÉCOBES utilise les



secteurs de dénombrement, soit la plus petite unité territoriale employée par Statistique Canada pour la diffusion des données du recensement, ce qui permet d'avoir un portrait beaucoup plus précis de la réalité. «À partir des adresses inscrites dans les fichiers, explique Gilles Hébert, nous formons des agrégats homogènes d'individus ayant telle ou telle caractéristique (revenus, scolarité, etc.). Seul le secteur de dénombrement est retenu, ce qui garantit l'anonymat en tout temps.»

Selon les résultats obtenus par le groupe ÉCOBES, le portrait de l'élève ayant le plus de chances d'obtenir un diplôme d'études collégiales serait le suivant: une fille ayant commencé ses études secondaires à 12 ans ou moins, issue d'une famille socio-économiquement favorisée, et demeurant dans un milieu urbain où se trouve déjà un cégep. La fréquentation d'une école secondaire privée constitue aussi un atout.

L'étude montre que sur 100 personnes inscrites au début du secondaire, 66 ont obtenu un diplôme d'études secondaires (DES), 60 ont fait leur entrée au



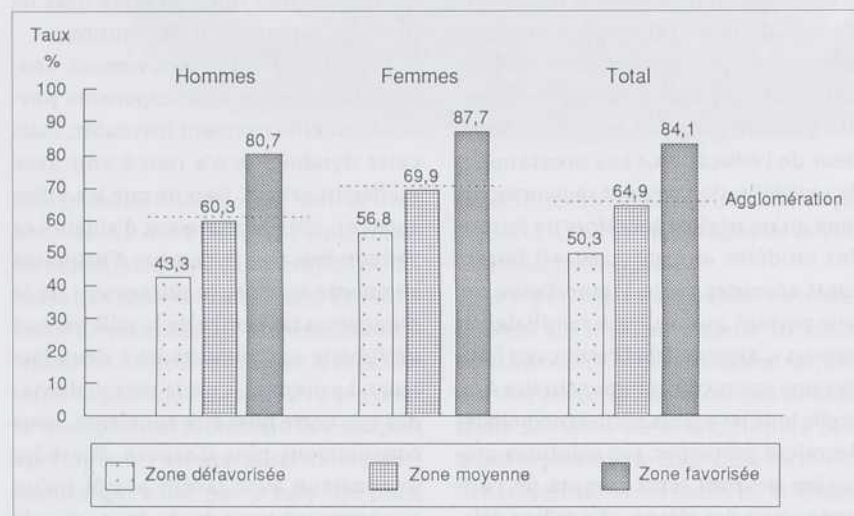
TYPOLOGIE DES MUNICIPALITÉS SELON LE NIVEAU D'URBANISATION, SAGUENAY - LAC-SAINT-JEAN, 1981.

cégep et 35 ont reçu leur diplôme collégial. Globalement, les résultats sont encourageants puisqu'ils révèlent une augmentation par rapport à ceux du début de la décennie, où le taux de passage de la 5<sup>e</sup> secondaire au cégep avait été estimé à 45,2 p. cent (enquête ASOPE). Ils sont aussi relativement proches des objectifs fixés par le Conseil supérieur de l'éducation. En effet, cet organisme espère que d'ici la fin de la présente décennie, 70 p. cent des personnes qui commencent leur secondaire s'inscriront au cégep et que 60 p. cent d'entre elles obtiendront leur diplôme.

L'étude du groupe ÉCOBES met principalement en évidence des écarts très importants selon le sexe et le milieu socio-économique. Elle fait ressortir avec beaucoup de clarté l'importance, parfois sous-estimée, de facteurs comme l'âge d'entrée au secondaire ou la proximité géographique des institutions d'enseignement collégial.

L'écart le plus important est sans doute celui entre les garçons et les filles, qui se maintient quelles que soient les dimensions considérées. Les filles contribuent grandement à hausser la moyenne puisque parmi celles qui étaient inscrites en première secondaire en 1981, 66 p. cent entrent au cégep contre 55 p. cent des garçons. La différence se maintient pour l'obtention du DEC: 41 p. cent contre 30 p. cent en faveur

des filles toujours. L'étude révèle ainsi un écart grandissant entre les deux sexes puisque, pour la décennie précédente se terminant en 1980, les filles surpassaient les garçons de 4 p. cent. « Ces résultats semblent indiquer que les campagnes de sensibilisation ont porté



TAUX D'ACCÈS AU COLLÉGIAL SELON LA ZONE SOCIO-ÉCONOMIQUE DE RÉSIDENCE DE L'ÉLÈVE EN 1981 ET LE SEXE, AGGLOMÉRATION DE CHICOUTIMI-JONQUIÈRE

fruit», dit Suzanne Veillette. La sociologue demeure toutefois prudente: « Notre étude ne visait pas en priorité à déterminer les domaines d'inscription des filles et des garçons. Nous ne pouvons donc pas dire tout de suite, même si nous possédons les données, si les filles sont toujours confinées dans certains ghettos. Une chose est certaine,

poursuit-elle, nos résultats montrent qu'il faudra accorder une attention particulière aux garçons, car rien ne semble acquis de ce côté. »

Des différences notables ressortent aussi pour ce qui touche l'origine géographique des élèves. Le taux de passage au collégial est nettement plus élevé en milieu urbain. Et pas besoin de vivre au bout du 12<sup>e</sup> Rang pour que la distance joue un rôle! L'étude montre que cette discrimination géographique se fait déjà sentir clairement en zone péri-urbaine, à quelques kilomètres des cégeps. Les différences entre petites et grandes municipalités sont aussi perceptibles. « Notre modèle, précise Michel Perron, nous permet d'expliquer en grande partie les variations de taux de poursuite des études à partir de quelques variables socio-économiques et géographiques. » La distance, qu'elle soit géographique ou culturelle, a une certaine importance. « Dans ce contexte, commente Suzanne Veillette, l'ouverture cet automne, par le Cégep de Jonquière, d'un centre d'études collégiales dans

Charlevoix, apparaît comme une excellente décision ministérielle au regard de l'accessibilité. »

Comme on pouvait s'y attendre, l'origine socio-économique est un facteur important de discrimination. À peine plus de 50 p. cent des élèves (filles, 56 p. cent; garçons, 43 p. cent) provenant de zones défavorisées ont accédé au



collégial pendant la période étudiée tandis que 84 p. cent de ceux et celles des milieux favorisés y sont parvenus. Ici aussi, la différence est marquée entre filles (87,7 p. cent) et garçons (80 p. cent). D'ailleurs, pour les filles de milieux favorisés, les objectifs du Conseil supérieur de l'éducation sont dépassés et pour celles des milieux défavorisés, ils sont sur le point d'être atteints. Les garçons traînent toutefois de la patte dans tous les cas. Seuls ceux des milieux favorisés atteignent les objectifs du Conseil.

Enfin, l'âge d'entrée au secondaire constitue aussi un facteur discriminant très important en matière d'accessibilité. Près de 75 p. cent des jeunes qui sont entrés au secondaire à l'âge de 12 ans et moins se sont inscrits au collégial. Cette proportion chute dramatiquement à 30 p. cent pour ceux qui avaient 13 ans et plus en première secondaire. Cette donnée suggère fortement que l'amélioration de l'accessibilité aux études collégiales commence au primaire.

L'étude du groupe ÉCOBES jette donc un éclairage important sur les nombreux écarts qui persistent en matière d'accessibilité au cégep. « Il nous apparaît évident que nous devons différencier les efforts pour atteindre les objectifs globaux fixés par le Conseil supérieur de l'éducation. » Les programmes de sensibilisation devront se poursuivre, sans qu'on néglige toutefois de fournir des modèles aux garçons. « Il faudra aussi accorder toute l'importance qui leur revient aux valeurs familiales et sociales », ajoute Michel Perron, qui favorise une approche communautaire à laquelle tous les agents socio-économiques devraient participer. Les solutions proposées devront tenir compte de l'origine sociale des élèves. « En milieu défavorisé, suggère Gilles Hébert, il faudra peut-être diminuer le ratio d'encadrement afin que l'enseignante ou l'enseignant puisse accorder plus de temps à chaque élève. » Une réalité que les principaux intéressés connaissaient déjà. « Maintenant, conclut Michel Perron, ils ont des chiffres à l'appui. »

GILLES DROUIN

## Les villes ne meurent pas: elles changent

LES CENTRES DES GRANDES VILLES OCCIDENTALES SONT EN DÉCLIN, DIT LA RUMEUR: IL SUFFIT POUR S'EN CONVAINCRE DE REGARDER

LES CŒURS DES MÉGAPOLES AMÉRICAINES. FAUX, S'INSURGE MARIO POLÈSE, PROFESSEUR CHERCHEUR À L'INRS-URBANISATION ET GRAND

spécialiste du développement urbain. « Le déclin des centres-villes n'est ni inévitable, ni universel et en cette matière, pour une fois, les États-Unis ne font pas la règle mais l'exception. »

Les villes, c'est le mouvement, analyse Mario Polèse. Leur expansion physique est effectivement inévitable, mais cette dynamique n'a rien à voir avec un déclin urbain. Depuis que les villes existent, elles connaissent d'ailleurs ce phénomène. Que le nombre d'habitants augmente ou non, le glissement de la population du centre de la ville vers sa périphérie est toujours lié à deux facteurs. Le premier, c'est le niveau de vie: dès que notre bien-être augmente, nous consommons plus d'espace. Posséder une maison avec jardin plutôt qu'un appartement nous tente tous, et cela prend de la place. Le second, c'est la mobilité: la création de transports publics et la popularité de l'automobile ont augmenté notre facilité de déplacement. Loin devient plus près quand on peut y arriver plus vite: pourquoi s'en priver?

« Ces mouvements sont inévitables, affirme Mario Polèse, mais ils ne traduisent pas un déclin des centres-villes. Car, dit-il, ce n'est pas l'habitat qui est la fonction majeure du centre urbain,

mais l'échange. » Et de prendre des villes comme Londres ou Paris pour exemples, afin de prouver qu'une ville peut être forte tout en étant tentaculaire.

La valeur première du centre urbain, c'est son dynamisme, ses échanges, ses rencontres, ses négoce, bref: l'emploi. La nature de ce qui se vend ou s'échange varie avec le temps, le centre-ville attire des secteurs différents dans l'histoire. « Le cœur d'une ville en santé regroupe toujours les activités économiques les plus en expansion. Les marchands et artisans du Moyen Âge sont les pères des premières villes: ils avaient besoin des foires pour vendre ou acheter leurs marchandises. Aujourd'hui, ce qu'on vend, c'est de l'information, des conseils et de la finance. Le secteur financier est devenu le moteur de l'économie et donc des villes. La gestion, l'information et l'informatique, les juristes et les administrateurs ont chassé vers la périphérie l'entreprise manufacturière, qui a plus besoin d'espace que de contacts permanents. » À noter également que la culture reste traditionnellement une fonction des centres-villes, car ce secteur a tout particulièrement besoin de contact entre les gens pour exister.

Les centres-villes ne meurent donc pas: « On vit simplement une nouvelle centralité, faite de cols blancs et non plus de cols bleus », résume le chercheur. Il prend pour preuve l'embourgeoisement de l'habitat, autrement dit, l'intérêt des classes moyennes, qui sont prêtes à payer cher pour résider tout près des



axes essentiels : le canal Lachine, la Petite Bourgogne, les rues autour de Milton Park, le Plateau sont autant de lieux qu'il faut habiter si l'on veut être proche des affaires montréalaises. Une nouvelle division marque le tissu social de la ville : les couples avec enfants s'enfuient en banlieue pour trouver de l'espace à bon marché, tandis que les couples de professionnels s'attachent à la vie de la cité.

On pourrait croire que les nouvelles techniques de communication rendraient caduque la nécessité d'un centre-ville : téléphone, télécopieur et modem permettent de traiter les affaires de chez soi. « Mais si la technique accélère l'échange, elle ne l'éloigne pas, bien au contraire, analyse Mario Polèse. Elle permet d'éparpiller ce qui ne doit pas être immédiatement relié, mais rapproche les activités les plus centrales. L'effet net est celui de la centralisation. Vous avez beau avoir toute la télématique nécessaire, si vous ne mangez pas dans le même restaurant que vos partenaires ou concurrents, vous allez rater les renseignements essentiels. Or l'information, c'est l'argent. »

Certains centres-villes perdent cependant de leur importance : ceux des grandes mégapoles américaines, qui font l'exception et non la règle. « Plusieurs facteurs typiquement américains se sont conjugués pour cela. D'abord, l'esclavage de la population noire a créé un sous-prolétariat, une population aux problèmes sociaux immenses et qui a tout perdu. Ensuite, les États-Unis ont développé une tradition d'autonomie municipale pour le financement des programmes essentiels. La qualité du service urbain — éducation, soins de santé, etc. — dépend donc directement

