

PER

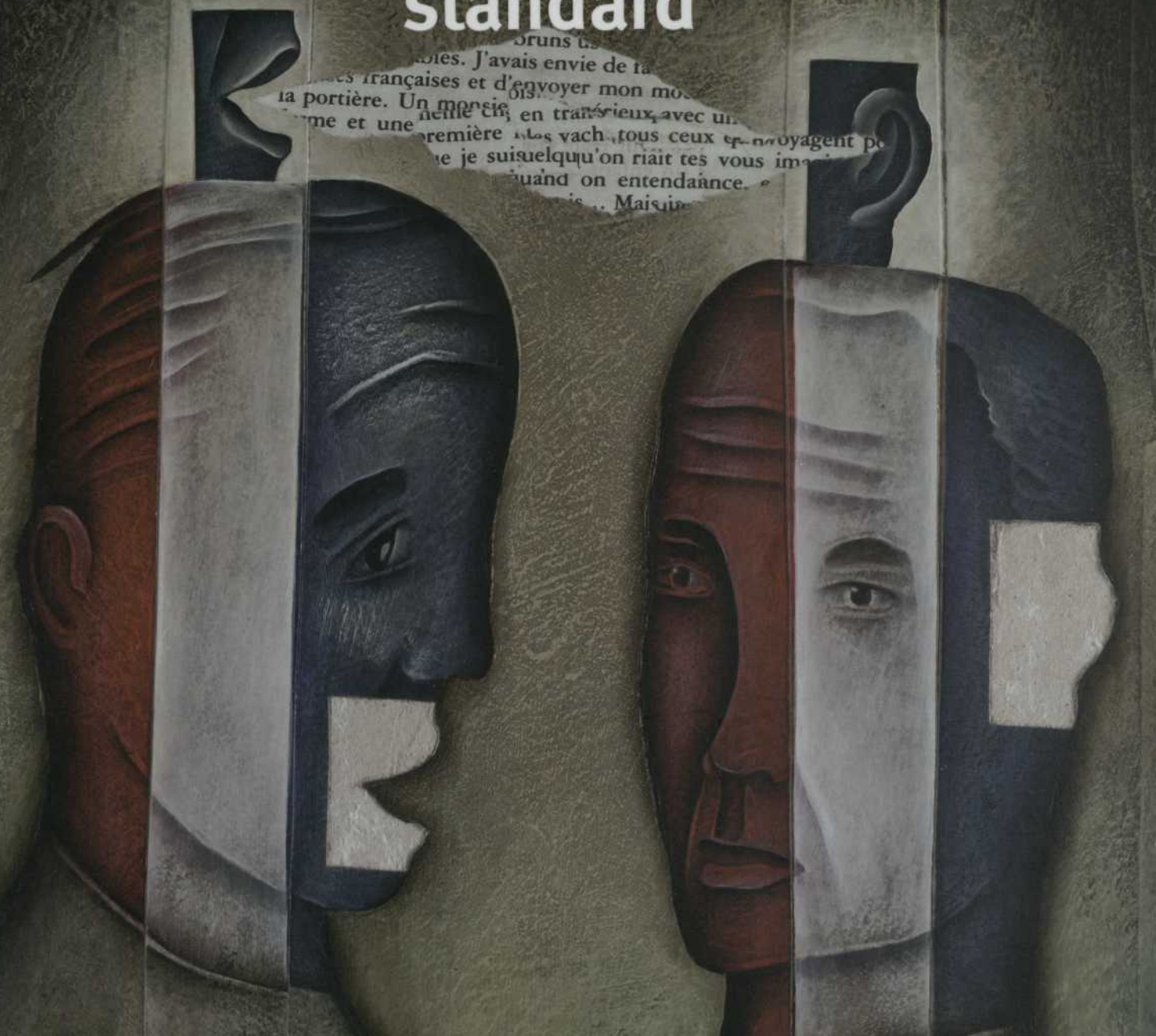
A-522

BNQ

INTERFACE

LA REVUE DE LA RECHERCHE

Oui... au français québécois standard



Des machines moléculaires à remonter dans le temps • L'enseignant, l'enseignement... saurons-nous un jour les évaluer? • Camille Limoges, tout l'art de la controverse



Pour en savoir plus...



Les Débrouillards
Reportages illustrés,
B.D., expériences, jeux.
Drôlement scientifique!
Pour les 9-14 ans.



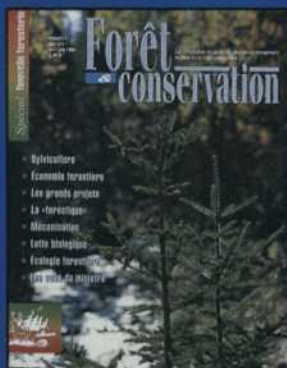
Québec-Science
Toute l'actualité en sciences et technologie.
Fiable et passionnant depuis 33 ans!



Info-Tech
Le magazine de
l'informatique et
de la technologie au
service des utilisateurs
et des décideurs
québécois.



Franc-Vert
Découvrez la nature et
l'environnement... en beauté!



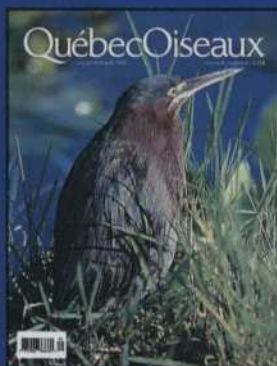
Forêt & Conservation
Pour se brancher sur
la forêt québécoise



Interface
Pour découvrir la science et réfléchir
sur ses enjeux. L'abonnement inclut le
bottin de la recherche.



Quatre-Temps touche
la botanique, l'horticulture,
les sciences de la nature et
de l'environnement.



Québec Oiseaux
Pour tout connaître sur nos oiseaux.



Astronomie-Québec
le magazine qui vous amène d'une étoile
à l'autre.



Spectre
Pour l'avancement de
l'enseignement des sciences au Québec.

...abonnez-vous!

Veillez m'abonner aux/ magazine(s) suivant(s) pour un an

- Les Débrouillards (28,43 \$) 10 nos
- Québec Science (37,60 \$) 10 nos
- Info-Tech (31,13 \$) 11 nos
- Franc-Vert (23,93 \$) 6 nos
- Forêt & Conservation (27,35 \$) 6 nos
- Interface (41,02 \$ étudiants : 20,51 \$) 5 nos
- Quatre-Temps (28 \$) 4 nos
- Québec Oiseaux (16 \$) 4 nos
- Astronomie-Québec (32 \$) 6 nos
- Spectre (27,35 \$) 5 nos

Nom _____ Prénom _____

Adresse _____ App. _____

Ville _____ Province _____

Code postal _____ Tél.: _____

Faites votre(vos) chèque(s) à l'ordre du(des) magazine(s) choisi(s) et postez-le(les) à :
Agence Science-Pressé, 3995, Sainte-Catherine Est, Montréal, Québec, H1W 2G7
(SVP, un chèque par abonnement).

Toutes taxes incluses.

S O M M A I R E

5

COMMENTAIRE

**ÉDITION SAVANTE
OU ÉDITION
ÉLECTRONIQUE:
LE COMBAT DES CHEFS**

JEAN-CLAUDE GUÉDON

62

TRANSFERTS

64

SCIENCEMONDE

**UNE NOUVELLE
VOCATION POUR LE
CRDI ?**

ANDRÉ LACHANCE

66

INTERNET

68

SCIENCE-INTER

69

CHERCHEURS
RECHERCHÉS

70

SOURCES

73

À SUIVRE

FACE À FACE

8

CAMILLE LIMOGES
Tout l'art de la controverse

JOSÉE BOILEAU

On peut provoquer des controverses, les alimenter, les fuir... On peut aussi, comme Camille Limoges, les étudier. L'objectif? Mieux comprendre comment, au travers des débats et des prises de décisions qui entourent les polémiques, les savoirs se construisent.



RECHERCHE

14

Qui...

AU FRANÇAIS QUÉBÉCOIS STANDARD

PIERRE MARTEL ET HÉLÈNE CAJOLET-LAGANIÈRE

Les Québécois et Québécoises veulent de plus en plus une langue dans laquelle ils se reconnaissent et retrouvent leurs mots, leurs façons de vivre, leur environnement social, politique et institutionnel. Une langue à laquelle correspond enfin une norme, celle du français québécois standard.

26

**DES MACHINES MOLÉCULAIRES
À VOYAGER DANS LE TEMPS**

JEAN BOUSQUET

Quand les longues séquences de nucléotides qui constituent l'ADN livrent leurs souvenirs, c'est toute l'histoire des organismes vivants, dont les plantes, que l'on peut retracer. Un voyage qui nous ramène loin, très loin, aux tout premiers moments de la vie sur Terre.



