

PER

FEMMES SAVANTES AU 21^e SIÈCLE, P. 24

LA REVUE DE LA RECHERCHE

A-522

BNQ

INTERFACE

VOLUME 21, N° 2 | MARS-AVRIL 2000

Les mystères du sommeil

Les chimistes s'amuse

**Coopératives : le social
dans l'économie**

Cultiver des médicaments

La survie avant la langue

Le transgénique sur la sellette

Québec, une Cité pour l'optique?

6 \$



Association canadienne-française pour l'avancement des sciences, 425, rue De La Gauchetière Est
Montréal (Québec) H2L 2M7 N° de convention de vente relative aux envois de publications canadiennes 1260413

Une
adresse
qui donne
accès à toute
l'information

L'IRSST

Recherches et activités

Publications

Services de laboratoire

Bourses et subventions

Équipes de recherche

Nouveautés



Cliquez recherche
www.irsst.qc.ca

équipes de recherche
bourses et subventions
publications
recherches
bourses
bourse publications
équipes de recherche
subventions

La majorité des publications sont disponibles gratuitement sur le site de l'IRSST.



IRSST
Institut de recherche
en santé et en sécurité
du travail du Québec

505, boul. de Maisonneuve Ouest
Montréal (Québec)
H3C 3C2
Tél.: (514) 288-1551

MOT DE LA RÉDACTION 4**SOMMEIL ET
VULGARISATION**

Danielle Ouellet

**SCIENCE CLIPS**

- 6 L'INFORMATIQUE AU SERVICE DE LA PHARMACOLOGIE
- 7 LE MENTORAT SCOLAIRE À RAFFINER
- 8 CULTIVER DES MÉDICAMENTS
- 9 LA PRESSION, UN PARAMÈTRE OUBLIÉ
- 10 INTERMITTENCE EN EMPLOI ET SANTÉ MENTALE
- 11 LA SURVIE AVANT LA LANGUE
- 12 LES ALIMENTS TRANSGÉNIQUES SUR LA SELLETTE
- 12 LES NOUVEAUX CHASSEURS D'IMAGES
- 14 TOURBIÈRES: LORSQUE L'INDUSTRIE S'EN MÊLE
- 16 QUÉBEC, UNE CITÉ POUR L'OPTIQUE?
- 16 LES CHIMISTES S'AMUSENT EN VULGARISANT

FACE À FACE

- 18 CHRISTIANE ROUSSEAU, LA BOSSE DES MATHS
Dominique Forget

Mathématicienne à l'Université de Montréal, Christiane Rousseau est aussi engagée auprès des jeunes pour leur faire aimer les sciences.

RECHERCHE**LES MYSTÈRES DU SOMMEIL**

Certains secrets bien gardés depuis les débuts de l'humanité au sujet du sommeil commencent à être révélés.

- 34 **LE SOMMEIL AU SERVICE DE LA MÉMOIRE**
Mircea Steriade
- 38 **QUAND L'HORLOGE BIOLOGIQUE TOURNE MAL...**
Diane B. Boivin
- 42 **LES MALADIES DU SOMMEIL : UNE NOUVELLE SPÉCIALITÉ MÉDICALE**
Jacques Y. Montplaisir
- 45 **VIEILLIR ET MOINS BIEN DORMIR**
Julie Carrier

ENJEUX

- 24 **FEMMES SAVANTES AU 21^E SIÈCLE**

Valérie Borde

Les femmes chercheuses sont de plus en plus nombreuses. Qui sont-elles ?

D'où viennent-elles ? Arrivent-elles à concilier la vie de chercheuse et celle de mère ?

ZOOM

- COOPÉRATIVES : LE SOCIAL 48
DANS L'ÉCONOMIQUE

Nicole Saint-Martin

**SCIENCE MONDE**

- 50 **OFFRIR LE MONDE AUX ÉTUDIANTS**
Laurent Fontaine

RUBRIQUES

- 54 **LIVRES, CALENDRIER, QUOI DE NEUF ?**
DANS LE PROCHAIN NUMÉRO D'INTERFACE
- 57 **LA FINE POINTE**
- 58 **LE POINT S**





SOMMEIL et vulgarisation

PHOTO: JEAN-BERNARD POIRÉE



Dormir du sommeil du juste. Dormir sur ses deux oreilles. Dormir comme un bébé. Ces expressions évoquent le calme, la sécurité, l'apaisement, bref, tout qui devrait faire qu'un sommeil repose et régénère. Malheureusement, un tel bonheur n'est pas donné à tout le monde. Dormir est une activité qui semble aller de soi, mais pour plusieurs, elle est la source de problè-

mes tels que les scientifiques se préoccupent maintenant sérieusement des maladies du sommeil. Depuis les années 1970, des laboratoires de recherches sur le sommeil se sont développés un peu partout à travers le monde et le Québec compte des chercheurs parmi les meilleurs dans ce domaine. Quelques-uns d'entre eux nous livrent le fruit de leurs travaux dans le dossier « Les mystères du sommeil ».

Pour souligner les 20 ans d'*Interface* en 1999, le numéro de septembre-octobre portait, vous vous rappelez, sur l'importance de la vulgarisation scientifique. Des spécialistes de la communication se sont alors exprimés sur le sujet. Le rédacteur en chef de la revue française *La Recherche* rappelait aussi, à cette occasion, que vulgarisation ne signifie pas vulgarité, qu'il n'y a aucune honte à dire simplement ce qui apparaît complexe au départ. Et je serais étonnée de trouver un seul lecteur d'*Interface* qui soit en désaccord avec ces idées.

D'un numéro à l'autre, cependant, je constate qu'entre l'énoncé de principes et la pratique, le pas peut être difficile à franchir. C'est une chose que d'accepter d'écrire pour une revue de vulgarisation scientifique comme *Interface*, qui s'adresse à des spécialistes de toutes les disciplines; c'en est une autre que de voir son texte dépouillé d'une grande partie de son jargon disciplinaire. Je suis par ailleurs toujours agréablement surprise de l'empressement avec lequel les chercheurs, toujours très occupés, répondent à l'invitation d'*Interface*. C'est pourquoi je lève mon chapeau à tous les auteurs-chercheurs qui se prêtent de bonne grâce à cet exercice et je les en remercie.

Je vous souhaite une très agréable lecture.

Danielle Ouellet, M. Sc., Ph. D.,
Directrice et rédactrice en chef, *Interface*

Danielle Ouellet

CONSEIL D'ADMINISTRATION DE L'ACFAS 1999-2000

JOHN BOEGLIN, FACULTÉ SAINT-JEAN,
UNIVERSITÉ D'ALBERTA

GILLES BRASSARD, PROFESSEUR TITULAIRE,
DÉPARTEMENT D'INFORMATIQUE, UNIVERSITÉ
DE MONTRÉAL

ALAIN CAILLÉ (1^{ER} VICE-PRÉSIDENT),
VICE-RECTEUR À LA RECHERCHE, UNIVERSITÉ
DE MONTRÉAL

MONIQUE CHARBONNEAU, PRÉSIDENTE-
DIRECTRICE GÉNÉRALE, CENTRE FRANCOPHONE
DE RECHERCHE EN INFORMATISATION DES
ORGANISATIONS

GISÈLE CHEVALIER, PROFESSEURE,
FACULTÉ DES ARTS, UNIVERSITÉ DE MONCTON

FRANCIS DAVOINE, ÉTUDIANT

YVES DUCHARME (TRÉSORIER),
MAÎTRE DE RECHERCHE, CENTRE DE RECHERCHE
THÉRAPEUTIQUE MERCK FROSST CANADA INC.

LUCIE DUMAIS, PROFESSEURE, CENTRE DE
RECHERCHE EN GESTION, UNIVERSITÉ DU
QUÉBEC À MONTRÉAL

LOUISE FILION (PRÉSIDENTE SORTANTE),
VICE-RECTRICE À LA RECHERCHE, VICE-RECTORAT
À LA RECHERCHE, UNIVERSITÉ LAVAL

JEAN-DENIS GROLEAU, PROFESSEUR, COLLÈGE
JEAN-DE-BRÉBÉUF

FÉLIX MALTAIS, DIRECTEUR GÉNÉRAL,
LES PUBLICATIONS BLD INC.

DONNA MERGLER, CHERCHEUSE, CINBIOSE,
UNIVERSITÉ DU QUÉBEC À MONTRÉAL

ÉMILIEN PELLETIER, PROFESSEUR, INSTITUT DES
SCIENCES DE LA MER DE RIMOUSKI (ISMER)

RAYMOND POLLENDER, DIRECTEUR ARTISTIQUE,
THÉÂTRE DU PETIT CHAPLIN

JEAN-MARC PROULX (PRÉSIDENT), VICE-
PRÉSIDENT - RECHERCHE ET DÉVELOPPEMENT,
GROUPE CONSEIL DMR INC.

FRANCINE RIVARD, ADJOINTE AU DIRECTEUR
GÉNÉRAL, AFFAIRES INDUSTRIELLES ET
PLANIFICATION, INSTITUT DES MATÉRIAUX
INDUSTRIELS, CONSEIL NATIONAL DE
RECHERCHES CANADA

BERNARD ROBAIRE, PROFESSEUR,
DÉPARTEMENT DE PHARMACOLOGIE,
UNIVERSITÉ MCGILL

VINCENT TANGUAY, DIRECTION GÉNÉRALE
DES COMMUNICATIONS ET DU MULTIMÉDIA,
MINISTÈRE DE LA CULTURE ET DES
COMMUNICATIONS

ANDRÉ THIBAUT, DÉPARTEMENT DES SCIENCES
DU LOISIR ET DES COMMUNICATIONS SOCIALES,
UNIVERSITÉ DU QUÉBEC À TROIS-RIVIÈRES

MARIE TRUDEL (2^E VICE-PRÉSIDENTE),
DIRECTRICE, LABORATOIRE DE GÉNÉTIQUE
MOLÉCULAIRE ET DÉVELOPPEMENT, INSTITUT
DE RECHERCHES CLINIQUES DE MONTRÉAL

ELVIRE VAUCHER, CENTRE DE RECHERCHE DE
L'HÔPITAL DOUGLAS

GERMAIN GODBOUT,
DIRECTEUR GÉNÉRAL, ACFAS

YVES GINGRAS (ARCHIVISTE), CIRST,
UNIVERSITÉ DU QUÉBEC À MONTRÉAL

INTERFACE

REVUE BIMESTRIELLE DE VULGARISATION
SCIENTIFIQUE, *INTERFACE* EST PUBLIÉE
PAR L'ASSOCIATION CANADIENNE-FRANÇAISE
POUR L'AVANCEMENT DES SCIENCES (ACFAS)
AVEC L'AIDE DU MINISTÈRE DE LA RECHERCHE,
DE LA SCIENCE ET DE LA TECHNOLOGIE.

DIRECTRICE ET RÉDACTRICE EN CHEF

DANIELLE OUELLET

DIRECTEUR GÉNÉRAL DE L'ACFAS

GERMAIN GODBOUT

SECRÉTAIRE DE RÉDACTION

LUC QUINTAL

COMITÉ DE RÉDACTION

JOHANNE COLLIN, ROBERT DUCHARME,

PIERRE FORTIN, JEAN-CLAUDE GUÉDON,

JACINTHE LACROIX, JEAN-RENÉ ROY,

MICHEL TRÉPANIÈRE

RÉVISION LINGUISTIQUE

HÉLÈNE LARUE

DIRECTION ARTISTIQUE

MARTINE MAKSUD

ILLUSTRATION DE LA PAGE COUVERTURE

KATY LEMAY

SORTIES POSTSCRIPT

FILM-O-PROGRÈS

IMPRESSION

IMPRIMERIE QUEBECOR, SAINT-JEAN

CERTAINS ARTICLES D'INTERFACE PEUVENT

ÊTRE REPRODUITS AVEC NOTRE ACCORD

ET À CONDITION QUE L'ORIGINE EN SOIT

MENTIONNÉE. POUR TOUTE DEMANDE

DE RENSEIGNEMENTS, S'ADRESSER À :

ACFAS

425, RUE DE LA GAUCHETIÈRE EST

MONTRÉAL (QUÉBEC) H2L 2M7

TÉL.: (514) 849-0045 TÉLÉC.: (514) 849-5558

INTERFACE@ACFAS.CA

<http://www.acfas.ca/interface/>

LA REVUE INTERFACE EST RÉPERTORIÉE DANS

REPÈRE. N° DE CONVENTION DE VENTE

RELATIVE AUX ENVOIS DE PUBLICATIONS

CANADIENNES 1260413, MARS 2000

DÉPÔT LÉGAL: BIBLIOTHÈQUE NATIONALE

DU QUÉBEC, PREMIER TRIMESTRE 2000

ISSN 0826-4864

PUBLICITÉ:

COMMUNICATIONS PUBLI-SERVICES

BRIGITTE CLOUTIER, JEAN THIBAUT

TÉL.: (450) 227-8414

info@publi-services.com

Ils ont la
vision,

nous avons
l'optique.

 INO

Parce que nos scientifiques québécois voient loin, ils maîtrisent les connaissances qui nous permettront d'avancer sur la voie du progrès. Qu'ils œuvrent en physique, en génie, en télécommunications, en médecine, en robotique ou en foresterie, nous mettons à leur disposition les meilleurs services de recherche et développement en optique et en photonique en Amérique du Nord. En tant que chef de file dans ces domaines, nous sommes fiers de soutenir les scientifiques de chez nous et de servir de tremplin pour ceux qui aspirent à l'excellence dans leur discipline.

Tél. : (418) 657-7006 • www.ino.qc.ca

Laser à fibre • Lidar • Illuminateur à diodes laser • Miroir à réflectivité variable • Amplificateur à fibre • Fibres optiques spéciales • Détecteurs infrarouges non refroidis • Optique diffractive et micro-optique • Corrélateur optique • OCR • Capteurs 3D • Système de vision industrielle





L'informatique au service de la pharmacologie

Il y a 60 ans à peine, les pharmaciens obtenaient encore leurs médicaments en broyant soigneusement des plantes et des racines qu'ils importaient des quatre coins du monde. S'ils entraient au-

ordinateur (CMAO) est devenue la norme au sein de l'industrie. Montréal ne fait pas exception. Regroupant à la fois des membres universitaires et des partenaires industriels, le Centre de recherche en calcul appliqué (CERCA) a

maticiens, tous les paramètres physiques propres à la molécule peuvent être consignés dans l'ordinateur. Cela nous permet de voir à l'écran la représentation tridimensionnelle de la molécule. On peut ensuite regarder

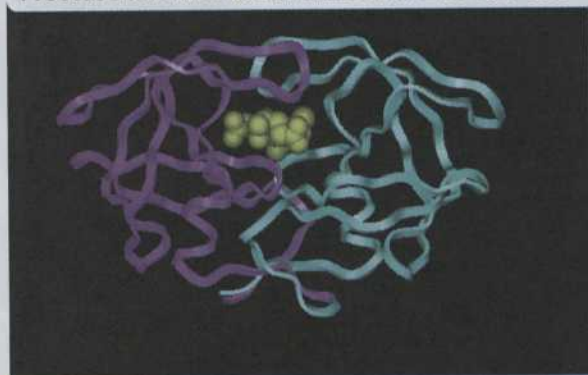
Si l'arrimage n'est pas parfait, il saura intuitivement comment modifier la structure de l'inhibiteur.»

Les progrès dans le domaine de la bioinformatique permettent aux compagnies pharmaceutiques d'économiser beaucoup de temps et d'argent. En effet, avant d'entreprendre des recherches cliniques coûteuses, on peut tout de suite voir si le nouveau médicament a des chances de succès. À l'heure actuelle toutefois, la CMAO est limitée par les performances des ordinateurs. On n'a qu'à penser à l'équipe américaine qui annonçait dernièrement une percée importante en bioinformatique: les chercheurs avaient réussi à multiplier par mille la durée de la simulation d'une molécule complexe. Mais attention: ils étaient partis d'un milliardième de seconde pour aboutir à un millionième de seconde! Pour y arriver, ils avaient dû monopoliser l'ordinateur Cray, un des plus puissants du monde, pendant une période de trois mois et demi.

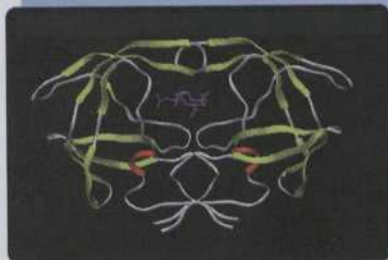
Les limitations du matériel informatique pourraient-elles freiner le développement de la CMAO? Jean-Jacques Rousseau croit que non. «Les progrès dans le domaine de la bioinformatique s'effectuent à un rythme faramineux. Dans le cas du génome humain, on croyait réaliser en 2025 ce qu'on a pu réaliser aujourd'hui. On a toutes les raisons de croire que le même exploit se reproduira pour la conception de médicaments.»

DOMINIQUE FORGET

Protéase du VIH-1 avec l'inhibiteur GLU-ASP-LEU



Cette figure représente les deux sous-unités identiques de la protéase, colorées en fuchsia et turquoise. Le tripeptide est coloré en jaune.



Cette figure représente les deux sous-unités identiques de la protéase. Les éléments majeurs de structure secondaire sont illustrés: les feuillets bêta sont colorés en jaune tandis que les hélices alpha sont colorées en rouge. Le tripeptide est coloré en fuchsia.

jourd'hui dans un laboratoire pharmaceutique, ces bons vieux apothicaires auraient du mal à s'y reconnaître. C'est sûrement en vain qu'ils chercheraient leurs mortiers, fioles et alambics. À leur place, ils trouveraient plutôt des ordinateurs.

Désormais, on ne peut plus envisager faire de la recherche pharmaceutique sans avoir recours à l'informatique. La conception de médicaments assistée par

acquis une notoriété mondiale grâce à ses travaux sur le développement d'outils d'aide à la conception de médicaments.

«Les machines à calcul de haute performance nous permettent de simuler des molécules très complexes, explique Jean-Jacques Rousseau, directeur du CERCA. Grâce à des millions d'équations programmées par des bioinfor-

maticiens, tous les paramètres physiques propres à la molécule peuvent être consignés dans l'ordinateur. Cela nous permet de voir à l'écran la représentation tridimensionnelle de la molécule. On peut ensuite regarder comment elle se comporte, comment elle réagit à certains phénomènes.»

Pour la recherche de nouveaux médicaments, on doit simuler deux molécules. Tout d'abord, le récepteur, c'est-à-dire l'enzyme ou la protéine qui cause un problème chez l'humain. La protéase du VIH en est un exemple. Ensuite, on simule la molécule organique qui doit servir d'inhibiteur. Il s'agit du médicament à l'essai. S'il est efficace, l'inhibiteur se fixe à la surface du récepteur et bloque son effet. Dans notre exemple, il entrave le fonctionnement de la protéase et empêche le VIH de causer le sida.

«La simulation visuelle est un outil précieux pour les chimistes organiciens, affirme François Major, professeur au Département d'informatique et de recherche opérationnelle de l'Université de Montréal. En observant l'écran, le scientifique peut voir comment l'inhibiteur se positionne sur le récepteur.



Le mentorat scolaire à raffiner

Avoir un mentor, une personne plus expérimentée, qui guide et qui conseille un jeune en début de carrière est une méthode qui existe depuis longtemps. Plus récemment, le mentorat a fait son entrée dans certaines universités: l'étudiant qui arrive peut être jumelé à un sortant au baccalauréat ou à un étudiant de 2^e ou 3^e cycle dans sa discipline. L'idée a fait son chemin jusque dans les écoles secondaires et, depuis quelques années, le mentorat auprès des élèves en difficulté suscite des espoirs pour contrer le décrochage scolaire.

L'abandon scolaire des adolescents demeure en effet l'un des plus graves problèmes sociaux du Québec, où 27 p.100 des jeunes n'obtiennent pas leur diplôme secondaire. À Montréal, la situation est encore plus dramatique: 33 p.100 décrochent avant la 5^e secondaire! Le décrochage scolaire est un véritable défi pour l'ensemble des acteurs et des intervenants, y compris les chercheurs.

En 1996, un organisme communautaire de Montréal, Prométhée, a mis sur pied un programme de mentorat, en partenariat avec neuf écoles secondaires. Celui-ci consistait à jumeler un adulte avec un adolescent pendant une période d'un an. Au total, 113 élèves à risque, âgés de 15 ans et



inscrits en 2^e secondaire, répartis dans des groupes expérimental et témoin, ont participé à l'intervention. Les 47 mentors formés par Prométhée, bénévoles et pour la plupart des femmes, étaient en moyenne âgés de 27 ans et avaient un an d'expérience en bénévolat. Un mentor a rencontré son protégé en moyenne sept fois une heure au cours de l'année.

Une équipe dirigée par la chercheuse Manon Théorêt, vice-doyenne à la recherche à la Faculté des sciences de l'éducation de l'Université de Montréal, a évalué cette expérience. L'équipe a constaté que le mentorat tel que pratiqué n'a eu pratiquement aucun effet sur le plan scolaire ou

psychosocial chez les adolescents à risque d'abandon.

Ces résultats sont pour le moins surprenants, d'autant plus que même si les recherches sur l'effet du mentorat sont encore très rares, une étude américaine laissait beaucoup d'espoir: « Il faut savoir que dans cette étude, précise Manon Théorêt, le nombre de rencontres était de l'ordre de 20 fois supérieur à celui de l'expérience montréalaise. » Elle explique par ailleurs cet échec apparent par une trop courte durée d'intervention, par un nombre insuffisant de mentors par école, un trop faible nombre de rencontres et par des interventions insuffisamment ciblées: « Peut-on

vraiment espérer modifier la trajectoire de l'abandon scolaire en une si courte durée d'intervention? », s'interroge-t-elle. De plus, au cours des rencontres, les mentors ont essentiellement écouté les jeunes parler de leurs difficultés et de leurs champs d'intérêt personnels. Ce n'est que dans moins de 10 p.100 des cas que l'on a abordé les notions scolaires, les devoirs, les conseils, l'aide à la compréhension d'un problème personnel ou encore la définition d'objectifs à atteindre: « Dans ces circonstances, constate la chercheuse, on ne peut pas dire que le mentorat a été efficace.

« Le mentorat reste une solution prometteuse, conclut Manon Théorêt, mais le problème de l'abandon scolaire exige des approches plus rigoureuses afin de véritablement répondre aux besoins des jeunes en difficulté. »

Manon THÉORÊT, Mohamed HRIMECH, Roseline GARON, *Évaluation de l'impact d'une intervention de mentorat sur des jeunes à risque d'abandon scolaire: le cas Prométhée*, Rapport de recherche soumis au CQRS, Groupe interdisciplinaire de recherche sur l'abandon scolaire, Faculté des sciences de l'éducation, Université de Montréal, mars 1999.

NATHALIE DYKE

Interface remercie le Conseil québécois de la recherche sociale pour sa collaboration à la publication de ce texte.

ILLUSTRATION: SOPHIE CASSON



Cultiver des médicaments

À l'ère des plantes transgéniques, la recette peut paraître simple. Prenez une plante, la luzerne, qui représente relativement peu d'intérêt économique car elle ne sert qu'à nourrir le bétail. Ajoutez-lui un gène, extrait d'un autre organisme. Faites pousser la plante transgénique dans une serre ou dans un champ sous surveillance, puis ramassez les plants et

panies qui «cultivent» des médicaments sont encore très peu nombreuses dans le monde. L'entreprise Medicago, fondée en 1997 à Québec par Louis Vézina, ancien chercheur d'Agriculture Canada, et par l'homme d'affaires François Arcand, est la seule à se pencher sur l'exploitation de la luzerne comme plante usine à médicaments. «La luzerne n'a quasiment aucune valeur au-

priété intellectuelle que pose l'exploitation de biotechnologies végétales. «La plupart des technologies de base sont déjà brevetées par des grandes compagnies, comme Monsanto, et on doit donc, pour chaque étape du procédé, soit acquérir des licences si elles sont accessibles, soit dévelop-



Pollinisation des fleurs. Après l'électroporation, les grains de pollen portent le gène d'intérêt. On pollinise ici les fleurs avec le pollen électroporé. Les graines obtenues à la suite de cette pollinisation donnent naissance à une plante produisant la molécule d'intérêt.

per notre propre façon de faire», explique Louis Vézina. Aidée par deux firmes de capital de risque (T2C2 de Montréal et Medtech de Toronto) et par le Centre québécois de valorisation des biotechnologies (CQVB), Medicago a pu traverser cette étape difficile. La compagnie emploie aujourd'hui 12 personnes et s'apprête à accroître ses effectifs. Elle a conclu des ententes avec plusieurs entreprises dans le monde intéressées à obtenir diverses substances grâce à la luzerne transgénique. «Les compagnies nous donnent un gène, nous l'insérons dans la luzerne et nous leur rendons la protéine correspondante», précise le chercheur. Évidemment, pour chaque nouveau gène, une batterie de tests et d'essais sont nécessaires avant d'obtenir un rendement satis-

faisant. Si tout va bien, l'automne prochain, Medicago disposera d'un véritable laboratoire industriel pour produire à grande échelle ses premières molécules recombinantes.