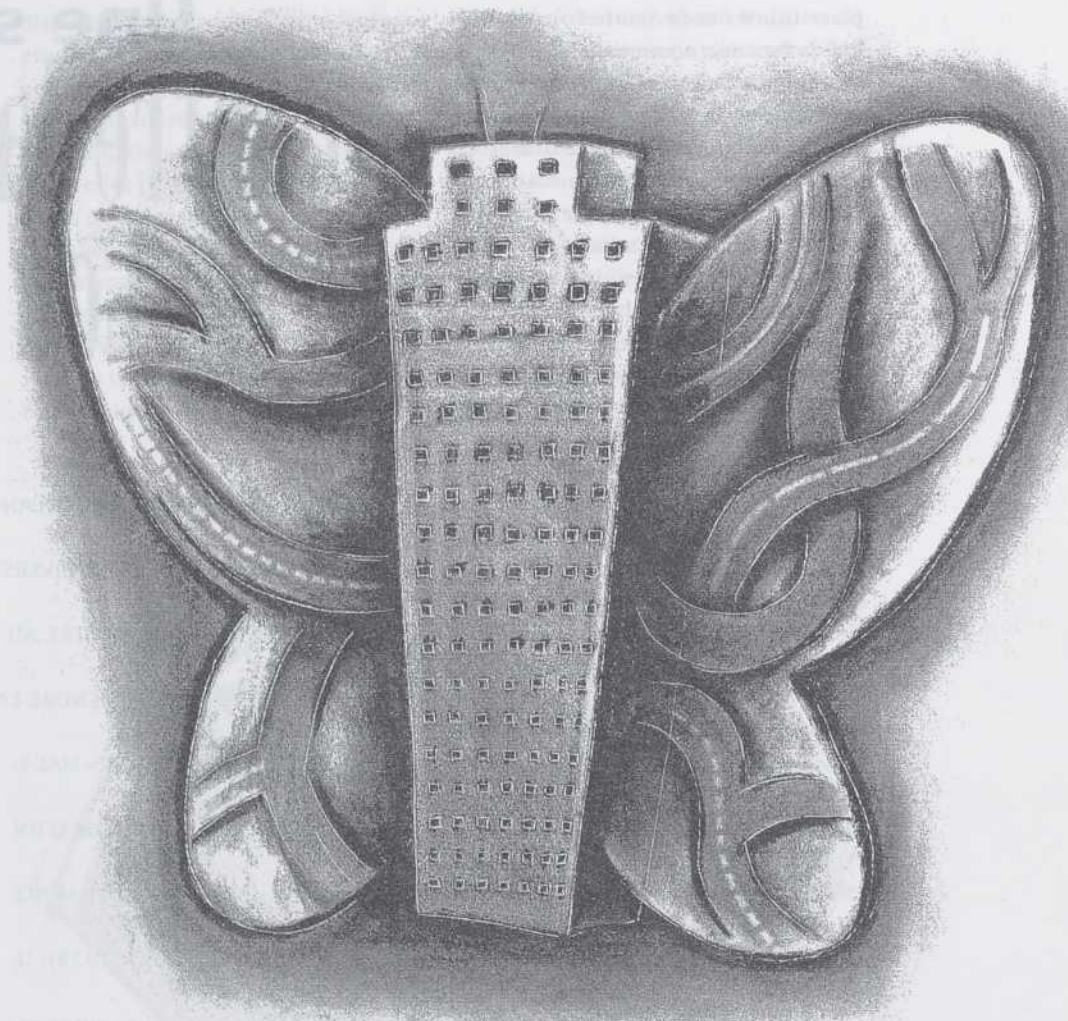
des possibilités fiscales des contribuables. Ce n'est pas le cas au Québec, où l'enseignement, par exemple, ne dépend pas des résidents, mais de l'existence de programmes provinciaux. » Un troisième facteur contribue à tuer une ville : la politique du tout-à-l'auto pour le transport ; en détruisant le transport en commun, on marginalise les personnes qui n'ont pas d'auto. De plus, la congestion asphyxie le cœur des activités. Toutes les villes qui ont su s'assurer un transport en commun de qualité ont gardé un centre urbain fort.

Résultat : les cœurs des mégapoles américaines comme Boston, Dallas, Los Angeles, Detroit, sont habités par un sous-prolétariat d'origine noire, qui n'a pas les finances nécessaires pour assumer les services indispensables de la ville ni sa sécurité. Au point que les entreprises et les secteurs clés ont quitté

le cœur de la ville pour s'installer en périphérie. C'est ce qu'on appelle la ville « en trou de beigne ».

Les petites et moyennes entités doivent aussi prendre garde au déclin de leur centre. « Elles risquent de perdre leur attrait si elles n'ont pas de fonctions sociales ou économiques centrales », prévient le chercheur de l'INRS-Urbanisation. Trois-Rivières et Drummondville ont connu ce sort. Mais l'exemple type de la ville moyenne qui a réduit ses chances, estime-t-il, c'est Québec. La capitale de la province avait tout pour réussir : un centre-ville esthétique qui lui donne une âme, « la » rue commerciale de la région (rue Saint-Jean), une université qui créait un petit quartier latin près de la rue Sainte-Famille, et des institutions financières, boulevard Laurier. Québec s'est laissé damer le pion : les centres commerciaux de la

ILLUSTRATION : JEAN MANUEL COSTELA





place Laurier et de Sainte-Foy ont éloigné la fonction commerciale, toujours très fragile. En transférant l'université à Sainte-Foy, la ville a fait une folie car elle a tué son dynamisme culturel. Le coup de grâce? L'autoroute urbaine qui sépare la ville de son quartier historique et brise la dynamique urbaine. «C'est un chef-d'œuvre de stupidité qui a tué Québec», conclut le chercheur.

Et Montréal? Le centre-ville se porte bien, affirme Mario Polèse: les fonctions de finance, de gestion, d'information, de culture y sont grandement représentées et soutiennent bien le commerce local. Quand les Galeries d'Anjou ont été construites, Montréal a répliqué tout de suite en créant la place Ville-Marie et la place Bonaventure. «On peut discuter de leur esthétique, mais l'effet sur la ville était positif car ces ensembles compensaient l'intérêt des centres commerciaux de la périphérie.» Montréal compte également trois universités qui dynamisent le centre-ville: l'Université McGill, l'Université du Québec à Montréal (UQAM) et l'Université Concordia. Le quartier Saint-Denis, qui avait perdu de son dynamisme avec le départ de l'Université de Montréal de l'autre côté de la montagne, dans les années 1930, a repris vie grâce à l'implantation de l'UQAM.

Que penser, pourtant, des chancres dans le tissu urbain, rue Sainte-Catherine, ou des tours à bureaux inoccupées? «Le taux d'inoccupation est bien plus important dans d'autres villes américaines, nuance le chercheur. La position relative du centre-ville par rapport au reste de la cité n'est pas en danger. Ce qui est surtout en cause, ce sont la récession tous azimuts qui frappe le Québec et le glissement vers Toronto de fonctions financières importantes. Le centre des villes ne souffre pas plus que la périphérie: on ne vend pas plus facilement un immeuble à bureaux à Laval qu'à Montréal. Le danger particulier, pour le centre de Montréal, n'est pas tant économique que social: si la récession se poursuit, la population va s'appauvrir et la ville pourrait connaître alors le sort des mégapoles américaines. Pour le moment, on en est loin.»

LAURENT FONTAINE

# Une souris contre la maladie de Lou Gehrig

LE LABORATOIRE DU PROFESSEUR JEAN-PIERRE JULIEN, DU CENTRE DE RECHERCHES EN NEUROSCIENCES DE L'UNIVERSITÉ MCGILL (SITUÉ À L'HÔPITAL GÉNÉRAL DE MONTRÉAL), VIENT DE METTRE AU POINT UNE SOURIS TRANSGÉNIQUE QUI PERMETTRA DE MIEUX COMPRENDRE LA SCLÉROSE LATÉRALE AMYOTROPHIQUE

(SLA), QUE L'ON APPELLE AUSSI «MALADIE DE LOU GEHRIG» (DU NOM D'UN CÉLÈBRE JOUEUR DE BASEBALL MORT SUBITEMENT À 39 ANS, EN 1938). IL

s'agit d'une maladie nerveuse qui apparaît à l'âge adulte. Elle entraîne progressivement la paralysie des muscles et des fonctions vitales, puis la mort, entre deux et cinq ans après les premiers symptômes. Une maladie terrible parce qu'elle prive lentement la personne qui en est atteinte de toute possibilité de mouvement et de parole, mais ne touche pas les fonctions cérébrales.

Les médecins ne savent pas ce qui provoque cette maladie, héréditaire dans 10 p. cent des cas. Parfois — curieusement —, le cours de la maladie s'interrompt: la personne malade peut continuer à vivre, diminuée physiquement mais pas mentalement. C'est le cas du très célèbre physicien Stephan Hawking, cloué sur une chaise roulante.

Les scientifiques scrutent depuis longtemps cette maladie (à la base d'un décès sur mille) et cherchent à la combattre. Jusqu'ici, les recherches n'avaient rien donné. Mais voici qu'un pas important

vient d'être franchi: le laboratoire du professeur Jean-Pierre Julien a mis au point une souris transgénique qui présente les symptômes de la maladie de Lou Gehrig. Il n'existait jusqu'ici aucun modèle animal à partir duquel les chercheurs pouvaient tenter de comprendre cette maladie. Le laboratoire du professeur Julien a déjà mis au point quelque 300 autres types de souris transgéniques.

Jean-Pierre Julien a obtenu cette souris-ci en micro-injectant de l'ADN du gène humain dans les œufs fécondés de la souris. Les souris sont normales à la naissance, mais à mesure qu'elles vieillissent, elles présentent des signes de faiblesses musculaires et des réflexes anormaux; elles deviennent incapables de se tenir accrochées à un crayon ou ferment les pattes au lieu de les écarter en cas de frayeur, par exemple.

Le biochimiste de l'Université McGill est arrivé un peu par hasard dans le champ de recherche de cette maladie. «Nous nous intéressions aux fonctions des neurofilaments, autrement dit les protéines qui forment le squelette de la cellule nerveuse (ou cytosquelette). Ce sont les neurofilaments qui donnent au nerf sa rigidité et assurent sa conductivité pour que l'information circule bien entre le nerf et le muscle. Par le passé,



bon nombre d'études avaient révélé la présence de gonflements anormaux des nerfs chez les personnes atteintes de SLA. On ne savait pas quel rôle jouaient ces gonflements dans la maladie (cause? conséquence?), mais on savait que les cellules nerveuses étaient composées de ces protéines, les neurofilaments. Or les souris transgéniques porteuses d'un gène humain qui produit en quantité excessive ces protéines, ont progressivement présenté des gonflements des motoneurons de la moelle épinière et une dégradation des fibres nerveuses.»

Il n'en fallait pas plus pour que l'équipe de Jean-Pierre Julien s'intéresse au mécanisme de la maladie. Et ses recherches permettent déjà de mieux le comprendre: «Les neurofilaments migrent de la cellule vers le muscle à raison d'un millimètre par an. Ce sont eux qui permettent à l'information nerveuse de passer de la cellule au muscle. Quand le nombre de neurofilaments augmente trop fortement, explique-t-il, ceux-ci s'accumulent en un endroit, bouchent progressivement le nerf et empêchent l'information de passer. Exactement comme un dépôt de calcaire entrave progressivement la course de l'eau dans un tuyau, le bout du nerf dégénère et avec lui le muscle, qui s'atrophie.»

Cette découverte est importante, car elle permet, d'une part, d'expliquer le caractère progressif de la maladie et, d'autre part, de comprendre pourquoi celle-ci atteint exclusivement les fonctions musculaires: les cellules nerveuses reliées aux muscles produisent moins de neurofilaments que celles du cerveau, mais ces dernières disposent de moins de place pour circuler et, quand la maladie se déclenche, les nerfs musculaires se bloquent rapidement.

«Nous savons aussi maintenant que le gonflement des cellules nerveuses n'est pas la conséquence de l'atrophie musculaire, mais bien la cause de leur dégénérescence. On sait aussi que la maladie débute à cause d'une augmentation de la production des neurofilaments. Mais nous ne savons toujours pas ce qui provoque cette augmentation.»

La mise au point de cette souris transgénique est très utile: les chercheurs

disposent maintenant d'un modèle pour étudier la façon dont la maladie progresse, particulièrement au cours des stades précoces avant la manifestation des symptômes. Les souris seront vendues; elles peuvent également être utilisées pour l'essai de médicaments. Les chercheurs ne désespèrent pas de trouver comment freiner la maladie. «Il existe, par exemple, une neurotrophine (la CNTF) qui aide des cellules nerveuses à survivre *in vitro*. Des essais sur des souris transgéniques vont permettre de voir si

caines et de l'Université McGill a découvert récemment qu'une modification génétique du chromosome 21 est en cause dans certains cas de Lou Gehrig héréditaires (5 p. cent). Il s'agit de la mutation génétique d'une enzyme, la superoxydedismutase (SOD), qui sert à débarrasser la cellule de l'oxygène libre. Une mutation de l'enzyme provoquerait trop d'oxydation, et il y a une corrélation entre cette mutation et la maladie de Lou Gehrig dans le cas des maladies héréditaires, concluent ces chercheurs.



cette substance pourrait servir de médication contre la maladie de Lou Gehrig.»

Les recherches sur des souris transgéniques permettront aussi de cerner les facteurs environnementaux qui pourraient être à la base de la maladie: certaines hypothèses, appuyées sur le très haut taux de maladie dans une île du Pacifique (dix fois supérieur à la moyenne), incriminent des concentrations trop élevées d'aluminium et trop faibles de calcium dans le corps.

Par ailleurs, une équipe de chercheurs de plusieurs universités améri-

«Nous pensons qu'il existe un lien entre ces deux découvertes, explique Jean-Pierre Julien, car les malades de Lou Gehrig héréditaires présentent eux aussi des gonflements des cellules nerveuses. Il est possible que des changements dans l'activité de l'enzyme SOD puissent affecter l'organisation du cytosquelette de certaines cellules nerveuses. Le travail sur des souris transgéniques permettra de tester cette hypothèse.»

LAURENT FONTAINE



# Vulgariser: un défi créateur

LA VULGARISATION SCIENTIFIQUE PEUT PRENDRE DIVERSES FORMES. CENDANT, LOIN D'ÊTRE SIMPLEMENT UN CANAL PASSIF DE TRANSMISSION OU, PIRE, UN CANAL DÉFORMANT NE SERVANT QUE D'ILLUSION POUR ASSEOIR LA DOMINA-

TION IDÉOLOGIQUE DE LA SCIENCE, ELLE CRÉE PLUTÔT UNE NOUVELLE MANIÈRE DE VOIR LA SCIENCE. DE CE FAIT,

elle participe même à la connaissance. Tel est du moins ce qui ressort de la thèse de doctorat en sociologie de Gervais Mbarga, réalisée sous la direction

ces analyses est fondamentalement périmée. «La vulgarisation scientifique ne sert pas d'intermédiaire neutre entre la culture savante et la culture commune en transmettant la science brute, convient-il. Mais cela ne signifie pas pour autant qu'elle est inutile, qu'elle n'a ni rôle, ni fonction valables.»

Qu'en pensent ses praticiens? Pour le savoir, le sociologue a interrogé 50 vul-

vais Mbarga, non seulement la vulgarisation scientifique informe le public de ce que fait ou découvre le monde scientifique, mais elle évalue, interroge ce qui est fait ou non et le replace dans un contexte plus large.