ENJEUX

44

L'ENSEIGNANT, L'ENSEIGNEMENT...
Saurons-nous un jour les évaluer?

JACQUES KEABLE

Partout, la qualité et la pertinence des résultats de l'évaluation des enseignants et des enseignements soulèvent bien des questions. D'où la nécessité d'évaluer... l'évaluation.

SCIENCECLIPS

52

**TROIS
UNIVERSITÉS
COLLABORENT AU
DICTIONNAIRE
BILINGUE
CANADIEN**

53

**ÉNERGIE
ÉOLIENNE:
HYDRO-QUÉBEC
REMET ÇA**

55

**L'HOMME QUI
A VU L'ÉPINETTE
QUI A VU
LE CARIBOU**

56

**AURAIT-ON
TROUVÉ
LA MOLÉCULE
DE LA
SCHIZOPHRÉNIE ?**

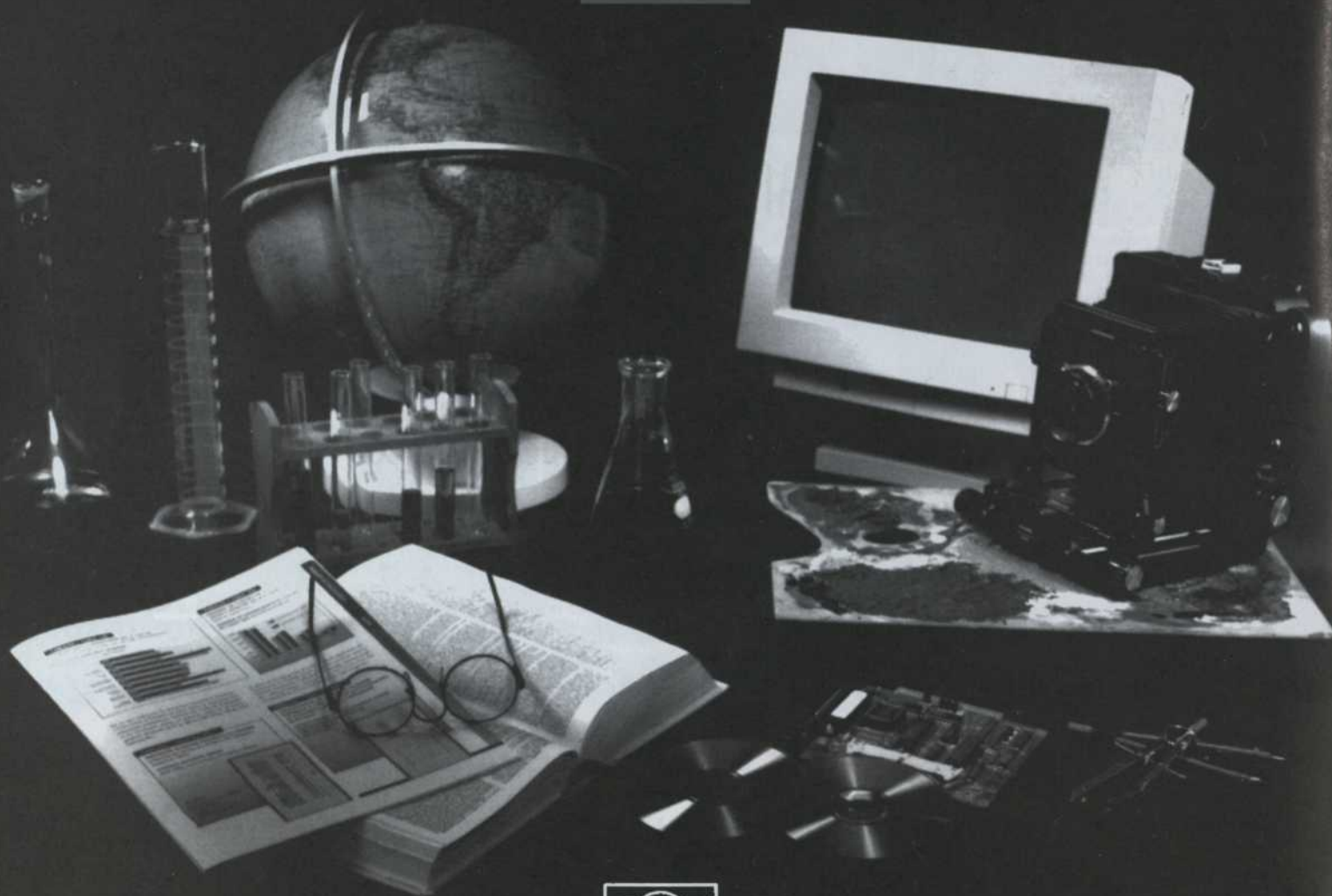
58

**DES PAYSAGES
URBAINS
REPENSÉS**

60

**UNE MOMIE SOUS
LES RAYONS X**

La recherche... c'est pour vous



Université d'Ottawa
University of Ottawa

Édition savante commerciale ou édition électronique: le combat des chefs

JEAN-CLAUDE GUÉDON

Les périodiques de recherche font face actuellement à deux tendances apparemment indépendantes, mais potentiellement convergentes. On assiste, d'un côté, à l'intervention toujours plus visible de grandes maisons d'édition internationales spécialisées, parmi lesquelles les maisons hollandaises Elsevier, Brill, Kluwer, Mouton, et d'autres encore, jouent un rôle de premier plan. D'un autre côté, l'édition électronique de revues savantes prend actuellement son essor, stimulée à la fois par l'effondrement des structures subventionnaires gouvernementales ainsi que les progrès incessants de l'informatique et des réseaux globaux. Cette dernière tendance peut profondément affecter la première, au point même de la renverser complètement. Mais elle peut tout aussi bien renforcer la position des grandes maisons d'édition. Les paris sont lancés.

Le retrait progressif des subventions gouvernementales aux deux bouts de la chaîne de production et de distribution des revues savantes offre aux maisons d'édition commerciales la possibilité d'envahir ce marché aux caractéristiques inhabituelles. Prenons l'exemple de la compagnie hollandaise Elsevier. Depuis son rachat de tous les titres qui dépendaient auparavant de Pergamon Press, elle contrôle plus de 1100 revues savantes internationales, parmi les plus prestigieuses¹. Autre exemple: elle a également racheté toutes les revues contrôlées par l'Institut national de recherches agronomiques de France. Dans quel but?

Elsevier, comme bien d'autres maisons d'édition analogues, a très bien compris combien la quête d'autorité et de visibilité motivait les scientifiques. Il ne s'est plus agi, ensuite, que de traduire cette motivation en marché *capital* lucratif, un moyen qui passe par l'exploitation systématique de la notion de prestige dans l'édition savante.

Pour ce faire, les maisons commerciales ont entrepris d'attirer dans leur giron les responsables de grandes revues internationales en offrant ce qu'elles appellent de

la « valeur ajoutée », c'est-à-dire qu'elles prennent soin d'un ensemble de tâches qui, généralement, ennuient les chercheurs et chercheuses en charge des revues savantes: nettoyage stylistique, syntaxique et orthographique des textes, qualité typographique, impression, gestion efficace des abonnements et mise en marché. Bref, la rédactrice ou le rédacteur en chef d'une revue savante, appuyés par une grande maison d'édition internationale, disposent enfin des moyens de jouer à plein leur rôle de « *gatekeeper* » sans avoir à se charger aussi de questions de production et de distribution d'imprimés. De plus, en rejoignant une écurie de revues prestigieuses, ils font en quelque sorte partie d'un club d'élite.

L'opération de type Elsevier fonctionne bien pour une série de raisons. D'abord, en se concentrant sur les revues les plus prestigieuses, ces maisons d'édition forcent les grandes bibliothèques de recherche à s'y abonner quel qu'en soit le coût, ou à peu près. Ensuite, l'auteur admis dans ce type de revue, même s'il a dû payer (mais à partir de sa subvention de recherche et non de sa poche) une somme assez lourde pour voir son article imprimé, est trop heureux de la visibilité acquise pour se plaindre du système. Seuls les bibliothécaires dénoncent, trop timidement d'ailleurs, une tendance: les abonnements des revues savantes, toutes origines confondues, ont augmenté de 140 p. cent en 10 ans, tandis que ceux des monographies ne progressaient que de 40 p. cent pendant la même période. Le tiers monde a également protesté, mais sa voix est encore moins entendue que celle des bibliothécaires.