«La moléculature est potentiellement très intéressante car elle permettra de produire des molécules en relativement grandes quantités et à un coût très inférieur à celui des techniques actuelles», explique Louis Vézina. Ainsi pour lutter contre le RSV (respiratory syncytial virus), une maladie virale pulmonaire qui tue 10 000 personnes par an aux États-Unis, surtout des enfants, on pourrait utiliser de l'interféron-β mais ce produit coûte actuellement environ 1 800 dollars la dose de 250 et n'est pas remboursé par les compagnies d'assurance. «Dans le cadre d'une alliance avec la compagnie américaine BioInFinix, nous étudions la production d'interféron-β par la luzerne transgénique. Nous arriverons peut-être à produire 500 microgrammes d'interféron par gramme de feuille de luzerne, ce qui devrait faire baisser considérablement le coût de revient de cette molécule!», croit Louis Vézina. Selon le chercheur, la moléculature devrait d'abord permettre de généraliser l'usage de plusieurs médicaments actuellement limités aux cas les plus critiques à cause de leur coût. Parce que sa culture est déjà autorisée, mais aussi parce qu'elle est récoltée avant d'être en fleurs et pose donc moins de problèmes potentiels de dispersion des gènes, la luzerne transgénique sera peut-être une des premières moléculatures à envahir les campagnes québécoises

VALÉRIE BORDE



Pollen sur une fleur de luzerne (*Medicago sativa*). Grâce à l'électroporation du pollen, les plantes de luzerne de Medicago produiront des molécules biomédicales, cosmétiques, industrielles, etc.

extrayez-en la protéine qui correspond au gène introduit. Après purification, vous obtenez alors de bonnes quantités de produits tels que l'interleukine, l'interféron ou des anticorps monoclonaux, à un coût peut-être vingt fois moins élevé que si vous aviez produit ces molécules dans des réacteurs à l'aide de bactéries elles aussi modifiées génétiquement.

En théorie, tout semble simple, mais dans la réalité, les choses se compliquent passablement et ce n'est certainement pas un hasard si les com-

jourd'hui et elle ne contient aucune substance particulièrement intéressante, explique Louis Vézina. Par contre, si on lui greffe différents gènes, on peut lui faire exprimer dans ses feuilles des produits comme l'interleukine 2 ou l'insuline, avec une concentration qui dépend toujours des limites physiologiques de la plante.»

Après avoir fait la preuve que la luzerne transgénique peut permettre de produire de telles molécules, les chercheurs ont dû résoudre la multitude de problèmes de pro-

La pression, un paramètre oublié

Que se passe-t-il quand on soumet un matériau à une pression très élevée, plusieurs milliers de fois supérieure à la pression atmosphérique? Dans les cristaux, les atomes se réarrangent et la structure se modifie. Les gaz, eux, deviennent solides, comme l'hydrogène au cœur des planètes Saturne, Jupiter ou Uranus. Mais encore? Pour l'instant, il faut bien reconnaître qu'on sait peu de choses à ce sujet. Les effets de la température, eux, sont beaucoup mieux compris!

La pression n'est pas un paramètre facile à explorer car il faut à cette fin connaître la manipulation d'un appareil appelé «cellule à enclumes de diamant». «Il faut plusieurs mois pour apprendre à se servir de cet appareil, et les bris peuvent coûter cher», précise Serge Desgreniers, professeur de physique à l'Université d'Ottawa. Depuis sa maîtrise à l'Université de Sherbrooke en 1982, ce chercheur s'intéresse aux effets de la pression sur les matériaux. Et il est passé maître dans l'art de tirer parti de cette espèce de casse-noix qui tient dans la paume d'une main, et constitué de deux diamants d'un tiers de carat mesurant environ 2 mm sur 2,5 mm, dont les pointes sont placées en vis-à-vis. Un mécanisme en acier trempé permet d'exercer une force perpendiculairement aux faces des diamants. On peut ainsi obtenir des pressions dépassant le un million d'atmosphères (soit

100 GPa) mais sur une surface mesurant moins de 50 microns de diamètre. Grâce à cet appareil, on peut comprimer différents matériaux, comme des oxydes métalliques, ou des éléments moléculaires tels que l'oxygène. En plaçant la cellule dans le faisceau d'un rayonnement synchrotron, on peut ensuite tenter de reconstituer ce qui se passe à l'intérieur de ces matériaux lorsqu'on leur applique une pression aussi élevée. «L'échantillon est tellement petit que seul un faisceau de rayons X aussi localisé et intense que celui fourni par le rayonnement synchrotron nous per-

chrotron, nous essayons de comprendre les mécanismes sous-jacents aux changements de phase cristalline induits dans la structure des matériaux par la pression», explique-t-il. Depuis plusieurs décennies, des chercheurs s'intéressent à l'hydrogène sous pression: dans les années 1970, on croyait que ce gaz pouvait devenir métallique à une pression élevée, et même supraconducteur à la température ambiante. «Depuis, on croit toujours que c'est possible, mais rien n'est encore prouvé», précise Serge Desgreniers qui, pour sa part, s'intéresse plutôt à l'oxygène solide. En

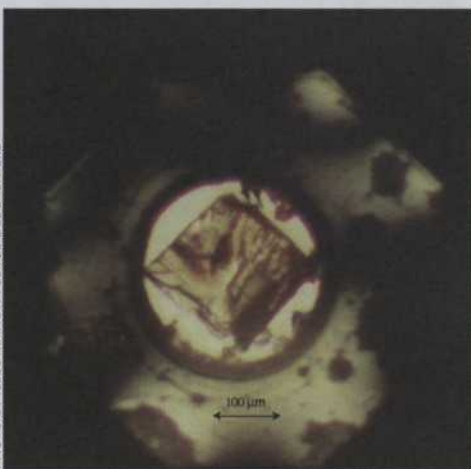


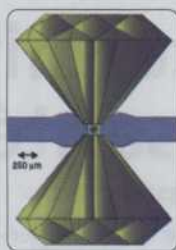
PHOTO ET ILLUSTRATION : SERGE DESGRENIERS

Un cristal de bioxyde de zirconium sous haute pression tel qu'observé dans la cellule à enclumes de diamant. Au delà de 30 GPa, le bioxyde de zirconium adopte une nouvelle structure cristalline dense et très peu compressible.

met d'espérer accéder à des données intéressantes», précise le chercheur. Heureusement, malgré son nom compliqué, la cellule à enclumes est très facile à transporter jusqu'aux synchrotrons étrangers, comme le ESRF de Grenoble où Serge Desgreniers réalise en partie ses expériences.

«À partir des données de diffraction fournies par le syn-

effet, on sait depuis peu qu'à une pression de 96 GPa, l'oxygène devient métallique et se met à réfléchir la lumière visible. Mais on connaît encore mal sa structure cristalline sous ces conditions. «Nous cherchons aussi à utiliser la pression élevée pour synthétiser de nouveaux matériaux que l'on ne pourrait pas obtenir dans d'autres conditions»,



Grâce à ces deux diamants pratiquement indéformables et servant ainsi d'étau, la cellule à enclumes de diamant permet l'application d'une pression hydrostatique énorme sur un échantillon.

ajoute le chercheur. Sous l'effet de la pression, des oxydes simples, comme le dioxyde de zirconium, pourraient peut-être devenir encore plus durs que le diamant, le matériau le plus dur connu aujourd'hui. «Le diamant peut être synthétisé à partir du graphite en appliquant à ce dernier une pression et une température très élevées, qui, en une fraction de seconde, bouleversent totalement les propriétés optiques et électriques ainsi que la dureté du matériau. Nous croyons qu'il pourrait se passer des phénomènes similaires dans des oxydes simples.» Après avoir essayé de transformer différents matériaux sans parvenir à leur conférer des propriétés durables, Serge Desgreniers et son équipe tentent maintenant de comprendre ce qui fait qu'un matériau est dur. «La dureté est encore un phénomène mal défini, un concept vague», précise le chercheur. D'ici un an ou deux, le physicien estime que quelques matériaux présentant une dureté intéressante pourraient être obtenus. Et qui sait, ils serviront peut-être à fabriquer ces fameuses enclumes, dont le prix exorbitant ne favorise guère le développement de la recherche sur les pressions très élevées.

VALÉRIE BORDE



Intermittence en emploi et santé mentale

Alors que certaines personnes s'accommodent de ne pas connaître de stabilité au travail, d'autres vivent péniblement cette expérience qui affecte leur santé mentale. La sociologue Romaine Malenfant² constate que les hommes au-dessus de 45 ans, les jeunes femmes peu scolarisées et sans conjoint, ou encore, les personnes qui n'ont pas de réseau professionnel ou affectif sont particulièrement vulnérables. En collaboration avec le CLSC Haute-Ville-Des-Rivières et le Centre de santé publique de Québec, elle a réalisé une recherche qualitative visant à cerner les effets de l'intermittence en emploi sur la santé et le bien-être.

Deux profils d'intermittence se dégagent: le premier caractérise des personnes qui ont déjà connu un emploi stable mais qui a été interrompu plus ou moins brusquement à cause d'une mise à pied, d'un problème de santé tel l'épuisement professionnel, ou parce qu'elles ont décidé de se consacrer pendant un temps à leur vie amoureuse ou familiale. Au moment de réintégrer le marché du travail, elles n'ont pas pu retrouver les mêmes conditions et vivent aujourd'hui l'intermittence en emploi.

Le second profil regroupe surtout des personnes qui ont moins de 35 ans et n'ont jamais connu d'emploi stable depuis leur entrée sur le marché du travail, soit parce qu'elles y sont arrivées au mo-

ment où les emplois se faisaient rares, soit par goût du changement et de liberté, ou encore, parce qu'elles éprouvent des problèmes personnels et récurrents d'intégration au travail.

Question santé, le choix fait toute la différence. «Lorsqu'une personne a choisi l'intermittence en emploi plutôt que de subir ce style de vie, elle se sent beaucoup plus en contrôle et profite de cette situation pour se réaliser dans toutes sortes de milieux et d'activités», constate Romaine Malenfant. La moitié des person-

nes interrogées manifestent d'ailleurs un certain bien-être. Elles posent un regard positif sur leur situation, gardent espoir et agissent en vue d'améliorer leurs conditions. En majorité diplômées universitaires, elles privilégient le plaisir au travail plutôt que la stabilité.

Les autres, par contre, se sentent beaucoup moins bien. «Elles sont fragilisées dans leur confiance et se sentent coincées dans l'instabilité», observe la chercheuse. Leurs démarches de recherche d'emploi deviennent des sources d'humiliation et de souffrance.

Elles vivent difficilement le fait de cumuler des emplois et d'avoir un faible niveau de revenu: 75 p. 100 des répondants gagnaient moins de 25 000 \$ par année.

Des inégalités perdurent aussi entre les hommes et les femmes. Pour les hommes, les périodes sans emploi sont plus courtes, et les contrats dénichés de plus longue durée et mieux payés. Les femmes bénéficient de moins de soutien social, et lorsqu'elles sont monoparentales, peu importe leur niveau de scolarité, la situation de l'intermittence augmente leur détresse psychologique. «Le travail est l'un des principaux déterminants sociaux de la santé. Or plus la période sans emploi se prolonge, plus les risques de tomber dans une spirale d'appauvrissement et de marginalisation augmentent», conclut Romaine Malenfant.



ILLUSTRATION : JACQUES GOLDSTYN

1. Voir «L'emploi atypique: une nouvelle réalité», *Interface*, vol. 20, n° 5, p.12-13.
2. Romaine Malenfant est rattachée à l'équipe RIPOST du CLSC Haute-Ville-Des-Rivières (centre affilié universitaire).

Ce texte a été rédigé à partir du rapport suivant:

Romaine MALENFANT, Andrée LARUE, Lucie MERCIER, Michel VÉZINA, *Travailler, un peu, beaucoup, passionnément, pas du tout. Intermittence en emploi, rapport au travail et santé mentale*, Rapport déposé au CQRS, Équipe RIPOST, CLSC Haute-Ville-Des-Rivières, Québec, juillet 1999.

NATHALIE DYKE

Interface remercie le Conseil québécois de la recherche sociale pour sa collaboration à la publication de ce texte.



La survie avant la langue

Les médias acadiens ont coutume de dire que les francophones considèrent leur langue comme la première valeur à défendre. Pourtant, les recherches de la sociologue Guylaine Poissant, professeure au Département de sociologie de l'Université de Moncton, démontrent que les résidents d'un quartier francophone populaire de cette ville se préoccupent avant tout de leur survie économique et de celle de leur famille¹.

Pendant plusieurs mois, Guylaine Poissant a mené une vingtaine d'entrevues auprès de ménages du quartier Parkton: «Je me suis concentrée sur le cœur du quartier, là où habitent majoritairement des Acadiens de milieu très populaire. La plupart des familles arrivées dans les années 1940 venaient des villages alentour et travaillaient autrefois pour les ateliers du Canadien National, situés à proximité.»

Dans les années 50 ou 60, Parkton comptait plusieurs troupes de théâtre et même un orchestre western, ce qui pourrait laisser croire que ses citoyens affichaient fièrement leur identité acadienne. Mais les choses ont bien changé, notamment avec la fermeture des ateliers du Canadien National et l'arrivée du chômage. «Les gens que j'ai rencontrés évoquent surtout leur quotidien très difficile, leur recherche pour trou-



Parkton, quartier résidentiel de la ville de Moncton au Nouveau-Brunswick.

ver du travail et l'importance qu'ils attachent à leur famille, remarque la chercheuse. Pour eux, la défense de la langue française ne vient que très loin dans l'ordre des priorités.» En bavardant avec ces Acadiens, la sociologue a d'ailleurs constaté que les plus jeunes parlent un français bien plus mâtiné d'anglais que celui de leurs aînés. Seulement la moitié des étudiants de l'échantillon fréquentent l'école secondaire en français, car il faut pour

cela se rendre dans un autre quartier; et de toute manière, la plupart des jeunes fran-

cophones regardent la télévision en anglais.

Guylaine Poissant a également remarqué que les femmes de plus de 60 ans semblent mieux s'en sortir économiquement que les jeunes Acadiennes. «La plupart de ces dames viennent de la campagne et possèdent un petit jardin potager. Elles habitent leur propre maison, et dépendent moins de l'extérieur pour leur nourriture car elles font des conserves et obtiennent souvent l'aide de leur famille.» Les plus jeunes, par contre, attendent l'aide des organismes communautaires ou du gouvernement, et doivent souvent vivre en HLM. Il semblerait donc que la situation économique des Acadiens de ce quartier populaire ne cesse de se dégrader.

PASCALE GUÉRICOLAS
Agence Science-Press

1. Les résultats de cette recherche seront bientôt présentés dans un ouvrage collectif portant sur le quartier Parkton, à paraître aux Éditions d'Acadie.





Les aliments transgéniques sur la sel

Alors que la controverse sur les aliments transgéniques sévit en Europe depuis quelques années, les Nord-Américains commencent à peine à s'éveiller aux risques que compor-

La manipulation génétique des aliments consiste à ajouter un gène au génome d'une plante ou d'un animal pour permettre la production d'une protéine supplémentaire. Grâce à cette nouvelle pro-

d'abord, les risques environnementaux. Les écologistes craignent que le pollen des plantes transgéniques soit emporté par le vent et contamine les plantations voisines. Certaines variétés naturelles

ment aux troupeaux laitiers américains.

Or des études ont démontré que les vaches recevant des suppléments de rBTS étaient sujettes à des infections du pis plus fréquentes. Pour contourner le problème, les fermiers ont recours aux antibiotiques. La plupart du temps, ces médicaments se retrouvent dans le lait de consommation et on pense qu'à la longue, les humains pourraient développer une résistance à ces antibiotiques.

Les détracteurs des OGM



PHOTO : H. BEUBÉ / LA TERRE DE CHEZ NOUS

tent les organismes génétiquement modifiés (OGM). Au Canada, l'opposition aux nouvelles technologies de production alimentaire s'organise tranquillement. Toutefois, malgré l'importance du débat, l'information qui circule à ce sujet est imprécise. En décembre dernier, le ministre des Relations avec les citoyens et de l'Immigration, Robert Perreault, annonçait la formation d'un comité pour le conseiller sur la protection des consommateurs et les OGM. Par ailleurs, la journaliste canadienne Ingeborg Boyens a publié *Les OGM*, un ouvrage complet qui vise à éclairer la population sur les risques associés aux biotechnologies¹.

téine, la plante ou l'animal deviennent plus résistants, ou encore, plus nutritifs. Actuellement, les principaux aliments génétiquement modifiés offerts sur le marché canadien sont le canola, le maïs, le soya et la pomme de terre. Trois variétés de tomates transgéniques ont aussi reçu l'approbation de Santé Canada, mais aucune n'est en vente pour l'instant. On prévoit qu'au cours des prochaines années, environ 3 000 aliments transgéniques seront en attente d'approbation.

Dans son livre, Ingeborg Boyens fait état des nombreux risques qui sont associés à la culture et à la consommation des OGM. Tout

pourraient disparaître, entraînant des conséquences importantes sur la biodiversité et sur l'équilibre écologique.

La journaliste s'attarde aussi sur les risques pour la santé humaine, par exemple, dans le cas de l'hormone de croissance rBTS. Depuis longtemps, les vétérinaires savent que l'injection de cette hormone permet d'augmenter le rendement des vaches laitières. Toutefois, les scientifiques étaient incapables de la produire en grande quantité. Récemment, les généticiens sont parvenus à cloner le gène responsable de la rBTS. Grâce à cette découverte, l'hormone est maintenant produite à l'échelle industrielle et injectée massive-

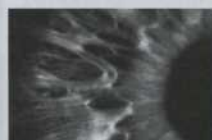


Image de l'iris d'un œil obtenue par une «lampe à fente».

Les r

On a tous vu au cinéma de tels films futuristes: le héros se présente à ses quartiers généraux ultramodernes, gardés sous haute surveillance. Avec désinvolture, il appose sa main contre un petit écran, situé près de la porte d'accès. Ipso facto, l'ordinateur reconnaît ses empreintes digitales et lui ouvre le passage. Contrairement à ce que l'on pourrait croire, ces systèmes de sécurité ne relèvent pas de la fiction. En fait, les technologies de vision artificielle, destinées à remplacer l'humain dans les processus d'interprétation visuelle, sont de plus en plus répandues. Au Québec uniquement, on compte 51 industries qui les commercialisent ou les utilisent. De plus, 24 laboratoires québécois se spécialisent en



lette

jugent qu'il est inacceptable d'autoriser l'utilisation de la rBTS alors que les fermiers produisent déjà plus de lait qu'ils n'en ont besoin. Jusqu'à maintenant, Santé Canada a refusé d'accréditer le supplément bovin. Malgré cette interdiction, on trouve du lait de vache traitée à l'hormone dans le réseau laitier canadien, par exemple, dans des produits importés des États-Unis tels que des mélanges de cacao, des barres granola et des puddings.

Afin de justifier leurs dé-

marches, les compagnies biopharmaceutiques aiment rappeler que la population mondiale ne cesse d'augmenter alors que la superficie des terres arables diminue. Elles affirment que seule la biotechnologie permettra d'augmenter la productivité suffisamment pour faire face aux nouveaux défis en matière d'alimentation. Ingeborg Boyens ne croit pas à ces bonnes intentions. Selon elle, les multinationales sont intéressées par les profits. Point à la ligne.

Pour illustrer son point de vue, la journaliste donne l'exemple de la compagnie américaine Monsanto. Après avoir investi des millions en

recherche, l'entreprise a mis sur le marché des semences génétiquement modifiées pour résister au Round-Up, un herbicide à large spectre. Lorsque les champs sont vaporisés avec cet herbicide, tout meurt, à l'exception des précieux plants. On aurait pu s'en douter, Monsanto est la seule compagnie à distribuer le Round-Up dans le monde. De plus, elle interdit aux agriculteurs de récolter les graines des plants pour les semer l'année suivante, les forçant ainsi à acheter de nouvelles semences.

Actuellement, les gouvernements nord-américains semblent accorder plus d'im-

portance aux emplois et à la croissance économique générés par les compagnies biopharmaceutiques qu'à toute autre chose. Mais les voix s'élevant contre les OGM se font de plus en plus fortes. Selon Ingeborg Boyens, les opposants à la biotechnologie ne sont pas contre le progrès scientifique. Ils veulent simplement s'assurer que ce progrès se fera au service des populations humaines, et non au service des profits financiers.

1. Ingeborg BOYENS, *Les OGM*, Outremont, Éditions Berger, 1999, 268 pages.

DOMINIQUE FORGET

ENVIRONNEMENT

nouveaux chasseurs d'images

vision artificielle. Véritable fer de lance dans le domaine des technologies de l'information, le Centre de recherche informatique de Montréal (CRIM) a un mandat de catalyseur entre tous ces intervenants.

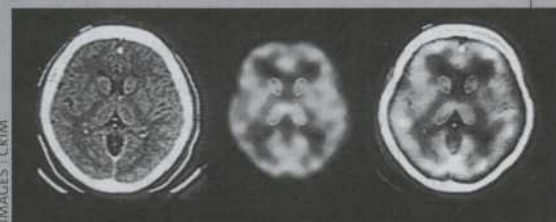
Comme l'explique Langis Gagnon, chercheur au CRIM, le processus utilisé en vision artificielle est relativement simple. «Tout d'abord, un capteur saisit l'image que l'on veut traiter. Tout dépendant de l'application visée, il peut s'agir d'une caméra infrarouge, d'un radar, d'un laser ou d'un simple appareil photo. L'image est ensuite numérisée à l'aide d'une carte vidéo.»

Une fois en format numérique, l'image peut être manipulée grâce à un algorithme de traitement. Développés par des informaticiens-mathématiciens et programmés par des concepteurs de logiciels, ces algorithmes permettent d'effectuer une action précise avec l'image. Par exemple, dans le cas du système de sécurité, il s'agirait de comparer les empreintes digitales numérisées avec celles contenues dans une banque de données.

Mais les systèmes de sécurité ne sont pas la seule application des technologies de vision artificielle. Par exemple, on les utilise dans le milieu manufacturier, pour le contrôle de la qualité. «On peut penser à une chaîne de montage, dans une usine de bouteilles, explique Langis Gagnon. Chaque produit fini est pris en photo. L'image numérisée est ensuite comparée avec celle de la bouteille idéale. Si l'ordinateur constate un défaut, une fissure par exemple, la bouteille est automatiquement retirée.»

Le domaine médical est un autre champ d'application prometteur, notamment les outils d'aide au diagnostic. Un système a déjà été commercialisé (ImageChecker) pour aider les médecins dans le dépistage des cancers du sein. «La mammographie est numérisée puis analysée par ordinateur. Le système pointe automatiquement les lésions potentiellement problématiques au médecin. Il peut même lui dire de quel type de calcification il s'agit.»

Présentement, le marché de la vision artificielle est en pleine ébullition. Il semble ne



Images d'une tranche de cerveau. À gauche: image obtenue par résonance magnétique nucléaire; au centre, la même tranche obtenue par tomographie nucléaire par émission de photons; à droite, «fusion» des deux premières tranches réalisée grâce à des techniques de traitement d'images.

pas y avoir de limite aux applications possibles. En plus, l'arrivée de la caméra numérique portable simplifie énormément la mise au point de nouveaux systèmes. Bientôt, on n'aura plus besoin de carte de numérisation. On pourra traiter l'image directement et développer des systèmes clés en main. «Le marché s'ouvre pour les spécialistes de la vision artificielle. Grâce à la compétence qu'il a acquise dans ce domaine, le Québec a toutes les chances d'en profiter.»

DOMINIQUE FORGET



Tourbières: lorsque l'industrie s'en mêle

En Europe et aux États-Unis, où l'exploitation et le développement ont pratiquement rayé les tourbières de la carte, plusieurs ont dû rendre des comptes aux groupes écologistes et environnementaux. Souhaitant éviter ces confrontations et anxieuse de soigner son image face au public, l'Association canadienne des producteurs de tourbe a organisé, en 1992, le premier atelier sur l'exploitation de la tourbe.

Les industriels, alors conscients de la pression exercée sur les tourbières, ont voulu trouver des solutions aux problèmes. Ils ont fait appel aux quelques rares scientifiques de l'époque à s'intéresser aux milieux des tourbières. De là est né un projet multidisciplinaire de restauration des tourbières, en partenariat avec l'industrie et dirigé par Line Rochefort, professeure en phytologie et responsable du Groupe de re-

cherche en écologie des tourbières de l'Université Laval (GRET). Le mandat de l'équipe de recherche est de trouver des méthodes pour ramener les tourbières abandonnées à des tourbières fonctionnelles de nouveau accumulatrices de tourbe (figure 1).

Les tourbières sont des écosystèmes peu ou mal connus. On ne parle pas de gazon, faussement appelé tourbe, mais bien de cette matière organique naturelle caractéristique des tourbières. D'une richesse faunique et florale considérable, les tourbières font partie des milieux humides au même titre que les étangs, les marais et les marécages (photo 1). Elles se différencient cependant par la présence d'une épaisseur appréciable de tourbe pouvant varier entre un et dix mètres de profondeur. La tourbe provient de l'accumulation de plantes telles que le carex et la sphag-



1- Tourbière naturelle de Belcourt, Abitibi.