«Les vulgarisateurs veulent sensibiliser les gens à la science, ajoute le sociologue. Ils veulent leur démontrer qu'elle n'est pas si loin d'eux; mieux, qu'elle s'intéresse à eux.» Pour parvenir à leurs fins, ces communicateurs construisent un «troisième champ», c'est-à-dire un nouvel univers de significations. Comment? En réalisant une symbiose entre des éléments puisés à même le champ scientifique et celui des préoccupations communes, deux univers qui utilisent normalement des symboles différents pour parler des mêmes réalités. Ce travail nécessite un double effort: un premier du côté de la culture savante pour la comprendre et un second du côté de la culture commune pour se faire comprendre.

Contrairement à ce qu'ont pu laisser entrevoir certains penseurs par le passé, faire de la vulgarisation scientifique n'est pas vain. Un exemple bien simple, tiré du débat écologique entretenu par la presse, démontre avec éloquence quelle influence elle peut avoir. «Les vulgarisateurs ont posé le problème du risque environnemental, rappelle Gervais Mbarga, et maintenant, voilà que toutes les entreprises ont intégré à leurs programmes un volet environnemental!»

Mais il y a plus encore, souligne le sociologue. Par les images et les questions qu'elle lui retourne, la vulgarisation scientifique fait naître du monde des savants des préoccupations qui ne sont pas les siennes de prime abord. En d'autres mots, elle inspire les chercheurs. Ainsi participe-t-elle à la culture et à la connaissance. «Aujourd'hui comme demain, estime Gervais Mbarga, pour comprendre l'histoire de la science, il faudra donc se tourner vers les œuvres de vulgarisation scientifique. Autrement, on ne se retrouvera que face à une chronologie d'événements. Rien de plus.»

LYNE LAUZON

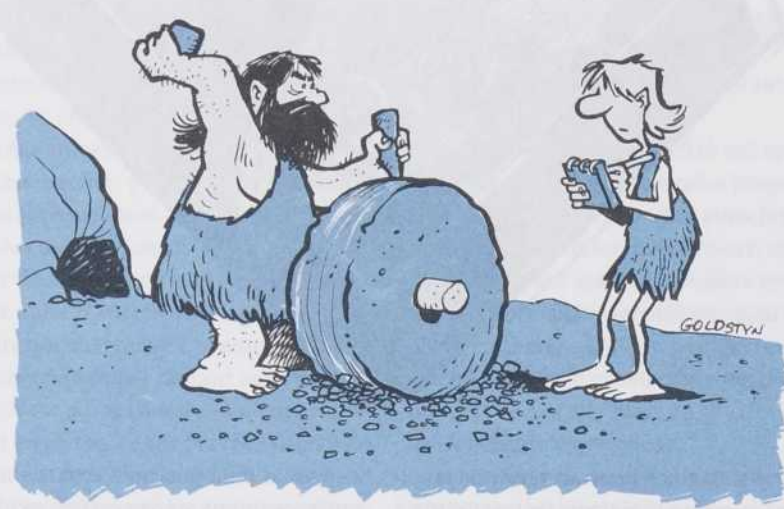


ILLUSTRATION: JACQUES GOLDSTYN

de Fernand Dumont et déposée en mai dernier à l'Université Laval.

Jusqu'à maintenant, toutes les études produites par les psychopédagogues ou les sociologues étaient catégoriques: la vulgarisation scientifique aboutit à un échec car elle ne sert pas à enseigner la science. Elle ne peut donc être une instance de rattrapage entre scientifiques et profanes. Selon Gervais Mbarga, l'hypothèse de base sur laquelle se fondent

garisatrices et vulgarisateurs choisis au hasard au Canada, en France et au Cameroun. Tous ne définissent pas la vulgarisation scientifique de la même façon. Ils s'entendent cependant pour dire qu'elle n'est pas à proprement parler une activité visant à enseigner la science. Elle représente plutôt un lieu d'observation de la pratique scientifique. Elle peut même être envisagée comme une critique de la science. «En ce sens, explique Ger-



# Une sapinière contre nature?

EST-CE BIEN LA PEINE DE S'ÉVERTUER À FAIRE POUSSER DES RÉSINEUX DANS UNE FORÊT QUI ACCUEILLERAIT PLUS FAVORABLEMENT DES FEUILLUS? TELLE EST L'UNE DES QUESTIONS POSÉES PAR LE GROUPE DE RECHERCHE EN ÉCOLOGIE FORESTIÈRE (GREF) DE L'UNIVERSITÉ DU QUÉBEC À MONTRÉAL, QUI MÈNE EN COLLABORATION AVEC L'UNIVERSITÉ DU QUÉBEC EN ABITIBI-TÉMISCAMINGUE DES RECHERCHES SUR LA FORÊT BORÉALE

d'Abitibi. Dirigé par Yves Bergeron, le GREF étudie plus particulièrement la dynamique naturelle d'une étendue de forêt d'environ 8370 hectares de superficie, située autour du lac Duparquet.

Cette forêt constitue un écosystème soumis à deux types de perturbations majeures: les incendies et les épidémies de tordeuse de bourgeon de l'épinette. La mosaïque forestière est constituée d'un ensemble de peuplements dont la composition varie en fonction du temps qui s'est écoulé depuis la dernière perturbation. Yves Bergeron et ses collègues ont déjà réussi à reconstituer l'histoire des feux des 300 dernières années. « Dans cette région, les incendies de forêt sont très violents et tuent très souvent tous les arbres. Pour déterminer l'âge d'un feu, nous nous basons sur les cicatrices situées sur des arbres protégés, sur les îles du lac Duparquet ou sur les berges abritées, explique le chercheur. La position de la marque de feu entre les cernes de l'arbre permet de dater l'incendie à l'année près. » Véritable travail de fourmi, la datation et la détermination de l'ampleur d'un feu à partir des données recueillies sur le terrain permettent d'évaluer les cycles de feu qui se sont succédé au cours des derniers

L'étape suivante consiste à évaluer l'influence de ces perturbations sur la régénération des espèces arborescentes. Les chercheurs ont pu reconstituer, grâce aux arbres encore présents sur le terrain, des cartes des peuplements à différentes époques. Ils ont constaté que les



PHOTO: B. HARVEY/UGAT

siècles et qui ont ainsi façonné la forêt. Quatre-vingt-deux années de feu ont ainsi été répertoriées au cours des trois derniers siècles, la première datant de 1594. La tâche est encore plus ardue pour les épidémies, repérables car elles diminuent la croissance radiale des espèces affectées, comme le sapin baumier. « Pour dater l'épidémie, on compare la croissance radiale des espèces affectées qui ont survécu avec celle des espèces résistantes. » La forêt aux environs du lac Duparquet a connu trois importantes épidémies au cours de notre siècle.

feux, tout comme les épidémies de tordeuse, influent fortement sur la composition de la forêt. En effet, les premières conclusions d'Yves Bergeron portent à croire que les cycles de perturbations mis en évidence ne favorisent pas la présence des résineux. En effet, les chercheurs ont pu noter que la forêt qui se reconstitue immédiatement après un feu est essentiellement composée de feuillus. C'est seulement lorsque ces arbres vieillissent et meurent qu'ils sont remplacés par des résineux. Quant à une épidémie de tordeuse, elle crée des



peuplements mixtes feuillus/résineux. « Les résineux ne dominent essentiellement qu'après la mort des feuillus; c'est ce qu'on appelle une double rotation, précise le chercheur. Nos données montrent qu'il faut environ 100 ans pour voir disparaître la première cohorte de feuillus. Après 100 ans, la forêt est mixte et il faut attendre 200 ans pour qu'elle devienne résineuse. Or le cycle naturel des feux varie entre 60 et 100 ans. » Quoique l'on fasse, les résineux ne feront donc jamais la loi dans cette forêt. Ce sont justement ces espèces qui intéressent les exploitants forestiers. Résultat, ces der-

viées économiques que par nos études, et c'est assez inévitable. »

Pour pouvoir compléter ces recherches, le GREF, en collaboration avec l'Unité de recherche et développement forestier de l'Abitibi-Témiscamingue (URDFAT, un laboratoire de l'UQAT), a déposé en février dernier une demande auprès du ministère des Forêts pour que le site qu'il étudie devienne une forêt d'enseignement et de recherche. « Cette forêt présente des caractéristiques remarquables, explique Yves Bergeron. En plus d'être représentative de la région abitibienne du domaine de la sapinière

sitaires souhaitent en effet qu'un tiers de la forêt soit conservé à l'état naturel, pour pouvoir continuer à étudier sa dynamique à l'abri des actions humaines. Ce serait une première au Québec dans une forêt d'enseignement. Qui plus est, les chercheurs envisagent de jumeler leurs travaux avec ceux portant sur la Forêt modèle du lac Abitibi en Ontario, créée dans le cadre du Plan vert. Ce site est situé à quelques kilomètres du lac Duparquet et les deux forêts sont complémentaires. Le projet a vite conquis le milieu régional. Des discussions encourageantes sont en cours avec les compagnies détentrices des droits forestiers et avec le ministère des Forêts.

« Maintenant que nous commençons à connaître la dynamique naturelle de cette forêt, nous voulons déterminer comment la mosaïque forestière interagit avec la faune et quelle est la biodiversité dans une telle forêt, laissée à l'état sauvage », explique Yves Bergeron. L'année dernière, des recherches sur les petits mammifères ont démarré en collaboration avec le Service canadien de la faune. Une autre étude commencera prochainement, qui portera sur les relations entre les peuplements d'oiseaux et la mosaïque forestière. La préservation de la biodiversité est un thème à la mode. Encore faut-il connaître ce que l'on veut préserver. En Abitibi, les études du GREF et de l'URDFAT permettront de connaître l'évolution naturelle de la biodiversité de la forêt boréale.

VALÉRIE BORDE



PHOTO: D. GAGNON/UQAM

niers passent leur temps à lutter contre les feuillus, ce qui accroît immanquablement les coûts d'aménagement de la forêt.

Quelle a été la réaction des industriels à cette conclusion pour le moins dérangeante? « Les deux compagnies qui exploitent actuellement cette forêt se sont montrées intéressées par nos résultats. Aussi bien Tembec, qui exploite les résineux de cette forêt, que Norbord, qui s'intéresse à ses feuillus, commente Yves Bergeron. Mais ces compagnies sont aujourd'hui plus préoccupées par leur sur-

à bouleaux blancs, elle possède encore des parcelles vierges âgées de plus de 230 ans. Et des cèdres d'Amérique de 900 ans sont encore présents sur les îles et les berges du lac Duparquet! Bien que située relativement au sud, cette forêt intéressait peu les industriels, car elle est dans le bassin versant de la baie James (ce qui n'est pas très pratique pour amener le bois dans le sud du Québec!). » Contrairement aux forêts d'enseignement et de recherche existantes, ce site ne serait pas seulement voué à des études sur l'exploitation forestière. Les univer-



# effet du cuivre sur le PHYTOPLANCTON

BIEN PLUS QUE LES FORÊTS, LES ORGANISMES UNICELLULAIRES DU PHYTO-

PLANCTON SONT VÉRITABLEMENT LE

POUMON DE LA PLANÈTE. ON APPREND

MAINTENANT QUE LE PHYTOPLANC-

TON S'ADAPTE À LA POLLUTION. D'une certaine manière, ces micro-organismes capturent le polluant, le neutralisent et le rangent dans un compartiment cellulaire. À long terme, ils réussissent même à le rejeter dans l'eau.

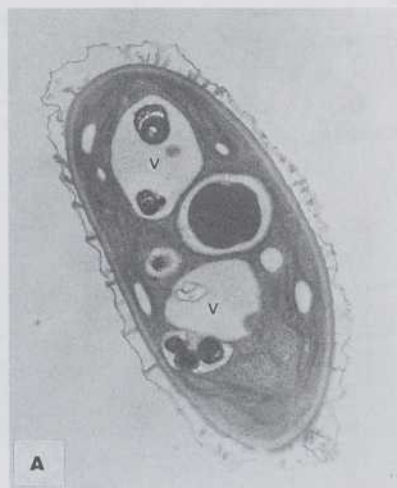
Depuis plus de 15 ans, Raynald Côté, professeur en biologie à l'Université du Québec à Chicoutimi, s'intéresse au phytoplancton. Avec son équipe, il multiplie les recherches sur ces algues microscopiques pour comprendre comment la pollution industrielle nuit à la productivité biologique de cet écosystème aquatique unique au monde qu'est le fjord du Saguenay.

Les recherches de Raynald Côté montrent que les organismes du phytoplancton peuvent très bien s'adapter à la pollution provenant d'ions métalliques. Le cuivre, par exemple, est un polluant industriel qui ne sévit pas seulement dans le Saguenay, mais dans de nombreux cours d'eau. Pour comprendre ce qui se passe dans l'écosystème aquatique, on a mis en contact en laboratoire une espèce d'algue microscopique (*Scenedesmus quadricauda*) naturellement présente dans le Saguenay avec différentes concentrations de cuivre.

L'algue étudiée vit en groupes de quatre cellules. Chaque cellule, physiologiquement indépendante, compte un chloroplaste, le siège de la photosynthèse. Les autres composantes de la cellule sont tout ce qu'il y a de plus standard : un noyau, des ribosomes, des mi-

tochondries, des vacuoles, une paroi cellulaire, un cytoplasme...

Les concentrations de cuivre utilisées en laboratoire sont beaucoup plus fortes que celles retrouvées dans la nature. Le chercheur est lui-même étonné par la capacité de l'espèce à s'adapter à la pollution. « Même à très forte concentration de cuivre, j'observe une croissance de la biomasse », dit-il. Pourtant, le cuivre est très toxique pour les algues.