• CRISE FINANCIÈRE ET PUBLICATIONS SAVANTES •

Cette tendance se serait tranquillement intensifiée si une nouvelle donnée n'était venue bouleverser tout le paysage de l'édition savante. Il s'agit, en l'occurrence, de la crise financière des gouvernements. La pression à la suite de graves réductions budgétaires les a forcés, un

JEAN-CLAUDE GUÉDON

EST PROFESSEUR

AU DÉPARTEMENT DE

LITTÉRATURE COMPARÉE

À L'UNIVERSITÉ

DE MONTRÉAL.

peu partout, à revoir les politiques, parmi lesquelles celle de l'édition savante. Malheureusement, ce type d'édition ne constitue pour eux qu'un problème mineur, problème d'une élite de surcroît. Pour ces raisons, elle court tous les risques de se voir traiter hâtivement et superficiellement.

En fait, les décisions prises, si elles ne sont pas bien pensées, peuvent facilement devenir absurdes. Si, pour des raisons d'économie, on diminue le soutien aux revues savantes, on peut être sûr de quelques conséquences. D'abord, les meilleures revues seront vendues à des maisons commerciales étrangères, et le coût d'abonnement pourrait facilement être multiplié par un facteur de cinq et plus. Ensuite, celles qui tenteront de survivre seules devront aussi augmenter leurs coûts d'abonnement d'un facteur d'au moins deux. Le reste va tout simplement disparaître. L'essentiel des revenus d'abonnement provient des bibliothèques, dont les budgets ne croissent plus. Celles-ci devront augmenter leur budget d'abonnement, probablement au détriment des monographies, ce qui ne les empêchera pas de devoir également réduire le nombre de leurs abonnements. Et dans la mesure où une revue canadienne se sera vendue à une maison d'édition étrangère, la bibliothèque canadienne correspondante devra payer en marks ou en guilders ce qu'elle achetait en dollars canadiens. Bonne nouvelle quand on pense à l'évolution du taux de change de notre dollar.

L'absurde, c'est qu'à l'économie effectuée sur le plan des fonds publics en ce qui concerne la subvention des revues, correspond une dépense, parfois supérieure, pour acheter ces revues. Mais l'absurde peut demeurer invisible parce que la source de subvention des revues peut être le gouvernement fédéral ou une instance provinciale, tandis que la source du financement de la bibliothèque est une autre instance provinciale, ou même municipale. Seul le contribuable, qui paye toujours plus d'impôt, sait que les services diminuent et que la dette ne baisse pas, mais il ne comprend pas toujours pourquoi.

L'AVÈNEMENT DE L'ÉDITION ÉLECTRONIQUE

Bien que née largement en dehors de considérations économiques, l'édition électronique n'a commencé à être prise au sérieux que grâce à la crise financière, qui touche désormais la publication des revues savantes. À l'origine, les scientifiques se sont d'abord méfiés parce qu'ils n'y voyaient pas de possibilité de légitimation, bien au contraire. Puis ils ont eu tendance à considérer l'édition électronique comme un palliatif des carences de l'imprimé. Ainsi, en physique, parce qu'on déplorait la lenteur de l'imprimé — qui faisait obstacle aux besoins de communication entre les chercheurs et chercheuses —, le *preprint* était déjà devenu un fait accompli, et l'avènement des réseaux globaux comme Internet a permis de rationaliser cette pratique. Paul Ginsparg, chercheur à Los

Alamos, a ainsi engendré une petite révolution en établissant un serveur de *preprints* qui dessert la communauté mondiale des physiciens et physiciennes. Ceux-ci peuvent ainsi aller chercher des articles acceptés par ailleurs pour publication, à peine 24 heures après l'acceptation de l'article par une revue donnée. Ce faisant, il a également mis en évidence l'existence de conditions économiques radicalement nouvelles pour l'édition scientifique, au point qu'on se demande si la revue en papier est encore bien utile maintenant qu'elle ne sert plus qu'à assurer l'évaluation des articles par les pairs²... De fait, les éditeurs de revues savantes électroniques pourraient aussi bien que les éditeurs de revues en papier faire évaluer les textes.

L'édition électronique savante offre des possibilités d'économie tout en ouvrant la voie à une communication scientifique de meilleure qualité. Mais toutes ces promesses ne peuvent être tenues que si les presses commerciales n'arrivent pas à s'inventer des modalités de publication électronique qui pourraient maintenir, voire augmenter, les profits tirés de la publication de revues savantes prestigieuses. Ainsi, quand Elsevier, avec son projet Tulip, offre des pages-images de ses revues imprimées, elle propose un modèle de publication électronique qui non seulement préserve la possibilité de vendre des abonnements très coûteux, mais, en fait, intensifie encore le contrôle que la maison d'édition exerce sur ses propres textes. Un exemple? Il est plus long et plus coûteux d'imprimer une page-image numérisée que de photocopier la même page imprimée.

CONCLUSION: UNE PRESSE ÉLECTRONIQUE DE RECHERCHE POUR LES FRANCOPHONES DU CANADA

L'édition de revues savantes se trouve à une croisée des chemins. Des décisions prises, dépendra un avenir caractérisé soit par une reprise du contrôle de la communication scientifique par les chercheurs et les institutions de recherche, soit par un renforcement formidable de l'emprise du secteur commercial sur ce secteur très particulier de l'édition, avec tous les effets délétères que cela peut engendrer sur le plan de l'accessibilité des connaissances fondamentales.

Du point de vue des francophones du Canada (et aussi, dans une certaine mesure, de tous les francophones du monde), la décision à soutenir paraît simple puisque le scénario commercial renforce les facteurs marginalisant d'abord la langue française et ensuite, les chercheurs francophones eux-mêmes. Par l'édition électronique, en revanche, les recherches de scientifiques francophones pourraient être projetées plus efficacement à l'échelle mondiale et la langue française pourrait reprendre une place plus visible aux côtés de l'anglais. En effet, il ne coûte guère plus cher de publier deux versions du même texte qu'une seule, à condition que l'auteur ou l'auteure offre les deux versions.

Dans cette perspective, il semblerait utile de coordonner les efforts entre francophones, francophones d'Amérique d'abord, et francophones de partout ensuite, de façon à agir avec efficacité contre les manœuvres des éditeurs commerciaux tout en offrant des modèles de communication entre chercheurs, modèles susceptibles d'inspirer d'autres grands groupes linguistiques. Sans hostilité pour l'anglais, qui demeure précieux comme langue véhiculaire de la recherche mondiale, le français pourrait jouer un rôle d'appoint dans les pays où cette langue a encore un certain droit de cité.

Une table de concertation entre ministères en cause, instances de recherche (universités et centres de recherche), chercheurs et chercheuses, presses universitaires et bibliothécaires devrait être mise sur pied. Son rôle? Trouver les moyens de favoriser l'émergence d'une presse électronique de recherche apte à valoriser la recherche francophone et les scientifiques francophones à l'échelle du monde entier tout en utilisant le plus rationnellement possible les ressources précieuses des gouvernements. Lancée par la francophonie nord-américaine, une telle entreprise pourrait stimuler des entreprises analogues qui commencent à voir le jour ailleurs dans la francophonie, par exemple au sein de l'Association des universités partiellement ou entièrement de langue française (AUPELF)³.

Cette presse électronique de recherche ne viserait que les outils de communication des communautés de recherche et ne menacerait aucunement les autres secteurs commerciaux de la publication, qui relèvent d'une tout autre logique et requièrent une analyse entièrement distincte de celle esquissée ici. Elle viserait surtout à assurer la place des scientifiques francophones du Canada dans le système mondial de la recherche, tout en offrant à la francophonie des modèles utiles pour sa propre évolution dans un univers toujours plus numérisé. Elle offrirait enfin un modèle de développement à d'autres ensembles linguistiques, assurant ainsi une meilleure survie

du multiculturalisme et du multilinguisme dans un monde toujours plus globalisé et, par là, toujours davantage menacé d'homogénéisation. ☪☪☪

NOTES

1. À titre de comparaison, le Conseil de recherches en sciences humaines (CRSH), le Conseil de recherches en sciences naturelles et en génie (CRSNG) et le Conseil national de recherches du Canada (CNRC) soutiennent environ 200 revues à l'échelle du Canada, et le Fonds pour la formation de chercheurs et l'aide à la recherche (FCAR) environ 70. *Grosso modo*, Elsevier à elle seule publie trois fois plus de revues savantes que le Canada et surtout, des revues autrement plus prestigieuses que la grande majorité des revues savantes canadiennes.
2. Sur Paul Ginsparg, voir Gary STYX, « The Speed of Write », *Scientific American*, vol. 271, n° 6 (décembre 1994), p. 106-111. Voir aussi P. GINSPARG, « First Steps Towards Electronic Research Communication », disponible sur W3 à l'URL suivant: <http://xxx.lanl.gov>. Cet article est adapté d'une version imprimée disponible dans *Computers in Physics*, vol. 8, n° 4 (juillet-août 1994), p. 390-396. À noter que ces *preprints* sont déjà, en principe, acceptés par une revue de papier et ont subi l'évaluation des pairs. Cela dit, les temps de réaction permis par la publication électronique et la surveillance implicite de tous les travaux par tous les spécialistes offrent en fait une sorte d'évaluation permanente et globale peut-être encore plus efficace, à terme, que le processus classique d'évaluation par les pairs. Quoi qu'il en soit, la question fait l'objet de débats dans les forums de l'Internet qui se spécialisent dans les questions de publication électronique.
3. L'AUPELF cherche actuellement à concevoir et lancer le « Réseau électronique francophone pour l'enseignement et la recherche » (REFER). Un collège scientifique international a été formé dans ce but, auquel appartient l'auteur du présent article.