PHOTO : LINE ROCHEFORT

ne dont la décomposition est très lente en raison, notamment, des conditions acides et du peu d'oxygénation du substrat. Sa grande porosité, sa haute teneur en matière organique et sa résistance à la décomposition font de la tourbe une ressource naturelle très précieuse. On retrouve la tourbe et ses produits dérivés surtout en horticulture, en agriculture et en foresterie. Les jardiniers avertis savent qu'elle peut être utilisée dans des terres très sèches pour retenir l'eau, ou encore, pour augmenter l'acidité

d'un sol, par exemple, pour la culture de bleuets.

Les tourbières couvrent 12 p. 100 de la superficie du Canada et 9 p. 100 de celle du Québec. La grande majorité se trouvent en milieux nordiques où l'exploitation de la tourbe est difficile, voire impraticable, en raison du climat trop humide et frais, de l'éloignement et du pergélisol. Ainsi, ce sont surtout les tourbières du Sud qui subissent les pressions de l'exploitation. En plus des activités d'extraction de la tourbe comme matière première,

Les tourbières seront au cœur d'un congrès international sur les milieux humides qui se tiendra l'été prochain à Québec. Le congrès devrait attirer plus de 2000 scientifiques et spécialistes des tourbières et des autres milieux humides. Différentes activités feront connaître ces écosystèmes au grand public, dont une exposition de photos au Musée de la civilisation. Pour plus d'information, consultez le site Internet du congrès (<http://www.cqvb.qc.ca/wetland2000>).

2- Aspirateurs d'exploitation en action.



PHOTO : MONIQUE POULIN

plusieurs hectares de tourbières ont été sacrifiés pour la construction urbaine, la création de champs agricoles et l'installation de lignes hydroélectriques.

L'exploitation des tourbières date du début du 20^e siècle. À cette époque, elle se



faisait manuellement en découpant des blocs à la bêche, mais depuis la fin des années 1960, on extrait la tourbe à l'aide d'aspirateurs géants semblables à de gros robots (photo 2). Ces machines, qui aspirent la tourbe, laissent

pêchent souvent la recolonisation végétale. En effet, avant de «passer l'aspirateur», on vide pratiquement la tourbière de son eau, qui perd ainsi sa qualité de milieu humide. «La plupart des tourbières exploitées ne re-

justqu'à vingt ans! De plus, la tourbière ne redeviendra souvent pas une tourbière.

Le travail main dans la main de l'industrie et des scientifiques est en train d'améliorer ce portrait désolant: «Plusieurs compagnies



PHOTO : LINE ROCHEFORT

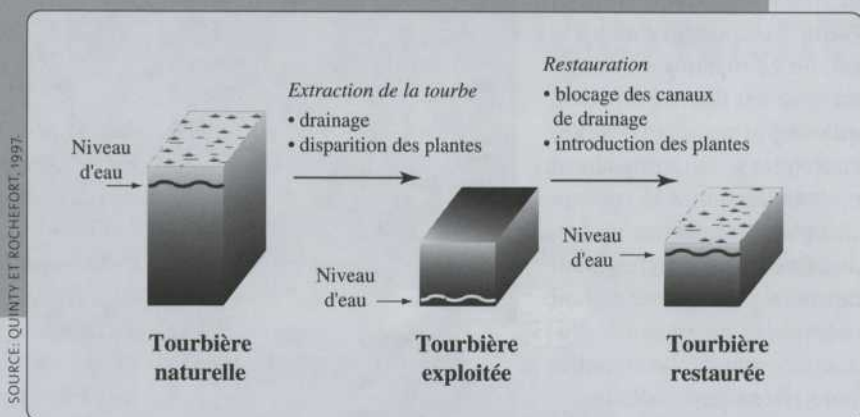
4-Les surfaces exploitées par aspiration sont dénudées de végétation.



3- Tapis de sphaigne parsemé de feuilles de chicoutée. Quelques tiges de sphaigne ont été déposées sur le tapis.

PHOTO : LINE ROCHEFORT

Principes de restauration des tourbières exploitées



derrière elles des surfaces complètement nues (photo 4). Le paysage dévasté est digne d'un triste film de science-fiction. Ces nouvelles méthodes d'aspiration em-

deviendront pas naturellement des écosystèmes accumulateurs de tourbe», souligne Line Rochefort. La régénération naturelle est possible mais elle peut prendre

participent à la restauration des tourbières», rappelle Gerry Hood, président de l'Association canadienne des producteurs de mousse de tourbe. Premier Horticulture, une

industrie de Rivière-du-Loup, a d'ailleurs intégré les méthodes du GRET dans la gestion courante des opérations de terrain. Voilà l'un des rares exemples d'une compagnie qui devance les lois! Dominique Le Quéré, professionnelle chez Premier Horticulture, explique: «Plusieurs raisons motivent les compagnies à investir dans la restauration des tourbières. La volonté de laisser en héritage cet écosystème d'une richesse particulière en est une. Une autre est l'image projetée aux consommateurs, facteur important pour la vente des produits.» En effet, plusieurs utilisateurs de tourbe sont des jardiniers souvent sensibles à l'environnement. «L'industrie canadienne de la tourbe veut être reconnue comme un utilisateur responsable», précise Gerry Hood.

Le projet a fait bien du chemin depuis ses débuts. Les techniques de restauration développées par l'équipe de Line Rochefort sont régulièrement testées sur le terrain, en présence des industriels. Ainsi, les milieux industriels et scientifiques participent conjointement à l'avancement des connaissances sur les tourbières, qui ne peuvent que bénéficier de ces efforts concertés.

NATHALIE KINNARD



Québec, une Cité pour l'optique ?

«Il y a quinze ans, quand nous avons créé l'Institut national d'optique (INO), j'espérais qu'un jour un véritable parc technologique centré sur l'optique se développerait autour de l'Institut.» Aujourd'hui, le vieux rêve de Jean-Guy Paquet, président-directeur général de l'INO, est en passe de se réaliser avec la mise sur pied de la Cité de l'optique, un projet régional qui vise à faire de Québec un des pôles mondiaux de l'optique et de la photonique.

En 1983, alors recteur de l'Université Laval, Jean-Guy Paquet se bat pour que la capitale québécoise se dote d'un parc technologique. Il propose alors au gouvernement fédéral de créer un centre de recherche spécialisé en optique à Québec: à cette époque, plus de la moitié des diplômés canadiens dans cette discipline viennent de l'Université Laval. L'INO est créé en 1985, Jean-Guy Paquet en devient le président en 1994. Au cours des cinq dernières années, l'INO a connu une croissance très rapide, d'environ 25 p. 100 par année, comme d'ailleurs toute l'industrie de la photonique. L'Institut, qui emploie 170 personnes, devrait embaucher 80 nouvelles recrues d'ici trois ou quatre ans, et des travaux sont en cours pour doubler la superficie de ses installations.

«Tous les ans, un comité scientifique international formé de 12 experts se réunit et

choisit les secteurs technologiques que l'INO doit développer, ou au contraire abandonner, ce qui nous permet de coller aux besoins de l'in-

vision, consacrée à la production de bolomètres, ces dispositifs qui servent à détecter la lumière, notamment dans les caméras infra-rouges.

Aujourd'hui, l'Institut est au cœur du projet de Cité de l'optique promu par les autorités locales. «Pour l'instant, la région dispose d'un pôle de recherche appliquée avec l'INO, d'un pôle de formation et de recherche plus fondamentale avec le Centre d'optique, photonique et laser (COPL) de l'Université Laval, et d'une vingtaine d'entreprises dans ce secteur», précise Jean-Guy Paquet. On estime que 1500 emplois dans la région sont reliés à l'optique. On vise à atteindre 5 000 emplois d'ici trois à quatre ans, en misant notamment sur des mesures fiscales incitatives pour attirer de nouvelles entreprises. Mais Jean-Guy Paquet n'est



PHOTOS : EIL POUR CEIL

Chercheur mettant au point un système de vision pour détecter des défauts dans le bois.

dustrie», explique Jean-Guy Paquet. Le budget de l'Institut, de 24 millions de dollars en 1999, est financé aux trois quarts par des contrats. Les chercheurs se consacrent essentiellement à la conception et à la fabrication de produits et de prototypes pour des entreprises, l'INO offrant même des services de production industrielle en petite série à ses clients. «Nous restons fidèles à notre mission de R-D, mais nous sommes prêts à créer des maillages (*spin-offs*) pour commercialiser certaines technologies.» Il y a deux ans, l'INO lançait ainsi sa première filiale, Infra-



Ariel Fenster

«Magic of Chemistry» a été le point de départ d'un ensemble d'activités de vulgarisation scientifique regroupées, depuis septembre dernier, sous la bannière de l'Organisation pour la chimie et la société (OCS). Au fil des ans, MM. Fenster, Harpp et Schwarzc ont or-

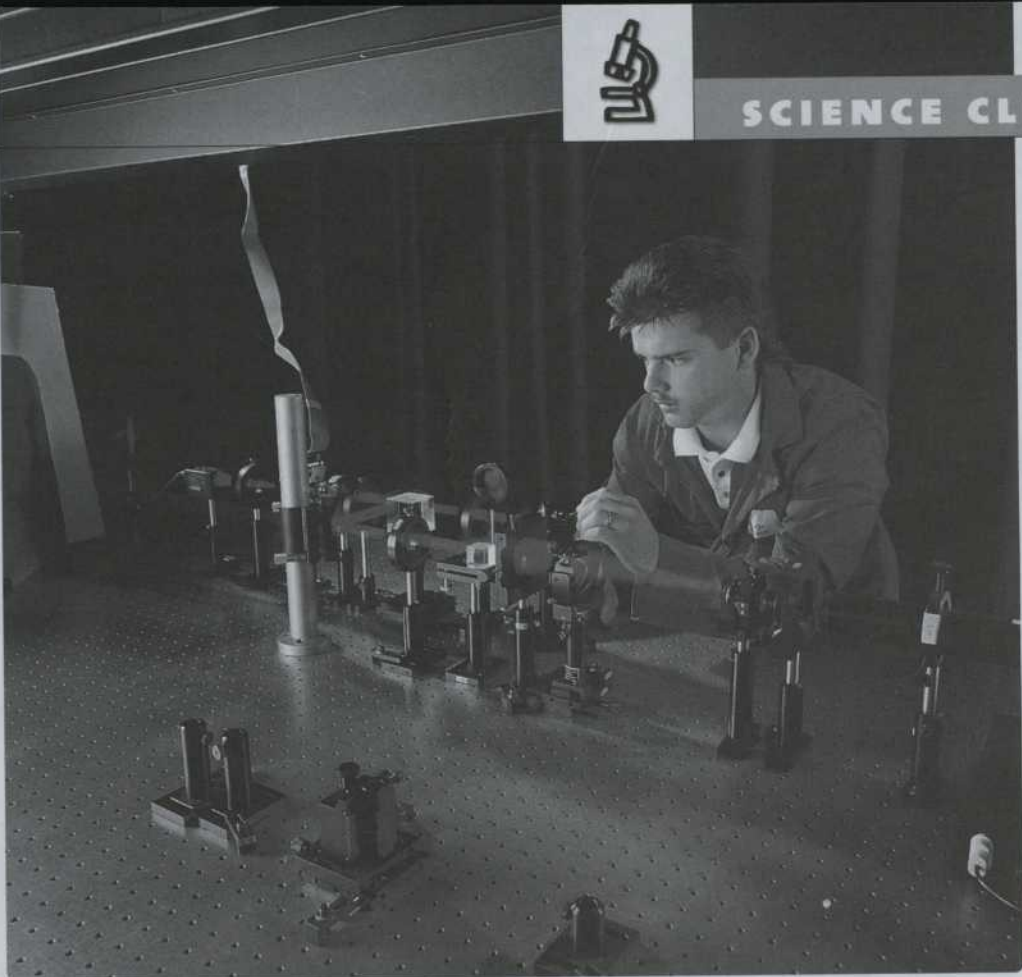
Les chimist

Avez-vous déjà entendu des rires d'enfants dans une salle de classe où on parle de chimie? C'est pourtant le tour de force que réalisent, depuis déjà 25 ans, des enseignants du Département de chimie de l'Université McGill. Dans le cadre ludique d'un specta-

de de magie, Ariel Fenster, Joe Schwarzc et David Harpp initient les jeunes et les moins jeunes à l'histoire et à l'utilisation de la chimie dans notre société.



pas aveuglément optimiste. Selon lui, pour que le projet fonctionne, il faudra à tout prix qu'on évite les lenteurs administratives. «C'est une course contre la montre sur le plan mondial, on doit aller plus vite que les autres pour réussir», insiste-t-il. Mais il faut surtout que tous les acteurs régionaux participent et y croient. «Actuellement, les entreprises sont un peu réticentes, car elles ont peur d'avoir des difficultés de recrutement si d'autres compagnies s'installent dans la région. Je crois au contraire qu'un tel projet peut constituer une bonne source d'émulation pour ces entreprises en les forçant à être plus exigeantes, ce qui les poussera vers l'excellence», ajoute-t-il. La région de Québec représente seulement pour l'instant 0,05 p. 100 du revenu mondial des industries de l'optique et de la



Technologue effectuant des réglages sur un montage expérimental de corrélateur optique.

photonique. Mais à l'heure où le réseau de fibre optique dans le monde s'accroît au

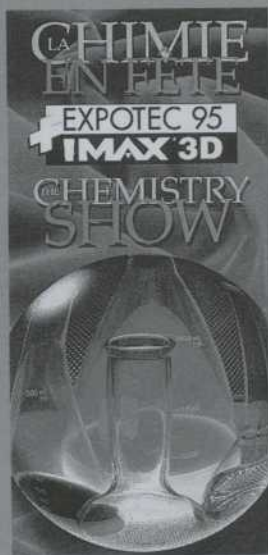
rythme fou d'un kilomètre par seconde, on prévoit que d'ici 2003, le marché mon-

dial de l'optique dépassera les 250 milliards de dollars.

VALÉRIE BORDE

istes s'amuse en vulgarisant

ganisé des centaines de conférences pour les entreprises ou les écoles, et participé à plus d'un millier d'émissions radiophoniques ou télévisuelles. Le trio donne aussi, depuis le début des années 1980, un ensemble de cours intitulés «The World of Chemistry» qui traitent de sujets touchant la population en général: la nourriture et l'eau, la technologie, les drogues et les cosmétiques, ainsi que l'environnement à partir de l'automne 2000. Contrairement à ce qui se fait généralement dans les universités québécoises, ces cours s'adressent autant aux étudiants en science ou en chimie qu'à tous les autres. Ils se donnent également le soir, en formation continue, et sont ainsi ouverts à tous ceux et celles qui voudraient en savoir plus sur la présence de la chimie dans leur vie quotidienne.



Le directeur des communications de l'OCS, Ariel Fenster, l'a compris: le grand public est préoccupé par les avancées technologi-

ques et industrielles et ressent le besoin de discerner le vrai du faux en prenant connaissance des faits scientifiques actuels. Par exemple, de nombreuses idées sur l'industrie agroalimentaire méritent d'être démystifiées, notamment, ces temps-ci, en ce qui concerne les organismes modifiés génétiquement. Toujours d'après M. Fenster, les activités de son groupe et la création même de l'OCS, qui permet un lien direct avec le public, sont uniques en Amérique du Nord. En allouant un budget à cette organisation, l'Université McGill reconnaît la valeur intrinsèque des activités de vulgarisation scientifique.

L'OCS possède son site Internet:
<http://www.mcgill.ca/chempub>

MARTIN BEAUDIN-LECOURS



FACE À FACE

Christiane

PHOTO © JOSEÉ LAMBERT

FERRA
IGNS

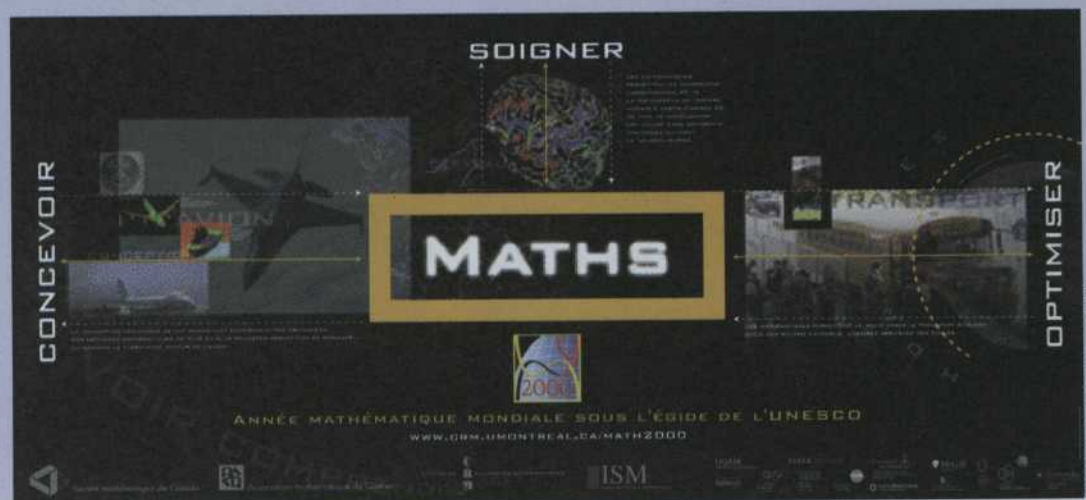
DOMINIQUE FORGET

La bosse des maths Rousseau

PLUS JEUNE, CHRISTIANE ROUSSEAU VOULAIT COMPRENDRE LE MONDE QUI L'ENTOURAIT. GRÂCE AUX MATHÉMATIQUES, ELLE A TROUVÉ LES RÉPONSES QU'ELLE CHERCHAIT. AUJOURD'HUI, ELLE ARRIVE À VOIR L'INVISIBLE. ELLE VEUT MAINTENANT PARTAGER AVEC SES ÉTUDIANTS ET LE GRAND PUBLIC SON AMOUR POUR CETTE SCIENCE.

Née de parents français, Christiane Rousseau passe son enfance à voyager. Son père est ingénieur civil et travaille sur des chantiers de construction, un peu partout dans le monde. Sa famille le suit, d'aventure en aventure. Lorsque Christiane a 4 ans, elle déménage en Guinée, au cœur de la forêt tropicale. Le village compte à peine dix maisons, habitées par d'autres ingénieurs étrangers. Par chance, la femme de l'un d'entre eux est institutrice. Dans une salle de cours improvisée, elle fait la classe aux enfants du village. Malgré son jeune âge, Christiane est curieuse et disciplinée. Ses parents jugent qu'elle est assez mûre pour entreprendre sa première année scolaire. «Ils préféreraient m'envoyer à l'école plutôt que de me laisser jouer dans la brousse avec les serpents», se souvient la professeure, amusée. Avidée de connaissances, elle apprend vite à lire

Dans le cadre de l'Année mathématique mondiale sous l'égide de l'UNESCO, affiches pour l'opération « Métro 2000 », nom de code donné à la campagne d'information dans le métro de Montréal.



et à écrire. Dans la petite école de fortune, située aux confins de la forêt tropicale africaine, elle découvre également les mathématiques.

Très stimulée par son milieu familial, la jeune Christiane est animée par le désir d'aller au bout des choses. Elle veut comprendre comment fonctionne le monde qui l'entoure et aime acquérir des connaissances

supérieurs, elle hésite. Peu de postes sont ouverts dans le milieu universitaire à cette époque. Elle songe à abandonner son doctorat et à enseigner au cégep. Mais l'attrait de la recherche est plus fort que tout et elle choisit de persévérer. Dès la fin de ses études, elle obtient un poste de chercheuse postdoctorale à l'Université McGill. Deux ans plus tard, l'Université de Mont-

Christiane Rousseau aime montrer à quoi peuvent servir les mathématiques dans le monde réel. Elle veut révéler ce qui se cache derrière les équations. «Parfois, il y a des concepts mathématiques expliqués aux étudiants de cégep et dont les applications sont fabuleuses.»

techniques. «J'étais l'aînée de cinq enfants, explique-t-elle. Le seul garçon a été le dernier à naître. Pendant des années donc, mon père n'avait pas de fils. Dès qu'il avait besoin d'aide, pour bricoler par exemple, c'est à moi qu'il demandait.»

Lorsque papa Rousseau choisit d'installer sa famille au Canada définitivement, il continue d'amener sa fille aînée sur les chantiers. Christiane partage la passion de son père, mais développe aussi de nouveaux champs d'intérêt. Durant plusieurs années, elle suit des cours de peinture et devient même monitrice dans ce domaine. Lorsque vient le temps d'envisager une carrière, elle songe au design industriel. Puis, à la dernière minute, elle coche les mathématiques comme premier choix sur son formulaire d'admission à l'Université de Montréal. Sans trop savoir pourquoi, elle est attirée par cette discipline.

Son instinct ne l'a pas trompée: après seulement quelques semaines au baccalauréat, Christiane Rousseau sait déjà qu'elle veut poursuivre ses études jusqu'au doctorat. Pourtant, lorsqu'elle atteint les grades

réel l'embauche comme professeure et en 1993, elle y devient directrice du Département des mathématiques.

Ouvrir le monde aux jeunes

Durant les quatre années où elle a été directrice du Département, Christiane Rousseau a beaucoup travaillé pour ouvrir de nouvelles portes aux étudiants en mathématiques. Elle a multiplié les contacts avec les industries pour les inciter à engager des stagiaires. «Au Québec, les compagnies sont souvent hésitantes à embaucher des mathématiciens. Elles ont plutôt tendance à se tourner vers les ingénieurs. Pourtant, les mathématiques ont bel et bien leur place au sein des entreprises qui font de la recherche appliquée. On n'a qu'à penser aux domaines de la finance, des transports ou de la vision artificielle. Quand les problèmes sont très complexes, si l'on procède par essai et erreur, on n'arrive jamais à la solution optimale, même avec des ordinateurs. Les algorithmes mathématiques sont nécessaires.»

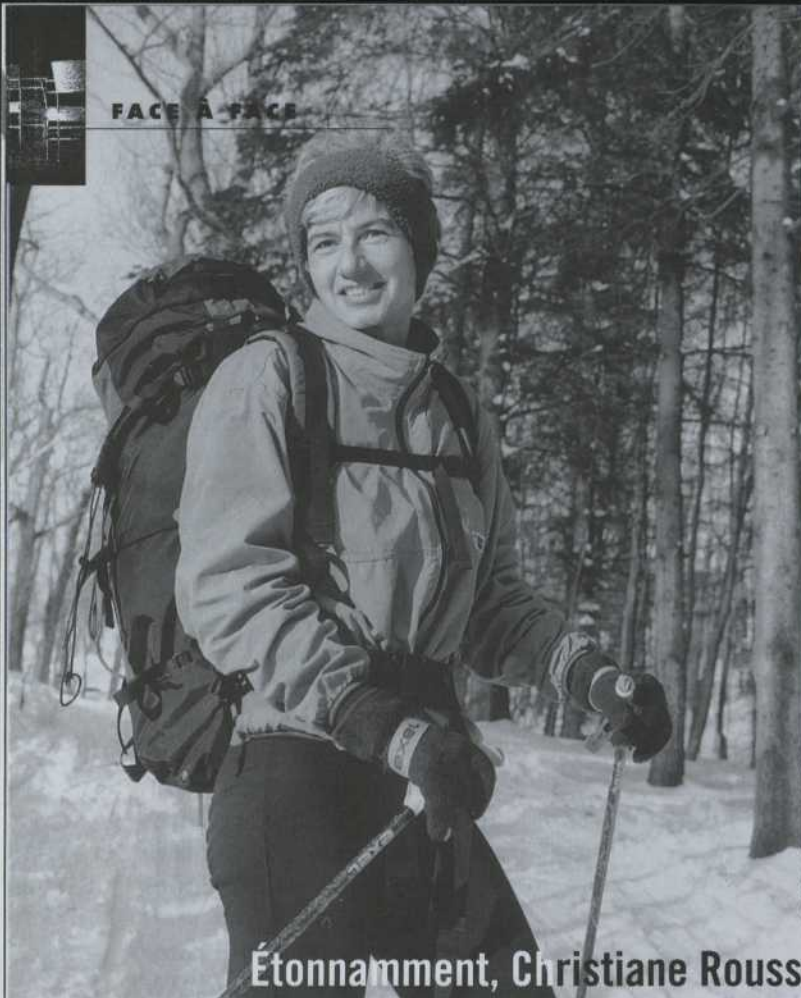


PHOTO : © JOSÉE LAMBERT

Etonnamment, Christiane Rousseau s'intéresse surtout à la recherche fondamentale. «Les mathématiciens ne peuvent pas être uniquement au service des applications. C'est une question d'équilibre.»

ramment utilisée en mathématiques, la théorie des nœuds a des applications très intéressantes en biologie moléculaire. En effet, les enzymes agissent sur les brins d'ADN en y faisant des nœuds. Les mathématiques modernes permettent donc de comprendre l'action de l'enzyme sur le brin d'ADN.

Les maths dans le métro

En plus de partager sa fougue avec les élèves, Christiane Rousseau aimerait sensibiliser le grand public au rôle que jouent les mathématiques en science et en technologie. «Lorsqu'on prend une radiographie du cerveau, avec un scanner, on obtient une image floue. On utilise une opération mathématique pour la nettoyer et augmenter sa précision. Les gens ne sont pas conscients de cela.»