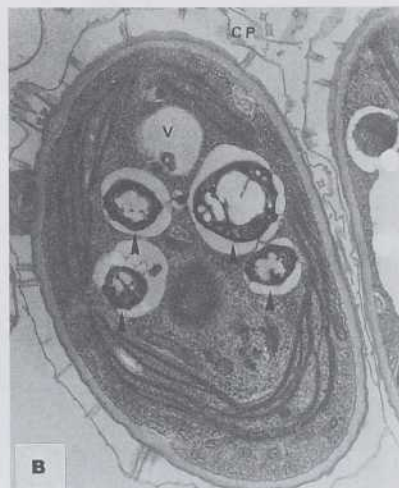


tochondries, des vacuoles, une paroi cellulaire, un cytoplasme...  
Il interfère dans la photosynthèse et en réduit de beaucoup l'efficacité. Les ions de cuivre en solution dérèglent l'activité des enzymes nécessaires au bon fonctionnement de ces organismes unicellulaires. Finalement, ce métal débalance l'équilibre osmotique de la cellule. Une pollution au cuivre a donc toutes les chances d'être catastrophique pour le phytoplancton.

Quelques heures après le contact avec le polluant, l'algue subit un choc toxique et son métabolisme ralentit. Des points foncés se forment dans les vacuoles des algues unicellulaires. Selon

Raynald Côté, l'algue réagit au stress environnemental et tente de détoxifier le cuivre. Elle le fait en se servant de molécules de polyphosphates pour littéralement séquestrer le contaminant, pour annihiler l'effet dérangeant de l'intrus. Ce premier mécanisme n'est malheureusement efficace que pendant les premières heures de la contamination, ce pouvoir de séquestration étant vite saturé. Ne pouvant plus se défendre de cette manière, la cellule entre dans une sorte de dormance qui dure plusieurs jours. Après quoi, elle revient à la normale en synthétisant un surplus de peptides. Ces derniers serviront à son ultime et décisif mécanisme de défense, soit la complexation de l'ion et le rejet du contaminant dans le milieu extracellulaire.

Ces mécanismes expliquent comment s'opère la tolérance du phytoplancton face à la pollution de métaux dissous. Selon Raynald Côté, ces résultats ne di-



minuent cependant en rien l'impact de la pollution sur la vie aquatique. Même si l'algue étudiée s'est adaptée et somme toute bien défendue, il y a une légère bioaccumulation (17 fois) du cuivre dans son organisme. Le phytoplancton, ce sont des milliers d'espèces d'algues. Lorsque mises en présence de polluants, plusieurs en concentrent 1000 fois plus. Et ce cuivre, ce cadmium, ce mercure... se concentrent encore davantage en s'élevant dans la pyramide des organismes vivants qui mangent et qui mangent, pour être mangés à leur tour.

PIERRE DUBOIS

**FIGURE A**  
MICROGRAPHIE D'UNE CELLULE DE *S. QUADRICAUDA* EXPOSÉE À 500  $\mu\text{G L}^{-1}$  DE CUIVRE. LES CELLULES EXPOSÉES À DES CONCENTRATIONS DE CUIVRE VARIANT ENTRE 25 ET 2500  $\mu\text{G L}^{-1}$  DÉVELOPPENT DE FAÇON GÉNÉRALE DE GROSSES INCLUSIONS DENSES AUX ÉLECTRONS SITUÉS DANS UNE OU PLUSIEURS VACUOLES (V). CES INCLUSIONS SONT DES MOLÉCULES DE POLYPHOSPHATE AYANT SÉQUESTRE DU CUIVRE. ELLES SONT SURTOUT DE FORME CIRCULAIRE ET REPRÉSENTENT DES ZONES CLAIRES. (10 300 X)

**FIGURE B**  
MICROGRAPHIE D'UNE CELLULE SOLITAIRE DE *S. QUADRICAUDA* EXPOSÉE À 100  $\mu\text{G L}^{-1}$  DE CUIVRE. LORSQUE LES CELLULES SONT SOUMISES À DES CONCENTRATIONS DE 500 À 2500  $\mu\text{G L}^{-1}$ , IL Y A DÉSORGANISATION DES COLONIES ET APPARITION DE NOMBREUSES CELLULES SOLITAIRES. (7 500 X)



TRANSFERTS

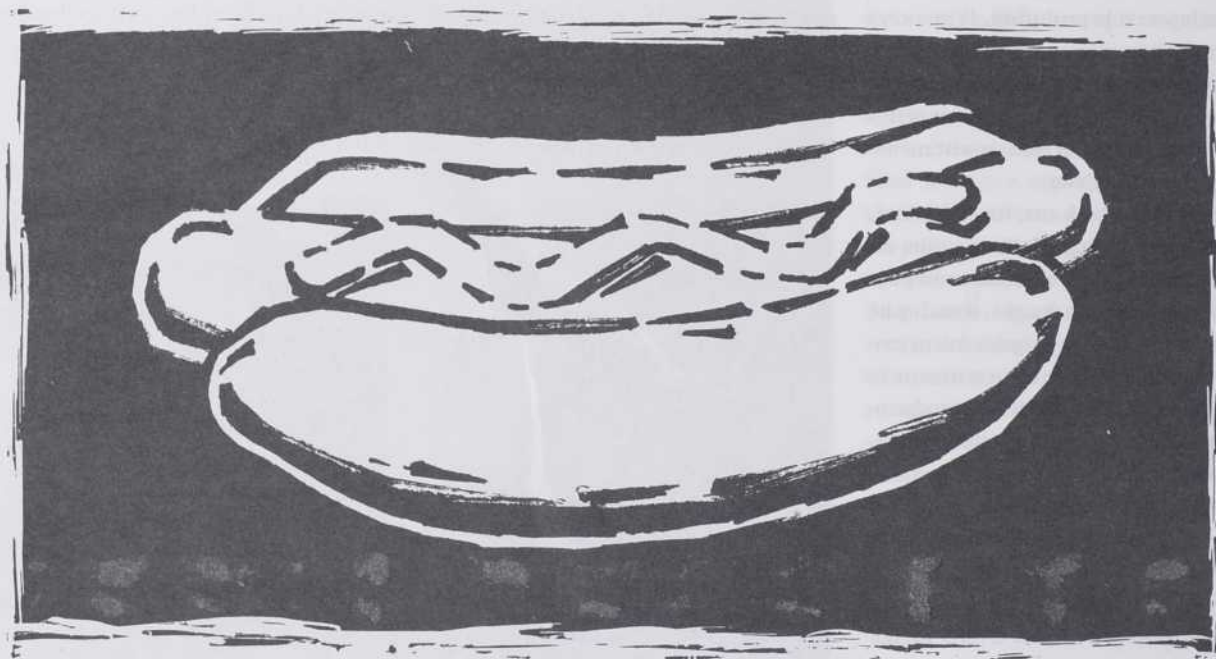
## Des «hot dogs» aux «tofu dogs»

...

Saucisse = viande? L'équation, aujourd'hui, est fautive. Il existe déjà de nombreuses saucisses végétales sur le marché, qui ne contiennent aucun gramme de viande. La firme alimentaire Tounatur en propose une nouvelle, la saucisse El

de leur santé. Des chercheurs de la firme, du Service de technologie alimentaire du ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation du Québec ainsi que leurs collègues du Centre de recherche et de développement sur les

cuisson à la poêle qu'au barbecue, mais comme elle ne contient pas de graisse animale, il faut porter plus d'attention à la cuisson. Enfin, elle peut être congelée et décongelée sans perdre ses qualités organoleptiques.



Perro. Son originalité? Il s'agit d'une saucisse fumée 100 p. cent végétale qui allie les vertus nutritives du soya et du sarrasin. Une première.

Pourquoi vous parler gastronomie? Parce que les concepteurs de la saucisse El Perro ont reçu le 1<sup>er</sup> prix de la Fondation des gouverneurs 1993, un nouveau prix destiné à encourager la recherche et le transfert technologique dans l'industrie alimentaire.

Tounatur voulait créer un produit qui réponde aux attentes des consommatrices et des consommateurs de plus en plus soucieux de leur alimentation et

aliments d'Agriculture Canada, se sont intéressés à la saucisse et ont mis au point une manière de lier soya et sarrasin, une opération difficile.

Les chercheurs ne vous livreront pas leur secret — breveté —, mais indiquent qu'il n'y a ni additifs, ni agents de conservation, ni cholestérol dans leur produit. Leur saucisse offre des valeurs nutritives très intéressantes: peu de protéines, mais beaucoup de phosphore, de fer, de magnésium. La saucisse El Perro a un goût proche — mais pas identique — de celui de la saucisse ordinaire «à la viande». Elle se prête aussi bien à la

Une fois la recherche terminée, il ne restait plus qu'à mettre au point un système de production. «Nous avons adapté une chaîne de production classique», explique le président de la firme, Robert Alarie. Cette saucisse 100 p. cent végétale est distribuée d'un océan à l'autre, au Canada, et elle devrait bientôt envahir les marchés américains, danois et anglais, une fois que les autorisations seront émises. Tounatur attend de connaître le succès de cette saucisse auprès du public avant d'entreprendre d'autres recherches pour créer de nouveaux produits alimentaires.



4<sup>e</sup> FESTIVAL INTERNATIONAL DU  
**FILM SCIENTIFIQUE**  
DU QUÉBEC

**23 SEPTEMBRE AU 3 OCTOBRE 1993**  
MONTREAL : JARDIN BOTANIQUE, CINÉMA ONF  
QUÉBEC : MUSÉE DE LA CIVILISATION



MARSHALL





## Débest, un outil pour estimer le débit

...

Vous vous souvenez de ces problèmes de baignoire, de vases communicants et de débit d'eau, de vrais casse-tête mathématiques qui ont (peut-être) empoisonné vos soirées d'étudiante ou d'étudiant? Saad Bennis, ingénieur et professeur à l'École de technologie supérieure, a récemment mis au point Débest, un logiciel qui permet d'estimer le débit et le niveau d'eau en temps réel dans des réservoirs hydroélectriques, des bassins de remplissage municipaux, des cours d'eau, des stations de rétention, etc. Ce logiciel est actuellement utilisé comme outil de planification et de gestion dans les stations hydrauliques d'Hydro-Québec.

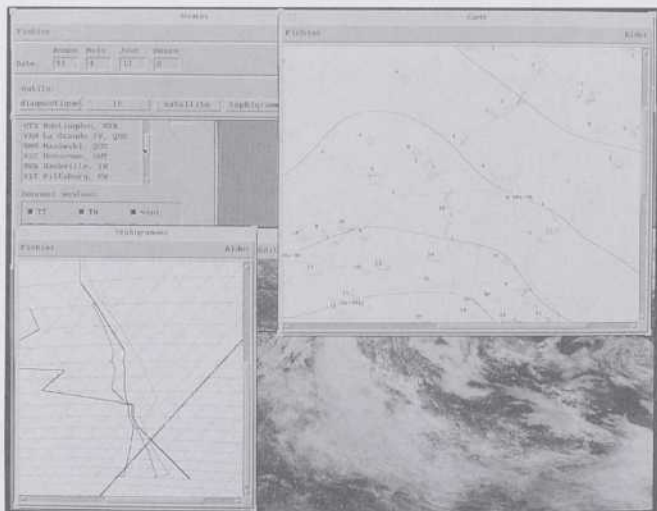
«C'est la première fois que des techniques statistiques servent à établir des projections fiables sur la situation de grandes masses d'eau dans les systèmes hydrologiques», explique Saad Bennis. Celui-ci a utilisé les bases de données touchant l'ensemble des mesures que l'on enregistre dans toutes les stations hydrométriques depuis leur création. Les données, corrélées les unes aux autres, permettent de calibrer les capacités des stations plus récentes (pour lesquelles on disposait de peu de données) et de gérer le débit ou le niveau de l'eau. Ce sont là des estimations importantes: une simple erreur d'un centimètre sur le niveau d'eau d'un grand

réservoir tronque les calculs du volume total, du débit, etc.

Les applications de ce logiciel sont nombreuses. Débest permet de gérer plus efficacement les eaux usées en milieu urbain ou agricole et d'assurer les quantités minimales d'eau pour que les taux de contaminants ne soient pas supérieurs aux normes maximales. On peut aussi réguler le débit d'eau pour éviter une érosion trop importante des berges et un appauvrissement des sols avoisinants. Le logiciel permet enfin d'intégrer les calculs de crues exceptionnelles, en raison des paramètres environnementaux ou économiques dont doivent tenir compte les ingénieurs des eaux.

## STRATUS et les nuages bas

...



Délicats, les nuages bas, en aviation: ils peuvent gêner les pilotes d'avion au décollage ou à l'atterrissage. En effet, il est difficile de prévoir leur taille et leur localisation avec précision. Pour mieux estimer la météo en basse altitude, le Centre de recherche informatique de Montréal (CRIM) a mené le projet STRATUS, avec l'aide du Fonds de recherche en intelligence artificielle du ministère de l'Industrie, de la Science et de la Technologie du Canada. Les ministères de la Défense, du Transport et de l'Environnement participent également à ce programme. Les chercheurs du CRIM ont notamment mis au point un «tephigramme», un outil de recherche et d'affichage des données météorologiques

à la verticale. Il s'agit, en fait, d'une coupe verticale de toutes les données atmosphériques (température, vents, hydrométrie, etc.), qui permet de «lire» la hauteur et l'ampleur des nuages. Cette nouvelle technologie informatique, qui informe en plus beaucoup plus rapidement sur la situation atmosphérique, a été transférée au Centre de météorologie du Québec et sera diffusée dans tout le Canada. La *Federal Aviation Administration* américaine a également signé deux contrats pour adapter ce nouvel outil à ses besoins. La phase suivante du programme STRATUS consiste à mettre au point un système expert capable d'intégrer l'ensemble des données météo et de les modéliser.



Les mordus de la lecture  
ont rendez-vous les  
10-11 NOVEMBRE 1993  
HÔTEL REINE ELIZABETH  
Montréal

INFORMATION  
(514) 282-0605 FAX : 282-0777



Conseil de recherches en sciences naturelles et en génie du Canada / Natural Sciences and Engineering Research Council of Canada

## Chercheurs-boursiers en milieu industriel

1993-1994

Le Conseil de recherches en sciences naturelles et en génie du Canada (CRSNG) offre un programme de chercheurs-boursiers en milieu industriel 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 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 la société parraine pour toute la durée de leurs bourses. Ils travailleront à des activités de recherche et développement.

### Durée du poste

Jusqu'à deux ans, sous réserve d'un rendement satisfaisant.