Des commentaires? Interface@acfas-2.acfas.ca

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 L'INDUSTRIE, DU COMMERCE, DE LA SCIENCE ET DE LA TECHNOLOGIE, DU PROGRAMME SCIENCES ET CULTURE CANADA, DU CONSEIL DE RECHERCHES EN SCIENCES HUMAINES, DU CONSEIL DE RECHERCHES MÉDICALES ET DU CONSEIL DE RECHERCHES EN SCIENCES NATURELLES ET EN GÉNIE. **DIRECTRICE ET RÉDACTRICE EN CHEF:** SOPHIE MALAVOY **DIRECTEUR GÉNÉRAL DE L'ACFAS:** GERMAIN GODBOUT **SECRÉTAIRE DE RÉDACTION:** JOCELYNE THIBAUT **COMITÉ DE RÉDACTION:** PATRICK BEAUDIN, THÉRÈSE BOUFFARD, MONA NEMER, DENISE PELLETIER, GARY SLATER, YANICK VILLEDIEU **RÉVISION LINGUISTIQUE:** HÉLÈNE LARUE **DIRECTION ARTISTIQUE:** LORTI - MOUSSEAU **ILLUSTRATION DE LA PAGE COUVERTURE:** JACQUES COURNOYER **PUBLICITÉ:** GILBERT MARIN **TÉL.:** (514) 621-9801 **TÉLÉC.:** (514) 621-9740 **SORTIES POSTSCRIPT:** TYPOGRAPHIE SAJY **IMPRESSION:** IMPRIMERIE QUEBECOR SAINT-JEAN. LES ARTICLES D'**INTERFACE** PEUVENT ÊTRE REPRODUITS SANS AUTORISATION À CONDITION QUE L'ORIGINE EN SOIT MENTIONNÉE. POUR TOUTE DEMANDE DE RENSEIGNEMENTS, S'ADRESSER À L'ACFAS, 425, RUE DE LA GAUCHETIÈRE EST, MONTRÉAL (QUÉBEC) H2L 2M7. **TÉL.:** (514) 849-0045, **TÉLÉC.:** (514) 849-5558. **INTERFACE@ACFAS-2.ACFAS.CA** LA REVUE **INTERFACE** EST RÉPERTORIÉE DANS *REPÈRE*. ENVOI DE PUBLICATION ENREGISTREMENT N° 6489. SEPTEMBRE 1995, DÉPÔT LÉGAL: BIBLIOTHÈQUE NATIONALE DU QUÉBEC, TROISIÈME TRIMESTRE 1995 ISSN 0826-4864

SEPTEMBRE - OCTOBRE

INTERFACE

MCMXCV

Camille Limoges

On peut provoquer des controverses, les alimenter, les fuir... On peut aussi, comme Camille Limoges, les étudier.

Tout l'art de la controverse

Josée Boileau

Loin de chercher qui dit vrai, qui dit faux, ou qui fait le Bien, qui fait le Mal, cet historien, philosophe et sociologue des sciences analyse la dynamique des débats et des prises de décisions qui entoure toute controverse. Une façon d'aborder la construction du savoir « en pleine action » et surtout de mieux comprendre ceux et celles qui y participent.

« Je suis un être hybride », dit Camille Limoges,

et c'est vrai qu'on ne sait trop dans quelle niche caser ce réputé historien des sciences qui, au début de sa carrière, à la fin des années 60, faisait déjà école en proposant comme thèse de doctorat une toute nouvelle lecture de Darwin.

On le croit voué à l'histoire au sens classique du terme, avec des travaux sur la santé publique au Québec ou le Museum d'histoire naturelle de Paris, et le voilà signant des articles de facture carrément sociologique sur l'élaboration des politiques scientifiques ou le rôle des controverses publiques.

PHOTOS: YVES MÉDAM



On le voit encore attentif à des phénomènes bien circonscrits — la génétique, l'innovation technologique ou les questions d'environnement —, et il se livre parallèlement à une vaste réflexion collective sur la production du savoir en cette fin de siècle.

Mais toutes ces questions d'étiquette sont bien la dernière des préoccupations de Camille Limoges. « Savoir qui je suis du point de vue disciplinaire ne m'a jamais préoccupé. Je pense même que c'est assez pervers, cette coutume qu'ont les gens de construire leur personnalité à partir d'une identité professionnelle très strictement définie par rapport à une discipline. Moi, je trouve ça loufoque que des gens soient fiers de dire « je suis philosophe », « je suis historien », et qu'ils le revendiquent comme une garantie d'authenticité. Je trouve ça très, très bizarre. Je pense plutôt qu'il faut que les chercheurs se mêlent, circulent. »

Lui-même pratique ce qu'il prône, ne cessant de travailler en collaboration avec des chercheurs et chercheuses de toutes les disciplines, du monde entier, à l'extérieur comme à l'intérieur de l'université, participant pleinement à cette circulation des idées qu'il revendique tant.

Plus encore, cet intellectuel qui parcourt le globe au gré des invitations dans les universités étrangères et des congrès auxquels il participe, qui enseigne à l'Université du Québec à Montréal (UQAM) et y dirige le Centre interuniversitaire de recherche sur la science et la technologie (CIRST), qui a fondé dans les années 70 l'Institut d'histoire et de sociopolitique des sciences à l'Université de Montréal, est loin de se limiter à la recherche et à la réflexion. On le retrouve au fil des ans à présider le Comité consultatif sur l'environnement à Hydro-Québec, à siéger au défunt Bureau de consultation de Montréal, à collaborer à divers comités gouvernementaux d'évaluation ou de gestion en matière d'éducation, de programmes scientifiques ou d'environnement.

Il joindra même pendant six ans, de 1981 à 1986, les rangs de l'Administration publique à Québec, où il deviendra sous-ministre à l'Enseignement supérieur et à la Science. C'est la période pendant laquelle verront notamment le jour la *Loi sur le développement scientifique*, le Fonds pour la formation des chercheurs et l'aide à la recherche (FCAR) de même que le Conseil de la science et de la technologie.

Ce mélange de réflexion et d'action, « c'est une question de tempérament, explique-t-il. J'aime être actif dans des organisations, je l'ai toujours fait depuis mon adolescence. Et même si je travaille beaucoup en collaboration, il reste que l'activité du chercheur se déroule dans un milieu confiné et que je ressens le besoin de m'aérer ».

• UNE PANOPLIE D'OUTILS POUR MIEUX PENSER •

Camille Limoges est en fait un passionné de la construction du savoir sous ses formes les plus variées, une question qui le fascine depuis ses études à l'École normale

alors qu'il bifurquait de la littérature vers la philosophie pour ensuite découvrir l'histoire des sciences auprès de nul autre que le grand Georges Canguilhem. Et si ses travaux actuels ont l'air de creuser davantage cette question, « c'est que maintenant, je pratique avec une panoplie d'outils plus nombreux que ceux dont je disposais en 1970, quand je faisais mon doctorat à Paris », raconte-t-il.

« J'ai commencé avec des outils qui étaient ceux d'un philosophe, puis ceux de quelqu'un qui a adopté une approche historique mais encore très épistémologique. J'ai ajouté à ça une préoccupation de politique scientifique. Mais entre les deux, il manquait quelque chose, et c'est la sociologie des sciences qui me l'a donné. »

Cet heureux mélange en a fait une personne qui observe avec curiosité, et sans état d'âme (« Je ne suis pas un angoussé », précise-t-il, pince-sans-rire), la place et les avancées de la science dans nos sociétés.

« Et le monde dans lequel on vit ne me paraît pas pire que le monde dans lequel mes ancêtres ont vécu, souligne-t-il tout de go.