Sous l'égide de l'UNESCO, l'an 2000 a été décrété Année mathématique mondiale. Dans plusieurs grandes villes du monde, on posera des affiches dans les métros pour promouvoir les mathématiques auprès du public. Lorsque Christiane Rousseau a pris connaissance de ce projet, elle a tenu à ce que Montréal soit de la partie. Elle a réservé des espaces publicitaires, trouvé des commanditaires et mobilisé les associations mathématiques ainsi que les mathématiciens pour con-

cevoir des affiches. Elle a même créé une affiche de son cru qui, doit-on s'en étonner, illustre les applications des mathématiques modernes à l'aide de verbes tels que concevoir, soigner et optimiser. Dès le début du mois de janvier, les usagers du métro ont pu admirer ce travail.

Montréal est la ville la plus avancée dans ce projet international. Un des concepteurs d'affiches, Stéphane Durand, professeur de physique au collège Édouard-Montpetit et chercheur au Centre de recherches mathématiques, a même remporté le premier prix du concours d'affiches organisé par la Société mathématique européenne. De partout dans le monde, Christiane Rousseau reçoit des appels de collègues qui veulent savoir comment elle s'y est prise. La mathématicienne y voit une occasion unique de rapprochement entre les pays qui participent au projet. «Il est fascinant de constater, quand on sait que les cultures sont tellement différentes, qu'on fait tous des mathématiques de la même manière.»

L'équilibre des forces

La mathématicienne est tellement engagée dans son milieu professionnel qu'il lui reste peu de temps durant la journée pour la recherche. C'est le soir, à la maison, qu'elle s'y consacre. Étonnamment, elle s'intéresse surtout à la recherche fondamentale. «On fait beaucoup d'efforts pour sortir les mathématiciens de leur tour d'ivoire et leur faire une place dans l'industrie. Mais la recherche fondamentale reste capitale. Ce n'est pas parce qu'un chercheur ne peut pas vulgariser ses travaux que le domaine dans lequel il travaille n'est pas important. Les mathématiciens ne peuvent pas être uniquement au service des applications. C'est une question d'équilibre.»

L'équilibre qu'elle prône en mathématiques, Christiane Rousseau le recherche aussi dans sa vie personnelle. Très disciplinée, elle fait du jogging trois fois par semaine. «Je suis toujours surprise par la quantité d'idées qui me viennent en courant. Pour un scientifique, l'idée est la chose la plus précieuse!» Chaque hiver, elle fait aussi le marathon Lachute-Buckingham : 160 km en ski de fond avec un sac sur le dos, la nuit à la belle étoile. Clairement, elle aime les défis. «La difficulté n'est pas quelque chose que l'on doit éviter. Au contraire, c'est très stimulant. C'est vrai dans la vie en général et c'est aussi vrai en mathématiques.» ◀



LA REVUE DE LA RECHERCHE

INTERFACE

Au-delà des apparences,
la science

LE MAGAZINE DE VULGARISATION SCIENTIFIQUE INTERFACE VOUS INFORME DES RECHERCHES EFFECTUÉES CHEZ NOUS ET VOUS FAIT RÉFLÉCHIR SUR LES ENJEUX POLITIQUES, ÉCONOMIQUES, SOCIAUX ET CULTURELS DE LA SCIENCE ET DE LA TECHNOLOGIE.

Cinq numéros par an + le Bottin de la recherche. Abonnement: étudiant 25\$ régulier 45\$

Renseignements: Association canadienne-française pour l'avancement des sciences (Acfas), téléphone: (514) 849-0045 télécopieur: (514) 849-5558. C. élec.: interface@acfas.ca Site internet: <http://www.acfas.ca/interface/>

INTERFACE est disponible en kiosque

EN

ENJEUX | FEMMES SAVANTES AU 21^e SIÈCLE

Des pro g



ILLUSTRATION: STEPHANIE VES SERROUX

grès, oui, mais...

VALÉRIE BORDE

DEPUIS UNE CINQUANTAINE D'ANNÉES, LES FEMMES ONT PÉNÉTRÉ MASSIVEMENT LE DOMAINE DES SCIENCES HUMAINES ET SOCIALES, PUIS CELUI DE LA SANTÉ. ELLES Y ONT APPORTÉ UNE MANIÈRE DE VOIR LES CHOSES UN PEU DIFFÉRENTE DE CELLE DE LEURS COLLÈGUES MASCULINS, ONT FAIT VALOIR L'IMPORTANCE DE NOUVEAUX SUJETS DE RECHERCHE. «PAR EXEMPLE, L'ANALYSE COMPARATIVE SELON LES SEXES, QUI N'EXISTAIT PAS AVANT, A REPRÉSENTÉ UNE AVANCÉE ÉNORME DANS TOUTES LES SCIENCES SOCIALES. ET C'EST SEULEMENT AVEC L'ARRIVÉE DES FEMMES QU'ON A COMMENCÉ À S'INTÉRESSER À LA MÉNOPAUSE OU AU CANCER DU SEIN»,



FEMMES, SCIENCES ET CHIFFRES*

- En 1997, 58,8 p. 100 des diplômés de baccalauréat sont des femmes.
- La même année, on compte 75 p. 100 d'étudiantes dans les programmes de 1^{er} cycle en sciences sociales et humaines et seulement 15 p. 100 en physique, 10 p. 100 en génie informatique, 11 p. 100 en génie mécanique.
- Les étudiantes représentent 37 p. 100 des effectifs dans les maîtrises en sciences et génie, 23 p. 100 aux doctorats. Elles sont surtout inscrites en sciences de la vie, très peu en génie ou en physique.
- En 1997, les femmes représentent un quart du personnel enseignant canadien et seulement 12 p. 100 des professeurs titulaires.
- Sept p. 100 des professeurs de génie et 10 p. 100 des professeurs de physique et de mathématiques sont des femmes.
- En 1998, les femmes représentent 9 p. 100 des membres de l'Ordre des ingénieurs du Québec.
- Onze prix Nobel scientifiques sur 441 ont été attribués à des femmes depuis la création de cette récompense (dont deux à Marie Curie), aucun dans les années 1990!

**Progrès et lenteurs des femmes en sciences au Québec*, par Martine Foisy, Benoît Godin et Claire Deschênes, 66^e Congrès de l'Acfas, 1998.

Orientation, portrait de l'université au Canada, Association des universités et collèges du Canada, 1999.

Qu'advient-il des diplômés et diplômées des universités?, Marc Audet, Ministère de l'Éducation du Québec, 1998.

CONSTATE FRANCINE DESCARRIES, PROFESSEURE EN SOCIOLOGIE À L'UQAM. En sciences pures et surtout en génie, les progrès sont plus lents et il reste beaucoup de chemin à parcourir. Pourtant, là aussi, les femmes pourraient apporter beaucoup. «Nous ne savons pas encore très bien quoi, mais ce qui est certain, c'est qu'en se privant de la moitié de nos cerveaux, on avance moins vite qu'en les mettant tous à contribution!», ajoute la sociologue.

Aujourd'hui, les filles ont de meilleurs résultats scolaires que les garçons, elles sont plus nombreuses qu'eux sur les bancs des universités, et pourtant, elles choisissent encore rarement des carrières scientifiques. Plus de 80 p. 100 des adolescentes s'orientent toujours vers le commerce, le secrétariat, les soins esthétiques et les services de santé, des ghettos d'emplois féminins où compressions, précarité et avenir bouché règnent en maîtres. Depuis dix ans, les programmes pour accroître la participation des femmes en sciences se sont multipliés et le sujet est même devenu un objet de recherche pour cinq chaires au Canada. Mais dans les domaines d'études non traditionnels, la proportion de filles n'a que légèrement augmenté depuis le début des années 90. Les préjugés ont la vie dure et le milieu de la recherche n'échappe pas au phénomène! ◀



L'histoire secrète des scientifiques canadiennes

DÈS LE DÉBUT DE LA COLONISATION, LES HABITANTES DE LA NOUVELLE-FRANCE FURENT NOMBREUSES À ENRICHIR LES COLLECTIONS DE PLANTES, D'ANIMAUX OU DE MINÉRAUX, ET ELLES CONTRIBUÈRENT AINSI, QUOIQUE DISCRÈTEMENT, AUX PREMIERS PAS DES SCIENCES NATURELLES AU CANADA. En 1912, l'Université McGill, pourtant très conservatrice, est la première au Canada à accorder un poste de professeur à une femme, la botaniste québécoise Carrie Derick. Mais bien des chercheuses travaillent dans l'ombre à cette époque, comme la physicienne Harriet Brooks, qui n'obtint jamais la moindre reconnaissance bien qu'elle ait activement participé aux premiers pas de la physique nucléaire aux côtés du Prix Nobel Ernest Rutherford. Ce n'est qu'en 1929 que l'Université Laval admet ses trois premières étudiantes... à qui elle interdit toutefois toutes les facultés, sauf celle des arts! Dans les années 40 et 50, celles qui choisissent les sciences pures et le génie sont vues comme des «chercheuses de mari», mais les sciences humaines et sociales s'ouvrent peu à peu aux femmes. Les bouleversements sociaux de la fin des années 60 accélèrent

les changements, des entreprises embauchent quelques ingénieures et l'UQAM qui vient de naître accueille un grand nombre de femmes. Mais les progrès sont très lents et la vie des scientifiques n'est pas toujours facile, comme le raconte Luce Gauthier dans son livre *Propos d'une physicienne sur la situation de la femme de science* (Éditions Carte blanche, 1999). En 1971, les diplômées de deuxième et troisième cycle sont encore trois fois moins nombreuses que les hommes. En 1983, il n'y a encore aucune étudiante en sylviculture, en génie électronique ou en technologie électrique dans les universités québécoises. Dans les années 80, le recours à des systèmes de bourses ou à des postes réservés aux femmes apparaît comme la seule solution devant la résistance de certains milieux. Grâce à eux, les femmes font peu à peu leur entrée dans les derniers bastions d'emplois scientifiques masculins, notamment dans les facultés de génie. Dans les années 90, les étudiantes deviennent majoritaires dans les universités québécoises, toutes disciplines confondues. Mais en 2000, les femmes représentent encore seulement un quart des professeurs d'université et à peine 10 p. 100 des ingénieurs au Québec! ◀

Harriet Brooks (au centre) et les autres membres du Département de physique de l'Université McGill. Complètement à droite, Ernest Rutherford.



Carrie Derick est née à Clarenceville, au Québec, le 14 janvier 1862. Elle a étudié à différentes universités dont McGill, Bonn (Allemagne), Harvard, ainsi qu'au laboratoire de biologie marine de Wood Hole et au Collège royal des sciences à Londres. Elle fut la première femme admise au sein du personnel enseignant de l'Université McGill.

En 1912, elle devint professeure de morphologie botanique. Ce fut la première Canadienne professeure dans un établissement d'enseignement.

Tout au long de sa vie, elle s'est souciée des personnes en difficulté, a travaillé pour assurer une meilleure éducation dans le domaine industriel et technique, pour promouvoir les droits des femmes et le contrôle des naissances.

Carrie Derick est décédée à Montréal le 12 novembre 1941.



Des chaires pour aider les femmes en sciences et génie

EN MAI 1989, LE CRSNG ANNONCE LA CRÉATION, EN COLLABORATION AVEC NORTHERN TELECOM, D'UNE CHAIRE NATIONALE SUR LES FEMMES EN GÉNIE, BASÉE À L'UNIVERSITÉ DU NOUVEAU-BRUNSWICK, À FREDERICTON. La professeure Mo-

nérailles des 14 étudiantes assassinées à l'École Polytechnique. « Ce jour-là, j'ai pensé que nous, femmes, ne devions pas avoir peur de ce que nous voulions être, et mon travail s'est instantanément transformé en mission », raconte-t-elle. À l'époque, on compte seule-

ment 13 p. 100 de filles dans les premiers cycles d'études en génie au Canada. En 1996, le CRSNG décide de créer quatre autres chaires « régionales » pour encourager la participation des femmes en sciences et en génie, et de prolonger celle de Fredericton. Les chaires bénéficient d'une

LES CINQ CHAIRES DU CRSNG

| Territoire | Partenaire | Titulaire | Université |
|-------------------------------|--------------|------------------|--------------------|
| Colombie-Britannique et Yukon | IBM | Maria Klawe | UBC |
| Prairies | Petro-Canada | Elizabeth Cannon | Calgary |
| Ontario | Nortel | Monique Frize | Ottawa et Carleton |
| Québec | Alcan | Claire Deschênes | Université Laval |
| Maritimes et T.N.-O. | Petro-Canada | Mary Williams | Memorial |

nique Frize, titulaire de la chaire, est chargée de développer des activités visant à accroître la participation des femmes dans cette discipline. Le jour même de son entrée en fonction, elle assiste aux fu-

subvention totale de 1,25 million de dollars réparti sur cinq ans, et chacune d'elles est associée à un partenaire industriel qui apporte une contribution financière équivalente.

PHOTO: SERVICE DES ARCHIVES, UNIVERSITÉ MCGILL



Mais il ne suffit pas d'amener les filles à choisir des carrières scientifiques. Encore faut-il veiller à ce qu'elles soient plus tard à l'aise dans ces professions! La chaire a aussi un rôle à jouer dans ce domaine en sensibilisant les directions d'entreprises, les universités et les étudiants à la problématique des femmes.

La chaire québécoise, cofinancée par Alcan, est confiée à Claire Deschênes, professeure en génie mécanique à l'Université Laval. «Nous avons pour mission de développer des activités pour les jeunes filles et pour les ingénieures et scientifiques en cours de carrière, et de faire de la recherche sur la problématique des femmes en sciences et en génie»,

explique la chercheuse. Pour attirer les filles vers les carrières scientifiques, il faut d'abord leur faire découvrir ces métiers dont elles ignorent à peu près tout. «Nous savons qu'un des facteurs importants dans le choix d'une carrière scientifique par les filles est la présence dans leur entourage de modèles de personnes qui exercent ces métiers.» Pour rapprocher jeunes et scientifiques, Claire Deschênes et son adjointe Martine Foisy ont mis sur pied une équipe de bénévoles composée d'étudiantes et étudiants universitaires en sciences et en génie, et de professionnelles de ces domaines, qui vont rencontrer les jeunes dans les écoles et les collèges.

«Il faut aussi informer les personnes qui comptent dans le choix de carrière des élèves, comme leurs pro-

fesseurs de sciences, les conseillers en orientation, les parents... et même les médias», ajoute Claire Deschênes. Actuellement, la chercheuse élabore pour les professeurs de sciences du secondaire des activités pédagogiques offertes dans Internet, plus susceptibles d'intéresser les jeunes filles. «Par exemple, pour mieux faire passer la physique, nous concevons des exercices dans lesquels les exemples sont tirés de domaines comme la nature ou la santé auxquels les filles ont plus tendance à s'intéresser.»

Mais il ne suffit pas d'amener les filles à choisir des carrières scientifiques. Encore faut-il veiller à ce qu'elles soient plus tard à l'aise dans ces professions! La chaire a aussi un rôle à jouer dans ce domaine en sensibilisant les directions d'entreprises, les universités et les étudiants à la problématique des femmes. Claire Deschênes est, par exemple, membre du Comité femmes en ingénierie de l'Ordre des ingénieurs du Québec, avec lequel elle cherche actuellement à connaître les entraves au cheminement professionnel des ingénieures. Elle a aussi fait partie de la délégation canadienne à la Conférence mondiale sur la science tenue par l'Unesco en juin dernier. Côté recherche, Claire Deschênes et Martine Foisy ont produit différentes études statistiques visant à mieux évaluer l'évolution de la place des femmes en science et en ingénierie au Québec et au Canada. Elles participent à diffé-





Va voir papa, maman est au labo...

rents projets de recherche, en collaboration avec d'autres organismes, portant sur des sujets tels que le décrochage scolaire dans les programmes de science au collégial ou les critères de choix de carrière chez les jeunes.

Les quatre autres chaires du CRSNG ont des activités similaires. Au Québec, de plus, la chaire Marianne-Marschal, mise sur pied en octobre 1998 par l'École Polytechnique et subventionnée par Shell Canada, vise à intéresser les filles aux études en sciences et génie. «Nous cherchons à sensibiliser directement les jeunes filles en soutenant, par exemple, des projets de démonstration dans les écoles ou des activités de marrainage», explique la professeure de génie mécanique Marie Bernard, une des trois co-titulaires de la chaire. Auprès des jeunes, il faut surtout insister sur le fait que le génie n'oblige pas les filles à devenir des gars.» Et convaincre dès l'école primaire, avant que les stéréotypes sur les métiers de garçons et de filles ne soient fermement implantés... ◀

DANS LA CARRIÈRE D'UNE CHERCHEUSE, AVOIR DES ENFANTS, VOULOIR S'EN OCCUPER CONSTITUE ENCORE UN SÉRIEUX HANDICAP. «Pour avoir le temps de faire correctement tout ce que l'on devrait faire, on ne peut pas travailler moins de 60 heures par semaine. C'est impossible pour une mère monoparentale comme moi, et cela m'a valu de prendre beaucoup de retard dans ma carrière», explique une professeure qui préfère témoigner anonymement. «La recherche est un monde de compétition. On se moque de savoir si tu as des enfants ou des maladies, ce sont les meilleurs qui gagnent et c'est tout», ajoute Sophie D'Amours, professeure en génie mécanique à l'Université Laval et mère de deux jeunes enfants. Pour Nathalie Saint-Denis, une chercheuse en sociologie à l'Université d'Ottawa qui prépare actuellement une maîtrise sur le sujet, la conciliation travail/famille demeure effectivement encore un défi pour la majorité des chercheuses. «Celles qui veulent une vie de famille équilibrée ont beaucoup de problèmes: elles manquent de sommeil, travaillent dès qu'elles ont un moment de libre et n'ont donc jamais de temps à elles», ajoute Nathalie Saint-Denis. Et les jeunes pères, qui sont de plus en plus nombreux à vouloir s'occuper de leurs enfants, rencontrent eux aussi bien des difficultés...

«Pour s'en sortir, on doit tout le temps faire des compromis», précise Sophie D'Amours. La solution? «Il faut arriver à contrôler ses ambitions, à se dire qu'on ne peut pas être à la fois bonne chercheuse et bonne maman, et concentrer ses énergies pour arriver à être re-

connue dans un seul domaine.» Et surtout, s'organiser. Bien sûr, la flexibilité des horaires avantage beaucoup les universitaires par rapport à une multitude d'autres professions beaucoup plus contraignantes. À condition qu'on ne leur demande pas de participer à des réunions qui commencent à 17 h ou à des congrès qui durent une fin de semaine. «On doit tout planifier, tout prévoir, mais chaque imprévu, une maladie ou une gardienne en retard, se solde en catastrophe», avoue notre professeure anonyme, qui vit seule avec son enfant. Même pour un couple, l'organisation de la vie quotidienne n'est pas une mince affaire. Sophie D'Amours et son conjoint, dont le travail est aussi très accaparant, ne se séparent plus de leurs cellulaires. «À chaque nouveau rendez-vous à prendre, à chaque dépassement d'horaire, on s'appelle, on regarde si nos agendas sont compatibles, et sinon, celui qui a le rendez-vous le moins important des deux l'annule ou le déplace!» Après quelques mois d'enfer, les jeunes parents ont vite compris qu'ils ne s'en sortiraient pas sans une personne qui va chercher les enfants à la garderie, prépare les repas du soir et s'occupe du lavage et du ménage. Grâce à cette organisation bien rodée, Sophie D'Amours peut même se permettre des déplacements professionnels à l'étranger. «Le pire, ce sont les réunions à l'heure du déjeuner car les gardiennes qui veulent venir de 6 h à 8 h le matin sont rares!»

Les jeunes parents reprochent au milieu universitaire son indifférence face à ces problèmes de conciliation. «Avoir des enfants est tout simplement hors de la culture universitaire: personne n'est particulièrement hostile aux parents, mais personne n'en tient compte non plus, c'est comme si cela n'existait pas», explique la professeure monoparentale anonyme. Pour Paule Leduc, ex-rectrice de l'UQAM et ancienne présidente du CRSH, les règles internes des universités tien-

Paule Leduc. Il n'y a pas si longtemps, on considérait qu'une femme scientifique ne devait pas avoir d'enfants pour réussir et qu'un homme, chercheur ou pas, n'avait de toute façon pas à s'occuper de ses enfants. «On a certes mis en place beaucoup de programmes pour mieux concilier travail et famille, mais les scientifiques ou les ingénieurs qui veulent s'en prévaloir se font encore souvent regarder de travers», ajoute Monique Frize, titulaire de la chaire sur les femmes en génie de l'Université d'Ottawa. Le problème n'est donc pas prêt d'être résolu et tant que, faute d'embauche, les jeunes professeurs, hommes ou femmes, seront aussi peu nombreux dans les universités québécoises, les mentalités ne risquent pas d'évoluer rapidement...

Et ce d'autant plus que les débuts en recherche sont difficiles à concilier avec la vie de famille. Le post-doc à l'étranger, de plus en plus nécessaire, et la précarité des premières années font hésiter. Annick Poirier, elle, a préféré abandonner l'idée d'une carrière en recherche au beau milieu de son doctorat en physique à l'INRS-Énergie et Matériaux. «J'aurais aimé travailler comme professeure, mais pour avoir une chance de décrocher un poste, il aurait fallu que j'aie fait un post-doc à l'extérieur, ce que je ne pouvais pas envisager: j'avais un bébé de quelques mois et mon conjoint, qui travaille dans le privé, n'aurait pas pu partir avec moi», explique-t-elle. Faute d'emplois stables, les jeunes scientifiques reportent souvent leurs projets familiaux aux calendes grecques... ou aban-



Dans les compagnies de haute technologie, les préjugés du secteur traditionnel n'existent à peu près pas. Les femmes y seraient même tout à leur avantage...

nent compte de ces problèmes de conciliation, les organismes subventionnaires aussi, mais le métier de chercheur est de plus en plus exigeant et il est évident que malgré tout, les jeunes femmes sont retardées dans leur carrière. «Il y a quand même eu beaucoup de progrès: quand j'ai commencé comme professeure, nous n'avions même pas de congé de maternité», précise

donnent la recherche! Mais ceux qui décrochent un poste ne sont pas beaucoup mieux lotis. C'est en début de carrière que se joue l'avenir d'un chercheur, quand il faut jongler avec les demandes de bourses ou de subventions, les charges de cours et les enfants en bas âge, avec des conditions de travail de plus en plus souvent précaires et une compétition féroce... Ouf! ◀

Ingénieures demandées

Le génie est la discipline dans laquelle les femmes sont encore aujourd'hui les moins nombreuses. En 1998, l'Ordre des ingénieurs du Québec comptait seulement 3 804 femmes sur 42 136 membres. Pour Hubert Stephen, président de l'OIQ, elles ne font pourtant face à aucune contrainte particulière dans ce métier. Mais selon Monique Frize, qui étudie la question depuis plus de dix ans, tout n'est pas encore rose pour les ingénieures. «Depuis dix ans, il y a très peu de changement

dans la manière dont les associations d'ingénieurs abordent la question des femmes. Je crois qu'elles n'ont pas vraiment la volonté de voir les choses changer.» Les ingénieures éprouvent surtout des difficultés dans les entreprises de secteurs traditionnels où la culture masculine est implantée depuis des décennies. Heureusement, dans les compagnies de haute technologie, les préjugés du secteur traditionnel n'existent à peu près pas. Les femmes y seraient même tout à leur avantage...

«Chez Motorola, nous avons environ 12 p. 100 de femmes

parmi les ingénieurs et ce chiffre va sûrement augmenter, car je crois que les qualités humaines que nous recherchons au moment de l'embauche, comme le leadership, le respect ou l'intégrité, sont souvent plus présentes chez les femmes», croit Micheline Bouchard, ingénieure et présidente de Motorola Canada. Avis aux intéressées...

La Coalition des femmes canadiennes en sciences et génie (CCWEST) chapeaute l'ensemble des regroupements de femmes scientifiques et ingénieures au pays. Elle organise en juillet prochain son 8^e Congrès, à Terre-Neuve, où près de 200 participants et participantes sont attendus.

<http://www.ccwest.org/> ◀



Les Prix du Québec dans le domaine scientifique

MISE EN CANDIDATURE 2000

Les Prix du Québec dans le domaine scientifique représentent la plus haute distinction accordée par le gouvernement du Québec à des scientifiques qui se sont distingués dans leur domaine d'activité ou qui ont consacré leur carrière à la gestion et au développement de la recherche ou à la promotion de la science et de la technologie.

Au nombre de cinq, ces prix sont décernés une fois par année.

Ce sont :

- le prix **Léon-Gérin** pour les sciences humaines;
- le prix **Marie-Victorin** pour les sciences pures et appliquées, à l'exception du domaine biomédical;
- le prix **Wilder-Penfield** pour la recherche biomédicale;
- le prix **Armand-Frappier** pour la contribution au développement d'institutions de recherche ou la promotion de la science et de la technologie;
- le prix **Lionel-Boulet** pour la recherche-développement en milieu industriel.