### Rémunération

L'établissement industriel détermine le salaire qui est d'au moins 30 000 \$ par année; le CRSNG remboursera à la société 25 000 \$ par année pour le salaire du chercheur-boursier.

### Modalités de demande

Le candidat doit communiquer avec l'établissement industriel de son choix pour entamer les pourparlers nécessaires au sujet du salaire, de la durée et des conditions de la bourse, du programme de recherche, etc. Les candidatures doivent être soumises au CRSNG par l'établissement industriel. Les demandes non parrainées par une société et acheminées directement au CRSNG par les candidats ne seront pas acceptées.

### Date limite

Aucune date limite. (Les concours ont lieu tous les deux mois.)

Pour de plus amples renseignements, communiquer avec :

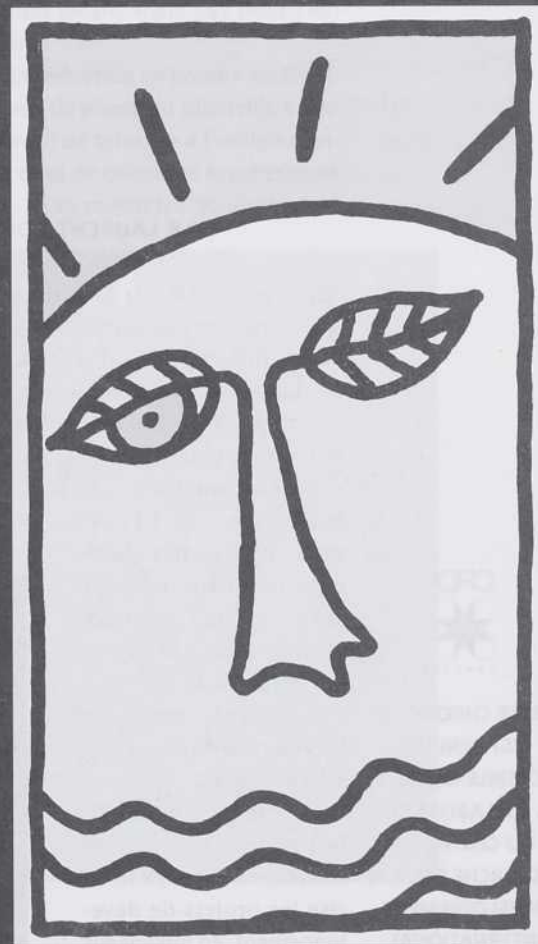
### Programme de chercheurs-boursiers en milieu industriel

Conseil de recherches en sciences naturelles et en génie  
Ottawa (Ontario) K1A 1H5  
(613) 996-2009

Canada

18<sup>e</sup> CONGRÈS  
DE L'ASSOCIATION DES BIOLOGISTES DU QUÉBEC

# BIOLOGISTE



PROFESSION, FORMATION, PERSPECTIVES



12 et 13 novembre 1993

Université du Québec à Montréal  
Information : (514) 279-7115



# L'INDIGO EN GUINÉE

## de la feuille à la poudre

PAR LAURENT FONTAINE

**L**a Guinée, sur la côte ouest du continent africain, est un pays riche en ressources et la nature y est à ce point abondante que chaque famille a son jardin, dont elle tire plusieurs récoltes par an. On l'appelle aussi « le château d'eau » de l'Afrique, tant le pays est vert. La Guinée, pourtant, est un pays pauvre: le régime totalitaire très dur qui a succédé à la décolonisation française n'a pas fait de place au développement et a laissé le pays très en retard sur ses voisins africains.

Depuis 1984 pourtant, le processus de démocratisation du pays favorise les projets de développement, en misant sur les ressources du pays. « Les Sousous, les Peuhls et les Malinkés veulent travailler ensemble pour s'en sortir, note Normand Jubinville, un conseiller technique au Centre des technologies textiles de Saint-Hyacinthe, qui pilote un projet de développement de la teinture d'indigo en Guinée. Ils ont un grand sens de l'entreprise privée. »

Le travail de l'indigo est une activité traditionnelle des familles guinéennes, exactement comme nos arrière-grands-mères filaient ou tricotaient la laine. Un tiers des familles utilisent cette teinture

bleue, pour leur consommation propre et pour vendre leurs surplus.

La teinture d'indigo est extraite des feuilles de l'indigotier, un arbuste qui pousse en quantité en Guinée. Selon la tradition, pour obtenir la teinture, les femmes laissent sécher les feuilles, puis les plongent dans de l'eau et ajoutent un extrait de wanda, un autre arbre de la région. Après huit jours de fermenta-

tion, le bain est prêt. Les femmes, à l'aide de paraffine, tracent des motifs sur le tissu, qu'elles plongent ensuite plusieurs fois dans le bain en le laissant sécher entre chaque trempage, jusqu'à ce qu'elles obtiennent la teinture désirée. Ensuite, le tissu est plongé dans de l'eau chaude pour qu'on récupère la paraffine, puis frappé avec des gourdins sur des bûches jusqu'à ce que son lustre et sa souplesse soient suffisants. L'indi-

go se travaille toute l'année, mais moins pendant la saison des pluies. Les teinturières disposent aussi d'autres colorants synthétiques de cuve, qu'elles trouvent facilement sur les marchés.

La Guinée a mis sur pied, il y a quelques années, des coopératives de teinturières. Mais les techniques de teinture restent trop artisanales et ne permettent pas un développement suffisant des affaires. Aussi le docteur Morlaye Bangoura, de la Direction nationale de la recherche scientifique et technique de la Guinée, a-t-il fait appel au Centre des technologies textiles de Saint-Hyacinthe, sur le conseil du CRDI, pour améliorer la technique de teinture à l'indigo et la rendre plus rentable. La première tranche de ce programme de coopération a une durée de trois ans.

Depuis le milieu des années 1990, l'équipe de Normand Jubinville a cerné trois difficultés principales: la préparation du bain de teinture elle-même prend trop de temps — huit jours; les teinturières gaspillent beaucoup d'indigo; et le travail manuel avec des petites étampes, sur de petites tables, ne permet pas de faire face à des commandes plus importantes.

L'équipe de Saint-Hyacinthe s'est d'abord attaquée à la fabrication de la teinture. « La fermentation des feuilles



CETTE CHRONIQUE EST RENDUE POSSIBLE GRÂCE À LA COLLABORATION DU CENTRE DE RECHERCHE POUR LE DÉVELOPPEMENT INTERNATIONAL (CRDI)



provoque l'oxydoréduction des molécules, explique le chercheur. En solution, le colorant pénètre au cœur des fibres sous forme de molécules d'indoxyle (la molécule instable obtenue par la fermentation), qui vont s'associer par paires pour former par oxydation, au contact de l'air, l'indigo. Le procédé que les teinturières utilisent est globalement correct. La racine de wanda qu'elles ajoutent freine effectivement la réoxydation immédiate de l'indoxyle et permet une meilleure pénétration des fibres.»

L'équipe de Saint-Hyacinthe a surtout cherché comment améliorer la technique des Guinéennes pour transformer l'indigo extrait en poudre; les teinturières pourraient ainsi extraire la teinture sur le lieu même de la cueillette des feuilles, la conserver et l'utiliser comme n'importe quel autre colorant de cuve. «Depuis longtemps, l'indigo que l'on utilise en Occident est synthétique, explique Normand Jubinville; aussi a-t-il fallu retrouver les procédés qu'utilisaient les teinturiers avant le XX<sup>e</sup> siècle.» L'équipe de Saint-Hyacinthe a remis au point un système d'oxydation dans la solution même: par simple battage du liquide, l'indoxyle s'oxyde au contact de l'air, puis le résultat est précipité pour qu'on obtienne de la poudre. Le tout peut se faire en 24 heures, avec une simple baguette, un filtre et un contenant, sur le lieu même de la cueillette, et on n'utilise plus de wanda, qui servait d'anti-oxydant. L'indigo ainsi obtenu est moins pur que l'indigo synthétique (40 p. cent de pureté), mais l'essentiel est atteint: la teinture est réduite en poudre et peut être utilisée immédiatement.

Une fois cette technique mise au point, les chercheurs se sont employés à l'implanter. «Si la coopération des universitaires là-bas était bonne, celle des teinturières allait moins de soi, car il s'agissait de toucher à un procédé traditionnel tout en respectant leur culture. Acquérir leur confiance a pris entre un an et demi et deux ans.» Aussi, pour s'assurer de son succès, on a conçu le projet dans l'intérêt des teinturières

elles-mêmes. Des dons en matériel ont été faits aux coopératives, dons qui servent immédiatement à la teinture ou à la coupe des tissus: réfection du système d'aqueduc, achat de machines à coudre ou de gants en caoutchouc, etc. «Pour faire participer les femmes des coopératives sans qu'elles ne prennent de risque, nous les avons engagées pour faire nos essais sur place. Cette méthode les a rendues maîtres du procédé et, une fois convaincues de son efficacité — elles pouvaient mesurer elles-mêmes leur rendement —, elles nous ont aidés

économique. Le tissu est très vite foncé, mais la pénétration du colorant dans les fibres n'est pas suffisante, et il reste beaucoup de teinture au fond des bassins. Une fois qu'on passe le tissu dans de l'eau chaude, il perd la moitié de sa couleur. Le résultat est suffisant pour la production locale, mais pas pour l'exportation.»

Avec la réduction en poudre de l'indigo, l'équipe de Normand Jubinville a rendu le travail de teinture à l'indigo semblable à celui de colorants synthétiques de cuve. «Les ouvrières solubilisait



à y apporter les améliorations... en dévoilant des renseignements sur leur technique qu'elles ne nous avaient pas fournis dans un premier temps! Depuis le début de cette année, la coopérative de Kindia, à deux heures de route de Conakry, la capitale, se charge de communiquer son nouveau savoir-faire aux autres coopératives. Avec succès, semble-t-il.»

La recherche de l'équipe de Saint-Hyacinthe ne s'arrête pas à la transformation de l'indigo en poudre. Le Centre des technologies textiles s'intéresse également au procédé de teinture même. «Le trempage successif dans des bains saturés d'indigo est peu efficace et peu

déjà les teintures dans de la soude caustique et de l'hydrosulfite de sodium, ce qui est un bon procédé. Nous essayons de voir comment leur apprendre à doser la teinture pour ne pas en gaspiller. Ajouter du sel ou chauffer le bain de teinture améliore, par exemple, la pénétration du colorant... mais le bois de chauffage coûte très cher: il faut trouver le rapport économique le plus intéressant tout en adaptant le processus.»

Avec les départements de génie mécanique des universités locales, les chercheurs québécois veulent aussi fabriquer sur place des récipients au goulot étroit pour que le bain de teinture ait

## LEXIQUE DES SERVICES DE SANTÉ

nouveauté

*Ce lexique anglais-français, français-anglais présente un ensemble de termes et d'expressions propres au secteur des services de santé en général au pays. C'est un ouvrage de base qui prendra plus d'expansion au fur et à mesure de son actualisation.*

*Il est divisé en deux parties, traitant des services de santé mêmes et des appellations officielles qui s'y rattachent.*

*Cette publication s'adresse aux professionnels de la santé et aux traducteurs, terminologues et interprètes.*

*Publié par le Secrétariat d'État, le lexique a été élaboré par le réseau Entraide Traduction Santé (ETS), un groupe de traducteurs oeuvrant dans le domaine de la santé.*

*Bulletin de Terminologie 205, 1991  
Code GCC-É: 029401 1068 entrées  
14,95\$ (17,95\$ à l'étranger)*

*Disponible par la poste auprès du:  
Groupe Communication  
Canada - Édition  
Ottawa (Ontario) Canada  
K1A 0S9  
Tél.: (819) 956-4802  
ou par l'entremise des librairies  
associées*



Medical Research  
Council of Canada

Conseil de recherches  
médicales du Canada

Secrétariat d'État  
du Canada

Department of the Secretary  
of State of Canada



moins de contact avec l'air et s'oxyde donc moins rapidement. La teinture aura ainsi le temps de pénétrer la fibre du tissu plus en profondeur. «Les artisans locaux sont mis à contribution, mais nous devons mettre au point des procédés qui ne créent pas de monopole et ne rendent pas les teinturières dépendantes d'une industrie, sans quoi les prix de leurs outils grimpent immédiatement sur les marchés!»

Enfin, une dernière étape de la recherche consistera à «mécaniser» (mais sans électricité) le processus pour en accroître la productivité. Pour dessiner les motifs, par exemple, les teinturières utilisent des étampes étroites et elles travaillent sur des tables d'impression trop petites (50 cm x 50 cm). On songe à de nouvelles méthodes d'impression par tampons ou caches plastiques, avec de la paraffine liquide, à des tables de travail plus grandes où plusieurs femmes pourraient imprimer en même temps de plus grandes pièces de tissu, ainsi qu'à de nouvelles techniques de polissage; la R-D du Centre se poursuivra ces années, en étroite collaboration avec la Direction nationale de la recherche scientifique et technique de Guinée.

Pour assurer le succès du projet à long terme, un jeune Guinéen de 26 ans,

M. Keita, suit une formation intensive au Cégep de Saint-Hyacinthe, en techniques de teinture. Cette année, il a d'ailleurs terminé deuxième de sa promotion. «Au lieu d'envoyer un chercheur québécois sur place en permanence, nous avons préféré former un spécialiste guinéen. Nous veillons à lui donner une formation générale solide et une bonne maîtrise des techniques de teinture. Quand il partira d'ici, il connaîtra tout de l'indigo, assure Normand Jubinville. À son retour, il sera chargé de superviser et de poursuivre les projets.» Car, laisse entendre le responsable du projet, la Guinée pourrait, dans une étape ultérieure, développer son industrie du coton. Les Guinéens ont déjà la teinture; ils auraient ainsi, sur place, le tissu.

### Erratum

Une erreur s'est malencontreusement glissée dans l'article publié en mai dernier sur l'assèchement des boues industrielles en Malaisie (mai-juin 1993, vol. 14, n° 3). Le responsable du projet est, en effet, M. Raymond Yong et non Robert Young. Nos excuses.



## PRIX DE L'AUTEUR DE L'ANNÉE 1992 D'INTERFACE

...