« Je donne à l'UQAM un cours de premier cycle sur les sciences de l'environnement et je débute en faisant passer aux étudiants un petit test pour savoir ce qu'ils pensent et ce qu'ils savent. On leur demande: « Est-ce que l'espérance de vie est plus grande au centre-ville à Montréal en 1995 qu'elle l'était en 1895? », « Est-ce que l'état de santé des gens à Montréal en 1995 est meilleur que ce qu'il était en 1895 à la campagne? » Mes étudiants pensent que la situation est pire maintenant qu'il y a 30 ans ou 100 ans, alors que c'est faux; ils pensent aussi que la vie est plus saine et moins dangereuse à la campagne qu'à la ville, ce qui est également faux. On a fait une représentation tout à fait idyllique et faussée de ce qu'a été le passé.

« Bien sûr, il y a eu des périodes plus graves que d'autres dans l'histoire de l'humanité. Si l'on avait vécu au XIV^e siècle au moment de la Grande Peste de 1348 qui a décimé entre 30 et 40 p. cent de la population européenne, on aurait vécu quelque chose comme une catastrophe. Si l'on avait vécu en Europe entre 1939 et 1945, on aurait vécu quelque chose de très angoissant.

« La période actuelle n'est pas de cet ordre-là, même si l'on a des problèmes qui sont graves, notamment en ce qui touche la question de l'emploi. Depuis la Renaissance, dans les sociétés modernes, les gens se sont définis par ce qu'ils font. On n'a pas de modèle de société qui permettrait d'avoir, comme c'était le cas dans la Rome antique, une majorité de gens qui ne travaillent pas. En fait, c'est tellement vrai qu'on est défini par le travail — le travail au sens rémunéré — que ce fut là la principale revendication des femmes. On est dans une transition et toutes les périodes de transition sont des moments où l'on ne sait jamais très bien si le passage sera réussi ou non. »

Connaître autrement avec ou sans l'université

C'est l'histoire de six chercheurs étrangers de calibre international à qui le gouvernement suédois, soucieux de revoir toute sa politique des universités, demande d'explorer les grandes tendances du développement de la connaissance sur le plan mondial, sans égard à la situation dans son propre pays. Cette commande originale, à laquelle participa Camille Limoges, déboucha sur un livre, *The New Production of Knowledge*, publié l'an dernier, qui vient briser bien des idées reçues. Les auteurs y avancent notamment que les universités sont en voie de perdre le monopole de la production de la connaissance en raison même de leur succès: formant de plus en plus d'«experts» dans tous les domaines, elles n'arrivent plus à absorber leurs diplômés et diplômées, qui vont poursuivre ailleurs leurs travaux de recherche autrefois réservés à l'université.

Autre constat: l'effacement disciplinaire. Non seulement, dans un très grand nombre de domaines, la majorité des articles scientifiques sont-ils dorénavant écrits par plusieurs auteurs et auteures, mais ceux-ci appartiennent de plus en plus à des disciplines différentes, à des établissements différents et même à des secteurs différents (universités, laboratoires gouvernementaux ou industriels).

De même, la recherche est de plus en plus produite dans un contexte d'application. «Non pas de la recherche appliquée, orientée en fonction d'un produit particulier, explique Camille Limoges. Il s'agit même parfois de recherche qu'on qualifierait de très fondamentale — quoique ces appellations m'apparaissent de plus en plus dépassées. Mais les connaissances sont maintenant produites dans un mouvement qui va vers l'application. Ce qui veut dire que la fraction de la recherche qui a une fonction de curiosité, de pur avancement de la connaissance, est de plus en plus réduite.»

Faute de mieux, les six auteurs du rapport ont regroupé ces nouvelles façons d'engendrer la connaissance sous le terme «mode 2», en opposition

au «mode 1» qui serait l'approche disciplinaire traditionnelle.

«Le mode 2 est en voie de devenir dominant, dit Camille Limoges. La majorité des chimistes, par exemple, ne sont plus dans les universités, tout comme c'est le cas pour les physiciens, les mathématiciens, les sociologues. Et pour bon nombre d'entre eux, ils ne sont pas qu'utilisa-



teurs de connaissances: ils en sont eux-mêmes des producteurs.»

Foison de diplômés certes, mais les critiques sont telles quant à la qualité actuelle de ces diplômés, leur aspect souvent strictement utilitaire dans un monde où ils sont devenus la clé pour un emploi, qu'on peut se demander si à la quantité, répond la qualité.

«D'une part, ce n'est pas vrai que le niveau baisse, rétorque Camille Limoges. C'est vrai que les classes sont plus hétérogènes qu'avant. Maintenant, les étudiants et les étudiantes n'entrent plus à l'université au même âge et ils n'ont pas tous la même formation. Néanmoins, en 1970, il y avait des poires en classe: tout le monde n'était pas brillant, bien formé, intéressé. C'est là une autre représentation mythique de ce qu'était la situation.

«D'autre part, la prolifération de la littérature scientifique démontre à elle seule les progrès de plus en plus rapides de la science. Et à cette production d'articles, s'ajoutent maintenant des connaissances sociales, scientifiques et technologiques qui ne se retrouveront jamais sous forme écrite. Et même s'il est vrai que le public en général obtient des scores très faibles en termes de connaissances scientifiques et techniques, ça n'a jamais été mieux avant! En matière scientifique, il y aura toujours une pente très grande entre les

gens qui en font leur spécialité et les gens qui sont à la limite de l'alphabétisation dans ce domaine, et je ne pense pas qu'elle va s'amenuiser. À l'inverse, dans l'ensemble de la population, il y a de plus en plus de gens qui ont de telles connaissances et qui en produisent eux-mêmes.

«On en a un bon exemple avec l'informatique. À la fin des années 60, si l'on ne savait pas programmer, on ne pouvait rien faire. Trente ans après, des gens qui n'ont aucune notion d'informatique sont capables d'utiliser un ordinateur pour écrire, faire des calculs, de la mise en pages, des dessins, etc.»

GIBBONS, Michael, LIMOGES, Camille et al., *The New Production of Knowledge*, SAGE Publications, 1994, 179 pages.



LA CONTROVERSE COMME SOURCE DE SAVOIR

D'aucuns voudront élargir ces préoccupations de notre temps et y ajouter, pour les déplorer, tous les développements scientifiques qui conduisent à la manipulation génétique, à l'exploitation des ressources de la planète, à la course aux armements... Stop, fait Camille Limoges : décider du Bien ou du Mal n'est pas le cœur du problème.

« De un, tranche-t-il, je ne suis pas de ceux qui pensent qu'il existe des valeurs qui soient universelles et qui permettent de tout déterminer. De deux, je peux avoir des idées personnelles sur toutes ces questions que vous citez. Mais ce qu'il faut comprendre, c'est que dans ces discussions-là, les gens se conduisent souvent comme si on allait faire un grand bond en avant une fois qu'ils auront personnellement dit ce qu'ils croient être juste. Alors que tout ce qu'ils font, c'est d'ajouter une série d'énoncés à quelque chose qui est un débat. »

Et en soi, vous dira encore Camille Limoges, ce n'est là rien de très intéressant. Ce qui l'est bien davantage, ce qui est au cœur de ses plus importantes recherches actuelles, c'est plutôt l'étude de la dynamique d'ensemble de tels débats : la controverse comme partie constituante du savoir et source de normativité.

Et en se penchant sur ce phénomène, lui et ses collaborateurs ont pu constater que la prise de décision faisant suite à toute question scientifique controversée est le fruit d'un processus bien plus éclaté qu'on ne le croit, où l'expert n'a jamais le dernier mot, où les experts d'ailleurs ne sont pas toujours ceux qu'on croit et où jamais, au grand jamais, ce qu'on appelle l'éthique n'aide qui que ce soit.

L'ÉTHIQUE NE DIT PAS QUOI PENSER

« L'éthique appliquée, qui permettrait de trancher les questions controversées, ça n'existe pas, dit-il d'un ton définitif. Je crois qu'il y a tout un aspect de l'éthique qui est une *balloune*. Certes, chacun sait qu'il ne faut pas torturer son voisin, ni violer sa voisine, ni voler. Mais il s'agit là de valeurs qui font partie des mœurs et qui nous sont inculquées dès la petite enfance : on n'a pas besoin de l'éthique pour comprendre.

« L'illusion, c'est de penser qu'il existe un savoir abstrait qui nous serait d'un grand secours quand on ne sait plus quoi penser. Par exemple, est-il moralement correct de modifier la lignée germinale ? Des gens trouvent qu'il est souhaitable d'intervenir sur le patrimoine génétique de l'humanité pour éliminer les gènes à la source des maladies héréditaires, et d'autres croient l'inverse. Le débat est ouvert, mais il n'existe pas de science de l'éthique qui puisse nous dire quoi en penser.