Prix

Chaque lauréat reçoit une bourse non imposable de 30 000 dollars, un objet honorifique et un parchemin calligraphié.

Conditions d'admissibilité

Les candidates et candidats doivent être citoyens canadiens et avoir fait carrière au Québec.

Une personne ne peut présenter elle-même sa candidature.

Mise en candidature

Les informations requises pour présenter un dossier de candidature à l'un ou l'autre des cinq prix se retrouvent sur le site Web du Ministère de la Recherche, de la Science et de la Technologie. Des renseignements supplémentaires peuvent également être obtenus auprès du Secrétaire des Prix du Québec.

Date limite de réception des dossiers de candidature :
le jeudi 20 avril 2000, à 16 h 30

Faire parvenir les dossiers de candidature en six exemplaires non reliés et non brochés à :

Monsieur Michel Madore
Secrétaire des Prix du Québec dans le
domaine scientifique
Ministère de la Recherche, de la Science
et de la Technologie
1150, chemin Saint-Louis, RC
Sillery (Québec) G1S 4Y9
Téléphone : (418)646-1376

Consultez notre site Web
www.mrst.gouv.qc.ca

Québec 
Ministère de la
Recherche, de la Science
et de la Technologie

68^e Congrès de l'Acfas

du 15 au 19 mai 2000

Les sciences au XXI^e siècle

Renseignements :

Acfas

Téléphone : (514) 849-0045

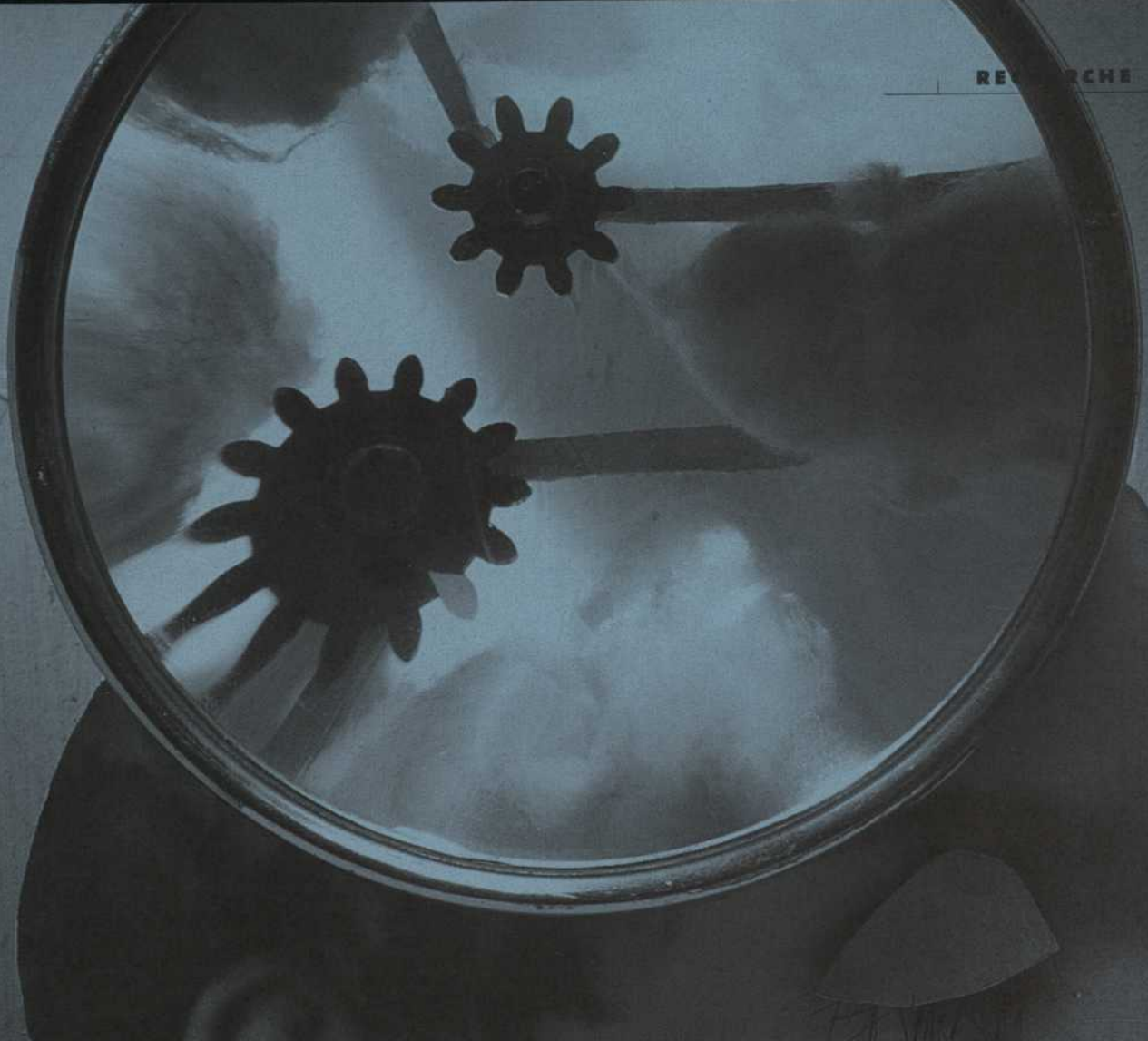
Télécopieur : (514) 849-5558

Courriel : congres@acfas.ca

Site Internet : <http://www.acfas.ca/congres>



Université 
de Montréal



Les mystères

LE SOMMEIL COMMENCE À PEINE À LIVRER SES SECRETS. POURQUOI DORT-ON ? À QUOI SONT CONSACRÉES LES DIFFÉRENTES PHASES DU SOMMEIL ? QUE SE PASSE-T-IL LORSQUE NOTRE HORLOGE BIOLOGIQUE SE DÉTRAQUE ? COMMENT PRÉVENIR LE SOMNAMBULISME ? QUE FAIRE POUR ARRÊTER UN DORMEUR DE GRINCER DES DENTS ? POURQUOI DORT-ON MOINS EN VIEILLISSANT ? VOILÀ AUTANT DE QUESTIONS AUXQUELLES DES ÉQUIPES DE RECHERCHES QUÉBÉCOISES TENTENT ACTUELLEMENT D'APPORTER DES RÉPONSES.

du sommeil

Le sommeil au service de la mémoire

MIRCEA STERIADÉ

Courriel : mircea.steriade@phs.ulaval.ca

Neurophysiologiste et professeur titulaire à la Faculté de médecine de l'Université Laval

Dans la mythologie grecque, Hypnos, le dieu du sommeil, est le frère de Thanatos, le dieu de la mort. Cette parenté mythique n'est pas un hasard, car on a longtemps cru que pendant le sommeil lent, celui qui survient juste après l'endormissement, le cerveau était pratiquement aussi inactif que celui d'un mort. Ce mythe a perduré jusqu'à très récemment : trois des plus grands neuroscientifiques du 20^e siècle, Pavlov, Sherrington et Eccles, y croyaient. Mais la réalité est tout autre. Il est vrai que durant cette période, les messages du monde extérieur ne sont plus transmis au cerveau, mais il s'établit par contre un véritable dialogue interne. Et qui plus est, ce dialogue nocturne pourrait aider le dormeur à mémoriser ce qu'il a appris pendant la journée.



Le sommeil lent se produit tout juste après l'endormissement (tableau 1). Il est suivi du sommeil paradoxal, celui où l'on peut observer des mouvements rapides des yeux; de plus, ce sont les rêves faits durant cette

période qui sont les plus susceptibles de nous revenir à la mémoire. On sait depuis longtemps que le cerveau est actif pendant le sommeil paradoxal, mais les mécanismes cellulaires de l'activité électrique pendant le sommeil lent ainsi que leurs conséquences pour le fonctionnement du cerveau sont encore des découvertes récentes.

S'ENDORMIR N'EST PAS MOURIR

L'endormissement s'accompagne d'un profond changement dans l'activité électrique du cerveau. Celle-ci, à l'état de veille, passe alors de rythmes rapides de 20 à 50 cycles par seconde à des rythmes beaucoup plus lents de moins de 15 cycles par seconde. Pourquoi donc a-t-on cru pendant si longtemps à une mort apparente du cerveau à ce moment ? Tout simplement

parce qu'alors, les neurones cessent leur activité pendant des périodes relativement longues, d'environ une demi-seconde, à la suite de l'arrêt du bombardement sensoriel continu auquel est soumis le cerveau pendant l'état de veille. En fait, des milliards de neurones corticaux sont alors actifs et déchargent de concert, et ils deviennent silencieux simultanément.

Les techniques d'expérimentation modernes de plus en plus précises ont permis d'observer ce qui se passe entre ces périodes d'inactivité d'environ une demi-seconde et de découvrir tout un monde interne en pleine activité. Nous avons démontré, dans notre laboratoire, que les neurones du cortex cérébral sont alors aussi actifs qu'à l'état de veille. Ce qui est surprenant, c'est que cette activité ne soit pas induite par des stimuli externes. En effet, pendant le sommeil lent, les messages de l'extérieur, notamment ceux des organes sensoriels, ne se rendent pas au cortex cérébral. Ils sont bloqués au niveau du thalamus, une structure nerveuse qui traite les signaux du monde extérieur avant qu'ils ne soient transmis au cortex.

re

DEUX TYPES DE RÊVES

La première surprise passée, on ne peut que constater ceci: puisque cette riche activité du cortex pendant le sommeil lent ne dépend pas de signaux extérieurs, elle est donc produite à l'intérieur même du cortex cérébral. Le rôle de cette activité pendant le sommeil lent n'est pas encore complètement élucidé, mais le fait qu'elle persiste depuis des millions d'années et qu'elle occupe environ un cinquième de notre vie nous laisse croire qu'elle joue un rôle bien particulier. Notre hypothèse est que, pendant le sommeil lent, des processus mentaux survivent sous la forme de rêves, mais des rêves différents de ceux qui surviennent pendant le sommeil paradoxal.

Nous rêverions donc de deux manières différentes. Les rêves du sommeil paradoxal, bien connus, sont ceux où l'on se prend pour Jeanne d'Arc, où l'on se sent complètement désorienté, et on peut même y in-

clure les rêves érotiques. On s'en souvient à 75 p. 100 environ. Pourtant, le sommeil lent est lui aussi peuplé de rêves, dont on se souviendrait à environ 45 p. 100. Ici, on ne se prend plus pour Jeanne d'Arc: le rêve est plus logique, plus près de la réalité. De plus, le processus même de l'activité électrique, qui permet de poursuivre le dialogue interne du cortex cérébral pendant le sommeil lent, permettrait aussi de consolider les traces de la mémoire acquises pendant l'état de veille. Ceci est en fait plus qu'une hypothèse, car des expériences le confirment déjà.

UN SOMMEIL LENT TRÈS ACTIF

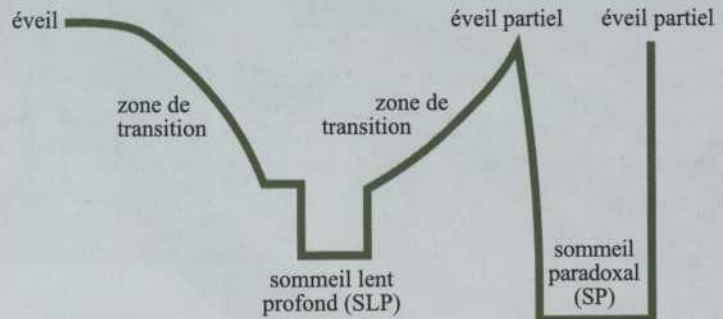
Pour établir ce lien entre la mémoire et le sommeil lent, nous avons étudié ce dernier d'une manière différente. Nous avons, pour la première fois, considéré simultanément trois phénomènes habituellement étudiés un à la fois. Il s'agit des trois types d'oscillations

TABLEAU 1

Les stades du sommeil

| | | |
|--|---|-------------------------|
| stade I | } sommeil léger de transition («twilight zone») | } sommeil non paradoxal |
| stade II | | |
| stade III | } sommeil lent profond (SLP) | |
| stade IV | | |
| sommeil à mouvements oculaires ou sommeil paradoxal (SP) | | |

Un cycle de sommeil



SOURCE : CALDWELL, J.-PAUL, LE SOMMEIL, LE COMPRENDRE ET L'AMÉLIORER, SES TROUBLES ET SES REMÈDES, GUY SAINT-JEAN ÉDITEUR, 1997, PAGES 26-27.

qui surviennent pendant le sommeil lent: 1) les ondes appelées fuseaux de sommeil, car elles croissent et décroissent, qui durent entre 7 et 15 cycles par seconde; 2) les ondes plus lentes, appelées delta, entre 1 et 4 cycles par seconde; et 3) les oscillations lentes, avec des périodes plus longues qu'une seconde.

Chacun de ces trois rythmes de l'activité électrique cérébrale est engendré dans des circuits nerveux précis, thalamiques ou corticaux. Traditionnellement, la genèse de ces types d'ondes était considérée séparément. Pourtant, ces trois rythmes majeurs du sommeil lent n'apparaissent pas de manière isolée. Ils sont plutôt groupés dans des séquences d'ondes complexes qui contiennent plusieurs rythmes à la fois; par exemple, l'apparition de l'oscillation lente d'origine corticale avec l'oscillation en fuseaux d'origine thalamique. Ceci est dû au fait que le cortex et le thalamus, les deux structures nerveuses en jeu dans l'apparition des oscillations du sommeil lent, sont reliés par des connexions à double sens.

Notre laboratoire a effectué récemment, et pour la première fois, des enregistrements simultanés intracellulaires multiples dans le cortex et dans le thalamus chez des animaux pendant leur sommeil. Ces enregistrements nous permettent de proposer un nouveau



regard sur les rythmes cérébraux: ceux-ci peuvent être considérés comme le résultat d'une seule entité nerveuse, le cortex et le thalamus réunis, placée sous le contrôle des systèmes modulateurs du tronc cérébral.

On savait que les oscillations du sommeil lent s'accompagnaient de bouffées répétées de potentiel d'action, lesquelles correspondraient aux périodes d'activité qu'on observe entre les intervalles d'inactivité d'une demi-seconde. Nous nous sommes donc posé la question suivante: est-ce que ces bouffées ne pourraient pas amener des changements dans l'excitabilité des neuro-

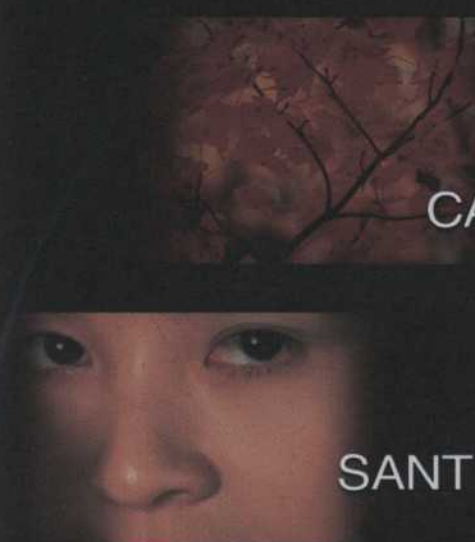
nes? Si un tel phénomène s'avérait, on pourrait alors établir un lien avec le mécanisme de fonctionnement de la mémoire. Un pas de plus serait franchi vers la validation de notre hypothèse d'un lien entre le sommeil lent et la consolidation de la mémoire. Nos tests nous ont permis de franchir ce pas et nous pouvons affirmer que l'activité cérébrale pendant le sommeil lent peut mener à des changements qui favorisent les modifications requises pour la mémorisation. ◀

Référence: Mircea STERIADE, « Coherent oscillations and short-term plasticity corticothalamic networks », *Trends in Neuroscience* 1999, vol. 22, p. 337-345.

L'Université d'Ottawa

forme aujourd'hui les leaders de demain!

L'Université d'Ottawa est une université à forte vocation de recherche et d'enseignement. Pour répondre aux besoins de la société dans le nouveau millénaire, elle a identifié quatre grands axes de développement.



CANADA

SANTÉ



SCIENCES MOLÉCULAIRES



TECHNOLOGIES DE L'INFORMATION

BOURSES DES AXES DE DÉVELOPPEMENT

Des bourses pour les étudiants de 2^e et 3^e cycles et les chercheurs postdoctoraux sont disponibles pour ceux et celles qui désirent poursuivre leur carrière dans les domaines connexes aux axes de développement. Pour savoir si vous êtes admissible à l'une de ces prestigieuses bourses, visitez notre site Web : <http://www.uottawa.ca/academic/grad-etudesup/af/dad.htm>



Université d'Ottawa
University of Ottawa

Quand l'horloge bio

LA CHRONOBIOLOGIE OU ÉTUDE DES RYTHMES BIOLOGIQUES EST ENFIN NÉE. IL AURA FALLU PLUS DE 200 ANS POUR ACCOUCHER DE CETTE NOUVELLE SCIENCE. C'EST EN EFFET EN 1729 QUE L'ASTRONOME FRANÇAIS JACQUES D'ORTOU DE MAIRAN A OBSERVÉ QUE LES MOUVEMENTS DE LA PLANTE HÉLIOTROPE *MIMOSA PUDICA* PERSISTAIENT MÊME SI ELLE RESTAIT CONSTAMMENT DANS L'OBSCURITÉ. LA CHRONOBIOLOGIE N'A DONC AUCUNE PARENTÉ AVEC

LES POPULAIRES BIORYTHMES, VOISINS ÉSOTÉRIQUES BASÉS SUR LE MOMENT DE LA NAISSANCE ET DES INFLUENCES ASTRALES DOUTEUSES, QUI NE CHARMENT AUCUN GRAND ESPRIT SCIENTIFIQUE. EN FAIT, IL A MÊME FALLU SORTIR LES ASTRES DE LA SALLE D'ACCOUCHEMENT POUR APPRÉCIER LA NATURE ENDOGÈNE DES RYTHMES CIRCAIDIENS, LE SUJET MÊME DE LA CHRONOBIOLOGIE.

DIANE B. BOIVIN

Courriel : boidia@douglas.mcgill.ca

Directrice du Centre d'étude et de traitement des rythmes circadiens, Hôpital Douglas, Université McGill

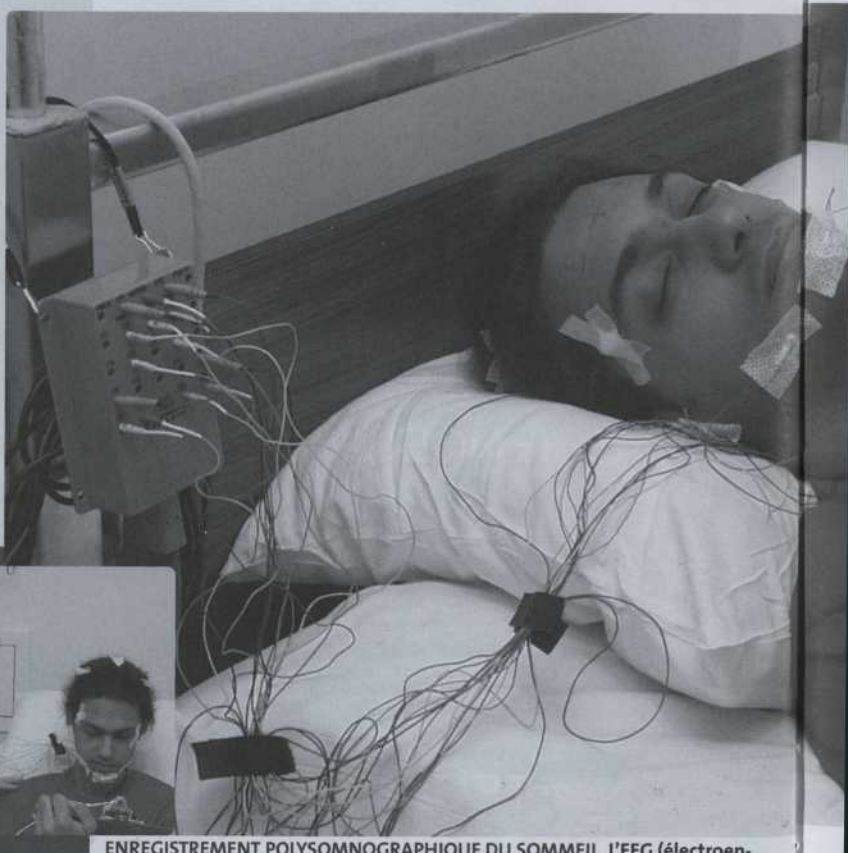
On a entre autres cru que l'environnement solaire, en particulier l'alternance de lumière et d'obscurité, était le moteur des rythmes diurnes, propriété universelle du monde végétal et animal. Mais en fin de compte ce ne sont ni le Soleil, ni le champ gravitationnel terrestre, ni les ondes électromagnétiques, ni le tango des jours chauds et des nuits froides qui font tourner nos têtes...mais une véritable horloge biologique interne, structure bilatérale de la grosseur d'une pointe de crayon et qui bat la mesure de notre organisme. Elle se trouve au dessus de nos chiasmas optiques, c'est-à-dire au dessus du croisement en X entre une partie des fibres du nerf optique droit et une partie des nerfs optiques gauches, croisement situé à la base du cerveau.

Une des expériences qui permettent d'arriver à une telle conclusion est celle où l'on détruit les noyaux suprachiasmatiques de l'hypothalamus d'un animal, c'est-à-dire la composante centrale des rythmes circadiens; l'organisation temporelle du cycle activité/repos disparaît alors. Les journées se réorgani-

sent à nouveau lorsqu'on transplante des noyaux suprachiasmatiques de fœtus chez cet animal. Et ces rythmes prennent alors les caractéristiques du donneur: ceci nous indique que les préférences quant à l'horaire des activités seraient déterminées biologiquement.



ENREGISTREMENT POLYSOMNOGRAPHIQUE DU SOMMEIL. L'EEG (électroencéphalogramme), l'EKG (électrooculogramme) et l'EMG (électromyogramme) sont enregistrés afin de repérer les stades de sommeil.



biologique tourne mal...

DES RYTHMES INTERNES INDÉPENDANTS DE L'ENVIRONNEMENT

Les racines étymologiques du terme circadien sont *circa*, qui signifie «autour de», et *diem*, qui signifie «jour». On parle de rythme circadien

pour un rythme d'environ 24 heures. Et ce n'est pas le seul rythme interne indépendant de l'environnement. C'est aussi le cas de la courbe endogène de température corporelle, de la sécrétion de neurohormones, de l'organisation et de la propension au sommeil, du niveau subjectif de vigilance et d'humeur, des performances cognitives et de la mémoire à court terme.

Récemment le *circa* a volé la vedette au *diem* car des équipes de recherche rivales ont sorti leurs plus beaux discours pour débattre d'un point chaud: quelle est la durée exacte de nos journées biologiques internes? Réponse: pas exactement 24 heures mais plutôt 24,2 heures. Un petit 12 mi-

minutes, pas de quoi s'énerver. Mais au contraire, ça pourrait vraiment mal tourner! Chaque jour votre horloge prend son baluchon, lentement mais sûrement, direction Californie. Tous les 5 jours, elle a déjà gagné un fuseau horaire vers l'ouest et après 60 jours, et bien, elle est en

LE DÉCALAGE HORAIRE

Chaque année, plusieurs millions de voyageurs souffrent d'inconforts, tels que fatigue, céphalées, étourdissements, faiblesse, irritabilité, dyspepsie et insomnie aiguë, à la suite de vols transméridiens. Ce phénomène, qualifié de décalage horaire, découle en grande partie d'une relation temporelle subitement perturbée entre l'oscillateur circadien et le nouvel horaire de vie. Bien que l'individu adopte rapidement l'horaire de lever et de coucher du pays de destination, l'horloge biologique interne traîne généralement derrière et met plusieurs jours à rattraper le décalage horaire. La rapidité d'ajustement au nouveau pays dépend du nombre de fuseaux horaires traversés, de la direction du vol et des habitudes de vie dans le pays d'arrivée.

Ainsi, les voyageurs qui adoptent rapidement l'horaire de vie du pays d'arrivée et s'exposent à de bons niveaux de luminosité dans leurs périodes d'éveil s'adaptent plus rapidement que les autres. L'horaire d'exposition à la lumière, même de faible intensité, peut affecter sensiblement l'adaptation au décalage horaire. Nous testons actuellement cette hypothèse au Centre de recherche de l'Hôpital Douglas, dans une série expérimentale au cours de laquelle un vol transméridien est simulé en laboratoire.

Enfin, l'utilisation de comprimés de mélatonine, une hormone sécrétée pendant la nuit par la glande pinéale, a démontré une certaine efficacité dans les problèmes liés au décalage horaire. On a attribué des propriétés d'induction du sommeil et de synchronisation des rythmes circadiens à cette hormone. On ne connaît pas cependant ses effets secondaires à long terme et certains chercheurs pensent que l'usage de somnifères conventionnels serait tout aussi efficace pour régler les troubles de sommeil associés au décalage horaire.

Au réveil, le sujet relate par écrit ses impressions sur la qualité de son sommeil et sur le contenu de ses rêves.

Chine! Elle vous revient tous les 4 mois et repart dans la même direction si vous ne la retenez pas chez vous. Pas de panique, il s'agit d'un phénomène biologique naturel mais complexe qu'on appelle l'entraînement circadien.