Ceux et celles qui ont lu dans notre numéro de mars-avril 1992 l'article « La médecine des gènes » comprendront sans doute pourquoi notre jury a accordé le *Prix de l'auteur de l'année* à son auteur, **Pierre Chartrand**, de la Société canadienne de la Croix-Rouge. Clarté, simplicité, cohérence, tout simplement une belle leçon de vulgarisation.

Le Prix de l'auteur de l'année veut encourager les chercheuses et chercheurs à présenter dans *INTERFACE*, de façon accessible à tous et à toutes, leur domaine de recherche ainsi que leurs travaux. Cette année, le jury était composé de Claire Gagnon, journaliste, de Michel Groulx, journaliste, de Jean Hamann, des relations publiques de l'Université Laval, de Pierre Normand, chef des communications au Conseil de recherches en sciences naturelles et en génie, et de Vincent Raymond, professeur en biologie moléculaire à l'Université Laval et lauréat (avec Michel Maziadé) du Prix de l'auteur de l'année 1991 d'*INTERFACE*.

## LA R-D CANADIENNE EN QUELQUES CHIFFRES

...

En 1993, les dépenses totales prévues au titre de la recherche et du développement (R-D) dans l'industrie canadienne excéderont 5,6 milliards de dollars, soit une augmentation de 2,9 p. cent par rapport à 1992. De plus, si ces prévisions pour 1993 se réalisent, le montant des dépenses *intra-muros* au titre de la R-D sera à peu près le double de celui atteint en 1984.

En termes des dépenses de R-D, l'industrie de l'équipement de télécommunication occupe la première place, comptant pour 14 p. cent de toutes les dépenses *intra-muros*, suivie de ces industries: bureaux d'ingénieurs et de scientifiques (9 p. cent), aéronefs et pièces (8 p. cent), autre matériel électronique (6 p. cent) et machines de bureau (6 p. cent).

La source la plus importante de financement de la R-D pour 1992 (l'année pour laquelle les données disponibles sont les plus récentes) demeure les entreprises exécutantes finançant 64 p. cent de leurs propres dépenses de R-D. Cette proportion n'a pratiquement pas changé depuis 1984. Le financement de la R-D industrielle provenant de sources étrangères correspondait à 18 p. cent de la R-D industrielle totale, tandis que la contribution de l'administration fédérale était de 8 p. cent et que celle provenant des autres sources canadiennes comptait pour 10 p. cent.

Source

STATISTIQUE CANADA, « Recherche et développement industriels de 1984 à 1993 ». *Statistique des sciences*, vol. 13, n° 4, août 1993.

## UN JOLI MOIS DE MAI

...

27 mai

Le **D<sup>r</sup> Fraser Mustard**, président et cofondateur de l'Institut canadien des recherches avancées (ICRA), devient le 27<sup>e</sup> lauréat du *Prix de la Banque Royale*. Ce prix honore une personne résidente ou domiciliée au Canada qui, par ses actions, a contribué au bien-être de l'humanité et servi le bien commun.

29 mai

Le **D<sup>r</sup> Michel Chrétien**, spécialiste de la chimie des hormones du cerveau et directeur de l'Institut de recherches cliniques de Montréal (IRCM), reçoit la *médaille McLaughlin de la Société royale du Canada*. Cette médaille rend hommage à une ou un scientifique dont la recherche, dans le domaine des sciences médicales, s'illustre par son excellence.

Et encore le 29 mai

Le **Centre de recherche informatique de Montréal** (CRIM) et l'**Institut canadien de recherches sur les pâtes et papiers** (PAPRICAN) remportent l'*OCTAS de l'innovation* décerné par la Fédération de l'informatique du Québec.

Cet OCTAS vient souligner le développement du système PICTCH EXPERT sur le contrôle de la poix, un projet dont les retombées économiques sont déjà importantes (voir *INTERFACE*, vol. 14, n° 3, p. 60).

## DU CÔTÉ DES CHAIRES

...

L'École Polytechnique de Montréal a inauguré en mai dernier la Chaire industrielle CRSNG-TVX GOLD-GOLDEN KNIGHT de géophysique en forage pour l'exploration minérale. Les travaux de cette chaire, dont le financement total atteint les deux millions de dollars, porteront sur le développement de techniques et d'instruments capables de détecter des gîtes enfouis jusqu'à 3 000 mètres, soit dix fois plus en profondeur que ne le permettent les méthodes conventionnelles. Son premier titulaire est Peter Fullagar.

Par ailleurs, à l'Université Laval, Québec Téléphone, le Conseil de recherche en sciences naturelles et en génie (CRSNG) et l'Université, ont décidé d'investir 1,8 million de dollars dans la Chaire industrielle en télécommunications optiques créée en 1988 par les mêmes partenaires. Les principaux projets en cours à la Chaire visent à augmenter la capacité de transmission d'information de la fibre optique.

## UN PAVILLON HIGH-TECH

...

Il compte 126 cheminées conçues pour évacuer entièrement et de façon constante tout gaz produit au cours des expériences. Son taux d'humidité est maintenu entre 40 et 60 p. cent. Que dire aussi des senseurs, thermostats, interrupteurs et relais de courant électrique installés dans chacun des 25 laboratoires! Voilà quelques particularités du tout nouveau pavillon D'lorio de chimie et de biologie de l'Université d'Ottawa.

# Le génie sans frontière...

L'École Polytechnique, la plus grande  
École d'ingénieurs au Canada,  
s'attache à former des ingénieurs capables  
de dépasser les frontières et de relever les  
défis avec dynamisme et créativité.  
Forte de ses réalisations, elle entend  
contribuer plus activement que jamais au  
progrès de l'industrie et de la société.



**ÉCOLE  
POLYTECHNIQUE**

affiliée à l'Université de Montréal

C.P. 6079, succursale A  
Montréal, Québec  
H3C 3A7  
Canada

Téléphone: (514) 340-4936  
Télécopieur: (514) 340-3213



## CHERCHEURS RECHERCHÉS

### UNIVERSITÉ DE MONTRÉAL

...

#### DÉPARTEMENT DE SANTÉ BUCCALE

##### Professeure, professeur en orthodontie

La Faculté de médecine dentaire de l'Université de Montréal est à la recherche d'une professeure-chercheuse ou d'un professeur-chercheur, orthodontiste de préférence, pour travailler à plein temps au sein de la section d'orthodontie du Département de santé buccale (poste pouvant mener à la permanence).

**FONCTIONS:** participer aux programmes de recherche existants — biologie des tissus calcifiés, biomécanique et biomatériaux, croissance et développement, épidémiologie, physiologie du système trigéminale (contrôle de la mastication et de la douleur), réhabilitation buccofaciale (implantologie).

**EXIGENCES:** posséder un Ph.D. ou l'équivalent; être activement engagée ou engagé en recherche; maîtriser le français ou s'engager à l'apprendre.

**TRAITEMENT:** selon la convention collective. Les personnes intéressées doivent faire parvenir leur curriculum vitae, accompagné de deux lettres de recommandation, au plus tard le 15 novembre 1993, à:

Jean Turgeon  
Directeur

Département de santé buccale  
Faculté de médecine dentaire  
Université de Montréal  
C.P. 6128, succ. A  
Montréal (Québec)  
H3C 3J7

Conformément aux exigences prescrites en matière d'immigration au Canada, la priorité sera accordée, pour ces emplois, aux citoyens canadiens et aux résidents permanents. Ces postes sont ouverts aux femmes ainsi qu'aux hommes.

#### DÉPARTEMENT DE DÉMOGRAPHIE

##### Professeure, professeur en démographie

Le Département de démographie de la Faculté des arts et des sciences de l'Université de Montréal cherche une professeure régulière ou un professeur régulier, à plein temps, avec spécialisation dans le domaine de la démographie sociale. Le Département de démographie est une unité d'enseignement et de recherche qui offre un programme de mineure en démographie au 1<sup>er</sup> cycle, une maîtrise et un Ph.D. en démographie aux cycles supérieurs. La recherche porte principalement sur la fécondité et la famille, la démographie historique, la migration et l'insertion des migrants en milieu urbain, les liens entre population et développement, la mortalité et la santé, le vieillissement démographique, la démoulinguistique et la démographie des populations autochtones. Composé d'une quinzaine de professeures, professeurs, chercheuses et chercheurs, le Département comprend en particulier une équipe qui se consacre à la démographie du tiers-monde, surtout de l'Afrique francophone, équipe à laquelle la personne recherchée devra s'intégrer.

**FONCTIONS:** enseignement de la démographie aux trois cycles; direction d'étudiantes et d'étudiants aux cycles supérieurs (maîtrise et doctorat); recherche.

**EXIGENCES:** Ph.D. en démographie ou l'équivalent; spécialisation en démographie sociale avec un intérêt marqué pour la démographie du tiers-monde; expérience dans l'enseignement souhaitable;

connaissance de la langue française suffisante pour assurer l'enseignement dans cette langue.

**CRITÈRES DE SÉLECTION:** qualité de l'enseignement et de la recherche; qualité des publications; les candidatures de jeunes professeures ou professeurs qui viennent de terminer leur Ph.D. seront prises en considération.

**TRAITEMENT:** selon la convention collective

**DATE D'ENTRÉE EN FONCTION:** le 1<sup>er</sup> juin 1994

Les personnes intéressées doivent faire parvenir leur curriculum vitae, une lettre faisant état de leurs champs d'intérêt, de leurs compétences et de leur expérience dans le domaine ainsi que le nom et l'adresse de trois répondants, avant le 31 octobre 1993, à:

Victor Piché  
Directeur

Département de démographie  
Université de Montréal  
C.P. 6128, succ. A  
Montréal (Québec)  
H3C 3J7

### INSTITUT NATIONAL DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE (INRS)

...

#### Associée, associé de recherche

**FONCTIONS:** la personne choisie devra participer à l'élaboration de modèles numériques d'habitats piscicoles lacustres et fluviaux. Elle aura comme principale fonction d'incorporer les facteurs biologiques de l'habitats (compétition, productivité secondaire) ainsi que la physiologie de poissons à ces modèles. Elle sera appelée à participer au développement de logiciels dans le cadre de ces projets.

**EXIGENCES:** détenir un doctorat en biologie (entomologie ou ichtyologie) avec au moins un an d'expérience comme stagiaire au postdoctorat. Posséder une très bonne expérience dans le domaine de



l'écologie des communautés d'invertébrés aquatiques et de ses interactions trophiques avec les poissons. Avoir une bonne expérience en modélisation mathématique des habitats fluviaux. Détenir des publications scientifiques dans tous ces domaines. Avoir une bonne maîtrise du français et de l'anglais. Une bonne connaissance de techniques statistiques et informatiques serait un atout.  
LIEU DE TRAVAIL: INRS-Eau, Sainte-Foy (Québec)

TRAITEMENT: selon le protocole en vigueur à l'INRS, le salaire annuel peut varier de 40 834 \$ à 54 928 \$.

Les personnes intéressées à ce poste sont priées de faire parvenir leur curriculum vitae complet, avant le 1<sup>er</sup> octobre 1993, en y indiquant le numéro du concours SP 93-51, au :

Directeur du personnel  
Institut national  
de la recherche scientifique  
2635, boul. Hochelaga, 6<sup>e</sup> étage  
C.P. 7500  
Sainte-Foy (Québec)  
G1V 4C7

**Professeure-chercheuse,  
professeur-chercheur**

FONCTIONS: dans l'intention d'assurer une plus grande pertinence dans ses travaux de recherche en sciences des matériaux liées aux phénomènes de surface et de traitement de surface ainsi qu'à la mise en application de ces phénomènes, l'INRS-Énergie et Matériaux recherche une ou un spécialiste capable d'exercer un leadership dans le domaine de la croissance et de la modification de l'état de surface des couches minces par procédés plasma ou par implantation ionique. En particulier, cette personne devra développer des applications des matériaux dans des domaines stratégiques tels que l'aérospatiale, l'énergie ou la micro-électronique. Une compétence dans les techniques de caractérisation des surfaces est souhaitée. Membre d'une équipe formée de professeurs, professeurs, aides à la recherche, étudiantes et étudiants, cette personne devra coordonner l'orienta-

tion des travaux en cherchant à en optimiser la pertinence par une étroite association avec le milieu industriel ou le milieu institutionnel de recherche engagé dans les mêmes champs d'activités de transfert technologique.

On lui confiera également le mandat de structurer et de réaliser un cadre d'enseignement spécialisé en sciences des matériaux aux 2<sup>e</sup> et 3<sup>e</sup> cycles.

EXIGENCES: détenir un doctorat en physique, génie physique ou domaines connexes et posséder quelques années d'expérience dans un domaine relié ou connexe au traitement et à la modification de surfaces par bombardement ionique, plasma ou interaction-laser.

Dans le cadre d'échanges de transferts technologiques, la personne choisie peut être appelée à travailler dans des laboratoires industriels ou institutionnels à l'extérieur de l'INRS-Énergie et Matériaux. La langue de travail est le français.

LIEU DE TRAVAIL: Varennes (Québec)

TRAITEMENT: selon la convention collective en vigueur à l'INRS

DATE D'ENTRÉE EN FONCTION: automne 1993

Toutes les candidatures seront traitées confidentiellement. Les personnes intéressées à ce poste sont priées de faire parvenir leur curriculum vitae complet, en y indiquant le numéro du concours SP 93-43, au :

Directeur des ressources humaines  
Institut national  
de la recherche scientifique  
2635, boul. Hochelaga, C.P. 7500  
Sainte-Foy (Québec)  
G1V 4C7

**Professeure-chercheuse,  
professeur-chercheur**

FONCTIONS: dans l'intention d'assurer une plus grande pertinence dans ses travaux de recherche en sciences des matériaux liées à la chimie des matériaux moléculaires et à leur utilisation pratique, l'INRS recherche une ou un spécialiste capable d'exercer un leadership dans au moins un des domaines suivants:

- l'étude des composites à base de matrice polymère
- la synthèse ou la préparation de matériaux organiques en vue d'applications technologiques

Membre d'une équipe formée de professeurs, professeurs, aides à la recherche, étudiantes et étudiants, la personne choisie devra coordonner l'orientation des travaux en cherchant à en optimiser la pertinence par une étroite association avec le milieu industriel ou le milieu institutionnel de recherche engagé dans les mêmes champs d'activités de transfert technologique tels que ceux de l'IMI du CNRC. On lui confiera également le mandat de structurer et de réaliser un cadre d'enseignement spécialisé en sciences des matériaux aux 2<sup>e</sup> et 3<sup>e</sup> cycles.