« Ce qui existe, poursuit-il, c'est un art de l'argumentation éthique : apprendre aux gens à argumenter sur les questions de ce qui est bien et de ce qui est mal. Mais les questions litigieuses comme l'avortement, la fluoration de l'eau ou la fécondation *in vitro* ne peuvent être tranchées qu'en explorant les conséquences des choix possibles. C'est le débat social qui, progressivement, éclaire les incidences, les conséquences, les implications de tel ou tel comportement, et qui fait qu'à un certain moment, il y a une norme, de manière implicite ou explicite, qui est édictée.

« Mais on n'est pas dans l'ordre du Vrai et du Faux, et ce n'est pas l'énoncé de l'expert qui vient provoquer la clôture de la controverse. Au contraire, les experts participent aussi à la polarisation des enjeux. »

N'empêche, ne vaudrait-il pas mieux parfois pouvoir faire l'économie de certains débats, surtout quand s'y mêlent des groupes de pression plus soucieux de l'effet médiatique que de l'avancée de la science, les interventions démagogues de politiciens en mal de votes, l'ignorance d'une grande partie de la population en matière scientifique ? Pas du tout, répond imperturbablement le chercheur. Il n'y a pas de controverse inutile et la méconnaissance elle-même est source de savoir.

« Prenons une controverse comme la fluoration de l'eau, illustre-t-il. Les gens qui sont contre ont des arguments qui, à moi, m'apparaissent un peu déficients. Par exemple, ce sont des gens qui pensent que le fluor est quelque

Le carcan universitaire: attention, danger!

Les critiques de Camille Limoges à l'égard du fonctionnement des universités québécoises sont connues... et sévères. Il ne craint pas de les répéter sur les tribunes des grands rassemblements de chercheurs et chercheuses, ni de les publier. Histoire de sonner l'alarme avant l'enlèvement. «Les universités québécoises ont fait des progrès fulgurants depuis 1968, note-t-il. Le développement de la recherche a été tout à fait remarquable et les universités québécoises ont formé des générations de diplômés et diplômées de très bon niveau. Plusieurs établissements ont atteint eux-mêmes un calibre international. Il est indéniable aussi que la majorité des gens à l'université prennent leur travail très au sérieux.

«Ce qui me préoccupe toutefois, c'est l'extraordinaire lourdeur des structures, le renfermement disciplinaire. Les très bonnes universités étrangères sont des universités qui se gèrent avec plus de souplesse que les universités québécoises. Nos programmes de premier cycle, par exemple, sont ultra spécialisés, comparés aux programmes étrangers. Or, de la façon dont sont gérées les universités, c'est l'intérêt même des départements d'être renfermés sur eux-mêmes. Les moyens dont disposent ces derniers sont directement liés à l'importance de leur clientèle étudiante. Ils se doivent donc de retenir les étudiants et les étudiantes, alors qu'au contraire, il faudrait leur donner une possibilité de circulation beaucoup plus grande entre les départements.

«Un autre gros problème des universités québécoises, c'est l'inertie institutionnelle, c'est-à-dire la très grande difficulté à prendre des décisions. Beaucoup d'universités ont des mécanismes de gestion qui font qu'on ne peut innover que par consensus. Mais une université qui se gère par consensus, c'est une université qui piétine. «Actuellement, ce qui se fait de plus intéressant dans ces établissements se produit de manière informelle, dans les interstices de ce qui existe déjà. Il y a des limites à une telle façon de faire. Moi, je crains qu'après avoir réussi une très bonne mise à niveau, les universités québécoises ne soient tout simplement en perte de vitesse dans dix ans.»

chose d'artificiel et de chimique, et que l'eau n'est pas quelque chose de chimique. Des gens qui croient, je l'ai entendu, que des ions de fluor, il y en a des naturels et des artificiels. Des aberrations du point de vue scientifique. On ne s'attend donc pas à ce que des choses comme ça fassent avancer la connaissance sur les effets physiologiques à long terme de l'ingestion du fluor. Mais on peut mieux savoir comment les gens réagissent quand on règle quelque chose d'aussi fondamental que leur alimentation.»

DES SAVOIRS SCIENTIFIQUES AUX COMPORTEMENTS SOCIAUX

«Vous savez, quand on dit que la controverse contribue à la connaissance, on ne parle pas seulement des connaissances biologiques, physiques ou chimiques, mais aussi des connaissances sur la société. Et plusieurs des plus importants problèmes qu'on a en termes de connaissance portent précisément sur les fonctionnements sociaux. S'il y a une chose qu'on comprend très, très mal, c'est comment se fait l'interface entre les comportements humains et ce que les gens croient savoir du monde physique, du monde naturel.

«À ce jeu, poursuit-il, on s'aperçoit que l'expert n'est pas toujours d'une grande utilité, lui qui analyse le problème à traiter sous la loupe des seuls faits avérés. Et puis,

qu'est-ce donc qu'un expert? Nul ne le dira, sauf... le débat. Car ce ne sont pas toutes les découvertes scientifiques qui feront des experts de leurs auteurs ou auteures. La majorité des articles publiés dans le monde par les chercheurs et les chercheuses — et l'on sait combien il n'en manque pas! — s'attirent l'indifférence générale du grand public et des médias. Jusqu'au jour où certains s'aperçoivent que tel article ou telle donnée scientifique les intéresse et décident d'en débattre sur la place publique. La balle est lancée. Le scientifique se voit soudain attribuer une «expertise», et c'est là qu'il devient lui-même acteur, certes incontournable mais néanmoins un parmi d'autres, au sein de la controverse.»

Car le monde scientifique ne doit pas avoir d'illusions, note encore Camille Limoges: ce n'est pas toujours la décision la plus avérée scientifiquement qui finalement l'emportera. La palme reviendra plutôt à la décision la plus socialement acceptable». Qu'est-ce à dire?

«Celle qui sera reconnue la plus «responsable» non pas au sens éthique mais social, répond, sibyllin, le chercheur. Les éléments argumentatifs influent moins sur la prise de décision que la confiance et la crédibilité accordées par les acteurs publics aux décideurs. Et il n'y a pas d'indicateurs préalables pour ce type de décision. C'est toujours un pari, et l'on saura seulement *post facto* si elle était bonne ou mauvaise. C'est pourquoi la gestion des controverses n'est pas une science mais un art, une sagesse.» ■



Oui... au français québécois standard

PIERRE MARTEL ET HÉLÈNE CAJOLET-LAGANIÈRE

C'est de plus en plus clair: les Québécois et Québécoises n'adopteront jamais le joul comme langue officielle. Ils ne parleront sans doute jamais le français de France. Ils veulent tout simplement une langue de qualité à la fois française et québécoise qui exprime leur univers culturel et institutionnel nord-américain. Une langue à laquelle correspond enfin une norme, celle du français québécois standard. Une langue qui mérite d'avoir un jour son dictionnaire.

Depuis l'adoption du projet de loi 22 en 1974 par le gouvernement du Québec, le français est la langue officielle du Québec. Mais de quel français s'agit-il? Est-ce le français de France? Une langue uniquement québécoise? Ou encore, un moyen terme qui existerait entre ces deux extrêmes? Depuis des siècles, le jugement des Québécois et Québécoises à l'égard de leur langue est extrêmement sévère, tant à l'oral qu'à l'écrit. Et la situation, selon une certaine élite, ne fait que s'aggraver. Le fossé est de plus en plus grand entre une norme française acceptable et la réalité québécoise. Voilà diverses opinions que nous voulons discuter et certaines questions que nous voulons aborder sous un éclairage nouveau.