SYNCHRONISER L'INTÉRIEUR ET L'EXTÉRIEUR

Mais si notre rythme biologique interne n'est pas adapté au cycle de 24 heures, qu'est-ce qui nous ajuste? Comment arrive-t-on à se synchroniser? Il faut maintenant retourner aux astres... Pas surprenant que les pionniers de la chronobiologie humaine aient confondu l'influence des astres avec l'entraînement circadien. Ils ont longtemps soutenu que les humains, animaux supérieurs de la chaîne, n'ajustaient pas leurs rythmes circadiens par la lumière, comme les mouches à fruits, mais par des synchronisateurs dits sociaux. La nature exacte de ces derniers — qu'il s'agisse d'odeurs, d'activités, d'émotions ou d'une chimie encore mystérieuse entre humains — n'a jamais été précisée. Selon cette théorie, ce seraient les interactions sociales entre humains plutôt que la lumière qui leur permettraient d'ajuster leurs rythmes diurnes à l'environnement. Cette théorie n'a pas encore été prouvée, mais une chose est sûre : l'action de

ILLUSTRATION: KATY LEMAY



la lumière pour ajuster les rythmes circadiens humains ne diffère pas de celle des autres espèces animales. En fait, la lumière reste le synchronisateur le plus puissant des rythmes chez toute espèce animale. Elle induit un changement significatif d'heure biologique interne. Par exemple, un stimulus lumineux administré tard le soir poussera l'oscillateur circadien vers des heures plus tardives, un peu comme un voyage transméri dien vers l'ouest.

Par ailleurs, un stimulus lumineux administré tôt le matin poussera l'oscillateur circadien vers des heures plus précoces, un peu comme un voyage transméri dien vers l'est.

La lumière a donc une action directe sur les rythmes circadiens, action qui s'explique par l'existence d'une connexion neuronale très efficace qui relie les rétines aux noyaux supra-chiasmatisques. Cette connexion est si efficace qu'on peut même être aveugle et «circadiennement voyant»! La présence ou l'absence de lumière permet à l'horloge biologique interne des aveugles de s'ajuster même s'ils ne voient pas la lumière. Surprenant mais éloquent: la raison en est que la

LE TRAVAIL DE NUIT

Les troubles d'adaptation au travail de nuit s'apparentent à ceux décrits dans le contexte du décalage horaire. Toutefois, à l'opposé du voyageur, le travailleur de nuit continue de vivre dans une société qui évolue de jour. En plus de l'exposition à la lumière, de multiples synchronisateurs externes lui rappellent qu'il est asynchrone à son milieu et qu'il doit jusqu'à un certain point s'y adapter. Des anomalies persistent chez la plu-

part des travailleurs de nuit dans les courbes diurnes de sécrétion d'hormones, d'excrétion urinaire, de vigilance et de performance, et cela, même après des années de travail. La relation temporelle entre plusieurs rythmes diurnes et le cycle veille/sommeil est perturbée, ce qui entraîne une détérioration notable du sommeil et de la vigilance. Les travailleurs de nuit dorment en moyenne deux heures de moins que les travailleurs de jour et certains ne

dorment que quelques heures très souvent entrecoupées d'éveil. Les déséquilibres physiologiques ajoutés à la privation aiguë et chronique de sommeil s'accompagnent d'une augmentation significative de troubles médicaux variés tels que dépression, dyspepsie, angine, palpitations ainsi qu'une consommation accrue d'alcool et de somnifères. Et ce fardeau est plus lourd à porter à mesure que le travailleur avance en âge.

circuiterie neuronale qui nous fait voir diffère de celle qui entraîne ou ajuste nos rythmes à notre monde géophysique. Certains patients aveugles souffrent d'un défaut d'entraînement. Le résultat est lamentable: ils sont destinés à souffrir de troubles récurrents de sommeil et de vigilance car leur horloge biologique fait sans répit le tour de leur monde intérieur sans jamais s'ajuster à l'extérieur.

DEUX PROCESSUS POUR UN MEILLEUR SOMMEIL

Un couplage harmonieux entre l'oscillateur circadien et le rythme veille-sommeil nous fait bien dormir et bien veiller. Ces deux processus, appelés respectivement circadien et homéostatique, contrôlent la qualité de notre sommeil et de notre éveil. Le premier, l'oscillateur circadien, régit les temps optimaux pour s'endormir, se réveiller, rêver et performer au cours de la journée. Le second, homéostatique ou lié au cycle veille-sommeil, calcule le temps pris à veiller et à dormir, un peu comme un sablier qui se remplit et se vide. La capacité de dormir et de rester éveillé pendant une période soutenue dépend d'une relation temporelle harmonieuse entre les deux. Lorsque cette relation est perturbée, le sommeil et l'éveil se détériorent de façon significative. De plus, les rythmes diurnes de plusieurs marqueurs circadiens surviennent à des temps

inoportuns par rapport au cycle veille-sommeil. C'est le problème du décalage horaire (*encadré p. 39*) et du travail de nuit (*encadré p. 40*).

Notre horloge biologique orchestre nos rythmes diurnes et les harmonise à son environnement géophysique. Les troubles d'adaptation au décalage horaire et au travail de nuit soulignent le rôle crucial d'une bonne hygiène de vie et d'un mariage heureux entre horloge biologique et agenda. Imaginez seulement ce que seront les troubles d'adaptation aux voyages intersidéraux de demain... La chronobiologie est un sujet d'avenir et d'actualité comme l'épargne retraite. Alors comme dans ce dernier cas, mieux vaut investir dans une bonne hygiène de vie lorsqu'on est jeune! ◀

POUR EN SAVOIR PLUS

1. KLEIN, D.C., MOORE, R.Y., REPPERT, S. Me. *Suprachiasmatic nucleus: the mind's clock*, New York, Oxford University Press, 1991.
2. BOIVIN, D.B., DUFFY, J.F., KRONAUER, R.E., CZEISLER, C.A. « Dose-response relationships for resetting of human circadian clock by light », *Nature*, 1996, vol. 379, n°6565) p. 540-542.
3. CZEISLER, C.A., KRONAUER, R.E., ALLAN, J.S., DUFFY, J.F., JEWETT, M.E., BROWN, E.N. *et al.* « Bright light induction of strong (Type o) resetting of the human circadian pacemaker », *Science*, 1989, vol. 244 p. 1328-1333.
4. ARENDT, J., SKENE, D.J., MIDDLETON, B., LOCKLEY, S.W., DEACON, S., « Efficacy of melatonin treatment in jet lag, shift work, and blindness », *J. Biol. Rhythms*, 1997, vol. 12 n° 6, p. 604-617.

Le magazine
scientifique
de l'heure

Animé par
Frédéric Loiselle

zone

DIMANCHE 18H


Télé-Québec

02 14 98
12 41 29

zone X

Avec la participation du ministère de la Culture et des Communications du Québec. Programme «Étalez votre science». Production Icotop inc.

Les maladies du sommeil

JACQUES Y. MONTPLAISIR

Courriel: j-montplaisir@crhsc.umontreal.ca
Centre d'étude du sommeil et des rythmes biologiques, Hôpital du Sacré-Cœur de Montréal, Université de Montréal

Les laboratoires de recherche sur le sommeil qui ont émergé un peu partout dans le monde depuis les années 1970 ont permis d'identifier plus de 100 maladies du sommeil regroupées aujourd'hui en quatre grandes catégories: les insomnies, les hypersomnies, les parasomnies et les problèmes liés au rythme circadien de la veille et du sommeil!



QUAND LE SOMMEIL NOUS QUITTE

L'insomnie représente le trouble du sommeil le plus courant. Elle est fréquente chez les aînés, mais le nouveau-né peut lui aussi en souffrir. En effet, une étude récente menée auprès de 2 114 nourrissons par notre laboratoire en collaboration avec le Groupe de recherche sur l'inadaptation psychosociale chez l'enfant (GRIP) et Santé Québec, révèle que 78,6 p. 100 des nourrissons de cinq mois «font leurs nuits». Les autres ont un tempérament difficile et le comportement de leurs parents est parfois en cause, comme le fait de coucher l'enfant après qu'il s'est endormi plutôt que de le laisser s'endormir seul. Quant aux adolescents, 12 p. 100 des 900 enfants québécois de 13 ans interrogés se plaignent d'insomnie chronique persistante.

La fréquence de l'insomnie augmente avec l'âge, et



les causes, médicales ou psychiatriques, sont nombreuses. À la suite de problèmes personnels ou professionnels, des personnes peuvent connaître une période d'insomnie transitoire. Mais il arrive que le problème persiste. Certaines commencent à anticiper négativement le moment d'aller se coucher et peuvent même développer une véritable phobie du sommeil. La peur excessive de ne pas dormir n'aide pas non plus. D'autres développent des habitudes négatives comme l'utilisation chronique d'hypnotiques et en particulier de benzodiazépines tel le Valium. L'arrêt de ces médicaments s'accompagne d'une insomnie rebond et d'une reprise des hypnotiques, perpétuant ainsi le problème à long terme. Les siestes pendant la journée peuvent aussi empêcher quelqu'un de dormir le soir. Pour contrer l'insomnie, une approche cognitivo-comportementale s'est révélée supérieure au traitement pharmacologique.

CERTAINS DORMENT TROP

Un grand nombre de personnes consultent le médecin pour un problème de somnolence excessive au cours de la journée. Cette hypersomnie s'accompagne d'une

meil



Préparation du patient et installation des électrodes par Sylvie Rompré, technicienne-chef.

lendemain, elles se sentent somnolentes ou moins performantes intellectuellement.

Nos recherches indiquent que ces arrêts respiratoires répétés au cours de la nuit seraient plus associés aux troubles de la vigilance et de la mémoire, alors que la mauvaise oxygénation du sang au cerveau aurait plutôt des effets sur les fonctions exécutives comme par exemple les épreuves de labyrinthe.

Par ailleurs, il peut être surprenant de converser avec une personne qui s'endort subitement. Il y a de bonnes chances que cet interlocuteur déroutant souffre d'une autre forme d'hypersomnie, la narcolepsie. Un autre symptôme tout aussi déroutant de cette maladie est la cataplexie. Il s'agit de la perte brutale mais de courte durée du tonus musculaire, déclenchée par une émotion vive comme le rire, la colère ou la surprise, sans toutefois que la personne ne perde conscience. Cette atonie musculaire survient normalement pendant le sommeil paradoxal pour empêcher le corps d'agir nos rêves. On pense que la cataplexie serait due au déclenchement des mécanismes responsables de cette absence du tonus musculaire du sommeil paradoxal.

La découverte du gène responsable de la narcolepsie du chien laisse entrevoir des progrès importants dans la compréhension non seulement de cette maladie, mais également de la nature des neurotransmetteurs en jeu dans la régulation du sommeil paradoxal. Côté thérapeutique, nous avons démontré au cours des dernières années l'efficacité du Modafinil, une nouvelle forme de psychostimulant.

baisse de performance au travail, mais aussi d'une augmentation des risques d'accidents, en particulier des accidents de la route. Deux causes d'hypersomnie, le syndrome d'apnées au cours du sommeil et la narcolepsie, ont fait l'objet de nombreuses études au cours des dernières années.

Le personnes atteintes du syndrome d'apnées au cours du sommeil cessent de respirer en dormant, pour des périodes plus ou moins longues. Elles n'inspirent que peu ou pas d'air, et le sang est alors moins oxygéné. Le

DES FOURMIS DANS LES JAMBES

Un nombre relativement élevé de familles québécoises souffrent du syndrome d'impatience musculaire des membres inférieurs. Cette maladie héréditaire cause des fourmillements ou des picotements dans les jambes surtout au cours de la soirée ou de la nuit. Le dormeur bouge les jambes périodi-

quement: son gros orteil se dresse et son pied et ses genoux se plient spontanément toutes les 20 secondes environ. Il en résulte des troubles importants du sommeil et parfois même des problèmes de vigilance au cours de la journée. Dans des études en cours, les chercheurs tentent d'identifier et de

localiser le gène responsable de cette maladie. Nous avons montré récemment que certains produits qui agissent de la même manière que la dopamine, un neurotransmetteur de l'encéphale, ont des effets thérapeutiques remarquables sur le syndrome d'impatience.



Sylvie Rompré, dans la salle d'enregistrement polygraphique du Laboratoire des troubles du sommeil.

Nos recherches indiquent que ces arrêts respiratoires répétés au cours de la nuit seraient plus associés aux troubles de la vigilance et de la mémoire, alors que la mauvaise oxygénation du sang au cerveau aurait plutôt des effets sur les fonctions exécutives, par exemple dans les épreuves de labyrinthe.

DES ACTIVITÉS NOCTURNES INCONTRÔLÉES

Les parasomnies consistent en la présence anormale d'un certain nombre de phénomènes surtout moteurs, comme le bercement nocturne, le bruxisme ou grincement de dents, la somniloquie et le somnambulisme, ou encore, d'autres phénomènes comme les terreurs nocturnes, les cauchemars ainsi que l'énurésie, c'est-à-dire le très inconfortable «pipi au lit» pendant la nuit.

Les parasomnies sont particulièrement fréquentes chez l'enfant. Une étude auprès de 2 000 jeunes Québécois indique que 7 p. 100 des enfants de 11 ans sont somnambules, plus ou moins régulièrement. Seulement 3 p. 100 de ces mêmes enfants le sont encore à 13 ans.

Quant aux adultes, le somnambulisme survient dans environ 1 p. 100 de la population. Mais plus de la moitié de ces personnes deviennent alors agressives ou se blessent au cours d'une déambulation nocturne, d'où l'importance d'y prêter attention.

La privation de sommeil faciliterait l'apparition des épisodes de somnambulisme, lesquels surviennent généralement au début de la nuit, au moment du sommeil lent profond. Le Valium et autres de ses semblables, qui ré-

duisent la quantité de sommeil lent profond, préviennent généralement les épisodes de somnambulisme. Mais ces médicaments deviennent rapidement inefficaces en raison de la tolérance qui se développe. Des études récentes suggèrent que l'hypnose pourrait représenter un traitement non pharmacologique efficace.

Les personnes âgées souffrent parfois d'une autre forme de déambulation nocturne qui peut ressembler au somnambulisme. Il s'agit du trouble comportemental en sommeil paradoxal (TCSP). Normalement, les muscles d'un dormeur en sommeil paradoxal sont complètement paralysés, sauf les muscles respiratoires. Dans le cas du TCSP, il y a perte de cette atonie normale du sommeil paradoxal au cours duquel, c'est bien connu, on peut rêver beaucoup. En l'absence d'atonie, le dormeur exprime physiquement le contenu de ses rêves. Ses comportements sont souvent violents et peuvent, plus souvent même que dans le somnambulisme, conduire à des agressions envers d'autres personnes ou à des blessures du dormeur lui-même. Le sommeil paradoxal étant plus «abondant» en fin de nuit, les épisodes de TCSP apparaîtront donc plus souvent à ce moment, contrairement au somnambulisme qui survient typiquement dans les deux premières heures du sommeil. Dans plusieurs cas de TCSP, nous avons pu démontrer la présence d'une lésion au niveau du tronc cérébral, c'est-à-dire dans les régions responsables de l'atonie musculaire du sommeil paradoxal.

Le grincement des dents au cours du sommeil ou bruxisme est une autre parasomnie fréquente chez l'enfant. Cette maladie, dont on ne connaît pas la cause précise, peut entraîner des douleurs maxillo-faciales, une hy-

pertrouphie des muscles masticateurs et de l'usure dentaire. Le traitement a d'ailleurs pour but de prévenir cette usure dentaire par l'utilisation, pendant la nuit, d'une plaque occlusale fabriquée sous la direction d'un dentiste. Des études récentes suggèrent que la dopamine pourrait être en cause dans cette maladie.

DES RYTHMES CIRCADIENS PERTURBÉS

Les perturbations du rythme circadien¹ peuvent engendrer non pas un manque de sommeil, mais une distribution anormale de la période de sommeil. On le constate notamment chez les adolescents, dont le sommeil est souvent déphasé par rapport à la journée normale. On a même pu montrer en laboratoire un délai dans la sécrétion de la mélatonine, un marqueur des rythmes circadiens. L'adolescent se couche ou se lèverait plus tard que ses parents non pour faire comme ses amis, mais bien en raison de changements biologiques qui surviennent à cet âge.

DORMIR AU LABO

La plupart des maladies du sommeil sont longtemps restées mal connues, aussi bien des médecins que des patients eux-mêmes, car il est très difficile de les dépister au cours d'un examen médical standard. Il faut que le patient passe quelques nuits au laboratoire. Nos connaissances dans ce domaine se sont considérablement accrues au cours des dernières années. Elles ont conduit au développement d'une véritable médecine du sommeil et à la mise sur pied de cliniques spécialisées dans l'investigation et le traitement de ces maladies. ◀

1. Voir à ce sujet l'article «Quand l'horloge biologique tourne mal», p. 38.

Vieillir et moins bien dormir

JULIE CARRIER

Courriel : j-carrier@crhsc.umontreal.ca

Professeure-chercheuse adjointe au Département de psychologie de l'Université de Montréal et chercheuse au Centre d'étude sur le sommeil et les rythmes biologiques de l'Hôpital Sacré-Cœur de Montréal

Vieillir c'est aussi moins bien dormir...avec des conséquences personnelles, sociales et économiques très importantes. L'utilisation massive de psychotropes, la baisse de productivité, les risques d'accidents, la diminution de la qualité de vie, l'augmentation des consultations médicales, voire les risques accrus de décès sont autant de problèmes reliés à la perturbation du cycle éveil-sommeil qui accompagne le vieillissement. Cette situation est d'autant plus préoccupante que la population canadienne vieillit rapidement : en 2021, 54 p. 100 de la population aura plus de 40 ans et 26 p. 100 plus de 60 ans. Et, contrairement à ce qu'on croyait, les changements commencent bien avant l'âge de 60 ans. C'est en effet dès le milieu de la vie adulte que l'on commence à moins bien dormir.

Entre 20 et 37 p. 100 des personnes âgées se plaignent de problèmes de sommeil et se sentent moins alertes et moins vigilantes au cours de la journée. L'enregistrement objectif en laboratoire de leur cycle éveil-sommeil démontre en effet des différences importantes avec celui des jeunes. Les aînés se couchent et se lèvent plus tôt, vivent une diminution très importante des stades de sommeil profond (stades III et IV), ainsi qu'une augmentation des stades de sommeil léger (stades I et II) (tableau 1, p. 36). De plus, leurs nuits de sommeil sont plus courtes et ces person-

nes se réveillent beaucoup plus fréquemment, surtout au cours de la deuxième moitié de la nuit. Cette «fragilisation» du sommeil pourrait expliquer pourquoi beaucoup d'aînés se plaignent de somnolence au cours de la journée et tendent à faire plus de siestes que les jeunes.

Jusqu'à présent, la recherche qui étudie le vieillissement en lien avec le cycle éveil-sommeil s'est principalement attardée aux différences entre les jeunes et les personnes âgées. On connaît donc mal à quel moment exact et par quels mécanismes le sommeil se modifie au cours de la vie

ET SI LA MÉNOPAUSE EMPÊCHAIT DE DORMIR ?

Les femmes se plaignent en général plus que les hommes de la fatigue et de difficultés reliées au sommeil. Elles consomment aussi plus de somnifères que les hommes. Et cet écart se creuse encore plus vers la quarantaine. Pourtant, les mesures objectives en laboratoire du cycle éveil-sommeil démontrent une réalité inverse : le sommeil des hommes semble se fragiliser avant celui des femmes. Le sommeil profond dure moins longtemps chez l'homme, qui reste aussi éveillé plus longtemps que la femme d'âge moyen. Il est possible que les femmes évaluent différemment la qualité subjective de leur sommeil, mais aucune recherche n'a pris en considération la variable ménopause dans toute cette affaire.

Pourtant, la ménopause est un événement important dans la vie des femmes d'âge moyen. Elle survient en moyenne à l'âge de 51 ans et l'arrêt des menstruations en est le symptôme le plus évident. Certaines hormones sont sécrétées en plus grande quantité (hormone folliculo-stimuline-FSH et hormone lutéotrope-LH) et d'autres diminuent (progestérone, œstrogène).

Entre 47 p. 100 et 64 p. 100 des femmes ménopausées éprouvent des difficultés à dormir et plus de la moitié d'entre elles se sentent fatiguées. Il semble que les problèmes de sommeil soient alors une cause importante des consultations médicales. Il va de soi que le manque de sommeil et la fatigue peuvent exacerber les changements d'humeur exprimés par de nombreuses femmes ménopausées.

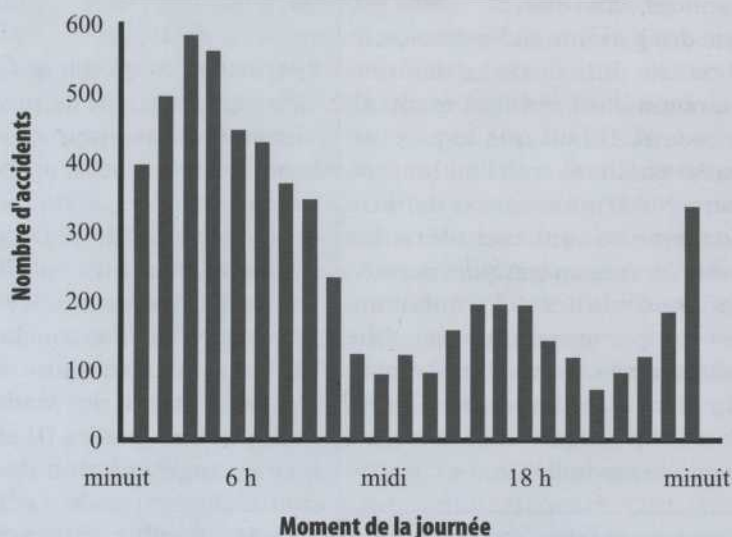
Les bouffées de chaleur pourraient par ailleurs être un facteur important dans la détérioration de la qualité du sommeil. Mais le fait de se réveiller la nuit ne semble pas être causé par l'inconfort des bouffées de chaleur car les femmes se réveillent en général juste avant la bouffée de chaleur et non après. Certaines études montrent que l'administration d'œstrogènes chez les femmes ménopausées augmente la qualité subjective et objective du sommeil. Il reste encore beaucoup à faire pour comprendre le rôle que joue le système hormonal dans la qualité du cycle éveil-sommeil. Nous poursuivons nos recherches en ce sens.

adulte. Cette méconnaissance est d'autant plus surprenante que l'on se plaint beaucoup plus de problèmes de sommeil à partir de 40 ans.

Les rares études qui ont évalué objectivement le cycle éveil-sommeil au cours de la vie adulte ont montré que le sommeil se modifie bien avant l'âge de 60 ans. En fait, les changements commencent aussi tôt qu'à 30 ans. Par exemple, nos recherches ont montré que la plus importante diminution du sommeil à ondes lentes se produit entre la vingtaine et la fin de la quarantaine. Par ailleurs, dès l'âge de 30 ans, nous commençons à nous réveiller plus souvent la nuit, nous dormons moins longtemps, les périodes de sommeil léger sont plus longues et nous nous levons et nous couchons de plus en plus tôt.

Mais quels sont les mécanismes de ces modifications du cycle éveil-sommeil ? Plusieurs hypothèses sont actuellement à l'étude. L'une d'entre elles suggère que le signal émis par notre horloge biologique ne serait pas bien ajusté à mesure que l'on vieillit. Cette horloge interne sonnerait l'heure du sommeil trop tôt en soirée et celle de l'éveil trop tôt pendant la nuit. Pour tester cette hypothèse, nous mesurons actuellement le signal émis par l'horloge biologique de jeunes entre 20 et 40 ans, et celui de personnes entre 40 et 60 ans. Cette mesure, appelée chronotype, indique la tendance à

Répartition des accidents de la route reliés à la fatigue



SOURCE : CALDWELL, J.-PAUL, LE SOMMEIL, LE COMPRENDRE ET L'AMÉLIORER, SES TROUBLES ET SES REMÈDES, GUY SAINT-JEAN ÉDITEUR, 1997, P. 39.

Contrairement à ce qu'on croyait, les changements commencent bien avant l'âge de 60 ans. C'est en effet dès le milieu de la vie adulte que l'on commence à moins bien dormir.

être un « type du matin » ou « du soir ». Nous avons récemment démontré que les personnes d'âge moyen ont plus tendance à être des types du matin que les jeunes, qui sont plus des types du soir. Ces changements observés quant au chronotype avec l'âge peuvent expliquer ceux observés quant à plusieurs variables du sommeil au milieu de l'âge adulte.

Comme le chronotype est lié aux caractéristiques physiologiques du signal émis par notre horloge biologique, ces résultats suggèrent que l'horloge biologique pourrait être en cause dans les modifications du cycle éveil-sommeil observées au cours du vieillissement. Une histoire à suivre car nous testons actuellement cette hypothèse : nous observons pour cela l'évolution avec l'âge de deux fonctions physiologiques bien connues pour être réglées par l'horloge biologique, soit les rythmes de la température corporelle et ceux de la sécrétion de l'« hormone de nuit », la mélatonine.