EXIGENCES: détenir un doctorat en génie chimique, en chimie, en physique ou dans un domaine connexe et avoir quelques années d'expérience dans un domaine relié ou connexe aux matériaux organiques d'importance stratégique sur le plan industriel. Une compétence dans la caractérisation des matériaux est exigée. La compréhension des propriétés physicochimiques et mécaniques des matériaux organiques est souhaitée.

Dans le cadre d'échanges de transferts technologiques, cette personne peut être appelée à travailler dans des laboratoires industriels ou institutionnels à l'extérieur de l'INRS-Énergie et Matériaux. La langue de travail est le français.

LIEU DE TRAVAIL: Varennes (Québec)

TRAITEMENT: selon la convention collective en vigueur à l'INRS

DATE D'ENTRÉE EN FONCTION: automne 1993

Toutes les candidatures seront traitées confidentiellement. Les personnes intéressées à ce poste sont priées de faire parvenir leur curriculum vitae complet, en y indiquant le numéro du concours SP 93-42, au :

Directeur des ressources humaines  
Institut national  
de la recherche scientifique  
2635, boul. Hochelaga, C.P. 7500  
Sainte-Foy (Québec)  
G1V 4C7

## RECENSION

## LA SCIENCE DU MAL

L'INSTITUTION DE LA PSYCHIATRIE  
AU QUÉBEC, Peter Keating,  
Éditions Boréal, 211 pages.

Dans *La Science du mal*, Peter Keating décrit l'apparition de la médecine dans le champ de la maladie mentale, au siècle dernier.

Pour bien comprendre l'apport de ce livre, mis à part son intérêt anecdotique non négligeable pour le grand public, il faut le situer dans le contexte de l'historiographie de la prise en charge de la folie au Québec. Comme le titre de son ouvrage l'indique, l'auteur tente de décrire l'apparition de la psychiatrie comme spécialité médicale au cours du XIX<sup>e</sup> siècle, à l'intérieur d'une continuité doctrinale s'inspirant des théories du concepteur de « traitement moral », Philippe Pinel. Selon la plupart des historiens, l'émergence et l'institutionnalisation de la psychiatrie auraient comporté deux grandes étapes, la deuxième étant la négation de la première.

Dans la première étape, en effet, l'établissement des asiles aurait été justifié par le traitement moral, qui semble annoncer l'élimination de la folie dans un proche avenir. Le traitement moral peut être défini comme l'art de consoler les aliénés, de leur parler avec bienveillance, de leur donner quelquefois des réponses évasives pour ne point aigrir leur refus, de leur imprimer d'autres fois une crainte salutaire et de triompher sans aucun acte de violence de leur obstination inflexible.

Dans la deuxième étape, les espoirs de guérison se révélant illusoire, la doctrine du traitement moral aurait été remplacée par celle de la « dégénérescence ».

Parmi les historiens des deux étapes, certains (comme André Celler) voient dans le traitement moral une croyance naïve que seule l'expérience des asiles pouvait détruire. D'autres (comme André Paradis et son équipe) croient que la croyance au traitement moral n'était

que cynique, sa première fonction étant la mise à l'écart des individus improductifs dans le cadre d'un système social dominé par les valeurs de production.

Selon Keating, le traitement moral n'est pas une croyance naïve, mais un concept médical comportant non seulement une doctrine thérapeutique, mais aussi une classification des pathologies mentales. L'ouverture de l'asile de Québec en 1845 repose non pas sur l'illusion de guérir tous les aliénés, mais sur le fait, d'une part, qu'on avait déjà obtenu de nombreuses guérisons à l'hôpital et, d'autre part, sur l'acceptation du fait qu'il y avait une classe d'aliénés incurables que l'asile devait prendre en charge. Selon Keating, les limites du traitement moral soulevaient la question d'une éventuelle différence de nature entre les maladies mentales curables et incurables. Ensuite, en accréditant que raison et folie coexistaient simultanément chez tous les aliénés, la doctrine accompagnant le traitement moral s'opposait aux doctrines légales de l'époque, qui considéraient comme irresponsables uniquement les individus qu'on présumait exempts de toute raison. Ce conflit idéologique entraînera des conflits entre spécialistes médicaux devant les cours criminelles. Rien de tel pour affiner un savoir ou des théories et développer un domaine de compétence... Finalement, cette crise mènera à la création d'une commission provinciale d'enquête sur les asiles en 1887, dont l'un des effets sera l'établissement, à la tête des asiles de la province, de bureaux médicaux dont les membres étaient partisans de la théorie de la dégénérescence. Cette théorie posait des limites au traitement moral, sans le renier. Elle annonçait la notion de chronicité (noyau dur), qu'on retrouve aujourd'hui, et la notion concomitante de réadaptation intensive pour ralentir ou freiner le processus morbide.

L'intérêt de l'ouvrage consiste à montrer qu'au siècle dernier, se posaient en d'autres termes des questions encore

d'actualité. La distinction entre curables et incurables (ou peu curables) doit-elle conduire à des investissements de type plus curatifs pour les uns et des investissements de type plus « récréo-hébergementaux » pour les autres? À quoi fait-on affaire lorsqu'on parle d'hérédité: à la transmission d'une fragilité ouverte à diverses psychopathologies? À la transmission d'une culture familiale particulière ou à la transmission héréditaire de maladies particulières? Doit-on alors favoriser, en milieu hospitalier, un mode de groupement des patients selon la similarité des pathologies ou selon leur compatibilité de caractère? C'est là un débat du siècle dernier qui trouve écho au XX<sup>e</sup> siècle, au cours des années 1960, dans les différences d'approches entre celles de la commission Bédard et celles des réformes Lazure (sectorisation hospitalière) aux hôpitaux Rivière-des-Prairies et Louis-H. Lafontaine. Entre ces patients non vraiment malades que les religieuses gardaient prétendument pour la pension qu'ils leur rapportaient et ces « bons malades » qu'il y a peu d'années on retenait dans les unités de soins des grands hôpitaux psychiatriques pour bloquer la venue de plus malades, la distance est-elle si grande?

Comme le livre d'André Cellard (*Histoire de la folie au Québec de 1600 à 1850*), le livre de Keating constitue un ouvrage de référence sur le plan de l'histoire de la psychiatrie. L'historiographie antérieure, notamment celle établie par l'équipe d'André Paradis, accordait beaucoup d'importance au rôle joué par le prétendu premier asile au Canada français (l'asile de Beauport) et par son fondateur James Douglas. Le livre de Keating accorde, quant à lui, plus d'importance à ce qui s'est passé au cours de l'histoire de l'hôpital Saint-Jean-de-Dieu, aujourd'hui dénommé Louis-H. Lafontaine.

**Hubert Walot**, psychiatre et professeur à la Télé-université





## LIVRES REÇUS

### Santé, médecine

**LE DÉFI DE L'ÉGALITÉ.** *La santé mentale des hommes et des femmes*, Comité de la santé mentale au Québec, Gaëtan Morin éditeur, 208 pages.

**TRAVAIL ET SOINS AUX PROCHES DÉPENDANTS**, N. Guverman, P. Maheu, C. Maillé, Les Éditions du remue-ménage, 195 pages.



### VOUS DEVRIEZ LIRE...

**PIERRE DESLONGCHAMPS**, que nous présentons au début de ce numéro, vous suggère de lire:

- *L'Obéissance*, Suzanne Jacob, édition du Seuil, 1991
- *Une voie qui demeure*, Placide Gaboury, Libre-expression, 1992
- *Souveraineté de l'individu*, Michel Morin, édition Les Herbes rouges, 1992.

**DIAGNOSTICS INFIRMIERS**, *Guide pour le plan de soins*, C.M. Taylor, S.M. Sparks, 378 pages.

**COMPRENDRE ET MAÎTRISER L'ASTHME**, Hélène Boutin, Louis-Philippe Boulet, Les Presses de l'Université Laval, 93 pages.

**ATLAS DU CERVEAU HUMAIN**, Fusco, DeArmond, Dewey, Décarie éditeur inc., 201 pages.

### Psychologie, éducation

**L'APPROCHE POSITIVE DE LA PERSONNE...** *Une conception globale de l'intervention*, D. Fraser, L. Labbé, Éditions Agence d'Arc, 270 pages.

**L'APPROCHE PHÉNOMÉNOLOGIQUE EN RECHERCHE**, Chantal Deschamps, Guérin Universitaire, 111 pages.

**TRANSITIONS PROFESSIONNELLES**, *Choix et stratégies*, Danielle Riverin-Simard, Les Presses de l'Université Laval, 284 pages.

### Biologie, environnement

**BACTÉRIES ET ENVIRONNEMENT**, *Adaptations physiologiques*, Jean Pelmont, Presses universitaires de Grenoble, 900 pages.

**ENTRE L'ARBRE ET L'AUTO**, *Dix ans de précipitations acides*, Gilles Parent, Éditions MultiMondes, 230 pages.

**L'ÉTAT DE L'ENVIRONNEMENT DANS LE MONDE**, sous la direction de Michel et Calliope Beaud ainsi que de Mahomed Larbi Bouguerra, La Découverte/FPH, 480 pages.

### Sociologie, politique et histoire

**LE DÉVELOPPEMENT LOCAL**, *Théorie et pratique*, Bernard Vachon, Francine Coallier, Gaëtan Morin éditeur, 360 pages.

**QUÉBEC 1945-2000**, *Les intellectuels et le temps de Duplessis*, tome 2, Léon Dion, Les Presses de l'Université Laval, 452 pages.

**STRUCTURATION DU SOCIAL ET MODERNITÉ AVANCÉE**, *Autour des travaux d'Anthony Giddens*, sous la direction de Michel Audet et Hamid Bouchikhi, Les Presses de l'Université Laval, 537 pages.

**LA CONSTRUCTION D'UNE CULTURE**, *Le Québec et l'Amérique française*, Gérard Bouchard et Serge Courville, Les Presses de l'Université Laval, 445 pages.

**LA POLITIQUE TECHNOLOGIQUE AU QUÉBEC**, *Politique et économie*, Robert Dalpé et Réjean Landry, Les Presses de l'Université de Montréal, 248 pages.

**GUIDE QUÉBÉCOIS DE LA FAMILLE**, *Secrétariat de la famille*, Gouvernement du Québec, Gaëtan Morin éditeur, 245 pages.

**THÉRÈSE CASGRAIN**, *Une femme tenace et engagée*, A. Caron, L. Archambault, E. Tardy, R. Comeau, Les Presses de l'Université du Québec, 420 pages.

### Religion

**LA QUESTION SOCIALE HIER ET AUJOURD'HUI**, *Colloque du centenaire de *Resurreximus**, sous la direction de Jean Richard et Louis O'Neill, Les Presses de l'Université Laval, 614 pages.

**RELIGIONS ET CROYANCES**, *Les transactions politiques des croyants*, Pauline Côté, Les Presses de l'Université d'Ottawa, 256 pages.

### Administration, droit, finances

**COMPTABILITÉ DE MANAGEMENT**, Réjean Brault, Pierre Giguère, Les Presses de l'Université Laval, manuel 1060 pages, recueil de solutions 636 pages.

**LA FISCALITÉ**, *Planification financière 3*, Marc Lachance, Modulo éditeur, 108 pages.

**MICROÉCONOMIQUE**, Lipsey, Purvis, Steiner, Gaëtan Morin éditeur, manuel 834 pages, guide 312 pages.

**LA PLANIFICATION FINANCIÈRE PERSONNELLE**, *Une approche globale et intégrée*, Rolland G. Plamondon et Pierre Sauvé, Gaëtan Morin éditeur, 524 pages.

**SOLUTIONS DE RECHANGE AU RÈGLEMENT DE CONFLITS**, Claude Samson, Jeremy McBride, Udo Mayer, Hand Burgbacher, Les Presses de l'Université Laval, 645 pages.

### Informatique, mathématiques

**TECHNOLOGIE DE L'INFORMATION**, *Applications et évolution*, Marie-Michèle Boulet, Les Presses de l'Université Laval, 200 pages.

*VECTEURS, MATRICES ET NOMBRES COMPLEXES*, Vincent Papillon, Modulo éditeur, 386 pages.

#### Philosophie, littérature

*QUI PERD GAGNE*, Essai sur Sartre, Philip Knee, Les Presses de l'Université Laval, 222 pages.

*MOMENTS POSTMODERNES DANS LE ROMAN QUÉBÉCOIS*, Janet M. Paterson, Les Presses de l'Université d'Ottawa, 156 pages.

*ALFRED DESROCHERS À L'OMBRE DE L'ORFORD*, L'offrande aux vierges folles, Richard Giguère, Les Presses de l'Université de Montréal, 289 pages.

*POÉTIQUES DE LA CHANSON TRADITIONNELLE FRANÇAISE*, Conrad Laforte, Les Presses de l'Université Laval, 206 pages.

#### Biographie

*BORIS VIAN*, La vie contre, Marc Laprand, Les Presses de l'Université d'Ottawa, 232 pages.

#### Dictionnaires

*VOCABULAIRE DE LA MÉCATRONIQUE AUTOMOBILE*, fascicule II: La transmission, Normand Côté, Gouvernement du Québec, Office de la langue française, 32 pages.

*VOCABULAIRE DE LA MÉCANISATION FORESTIÈRE*, Thérèse Sicard, Gouvernement du Québec, Office de la langue française, 135 pages.

*VOCABULAIRE DES SCIERIES*, Thérèse Sicard, Gouvernement du Québec, Office de la langue française, 128 pages.