Afin de porter un regard objectif sur ces points essentiels caractérisant tous la notion de «qualité de la langue au Québec¹», nous avons rassemblé, au CATIFQ, une documentation considérable et unique composée d'études et de recherches sur l'histoire et la description du français au Québec. Nous avons regroupé d'une ma-

nière systématique les opinions et les perceptions qu'ont eues les Québécois et Québécoises à l'égard de leur langue, de leur prononciation et de leurs mots. Nous avons suivi au fil des siècles l'évolution des discours épilinguistiques, c'est-à-dire ceux véhiculant les représentations que les locuteurs se forgent à propos de la langue ou du langage. Ainsi, nous avons dépouillé plus d'une centaine d'ouvrages et d'articles sur la langue au Québec, couvrant la période de 1691 à nos jours, et les préfaces, introductions et avant-propos des principaux dictionnaires et ouvrages normatifs publiés au Québec de 1881 jusqu'à aujourd'hui. De plus, nous avons parcouru attentivement 33 ans du journal *La Presse*, de 1960 à 1993; ainsi, près de 1100 articles reliés de près ou de loin à la qualité du français québécois ont été analysés. En outre, deux enquêtes, l'une en 1970 et l'autre en 1993 (avec 100 informateurs chacune), ont été menées au Québec et analysées. Enfin, nous avons tenu compte des diverses études et recherches sur l'état de la langue dans les secteurs caractérisant la langue publique québécoise, notamment la langue de l'Administration, de la législation, des médias et de la publicité, des entreprises et celle de l'éducation. Au total, il s'agit donc d'une documentation

PROFESSEURS AU DÉPARTEMENT
DES LETTRES ET COMMUNICATION DE
L'UNIVERSITÉ DE SHERBROOKE, PIERRE
MARTEL ET HÉLÈNE CAJOLET-LAGANIÈRE
FONT PARTIE DU CENTRE D'ANALYSE ET
DE TRAITEMENT INFORMATISÉ DU FRAN-
ÇAIS QUÉBÉCOIS (CATIFQ). PIERRE
MARTEL A, PAR AILLEURS, ÉTÉ PRÉSI-
DENT DE L'OFFICE DE LA LANGUE FRAN-
ÇAISE DE 1988 À 1990.

nière systématique les opinions et les perceptions qu'ont eues les Québécois et Québécoises à l'égard de leur langue, de leur prononciation et de leurs mots. Nous avons suivi au fil des siècles l'évolution des discours épilinguistiques, c'est-à-dire ceux véhiculant les représentations que les locuteurs se forgent à propos de la langue ou du langage. Ainsi, nous avons dépouillé plus d'une centaine d'ouvrages et d'articles sur la langue au Québec, couvrant la période de 1691 à nos jours, et les préfaces, introductions et avant-propos des principaux dictionnaires et ouvrages normatifs publiés au Québec de 1881 jusqu'à aujourd'hui. De plus, nous avons parcouru attentivement 33 ans du journal *La Presse*, de 1960 à 1993; ainsi, près de 1100 articles reliés de près ou de loin à la qualité du français québécois ont été analysés. En outre, deux enquêtes, l'une en 1970 et l'autre en 1993 (avec 100 informateurs chacune), ont été menées au Québec et analysées. Enfin, nous avons tenu compte des diverses études et recherches sur l'état de la langue dans les secteurs caractérisant la langue publique québécoise, notamment la langue de l'Administration, de la législation, des médias et de la publicité, des entreprises et celle de l'éducation. Au total, il s'agit donc d'une documentation

ILLUSTRATION: JACQUES COURNOYER

bruns les
bles. J'avais envie de ra
es françaises et d'envoyer mon mo
la portière. Un monsieur, en trairieux avec un
me et une première, tous ceux qui voyagent po
e je suis lorsqu'on riât tes vous im
quand on entendance.
Mais



diversifiée et abondante dont la synthèse est originale. Elle nous a permis d'établir un diagnostic «fondé» de l'histoire du français québécois et de la perception de sa qualité, et de dégager un certain nombre de constats, dont voici les principaux.

•
UN MYTHE À DÉTRUIRE
•

Le premier fait saillant de ce bilan touche la qualité de la langue sous le régime français, c'est-à-dire jusqu'à 1759. Parmi les idées reçues de bon nombre de Québécois et Québécoises, l'une veut qu'à l'origine, nos ancêtres parlaient le français pur et classique correspondant au bon usage du français au XVII^e siècle. Mais comme suite à la conquête anglaise, nous aurions «corrompu» ce français correct et dilapidé notre héritage linguistique. Depuis plus d'un siècle, nous aurions ainsi «massacré» le bien légué au départ, nous rendant par le fait même coupables d'une faute honteuse.

En réalité, il en fut tout autrement, car la qualité du français était déjà problématique à la fin du régime français. En effet, plusieurs variantes de français furent importées en Nouvelle-France: d'abord le français de la cour, correspondant au bon usage de l'époque, qui était sans doute la langue du haut clergé, des dirigeants civils et des hauts gradés de l'armée. Mais également le français populaire de Paris (dans une certaine mesure l'ancêtre de l'«argot» parisien actuel), qui était parlé par certains de nos ancêtres, notamment les soldats et les filles du roi. Ces gens disaient «j'vas» alors qu'à la cour, on disait «je vais», «y» pour «lui», comme dans «dis-y», etc., toutes ces formes appartenant au français condamné d'alors. Existait encore une sorte de «français international», c'est-à-dire un français usité dans les villes portuaires de

curieuse «variété» de français: déjà à ce moment, se posait la question de la «qualité de la langue». C'est cet état de langue qui s'est perpétué jusqu'à nos jours; le «mal parler», si mal parler il y a, existait dès le départ de l'histoire linguistique du Québec.

Comment se fait-il alors que ce français utilisé sous le régime français ait été perçu positivement au point où nous croyons qu'il s'est forcément corrompu postérieurement? L'explication la plus plausible, souvent avancée, tient en la différence linguistique d'avec la France (déjà!). En France, le français était peu répandu, car il ne deviendra la langue commune des Français qu'à la suite de la Révolution, et même à l'aube du XX^e siècle (dans le sud de la France, par exemple). Ici, l'unification linguistique s'est faite dès le départ. On a assisté à la situation paradoxale suivante: en Nouvelle-France, le français était la langue commune de tous les habitants alors qu'en France, elle n'était la langue que d'une élite et celle d'une région très limitée (l'Île-de-France).

•
DEUX DESTINS DIFFÉRENTS
•

Il est une deuxième constatation importante qui ressort avec force de l'histoire linguistique du Québec: depuis le XIX^e siècle, nous vivons dans une profonde et tenace insécurité linguistique. À partir du moment où la langue de prestige fut l'anglais — la langue des dominants —, la langue des dominés, le français, fut dévalorisée d'autant plus qu'elle subit une influence indue de la langue de prestige. Ce phénomène constitue le point névralgique et douloureux de l'évolution linguistique au Québec. Comme suite au constant contact de l'anglais et du français, et donc aux emprunts effectués à la langue supérieure, le français du Canada s'est écarté encore davantage du français de France; il s'est régionalisé et a acquis le statut

Le «mal parler», si mal parler il y a, existait dès le départ de l'histoire linguistique du Québec.

France, où une variété de français servait de *lingua franca* entre les Français habitant différentes régions de France. C'était la langue des commerçants, des voyageurs, des découvreurs. Ce «français international» de l'époque comprenait des mots, des tournures inconnus de l'élite de la cour. Toutes ces variantes de «français» s'étaient confondues en une seule en Nouvelle-France. À ce mélange «Nouvelle-France», venaient enfin s'amalgamer une grande quantité de marques linguistiques (surtout des prononciations et des mots) provenant des patois que parlaient bon nombre de nos ancêtres; plusieurs de ceux-ci provenaient de la Normandie (ils ne parlaient que le normand) ou de l'ouest de la France (Aunis, Saintonge, Poitou).

Une grande partie de ces mots sont d'ailleurs encore utilisés de nos jours au Québec, comme on peut le voir au tableau 1. Si bien qu'à la fin du régime français, la langue commune des habitants de la Nouvelle-France était une

inférieur de langue d'une minorité, de «porteurs d'eau» comme on l'a dit à une époque. À partir de ce moment, les Québécois eux-mêmes ont considéré leur langue comme une sous-variété du français, comme une langue corrompue, comme un «dialecte», un «sabir». Le français québécois, déchu de tout prestige social, fut condamné non parce que ses formes étaient condamnables (la prononciation *moué* n'était-elle pas la bonne prononciation de la cour quelques décennies plus tôt?), mais parce qu'elles étaient différentes de celles de Paris et qu'un statut social inférieur était accordé à la variété québécoise. Cette dévalorisation perdure encore aujourd'hui et prolonge inutilement notre infériorité linguistique. Le bon usage au Québec, la norme, se situe depuis lors à l'extérieur de la communauté linguistique québécoise; il se situe en France. C'est ainsi que tel anglicisme est condamné jusqu'au jour où les Français de France l'acceptent eux-mêmes;



Tableau 1

ORIGINE DE CERTAINS MOTS UTILISÉS AU QUÉBEC

Plusieurs mots utilisés au Québec proviennent des patois que parlaient bon nombre de nos ancêtres.