Par ailleurs, les personnes d'âge moyen seraient également plus vulnérables aux situations dans lesquelles le cycle éveil-sommeil est mis au défi. Par exemple, comparativement aux jeunes adultes, les gens d'âge moyen disent s'adapter plus difficilement au travail de nuit et au décalage horaire. Nous vérifions présentement le fait que la difficulté à dormir le jour augmente progressivement avec l'âge, sachant que le jour correspond au moment où notre horloge biologique nous envoie un signal propice à l'éveil. Les premiers résultats montrent très clairement que les personnes d'âge moyen éprouvent beaucoup plus de difficultés à récupérer le jour que les jeunes. Il semble donc que dès le milieu de l'âge adulte, le cycle éveil-sommeil commence à se fragiliser et à se montrer plus vulnérable.

À mesure que notre compréhension des mécanismes qui sous-tendent cette plus grande vulnérabilité se raffine, nous pourrions proposer des stratégies de prévention et des thérapies adaptées aux problèmes du cycle éveil-sommeil des personnes d'âge moyen. ◀



L'activité physique
*Combien ?
Combien de fois ?*



Gratuit !

1-888-334-9769

www.guideap.com

Guide d'activité physique
pour une vie active saine CANADIEN

Coopératives : le social dans l'é

NICOLE SAINT-MARTIN | nstmartin@adm.usherb.ca

L'Université de Sherbrooke, seule université en Amérique du Nord à offrir un programme de maîtrise en gestion et développement des coopératives, compte plus de 25 ans d'expérience dans ce domaine. Depuis 1999, l'Institut de recherche et d'enseignement pour les coopératives de l'Université de Sherbrooke (IRECUS) dirige le Réseau des universités des Amériques en études sur les coopératives et les associations. Les 21 universités du réseau, issues de 14 pays, collaborent pour assurer une relève compétente.

La tradition de coopération au Québec, plus que centenaire, a fait ses preuves. Aujourd'hui, le taux de survie des coopératives québécoises est deux fois supérieur à celui des entreprises en général. Ces résultats ont été rendus publics en 1999 dans une étude du ministère de l'Industrie et du Commerce, laquelle indique aussi que plus de six coopératives sur dix atteignent le cap des cinq ans, un an de plus que les entreprises du secteur privé au Québec et au Canada. Après dix ans, quatre coopératives sur dix existent toujours, soit deux fois plus que dans le secteur privé.

Par ailleurs, les coopératives financières — la plus importante étant le mouvement Desjardins, qui appuie la Chaire Desjardins de coopération et de développement du milieu à l'Université de Sherbrooke — possèdent un actif de 54 milliards de dollars tandis que les quelque 1 800 coopératives non financières génèrent un chiffre d'affaires de 6,2 milliards de dollars. Au total, 75 000

personnes, dont 28 300 dans les non financières, y travaillent et les deux tiers des emplois créés il y a dix ans existent encore.

Les coopératives non financières couvrent tous les aspects de l'économie: alimentation, services funéraires, habitation, services scolaires, foresterie, milieu agricole, services ambulanciers, soins de santé, services d'aide à domicile, services de garde, communications, secteur manufacturier. Ces secteurs sont regroupés autour de cinq types de coopératives: consommateurs, producteurs, travailleurs, travailleurs actionnaires et coopératives de solidarité.

Pour former le citoyen

Il faut aller bien au-delà des chiffres pour saisir la véritable force sociale des coopératives. Non orientées vers le profit, celles-ci visent le soutien de leurs membres, qui sont davantage préoccupés par la solution de problèmes que par la spéculation. Il s'agit ici de l'introduction du social dans l'économie, de

la primauté des intérêts collectifs, de la satisfaction de l'intérêt général, de la prédominance des personnes sur le capital. En raison de son caractère associatif lié au partage des responsabilités, et de son approche démocratique basée sur le partage du pouvoir et de la richesse, la coopérative convie ses membres à être actifs dans leur entreprise et à participer aux prises de décisions. Dans ce sens, la coopérative devient une école de formation continue d'entrepreneurs, de leaders, de gestionnaires, de gens responsables. C'est là une véritable école de formation à la citoyenneté.

La coopération hors Québec

La coopérative forestière de Girardville au Québec collabore actuellement avec la Fédération des coopératives de Verapaz du Guatemala pour établir des plans d'aménagement et une stratégie environnementale des forêts. Pour les Guatémaltèques, le bois n'était jadis bon qu'à couper pour qu'on puis-



PAYS MEMBRES DU RÉSEAU
DES UNIVERSITÉS
DES AMÉRIQUES EN ÉTUDES
SUR LES COOPÉRATIVES ET
LES ASSOCIATIONS

RÉGION MERCOSUR

Brésil Argentine
Uruguay Chili

RÉGION DES PAYS ANDINS

Colombie Bolivie
Équateur Venezuela

RÉGION AMÉRIQUE CENTRALE ET ANTILLES

Costa Rica Panama
Honduras Guatemala
Nicaragua Cuba
Salvador

RÉGION AMÉRIQUE DU NORD

Mexique Québec
Puerto Rico

Nicole Saint-Martin est directrice de l'Institut de recherche et d'enseignement pour les coopératives de l'Université de Sherbrooke et titulaire de la Chaire McConnell en développement local.



économique



PHOTO: L. HAMON/ILIA TERRE DE CHEZ NOUS

se exploiter les terres. Ils lui attribuent désormais une plus grande valeur. Ainsi, ils ont construit une pépinière dont les revenus reviennent à la communauté et sont aussi en train de mettre sur pied une entreprise de transformation du bois.

Autre exemple: depuis 1999, les élèves d'un collège du Chili suivent l'exemple du réseau québécois de coopératives en milieu scolaire pour s'offrir leurs matériaux scolaires à plus bas prix. Les surplus peuvent être ensuite distribués aux associations étudiantes.

De même, le «commerce équitable» permet aux productrices et aux producteurs des pays du Sud organisés en coopératives d'exercer un



PHOTO: IRECUS

contrôle sur la mise en marché de leurs produits et de recevoir un salaire décent. Et qui dit meilleur salaire dit meilleurs soins de santé et meilleures écoles. C'est ainsi que certains organismes, tels Oxfam-Québec, achè-

tent le café directement des coopératives du Sud, notamment au Salvador, au Nicaragua et en Tanzanie, économisant ainsi, au profit des membres des coopératives, les coûts liés aux inévitables intermédiaires que sont les grandes compagnies.

Ces trois exemples illustrent quelques-unes des formes que peut prendre la coopération internationale. C'est avec cette préoccupation d'interdépendance des sociétés et avec la volonté d'offrir une compréhension plus juste de l'internationalisation que l'IRECUS a instauré, il y a plus de 25 ans, un programme de coopération internationale. Les trois ingrédients fondamentaux:

coopératives et les associations. Créé il y a trois ans, ce réseau s'est doté d'outils de travail communs aux universités membres, entre autres un site Internet de discussions et de présentations institutionnelles, un colloque annuel — le plus récent, en août 1999, portait sur «Les coopératives, le commerce et le développement durable» —, des recherches conjointes, des rencontres régionales, un réseau d'incubateurs pour les coopératives, des outils pédagogiques spécialisés, et enfin, des programmes de formation formelle et sur mesure qui sont déjà en place au Brésil, en Colombie, au Costa Rica, à Cuba et au Chili.



Coopérative de consommateurs en Colombie.

PHOTO: IRECUS

une approche de partenariat, la valorisation du développement durable et un exercice d'appui au développement des ressources humaines.

Aussi, l'IRECUS se retrouve-t-il aujourd'hui à la tête du Réseau des universités des Amériques en études sur les

Voilà beaucoup de réalisations en peu de temps! Cela démontre à la fois l'engagement des universités dans le développement de la société civile et le dynamisme qu'inspire le mouvement des coopératives comme instrument fondamental d'un développement durable. ◀

Offrir le monde aux étudiants

PAR LAURENT FONTAINE

DE TOUT TEMPS, LES UNIVERSITÉS ONT REGARDÉ PAR-DESSUS LA CLÔTURE DE LEURS PAYS POUR FAIRE AVANCER LE SAVOIR. À L'ÈRE DE LA MONDIALISATION, ELLES NE PEUVENT PLUS SEULEMENT PARTAGER ÉTUDES ET RECHERCHES, ELLES DOIVENT DÉSORMAIS AIDER LES ÉTUDIANTS À INTERNATIONALISER LEUR FORMATION. ELLES EXPORTENT AUSSI DE PLUS EN PLUS LEURS COURS ET LEURS DIPLÔMES.

Dans *Un monde du savoir, les universités canadiennes et la mondialisation*, un ouvrage collectif publié avec l'aide du CRDI, Jean-Pierre Lemasson, fondateur et directeur du Bureau de la coopération internationale de l'Université de Québec à Montréal, examine comment la mondialisation oblige les universités canadiennes à repenser l'élément international de leur mission et de leur pratique.

Interface: Vous faites une différence entre mondialisation et internationalisation...

Jean-Pierre Lemasson: La mondialisation désigne l'espace dans lequel se déploient les activités des institutions, des entreprises. L'internationalisation désigne surtout la transformation de l'université elle-même, qui intériorise dans l'ensemble de ses activités et de son organisation l'ouverture sur le monde. L'internationalisation de la formation concerne surtout le fait qu'étu-

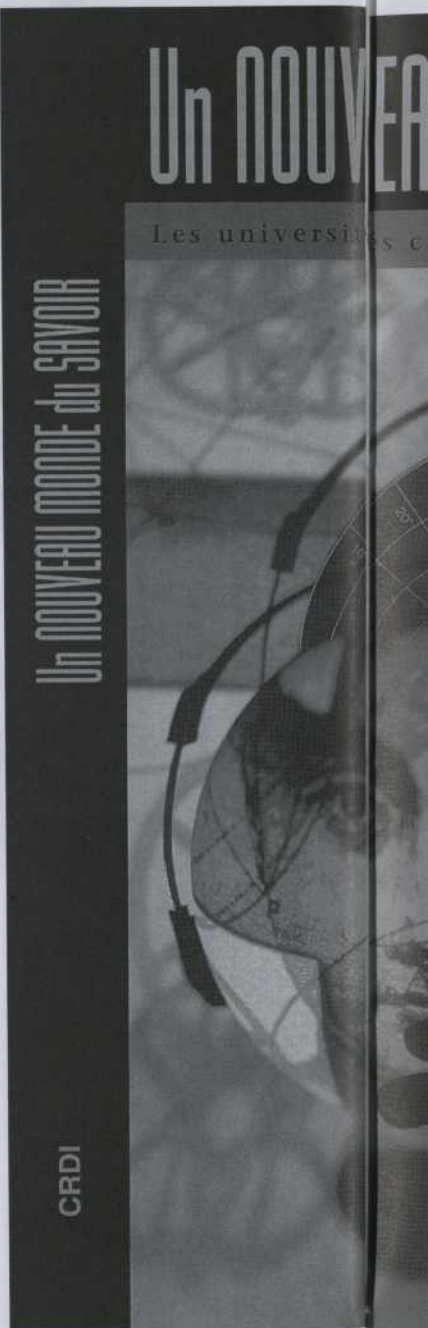
diants et professeurs s'ouvrent au monde dans le contenu des cours comme dans les occasions de stages, de séminaires, de recherches, etc.

Interface: S'agit-il d'un phénomène récent?

J.-P. L.: La relation entre le monde et les universités a toujours existé, mais elle a beaucoup changé. Pendant longtemps, la fenêtre extérieure des universités canadiennes venait de la coopération internationale. Depuis les années 1960 et de manière tout à fait exceptionnelle — on ne retrouve pas cela dans les autres pays —, l'Agence canadienne de développement internationale (ACDI) a largement appuyé les universités dans leurs projets de coopération. Le phénomène a pris une telle ampleur dans les années 1970 que la plupart des universités ont créé des bureaux d'aide à la coopération. Cette manière de faire a marqué notre mode de relation internationale: dans le

domaine de la formation, par exemple, peu de pays ont autant de collaborations avec des pays en voie de développement que le Canada.

Au début des années 1990, les universités ont senti le besoin d'élargir les horizons des étudiants. Le phénomène s'est d'abord fait sentir en Europe, en Nouvelle-Zélande et en Australie, puis a gagné nos pays. Avec la poussée de la mondialisation, les universités veulent mieux armer leurs étudiants pour évoluer dans le monde. Depuis 1995, le thème de l'internationalisation de la formation et de la recherche remplace de plus en plus celui de la coopération. Au point que l'Association des universités et des collèges du Canada (AUCC) a mis sur pied une charte de l'internationalisation et que les gouvernements ont pris des mesures pour favoriser la mobilité des étudiants en sanctionnant d'un diplôme canadien des études menées en partie ailleurs: pro-



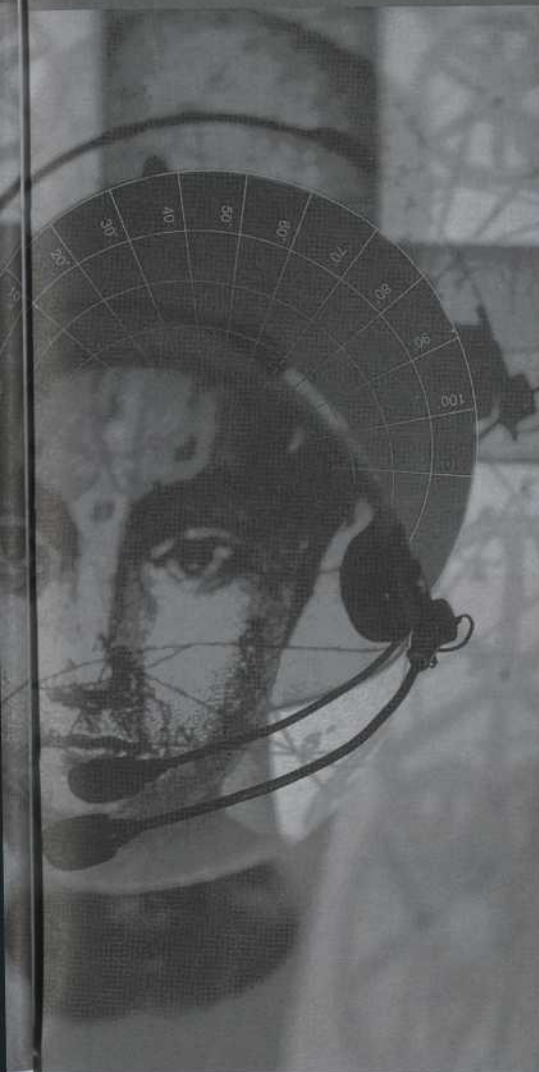
grammes d'échanges en Europe ou dans l'espace ALENA, etc.

Dans la foulée de ces transformations et à la suite des coupures gouvernementales qui ont réduit les budgets de coopération de l'ACDI, les universités ont cherché de nouvelles voies de financement.



EAU MONDE du SAVOIR

es canadiennes et la mondialisation



Sous la direction de Sheryl Bond et Jean-Pierre Lemasson

les étudiants sont sanctionnés d'un diplôme reconnu en France et ici, et l'université tire un revenu en exportant son savoir-faire!

Interface: Pourquoi consacrer un livre de 300 pages à ces questions?

J.-P. L.: Parce que les enjeux pour nos universités et nos étudiants sont considérables. Aujourd'hui, les «curriculum» des formations s'internationalisent de deux manières. D'une part, dans les cours, on consacre plus de temps aux questions internationales. C'est visible en droit, en gestion, mais aussi en littérature, en sociologie, en géologie, etc. Les études comparatives deviennent une norme. D'autre part, les universités ont mis sur pied des programmes pour favoriser la mobilité de leurs étudiants. L'expérience d'aller vivre ailleurs est en soi formatrice!

Depuis 1970, aucun ouvrage n'avait fait le point sur l'ouverture internationale des universités. Nous avons interrogé des gens qui travaillent dans des régions différentes du Canada et qui occupent des fonctions variées: un ancien recteur, un spécialiste des questions du développement scientifique, un autre de la coopération internationale, des gestionnaires, etc.

Nos universités coopèrent en moyenne plus que celles des autres pays, et l'ouverture des chercheurs canadiens à la recherche conjointe avec des chercheurs étrangers est supérieure à la moyenne mondiale. Mais du côté de la formation internationale des étudiants, le bilan reste très modeste. Pendant longtemps, les gens qui voulaient suivre une formation à l'étranger devaient passer par les centres universitaires de service outremer (CUSO). Ce n'est qu'au début des années 1990 que les universités se sont structurées pour soutenir leurs étudiants globe-trotters!

Interface: Quelle forme prennent les associations de nos universités avec des universités d'ailleurs?

J.-P. L.: Il existe de plus en plus de programmes et même de diplômes conjoints entre le Canada et d'autres pays. Au Québec, par exemple, plus de 300 accords avec des universités de France favorisent la cotutelle et la double diplomation. Dans certaines matières, un étudiant de l'UQAM peut suivre à Montréal une partie de ses cours et l'autre à l'Université de Grenoble; il aura deux tuteurs de recherche, il soutiendra sa thèse devant un jury mixte et sera sanctionné de deux doctorats. On va donc bien au-delà d'une simple expérience internationale ajoutée à un diplôme canadien.

Interface: Quel est l'intérêt de ce système?

J.-P. L.: Il favorise les transferts de compétences. L'étudiant appartient à deux réseaux de recherche différents.

Elles proposent de plus en plus leurs programmes à l'étranger. Par exemple, l'UQAM exporte son MBA à l'Université Paris-Deauphine, lequel concurrence celui de l'Université d'Ottawa offert à l'Université de Lille. Nos professeurs vont enseigner là-bas, donnent des cours à distance,



Université de Sao Paulo



Université de Grenoble

Il peut créer des liens profonds, rapprocher des équipes, des technologies. À l'époque de l'industrialisation, les chercheurs pouvaient se permettre de se tenir loin des bénéfices des découvertes. Aujourd'hui, tout va très vite, il faut faciliter les transferts de technologie.

Interface: Vous parlez aussi de la vente des cours canadiens à l'étranger. Cela signifie-t-il la fin du modèle de la coopération internationale des universités?

J.-P. L.: Les coupures gouvernementales ont forcé les universités à trouver de nouvelles manières de se financer. Déjà, au Canada, le taux d'autofinancement de nos universités est de 12 p. 100, contre 10 p. 100 aux États-Unis. Actuellement, deux modèles cohabitent: le modèle coopératif où

le savoir se partage, et le modèle compétitif où le savoir se vend. Selon les matières et les pays, les universités travaillent selon deux rythmes différents et ce n'est pas toujours facile de savoir sur quel pied danser! Par exemple, à Sao Paulo, l'UQAM partage des connaissances dans des programmes environnementaux, mais son MBA est proposé en concurrence directe avec ceux des écoles de gestion locales et avec celui de l'Université de Toronto, lui aussi offert dans la métropole brésilienne! La vision derrière la mondialisation pousse la dynamique actuelle du savoir qui se vend. Avec une telle évolution, l'université n'est plus le lieu du partage du savoir mais bien une entreprise de diffusion du savoir. Et jamais la tentation de vendre le savoir n'a été si forte à cause

des pressions financières! Mais on verra sûrement des facultés, voire des universités entières, refuser le modèle néolibéral et se mettre en réseau pour favoriser une diffusion libre du savoir, pour conserver la mission première de l'université.

Interface: L'internationalisation de la formation ne va-t-elle pas pousser davantage d'étudiants à émigrer?

J.-P. L.: Avec le système de la cotutelle, nos étudiants gardent un pied solide au Canada, et ils iront toujours là où les conditions de recherche sont les plus favorables. Par contre, ces tendances vont accélérer l'effet siphon du Nord sur les chercheurs du Sud. Dans une autre recherche que j'ai menée sur les universités d'Amérique latine, on voit nettement que l'écart de capaci-

tés se creuse entre les universités du Nord et celles du Sud. Voilà qui soulève des questions.

Interface: Les concepts de double diplomation et de cotutelle forcent les universités à se restructurer?

J.-P. L.: On se retrouve devant un tas de situations nouvelles! Par exemple, comment fixer le prix d'un cours dans le monde? Ou comment régler la question des droits de propriété intellectuelle, un enjeu majeur dans des projets de recherche conjoints, alors que les droits ne sont pas les mêmes d'un pays à un autre? Au Canada, par exemple, un étudiant détient les droits des découvertes qu'il fait; en France, c'est l'université. Il faut donc chercher ensemble comment internationaliser les questions de propriété intellectuelle. ◀

Fiable à 103,03%

20 fois sur 20

JOLICOEUR
Bureau de Recherche



& ASSOCIÉS
Marketing et Sociale

514-284-3106

Jolicoeur & Associés, précis depuis 17,57 ans!

Le plus important bureau de recherche sociale appliquée sonde, traite, analyse et précise des visions éclairées de la société avec rigueur et précision, rien de moins.

BOTTIN DE LA RECHERCHE

LA REVUE DE LA RECHERCHE

INTERFACE

1999-2000

- Pour dénicher un **emploi** dans votre domaine
- Pour vous faire **connaître**
- Pour rejoindre des gens qui partagent vos **champs d'intérêt**
- Pour diffuser vos **résultats de recherche**
- Pour repérer les **spécialistes** qui répondront à vos questions
- Pour trouver un **partenaire** scientifique

Un outil indispensable et simplifié
Plus de 160 pages d'information utile
Plus de 1000 adresses Internet

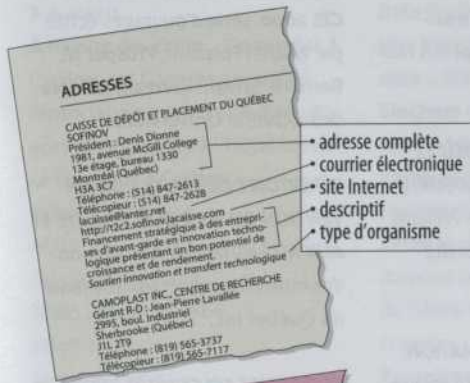
PAGES BLANCHES

Les coordonnées complètes de plus de 1700 organismes scientifiques par ordre alphabétique

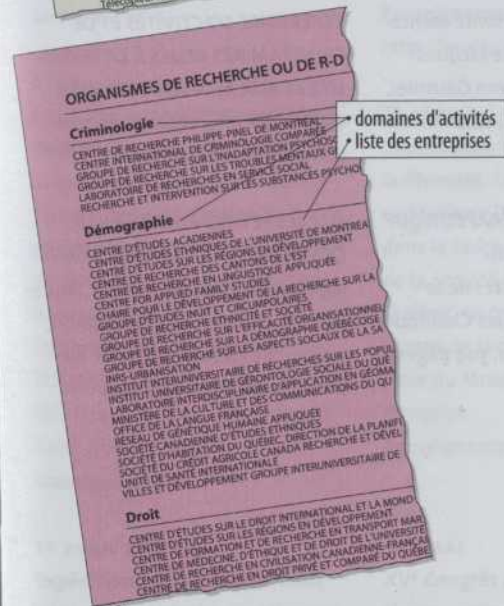
PAGES ROSES

Dix index paginés, des références accessibles pour 125 disciplines

- Index des sigles des institutions
- Index des associations, ordres, regroupements et sociétés
- Index des établissements d'enseignement ou de recherche
- Index des ministères, agences gouvernementales et sociétés d'État
- Index des organismes consultatifs
- Index des organismes de culture scientifique
- Index des organismes subventionnaires et fondations
- Index des organismes de soutien à l'innovation et au transfert technologique
- Index des médias
- Index des organismes de recherche ou de R-D



- adresse complète
- courrier électronique
- site Internet
- descriptif
- type d'organisme



- domaines d'activités
- liste des entreprises

Pour commander **Le Bottin de la recherche**, remplir et poster cette partie.

Nom : _____
 Prénom : _____
 Institution : _____
 Adresse : _____
 Ville : _____
 Province : _____ Code postal : _____
 Téléphone : _____

Paiement : par chèque ou mandat-poste, à l'ordre de l'Acfas par carte de crédit :

Visa MasterCard American Express

N° de la carte : _____

Date d'exp. : _____

Nom du titulaire : _____

Signature : _____

Je désire recevoir _____ copie(s) du Bottin de la recherche au coût unitaire total de :

- Québec : 25,36 \$ (20,00 \$ + 2,05 \$ expédition + 1,54 \$ tps + 1,77 \$ tvq)
- Nouveau-Brunswick/Nouvelle-Écosse/Terre-Neuve : 25,36 \$ (20,00 \$ + 2,05 \$ expédition + 3,31 \$ tvh)
- Reste du Canada : 23,59 \$ (20,00 \$ + 2,05 \$ expédition + 1,54 \$ tps)
- Hors Canada : 29,90 \$ (20,00 \$ + 9,90 \$ expédition)

Prière de joindre votre paiement au bon de commande.
 Facturation sur demande.
 N° d'enr. TPS R106 728 280 N° d'insc. TVQ 10-0608-7015

Retourner ce coupon à :

Association canadienne-française pour l'avancement des sciences
 425, rue De La Gauchetière Est, Montréal (Québec) H2L 2M7
 Tél.: (514) 849-0045 / Téléc.: (514) 849-5558
 interface@acfas.ca / http://www.acfas.ca/interface



SEULEMENT 20 \$



LIVRES

FEMMES DE CARRIÈRE, CARRIÈRES DE FEMMES. Étude des trajectoires familiales, scolaires et professionnelles des gestionnaires québécoises et ontariennes, Cécile Coderre, Ann Denis et Caroline Andrew, Presses de l'Université d'Ottawa, 196 pages.