Pour connaître l'actualité de la  
**RECHERCHE SCIENTIFIQUE  
EN SANTÉ /SÉCURITÉ DU TRAVAIL**

▼  
Notre  
**PÉRIODIQUE**

▼  
Parmi nos  
**THÈMES**

▼  
Lésions attribuables  
au travail répétitif

Maux de dos

Bruit et vibrations

Contaminants chimiques  
ou biologiques

Sécurité des  
machines et des outils

Équipements  
de protection

Organisation du travail

Qualité de l'air

Pour votre  
abonnement  
gratuit

**NOTRE COUPON**

▼  
Si vous désirez être informé des recherches menées ou financées par l'Institut, abonnez-vous au périodique L'IRSSST, publié trois fois par année.

IRSSST, Direction des communications  
505, boul. de Maisonneuve Ouest  
Montréal (Québec) H3A 3C2

INTERFACE 93

Nom \_\_\_\_\_  
Fonction \_\_\_\_\_  
Organisme \_\_\_\_\_  
Adresse \_\_\_\_\_  
Ville \_\_\_\_\_ Province \_\_\_\_\_  
Code postal \_\_\_\_\_ Téléphone \_\_\_\_\_



**IRSSST**  
Institut de recherche  
en santé et en sécurité  
du travail du Québec

# LES CAHIERS SCIENTIFIQUES DE L'Acfas

## *Dernières parutions*

63. .... Une démocratie technologique?
64. .... Colloque sur la fabrication automatisée
65. .... Territoires et minorités: de l'Amérique française au lac Meech
66. .... Bioéthique, méthodes et fondements
67. .... La pensée économique au Québec français
68. .... Génétique et éthique: identification et thérapie  
des maladies génétiques
69. .... L'Utilisation du processus d'apparition du handicap:  
approche conceptuelle dans la recherche
70. .... «Sexe faible» ou travail ardu? Recherches sur la santé  
et la sécurité des travailleuses
71. .... L'Actualité de la recherche en lecture
72. .... Iconographie et image de la Révolution française
73. .... Les avenues de la science politique: théories, paradigmes  
et scientificité
74. .... La paix comme projet de justice
75. .... Droits - Liberté - Démocratie
76. .... Montréal: Tableaux d'un espace en transformation
77. .... Registres et fichiers génétiques: enjeux scientifiques  
et normatifs
78. .... Discours et mythes de l'ethnicité

*Les publications de l'Association canadienne-française pour l'avancement  
des sciences sont vendues en librairie (distribution Prologue)*

Renseignements:



Acfas  
425, rue De La Gauchetière Est,  
Montréal (Québec) H2L 2M7  
Téléphone: (514) 849-0045

## SEPTEMBRE

...

18-19 septembre

**10<sup>e</sup> Congrès scientifique de l'Association des microbiologistes du Québec: «La microbiologie: un monde à découvrir»**, à Laval.

Renseignements:  
Nathalie Lemieux  
(514) 446-9742

19-22 septembre

**5<sup>e</sup> Symposium international: L'environnement et les emprises**, une initiative d'Hydro-Québec, à Montréal.

Renseignements:  
Anne-Marie Braconnier  
(514) 289-4755

23-24 septembre

**3<sup>e</sup> Congrès annuel: «Le compostage: une solution pour tous»**, organisé par le Conseil canadien du compostage, à Montréal.

Renseignements:  
Susan Clarke  
(819) 953-5227

23 septembre-3 octobre

**4<sup>e</sup> Festival international du film scientifique du Québec**, à Montréal et à Québec.

Renseignements:  
Brigitte Chabot  
(514) 486-6817

30 septembre-2 octobre

**L'approche clinique dans les sciences humaines: possibilités et limites**, colloque organisé par l'Association internationale de sociologie (AIS) et par l'Association internationale des sociologues de langue française (AISLF) en collaboration avec l'UQAM et l'Université de Montréal, à Montréal.

Renseignements:  
Monique Morval  
(514) 343-2212

## OCTOBRE

...

6-8 octobre

**15<sup>e</sup> Conférence canadienne sur la gestion des déchets: «Solutions innovatrices en matière de gestion des déchets - Perspectives d'avenir»**, à Saint-Jean (Nouveau-Brunswick).

Renseignements:  
Susan Clarke  
(819) 953-5227

13-14 octobre

**Réunion conjointe de la Société d'entomologie du Québec et de la Société de protection des plantes du Québec**, sous le thème «Société et environnement: les enjeux de la protection des ressources», à Saint-Georges-de-Beauce.

Renseignements:  
Sylvie Rioux  
(418) 656-5184

27-29 octobre

**Colloque de l'ACDEAULF: «Éducation permanente et formation continue en milieu universitaire: pour exercer un réel leadership»**, colloque annuel organisé par l'Association canadienne d'éducation des adultes des universités de langue française et la Faculté de l'éducation permanente de l'Université de Montréal, à Montréal.

Renseignements:  
Pierre Loiseau  
(514) 343-7519

28-29 octobre

**16<sup>e</sup> Session d'étude sur les techniques de sautage**, organisée par la Société d'énergie explosive du Québec (SEEQ), à Québec.

Renseignements:  
Pierre Dorval  
(418) 643-8577

## NOVEMBRE

...

2-5 novembre

**2<sup>e</sup> Symposium québécois de recherche sur la famille: «Comprendre la famille»**, organisé par le Centre de services sociaux du centre du Québec et par l'UQTR, à Trois-Rivières.

Renseignements:  
Ruth Laliberté Marchand  
(819) 378-5481

10-11 novembre

**Forum «Lire pour réussir»**, organisé par l'Association pour l'avancement des sciences et des techniques de documentation (ASTED) et par la Corporation des bibliothécaires professionnels du Québec (CBPQ), à Montréal.

Renseignements:  
Lorraine Hébert  
(514) 282-0605

17-18 novembre

**Carrefour de la recherche forestière 1993: «Au cœur de nos préoccupations, une stratégie de protection des forêts»**, organisé par le ministère des Forêts, Gouvernement du Québec, à Québec.

Renseignements:  
Robert Legaré  
(418) 643-1809

18-19 novembre

**«Les constructions québécoises de l'américanité aux XIX<sup>e</sup> et XX<sup>e</sup> siècles»**, colloque organisé par le Centre inter-universitaire de recherches sur les populations (SOREP), à Montréal.

Renseignements:  
Gérard Bouchard  
(418) 545-5517  
Yvan Lamonde  
(514) 398-8557



# INRS

LA FORCE DE LA SCIENCE

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

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

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

L'INRS, c'est aussi un partenaire dynamique qui favorise la multidisciplinarité des équipes de recherche et le développement d'ententes de collaboration afin d'apporter des réponses concrètes aux besoins de la société.

## Renseignements

Téléphone : Québec (418) 654-2500



Université du Québec  
**Institut national  
de la recherche  
scientifique**

## CONSEIL D'ADMINISTRATION 1993-1994 ASSOCIATION CANADIENNE-FRANÇAISE POUR L'AVANCEMENT DES SCIENCES

**André Boudreau** (1<sup>e</sup> vice-président),  
langue et linguistique, Université Laval

**Paul Brazeau** (2<sup>e</sup> vice-président),  
neuroendocrinologie, Hôpital Notre-Dame

**Pierre J. Carreau**, génie chimique,  
Centre de recherche appliquée sur les  
polymères, École polytechnique

**Jean Doucet**, chimie physique, Centre  
de recherche et de développement Arvida,  
Alcan International Ltée

**Colette Dubuisson**, linguistique,  
Université du Québec à Montréal

**J. André Fortin**, biologie, Institut de recherche  
en biologie végétale, Université de Montréal

**Nicole Gallo-Payet**, médecine, Service  
d'endocrinologie, Faculté de médecine,  
Université de Sherbrooke

**Pierre Gaudet**, étudiant, fabrication  
aérospatiale, École polytechnique

**Catherine Graham**, étudiante, littérature  
dramatique et théâtre, Université McGill

**Gilles Jean**, énergie, CAMNET - LRDE,  
Énergie, Mines et Ressources Canada

**François Labrousse**, gestion et informatique,  
Le Groupe C.G.I., Sillery

**Jean Lafontant**, sociologie, Collège  
universitaire de Saint-Boniface

**Maryse Lassonde** (présidente désignée),  
neuropsychologie, Université de Montréal

**Normand Luc Marceau**, biologie cellulaire  
et moléculaire, Centre de recherche,  
Hôtel-Dieu de Québec

**Raymond N. Morris**, sociologie, Université  
York, Collège universitaire Glendon, Toronto

**Bernard Motulsky**, affaires publiques,  
Bourse de Montréal

**Henri Navert** (président sortant),  
médecine, Phoenix Internationale/Sciences  
de la vie, Montréal

**Ginette Ouellette**, mathématiques,  
Collège de Maisonneuve

**Chantal Saint-Pierre**, sciences infirmières,  
Université du Québec à Hull

**Jennifer Stoddart**, droit civil, Direction  
des enquêtes, Commission des droits de la  
personne du Québec

**Guy Villeneuve** (trésorier), administration,  
Université du Québec à Montréal

**Francis Weil**, physique et mathématiques,  
Université de Moncton

.....  
**Sophie Malavoy** (secrétaire),  
génie métallurgique, directrice générale  
par intérim, Acfas

**Jean-Marie Demers** (archiviste),  
biologie, professeur retraité,  
Département des sciences biologiques,  
Université de Montréal

**Économisez 1 000 000 \$**



Conseil national de recherches Canada

**sur l'aménagement  
d'installations de R et D  
de pointe.**

Calcul arbitraire de ce qu'il en coûterait s'il fallait reproduire les installations existantes. Le présent coupon n'a pas de valeur monétaire. Le CNRC est le principal organisme de R et D du Canada.



## Faut-il promouvoir nos capacités de R et D en nous limitant strictement à l'aspect économique?

L'IDÉE A DU MÉRITE. D'autant plus que le Conseil national de recherches du Canada dispose d'installations incomparables. Vous doter des mêmes moyens impliquerait un investissement prohibitif. Cependant, la plus grande contribution du CNRC à votre entreprise pourrait être de lui apporter ses connaissances et sa vision.

Nous comptons dans nos rangs quelques-uns des plus grands cerveaux du monde. Ils œuvrent à l'avant-garde des secteurs-clés de la croissance économique comme la biotechnologie, les matériaux de pointe et la technologie de production.

Nous tissons des liens étroits entre les entreprises et les industries de tout le Canada dans le but d'élaborer et de transférer des

technologies innovatrices. En utilisant nos ressources – et bien sûr nos installations – votre budget en recherche et développement bénéficiera d'un effet de levier. Par ailleurs, vous réduirez vos risques et vos coûts et vous serez mieux équipé pour affronter la concurrence internationale.

Si vous croyez qu'il est difficile d'avoir accès à un réseau scientifique et technique national, détrompez-vous.

Il vous suffit d'appeler le (613) 990-9546 ou de communiquer avec nous par télécopieur au (613) 952-4569 pour explorer les possibilités qui s'offrent à vous.

**CNRC-NRC**

Canada



Conseil national  
de recherches Canada

National Research  
Council Canada



UNIVERSITÉ  
LAVAL

# UN PARTENAIRE

# POUR VOTRE AVENIR

## Programmes de maîtrise et de doctorat



Activité physique (sciences de l')	■ ▲	Informatique	■
Administration (sciences de l')	● ■ ▲	Linguistique	■ ▲
Administration et politique scolaires	■ ▲	Mathématiques	■ ▲
Aménagement du territoire et développement régional	■	Médecine expérimentale	■ ▲
Analyse des politiques	■	Mesure et évaluation	■ ▲
Anglais	■ ▲	Microbiologie	■ ▲
Animation des groupes restreints	●	Microbiologie agricole	■ ▲
Anthropologie	■ ▲	Microbiologie-immunologie (médecine)	■ ▲
Archéologie classique	■ ▲	Mines et métallurgie	■ ▲
Architecture	■	Muséologie	●
Arts et traditions populaires	■ ▲	Musique	■ ▲
Arts visuels	■	Neurobiologie	■ ▲
Biochimie (sciences)	■ ▲	Nutrition	■ ▲
Biologie	■ ▲	Pédagogie universitaire des sciences de la santé	■
Biologie cellulaire et moléculaire (médecine)	■ ▲	Pharmacie	■ ▲
Biologie végétale	■ ▲	Pharmacie d'hôpital	■
Chimie	■ ▲	Philosophie	■ ▲
Communication publique	■	Physiologie (endocrinologie)	■ ▲
Dentisterie multidisciplinaire	●	Physique	■ ▲
Développement rural intégré	●	Psychologie	■ ▲
Didactique	● ■ ▲	Psychopédagogie	● ■ ▲
Droit	■ ▲	Relations industrielles	■ ▲
Droit notarial	●	Relations internationales	■
Économie rurale	■	Santé au travail	●
Économique	■ ▲	Santé communautaire	■
Épidémiologie	■ ▲	Science politique	■ ▲
Espagnol	■ ▲	Science de l'orientation	■ ▲
Études anciennes	■ ▲	Sciences du bois	■ ▲
Français	■ ▲	Sciences et technologie des aliments	■ ▲
Français, langue seconde	■	Sciences forestières	■ ▲
Génie chimique	■ ▲	Sciences géodésiques	■ ▲
Génie civil	■ ▲	Sciences humaines de la religion	■
Génie électrique	■ ▲	Sciences infirmières	● ■
Génie industriel	●	Service social	■ ▲
Génie mécanique	■ ▲	Sociologie	■ ▲
Génie rural	■	Sols	■ ▲
Géographie	■ ▲	Statistique	■
Géologie	■ ▲	Technologie de l'enseignement	■ ▲
Gérontologie	●	Terminologie et traduction	■
Histoire	■ ▲	Théologie	● ■ ▲
Histoire de l'art	■	Zootchnie	■ ▲

Diplôme, 2<sup>e</sup> cycle ● Maîtrise ■ Doctorat ▲

## COUPON-RÉPONSE

**Veuillez me faire parvenir**

Des renseignements sur le programme de : maîtrise en \_\_\_\_\_ doctorat en \_\_\_\_\_

Des renseignements sur les sujets suivants : \_\_\_\_\_

Des renseignements sur les programmes d'aide financière.  Un formulaire de demande d'admission.

Nom \_\_\_\_\_

Adresse \_\_\_\_\_

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

Retourner à :  
Bureau du registraire, Division des communications, Pavillon Jean-Charles-Bonenfant, Université Laval, Québec, G1K 7P4