LES FEMMES EN MILIEU UNIVERSITAIRE. LIBERTÉ D'APPRENDRE AUTREMENT, Jeannine M. Ouellette, Presses de l'Université d'Ottawa, 192 pages.

DIALOGUE SUR LES PAYS NEUFS, Gérard Bouchard et Michel Lacombe, Éditions Boréal, 226 pages.

VOYAGE À L'INTÉRIEUR DES PETITES NATIONS, Christian Rioux, Éditions Boréal, 192 pages.

LES ENJEUX DE LA COEXISTENCE LINGUISTIQUE, *Globe, la revue internationale d'études québécoises*, vol. 2, n° 2, 200 pages.

LE POLITIQUE EN OTAGE, *Cahiers de recherche sociologique* n° 32, Département de sociologie, UQAM, 200 pages.

LES SCIENCES SOCIALES DE L'ENVIRONNEMENT, sous la direction de Brigitte Dumas, Camille Raymond et Jean-Guy Vaillancourt, Presses de l'Université de Montréal, 210 pages.

COMPRENDRE ET ACCOMPAGNER LES PARENTS AVEC UNE DÉFICIENCE INTELLECTUELLE, sous la direction de Philippe Baelde, Bertrand Coppin, Jean-François Le Cerf, Brigitte Moureau, Gaëtan Morin éditeur, 204 pages.

MARKETING DU TOURISME (2^e édition), Gérard Tocquer, Michel Zins avec la collaboration de Jean-Marie de Hazebroucq, Gaëtan Morin éditeur, 296 pages.

GOD AND ARGUMENT. DIEU ET L'ARGUMENTATION PHILOSOPHIQUE, sous la direction de William Sweet, Presses de l'Université d'Ottawa, 286 pages.

FAMILLES EN TRANSFORMATION. *Récits de pratique en santé mentale*, sous la direction de Jacques Alary, Sylvie Jutras, Yvon Gauthier, Johanne Goudreau, Gaëtan Morin éditeur, 266 pages.

L'INTERVENTION THÉRAPEUTIQUE (vol. 1): Les fondements existentiels-humanistes de la relation d'aide, Jacques Chalifour, Gaëtan Morin éditeur, 304 pages.

WORD 2000, POWER POINT 2000, OUTLOOK 2000, ACCESS 2000, EXCEL 2000, série d'ouvrages écrite par Michel Poissant, Prosper M. Bernard, Sylvain Favreau, Julie Nadeau, Guérin Universitaire.

RÉPERTOIRE DES OUTILS DE PRÉVENTION RELIÉS À LA SEXUALITÉ ET AUX MTS-VIH/SIDA, Association des intervenants en toxicomanie du Québec inc.

RÉPERTOIRE D'ACTIVITÉS ET DE PROGRAMMES RELIÉS À LA SEXUALITÉ ET AUX MTS-VIH/SIDA, Association des intervenants en toxicomanie du Québec inc.

SUR LES PETITES ROUTES DE LA DÉMOCRATIE. *L'expérience d'un village malien*, Moussa Konaté, Paule Simard, Claude Giles, Lyne Caron, préface de Riccardo Petrella, Éditions Écosociété, 168 pages.



CALENDRIER

MARS

3 MARS

Journée jeunesse sur l'entrepreneuriat technologique. Colloque organisé par la région Québec-Chaudière-Appalaches à l'Hôtel Plaza Québec.
Renseignements:
Réjean Landry (Science politique)
Tél.: (418) 656-2131, poste 3523

16 MARS

Date limite des mises en candidature pour la 14^e édition du concours des Octas de la Fédération de l'informatique du Québec (FIQ). Pour obtenir un formulaire d'inscription, consulter le site Internet www.fiq.qc.ca ou communiquer avec Manon Bélisle au (514) 395-8689.

29-31 MARS

Salon des technologies environnementales du Québec au Centre des congrès et d'exposition de Saint-Hyacinthe.
Renseignements:
Johanne Clément (Réseau environnement)
Tél.: (514) 270-7110
Télec.: (514) 270-7154
info@reseau-environnement.com
www.reseau-environnement.com

31 MARS

Le cancer colo-rectal: enraciné dans une trajectoire de vie. Colloque 2000 de la Fondation québécoise du cancer ainsi qu'un atelier-débat sur le thème «Science et conscience». Une invitation lancée aux professionnels de la santé.
Renseignements:
Claire Sainte-Marie
Tél.: (514) 527-2194
Télec.: (514) 527-1943
Courriel: fqcmli@ibm.net



CALENDRIER (SUITE)

AVRIL

3-4 AVRIL

À l'heure des choix... Du constat à l'action, 35^e Congrès annuel de l'Association québécoise du transport et des routes à l'Hôtel Loews Le Concorde à Québec.

Renseignements:

AQTR

Tél.: (514) 523-6444

Télec.: (514) 523-2666

info@aqtr.qc.ca

www.aqtr.qc.ca

6-7 AVRIL

La société en redéfinition: la place de la géographie, forum au cours duquel des représentants des différentes sphères d'action de la géographie discuteront des enjeux de la relation espace et société.

Renseignements:

Département de géographie de l'UQAM

Tél.: (514) 987-3000, poste 3253

Télec.: (514) 987-6784

www.geo.uqam.ca

14 AVRIL ET 5 MAI

Expéditions aux îles de la Madeleine et en Australie. Conférences avec diaporama organisées par la Société de biologie de Montréal au Biodôme de Montréal.

Renseignements: (450) 584-2971

15 AVRIL

Date limite des mises en candidature pour les bourses postdoctorales J.-Louis Lévesque et BioChem Pharma et la bourse Armand-Frappier, d'une valeur de 30 000 \$ chacune. Ces bourses s'adressent à des personnes qui désirent parfaire leur formation dans les laboratoires de recherche de l'INRS-Institut Armand-Frappier.

Renseignements:

<http://www.inrs-iaf.quebec.ca>

25 AVRIL

L'Amazonie: climax mondial de la diversité. Conférence illustrée de M. Pierre Dansereau organisée dans le cadre des Géo-dimanches de la Société de géographie de Québec, en collaboration avec le Musée de la civilisation à la chapelle du Musée de l'Amérique française.

Renseignements: (418) 692-2843

MAI

4-6 MAI

XV^e Congrès annuel de l'Association canadienne de l'éducation à distance (ACED) à l'Hôtel Loews Le Concorde de Montréal.

Renseignements:

Serge Dion (Formation continue)

Tél.: (418) 656-2131, poste 8578

5-7 MAI

Congrès du Conseil québécois de l'enseignement des mathématiques (CQEM).

Renseignements:

Jean Dionne, Faculté des sciences de l'éducation de l'Université Laval

Tél.: (418) 656-2131, poste 3977

5-7 MAI

Conférence nationale de l'Association universitaire canadienne d'études nordiques (AUCEN) au pavillon Alphonse-Desjardins de l'Université Laval.

Renseignements:

Gérard Duhaime (GETIC)

Tél.: (418) 656-2131, poste 2997

7 MAI

Colloque sur la gestion de projets au service de l'environnement.

Quatorze conférenciers viendront présenter divers aspects de la gestion de projets (faisabilité, aide à la décision, aspects légaux, évaluation environnementale, contexte multi-projets, logistique, etc.) dans le domaine de l'environnement et de l'agroenvironnement.

Tél.: (418) 835-3278

Courriel:

Colloque_GP@moncourrier.com
www.uqar.quebec.ca/webmgp/amgpeq.html

8-9 MAI

Lait et produits laitiers à l'ère des inventions technologiques.

Colloque bisannuel organisé par le Centre Stela de l'Université Laval, au Château Bonne Entente à Sainte-Foy.

Renseignements: Louise Tremblay

Tél.: (418) 656-3951

11-14 MAI

L'identité inuit au troisième millénaire. Colloque organisé à la station agronomique de Sainte-Croix de Lotbinière.

Renseignements:

Louis-Jacques Dorais, Département d'anthropologie, Université Laval

Tél.: (418) 656-2131, poste 7827

12 MAI

Jardins d'hier et d'aujourd'hui.

Conférence d'Alexander Reford sur la richesse horticole et patrimoniale des jardins du Québec au Jardin botanique de Montréal.

Renseignements: (514) 872-1400

12-13 MAI

Un patrimoine pour le nouveau

millénaire, 1^{er} Salon national d'histoire et de patrimoine (SNHP), sous la responsabilité du conseil d'administration du SNHP au Centre de l'activité physique et sportive de l'UQTR.

Tél.: (819) 376-5011

Télec.: (819) 376-5012

Courriel: webmestre@uqtr.

quebec.ca

15-19 MAI

Les sciences au XXI^e siècle, 68^e

Congrès de l'Acfas à l'Université de Montréal.

Renseignements:

Jocelyne Dazé

Tél.: (514) 849-0045

Télec.: (514) 849-5558

Courriel: congres@acfas.ca

<http://www.acfas.ca/congres>

16-19 MAI

Conférence conjointe de la III^e Conférence internationale sur la conception et la fabrication intégrées en génie mécanique (IDMME) et du Forum 2000 de la Société canadienne de génie mécanique (CSME).

Renseignements:

Bureau des congrès universitaires

Tél.: (514) 340-3215

Télec.: (514) 340-4440

Courriel: bureau@congresbcu.com

18-21 MAI

Le sport pour tous et les politiques gouvernementales, VIII^e Congrès mondial du sport pour tous, organisé au Centre des congrès de Québec sous le patronage du Comité international olympique et en coopération avec l'Organisation des Nations Unies pour l'éducation, la science et la culture (UNESCO), l'Organisation mondiale de la santé (OMS) et l'Association générale des fédérations internationales de sports (AGFIS). Cet événement prestigieux offre une occasion unique de partager et d'échanger des connaissances en vue de sensibiliser la population à l'importance de la pratique du sport et de l'activité physique.

Renseignements :
Clermont Simard,
Département d'éducation
physique de l'Université Laval
Tél.: (418) 656-2131, poste 7008



QUOI DE NEUF ?

► Le Conseil de recherches en sciences naturelles et en génie du Canada (CRSNG) annonce que deux grands changements touchent son plus prestigieux prix d'excellence en recherche. D'abord, ce prix, connu sous le nom « Médaille d'or en sciences et en génie du Canada », a été rebaptisé « Médaille Gerhardt-Herzberg en sciences et en génie du Canada », en l'honneur de ce physicien qui a obtenu le prix Nobel de chimie en 1971. Ensuite, en plus de la médaille, les lauréats recevront désormais la somme de un million de dollars répartis sur cinq ans.

► L'Association for Progressive Communication (APC) et le Centre de recherches pour le développement international (CRDI) ont annoncé la création du prix de communication Betinho de l'APC destiné à mettre en valeur l'usage des technologies de l'information et de la communication au service de la justice sociale. D'une valeur de 7 500 \$ US, ce nouveau prix international sera accordé pour la première fois au mois de mai 2000. Pour en savoir plus, consulter le site <http://www.apc.org/français/betinho/index.html>

Des nouvelles du CQRS

► Le 9 juin prochain, à l'Hôtel des Gouverneurs à Sainte-Foy, le CQRS tiendra, en collaboration avec la Fédération québécoise des centres de réadaptation en déficience intellectuelle, un colloque sur la recherche et l'innovation sociale en déficience intellectuelle.

Renseignements :
France Pomerleau
Tél.: (450) 646-7540, poste 224

► Trois nouveaux documents sont maintenant disponibles : les résumés des programmes de recherche des équipes CQRS 1999-2000, les résumés des projets de recherche

en cours 1999-2000 et les résumés des rapports de recherche déposés 1997-1999. Pour les obtenir, appeler au (418) 643-7582 ou consulter le site Internet: www.msss.gouv.qc.ca/cqrs.

Veillez prendre note du nouveau courriel du CQRS: cqrs@cqrs.gouv.qc.ca

Nouvelle adresse depuis le 1^{er} octobre 1999 :



CQRS
140, Grande Allée Est
4^e étage, bureau 470
Québec (Qué.) G1R 5M8
Téléphone : (418) 643-7582
Télécopieur : (418) 644-5248

DANS LE PROCHAIN NUMÉRO D'INTERFACE

DOSSIER

La science au musée

ENJEUX

Le commerce électronique envahit les marchés

SCIENCE

Le bilinguisme sourd

Chirurgiens sous observation

L'hypnose pour guérir

CONGRÈS

Zoom sur le Congrès de l'Acfas



LA FINE POINTE

LA LOCATION D'APPLICATIONS: UNE NOUVELLE INDUSTRIE DANS

INTERNET - Une nouvelle industrie est en train de naître sur le Web, celle des fournisseurs de services d'applications ou Applications Service Providers (ASP). Plus besoin d'importer des logiciels, parfois très lourds: on peut désormais les louer! Le concept est très simple, et les personnes qui ont travaillé avec des terminaux en mode client-serveur, entre autres tous les gens qui utilisent le courrier électronique, le connaissent bien. On peut maintenant trouver des applications installées sur des ordinateurs serveurs. Chaque fois qu'un internaute désire utiliser l'une ou l'autre de ces applications, il se branche au serveur et ouvre une séance de travail avec son logiciel client. Ces nouveaux sites ASP se trouvent donc sur un serveur partagé par des usagers du monde entier, dans le réseau public Internet. On accède aux données à partir de n'importe quel ordinateur connecté à Internet.

Les plus connus de ces nouveaux outils sont sans doute les courriers électroniques accessibles par une page Web comme HotMail, YahooMail, Netscape WebMail, moncourrier.com ou francimel.com, qui sont des services de courrier que l'on peut consulter partout dans le monde. En voici quelques autres:

ORDINATEUR VIRTUEL

- <http://www.desktop.com>
- <http://www.opendesk.com>

Avec Internet, l'environnement de travail sur votre ordinateur personnel peut être dupliqué à partir de n'importe quel ordinateur connecté puisqu'il réside sur un ordinateur serveur dans Internet et que vous pouvez le personnaliser avec les applications de vo-

- <http://www.hotoffice.com>
- <http://www.magicaldesk.com>

tre choix. Ainsi, l'agenda électronique, les fichiers et dossiers personnels, le carnet d'adresses, la liste des choses à faire, et même les logiciels de gestion de

temps, de gestion de projets et d'édition sont accessibles dans votre bureau virtuel. L'offre est encore limitée à des versions de tests, mais le choix ne manque pas et la tendance se confirme: au lieu d'acheter des logiciels et de les mettre continuellement à jour, laissons ce travail aux fabricants de logiciels et aux fournisseurs de services, qui loueront leurs produits aux usagers au lieu de les leur vendre.



COMPTABILITÉ EN LIGNE

- <http://www.netledger.com>

Ce service se présente comme le premier service de comptabilité en ligne. Il utilise une énorme base de données Oracle ainsi que toutes les formules et tous les livres de comptabilité que l'utilisateur peut personnaliser. Les logiciels sont mis à jour régulièrement et les données sont sécurisées. Cependant, le service est en anglais uniquement.

ÉDITER DES IMAGES EN LIGNE

- <http://www.gifworks.com/>

Ouvrir des images en format gif, changer les couleurs, les dimensions, les degrés d'exposition, ajouter des personnages, toutes ces fonctions que l'on peut effectuer dans un logiciel d'édition d'images sont disponibles sur le site GifWorks sans obligation de télécharger aucune application. Le logiciel démarre directement à partir du serveur, et vous éditez vos images et les enregistrez sur votre PC par Internet.



TOUT POUR LA PETITE ENTREPRISE

- www.smartonline.com

Ce site offre une bibliothèque de documents types et une série d'outils d'édition et de référence dans les domaines administratif, légal, financier, ainsi que dans ceux de la vente et des ressources humaines. On y trouve aussi des conseils pratiques et légaux sur le montage des plans d'affaires, le financement d'entreprises, la commercialisation, le recrutement des bonnes ressources et les plans d'expansion sur la scène mondiale. L'abonnement, encore gratuit pendant la période de test, donne accès à toutes ces ressources, disponibles dans plusieurs langues. Les outils d'édition étant encore lents à utiliser sur le réseau, on peut quand même télécharger les documents et les éditer sur son PC.



Adel El Zaim, directeur Services gouvernementaux — Santé
Vidéotron Communications Inc.
adel.elzaim@videotron.net

Manger l'emballage aussi



PHOTO: MARK PHILBRICK/BIYL

Monique Lacroix et son équipe de l'Institut Armand Frappier ont utilisé une protéine laitière et insoluble dans l'eau, la caséine, pour fabriquer des bioemballages à partir de composés biologiques naturels. Ces chercheurs ont réussi à produire une pellicule qui, une fois vaporisée sur l'aliment, se solidifie et peut même être mangée. Outre l'enrobage des aliments et de médicaments, on prévoit que ce procédé pourra servir pour la microencapsulation et la fabrication de biofilms antioxydants et antimicrobiens.

La terre de chez nous
décembre 1999

Femmes d'affaires sous observation

«Les femmes éprouvent encore de la réticence à utiliser leurs habiletés politiques pour l'avancement de leur carrière. C'est leur plus grande lacune», constate Louise Harel Giasson, professeure aux HEC et membre du Groupe Femmes, Gestion et Entreprises. «De plus, poursuit-elle, on a tendance à croire que ce qui caractérise les femmes, c'est leur méticulosité à accomplir les tâches. En réalité, leur plaisir à diriger est plus grand que leur intérêt pour la tâche proprement dite. Elles ont, de plus, une grande aisance à diriger le personnel.»

Les Affaires
23 octobre 1999

Des classes électroniques

Jeremy Cooperstock, professeur au Département de génie électrique et informaticien et chercheur au Centre de recherche sur les machines intelligentes de McGill, est le concepteur d'une classe électronique très spéciale: lorsque le professeur ouvre l'ordinateur de la classe, le système éteint automatiquement les lumières, déploie l'écran, allume le projecteur, le branche à l'ordinateur et ferme même les rideaux. La classe comporte aussi une caméra



PHOTO: UNIV. MCGILL

de transmission de documents, un magnétoscope, une tablette d'entrée graphique et un tableau électronique. Le cours est enregistré, en intégrant les diapositives et les notes ajoutées par le professeur, et ensuite converti en pages Web. Les étudiants peuvent ainsi revoir le cours à volonté.

Université McGill

Greffes de cornée in vitro

Deux équipes de la Faculté de médecine de l'Université Laval ont réussi à produire une cornée humaine en laboratoire à partir de cellules de l'œil. Ces

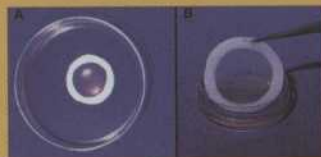


PHOTO: LOEY/UNIV. LAVAL

découvertes laissent entrevoir, entre autres, la possibilité de greffes où le receveur de la cornée serait aussi le donateur des cellules, ce qui réduirait les risques de rejet. Il faudra cependant attendre encore quelques années avant de pouvoir soit produire une cornée que l'on peut greffer sur un humain, soit greffer une cornée produite *in vitro*.

Le fil des événements
6 janvier 2000

Un herbicide non chimique performant

La Striga parasitaire, «une jolie fleur doublée d'une mauvaise herbe mortelle», est l'un des plus sérieux obstacles à la production alimentaire en Afrique. Elle adore les sols pauvres et envahit les deux tiers des terres vouées à la culture des céréales. Des phytobiologistes de l'Université McGill, Alan Watson et Marie Ciotola, ont constaté qu'un champignon séché, le fusarium, s'attaquait aux graines et à la plante. Sa préparation,



PHOTO: UNIV. MCGILL

Infestation de *Striga hermonthica* (Del.) Benth. dans un champs de maïs au Kenya.

Sauver les hippocampes

En Asie, l'hippocampe est recherché pour ses propriétés médicinales et il est utilisé pour traiter les troubles les plus divers, dont l'asthme et l'impuissance. Plus de 20 millions d'hippocampes sont capturés chaque année afin d'approvisionner le marché des produits médicinaux traditionnels chinois. La demande dépasse l'offre et s'accroît de 10 p. 100 par année. Le premier projet de conservation au monde s'est déroulé aux Philippines, dans le petit village de Handumon, au centre du pays, alors que des pêcheurs se sont inquiétés de la diminution des captures... et de leurs revenus. On a notamment installé des «parcs de paternité» pour les hippocampes mâles qui transportent les œufs fécondés. On attend désormais l'éclosion des œufs avant de les vendre.

Explore en ligne 1999
CRDI

qui s'apparente au travail traditionnel des femmes africaines, requiert des produits peu chers et disponibles localement, des marmites et de l'eau bouillante. De plus en plus de femmes le produisent et gagnent un peu d'argent en le revendant aux agriculteurs.

Université McGill



40 pages
Prix de vente en librairie : 8,00 \$
Distribution en librairie : FIDES

Nouvelle publication de l'Acfas

Un outil
indispensable
à la **maîtrise**
de cette forme
bien particulière
de communication :

- > comment définir son sujet
- > comment structurer, simplifier et concrétiser l'information
- > comment imager l'information par des analogies ou des métaphores
- > comment susciter l'intérêt pour la science et la technologie

« GUIDE PRATIQUE DE VULGARISATION SCIENTIFIQUE »



POUR UNE UNIVERSITÉ QUI INVENTE L'AVENIR

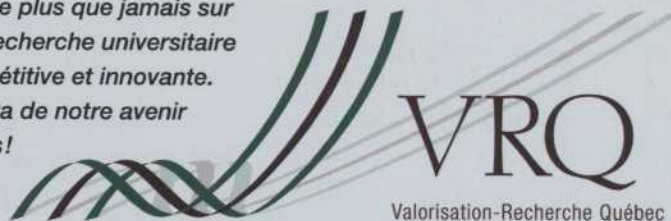
VALORISATION-RECHERCHE QUÉBEC met de l'avant un **PLAN**

pour rapprocher la recherche universitaire de l'innovation

Un programme d'investissement audacieux qui mise sur

- un support financier aux projets structurants
- la création de sociétés de valorisation pour accroître la valeur marchande des résultats de recherche

*L'avenir de notre économie, axée sur le savoir,
repose plus que jamais sur
une recherche universitaire
compétitive et innovante.
Il en va de notre avenir
à tous!*



Valorisation-Recherche Québec

*Saviez-vous que seule une infime partie des
recherches menées dans les universités
québécoises débouche sur des innovations
technologiques ou sociales, susceptibles
de créer des entreprises de pointe et
des emplois de qualité?*

3730, rue du Campanile, bureau 103, Sainte-Foy (Québec) G1X 4G6
Tél.: (418) 657-7117 • Téléc.: (418) 657-7751 www.vrq.qc.ca

L'UNIVERSITÉ DE SHERBROOKE

Les
plus belles
années de
ma vie!

Découvrir

Travailler

Valoriser

- Plus de 1200 chercheuses et chercheurs oeuvrant dans ces domaines de recherche : sciences pures, génie, santé, lettres et sciences humaines, éducation, droit, administration et théologie

- Des instituts spécialisés, dont l'Institut de pharmacologie de Sherbrooke, l'Institut de recherche et d'enseignement pour les coopératives et l'Institut de matériaux et systèmes intelligents

- Un éventail imposant de groupes de recherche et centres d'excellence ainsi que plusieurs chaires

- 9 facultés offrant au total une vingtaine de programmes de doctorat et une quarantaine de programmes de maîtrise, dispensés par plus de 400 professeures et professeurs

- Au premier rang des universités au Québec et au troisième rang au Canada au chapitre des redevances annuelles pour les découvertes de ses chercheurs et chercheuses

- 176 brevets obtenus

- 45 entreprises licenciées au Québec, aux États-Unis et en Europe



UNIVERSITÉ DE
SHERBROOKE

1-800-267-UDeS

www.usherb.ca

Programmes de maîtrise

Adaptation scolaire et sociale
Administration
Administration des affaires (M.B.A.)
Biochimie
Biologie
Biologie cellulaire
Chimie
Droit de la santé
Économique
Environnement
Études françaises
Fiscalité
Génie aérospatial
Génie chimique
Génie civil
Génie électrique
Génie logiciel
Génie mécanique
Géographie
Gérontologie
Gestion de l'éducation et de la formation
Gestion et développement des coopératives
Histoire
Immunologie
Informatique
Ingénierie
Kinanthropologie
Littérature canadienne comparée
Mathématiques
Microbiologie
Orientation
Pharmacologie
Philosophie
Physiologie
Physique
Psychoéducation
Psychologie des relations humaines
Radiobiologie
Sciences cliniques
Sciences de l'éducation
Sciences humaines des religions
Service social
Théologie

Programmes de doctorat

Administration (DBA)
Biochimie
Biologie
Biologie cellulaire
Chimie
Éducation
Études françaises
Génie chimique
Génie civil
Génie électrique
Génie mécanique
Immunologie
Littérature canadienne comparée
Mathématiques
Microbiologie
Pharmacologie
Philosophie
Physiologie
Physique
Radiobiologie
Sciences cliniques
Télédétection
Théologie