Mots d'origine normande

<i>Bec</i>	Baiser
<i>Bleuet</i>	Myrtille
<i>Lard</i>	Viande de porc
<i>Pierre à faux</i>	Pierre à aiguiser
<i>Demiard</i>	Mesure de liquide
<i>Penture</i>	Charnière

Mots provenant de l'ouest de la France (Aunis, Saintonge, Poitou)

<i>Godendard</i>	Scie passe-partout
<i>Gosser</i>	Tailler un morceau de bois avec un couteau
<i>Chaudière</i>	Seau en métal
<i>Châssis</i>	Cadre d'une fenêtre
<i>Salade</i>	Laitue

à ce moment, l'anglicisme se métamorphose curieusement en un mot prestigieux; c'est le cas du mot *week-end*. De la même manière, les anglicismes *une job* et *une badge* ont été combattus, mais *un job* et *un badge* se voient et s'entendent chez ceux et celles qui parlent et écrivent bien! On a proscrit les *trench*, *slip*, *stand*, etc., qui sont réintroduits noblement aujourd'hui, nous venant cette fois de la France.

Le drame du français au Québec, comme langue parlée, c'est d'avoir eu comme norme, pour l'ensemble de la population, un « français populaire »; ce *français populaire* a constitué en quelque sorte la norme générale au Québec; c'est aussi de n'avoir pas eu pendant longtemps une élite importante de gens instruits et imposant une norme de langue parlée différente de la norme populaire. Quant à notre langue écrite, toute notre littérature témoigne depuis l'origine que sa morphologie et sa syntaxe sont celles du français général et qu'elle n'en diffère que par l'insertion ou l'usage d'un certain vocabulaire. Il faut ajouter enfin l'influence de la langue parlée dans les textes écrits au Québec. L'histoire a ainsi joué contre nous; à l'opposé, en France, pendant tout le XIX^e siècle, le français était devenu la langue internationale, la langue de la diplomatie, des arts et des sciences. Heureusement, la Révolution tranquille vint et avec elle la prise de conscience d'une collectivité distincte au Québec constituée par les Québécois et Québécoises francophones. La langue française devint à ce moment l'assise première de cette nouvelle société. Mais de quel français s'agissait-il?

NON AU JOUAL

Notre langue, était-ce le joyal, seul idiome qui nous était propre? Durant les années 1960 et 1970, on assista à ce qu'on a appelé la « querelle du joyal », débat qui fut houleux et déchirant (rappelons-nous les réactions suscitées par le refus de la ministre des Affaires culturelles de l'époque d'accorder une subvention pour qu'on aille jouer à Paris la pièce *Les belles-sœurs* de Michel Tremblay). Au

terme de ce long débat, la réponse est cependant venue et elle fut claire: non au joyal, car, de nouveau, le peuple québécois serait isolé de tous les autres peuples, notamment de notre mère patrie et des autres francophones, que l'on venait à peine de retrouver. Rien ne nous choquait davantage que de ne pas être compris par un Français! À partir des années 1970, il fut clair que les Québécois et Québécoises avaient opté majoritairement pour un français commun à tous les francophones.

Depuis lors, ils ont rejeté clairement le séparatisme linguistique. Qui plus est: ils ne veulent pas non plus de l'image de cette langue qui les a tant dévalorisés et infériorisés. Les débats, très passionnés et exagérés, qui ont eu lieu lors de la parution du *Dictionnaire du français plus* et, encore davantage, du *Dictionnaire québécois d'aujourd'hui*, avaient comme arguments principaux le rejet de l'image projetée par ces deux dictionnaires: celle de leur langue familière et populaire. On a surtout dénoncé les anglicismes (*twit*, *gogo(-)boy*, *zippeur*, *bloke*, *bosser*, *se shooter*, *carré «place»*, *chum*, *fun ou fonne*, etc.), les sacres (*christ*, *hostie...*) et les tournures populaires (*ast(h)heure*, *coudons*, *pis*, *tsé*, etc.). Non pas que les Québécois jugent cette image fautive ou mensongère, mais ils veulent dorénavant une image gratifiante, celle d'un français « correct » qui les valorise aux yeux d'eux-mêmes d'abord, mais aussi aux yeux des immigrants, des anglophones (selon lesquels le français québécois serait un français « dialectal ») et des autres francophones.

NON AU FRANÇAIS DE FRANCE

Ce français du Québec, s'il n'est pas le joyal, serait-il alors le français de Paris, le français de France? Curieusement, celui-ci nous est étranger; bien qu'elle soit pour nous prestigieuse, cette langue, qu'on vise à maîtriser et qu'on croit utiliser en grande partie, n'est pas clairement adoptée comme le modèle. Deux enquêtes menées dans les années 1970 et 1993 montrent que la perception des écarts entre le français du Québec et le français de France

Tableau 2 EXEMPLE D'ANGLICISMES REJETÉS AU QUÉBEC, MAIS ACCEPTÉS EN FRANCE

Le français de France ne fait pas l'unanimité comme le montre, par exemple, l'usage des anglicismes.

Au Québec	En France
<i>Traversier</i>	<i>Ferry-boat</i>
<i>Salle de quilles</i>	<i>Bowling</i>
<i>Commanditer / parrainer</i>	<i>Sponsoriser</i>
<i>Bâton</i>	<i>Stick</i>
<i>Escalier mobile</i>	<i>Escalator</i>
<i>Légère (bière)</i>	<i>Light</i>
<i>Vert</i>	<i>Green (au golf)</i>
<i>Pigiste</i>	<i>Free-lance</i>

est de moins en moins négative. Le haïssable, ce sont les mots populaires comme *twit*, *hostie*, *moué*, etc., et non les mots régionaux tels que *orignal*, *ouaouaron*, *bleuet* et autres. Les Québécois et Québécoises sont aujourd'hui déchirés, non pas entre le joul (les niveaux de langue familier et populaire) et le français (le niveau soutenu), mais entre le français universel et un français qui reflète ce qu'ils sont. À l'instar du régime politique idéal que serait un « Québec indépendant dans un Canada fort », ils veulent un français de qualité reconnu internationalement, mais en même temps, ils veulent une langue dans laquelle ils se reconnaissent et retrouvent leurs mots,

etc.) ou très provinciale (*blou* au lieu de *bleu*, *gandole* et non *gondole*, etc.)². Depuis quelques décennies, grâce aux réseaux de communication de la radio puis de la télévision, un nouveau modèle de prononciation a pris forme entre l'ancien usage canadien et l'usage français de France. La langue des principaux annonceurs et annonceuses a été jugée excellente et est ainsi devenue le modèle de prononciation au Québec. Ce modèle n'est pas français; il n'est surtout pas parisien, car le peuple québécois rejette cette prononciation « à la française », qu'il juge trop « pointue ». C'est ce qu'on a appelé le modèle « radio-canadien » du français parlé au Québec. En re-

Les Québécois et Québécoises veulent une langue dans laquelle ils se reconnaissent et retrouvent leurs mots, leurs façons de vivre et leur environnement social, politique et institutionnel.

leurs façons de vivre et leur environnement social, politique et institutionnel. En effet, ce français de France ne fait pas l'unanimité. À titre d'exemple, au Québec, on rejette bon nombre d'anglicismes acceptés en France (tableau 2).

De la même façon, comme nous le verrons plus loin, nous avons adopté la féminisation des titres, que refusent totalement les Français (madame la mairesse, madame la professeure, madame la doyenne, etc.). On le constate donc: même si le français au Québec est proche du français de France, il s'en s'écarte néanmoins sur un bon nombre de points.

OÙ SONT DONC NOS MODÈLES ?

D'abord à l'oral, un modèle s'est dessiné. En effet, autrefois, la langue parlée était très archaïsante (d'anciennes prononciations étaient usitées, telles que *pouche* pour *poche*, *chauvage* pour *sauvage*, *chin* à la place de *chien*,

vanche, à l'écrit, les Québécois et Québécoises ont toujours voulu et veulent toujours s'aligner sur le modèle français. En somme, ils veulent parler français à la québécoise, mais écrire français à la française! Depuis le temps de la Nouvelle-France, la langue écrite s'est toujours alignée sur le modèle français, reflétant ainsi un écart marqué entre le modèle (français) et la réalité (usage québécois). L'élite francophone québécoise, trop peu nombreuse et cherchant de toute façon son prestige en se réclamant, comme l'a écrit Fernand Dumont, « de la noblesse et la richesse de l'*esprit français*³ », n'a jamais su adapter ni voulu imposer un modèle d'écriture proprement québécois.

UN USAGE QUÉBÉCOIS VALORISÉ ?

Dès 1977, les professeurs et professeures de français, réunis lors de leur congrès annuel, ont adopté une résolution définissant le français qui devait être enseigné dans les écoles. La résolution se lisait comme suit: « Que la

**Tableau 3****PARTICULARITÉS ORTHOGRAPHIQUES DU FRANÇAIS QUÉBÉCOIS**

L'orthographe de certains mots est différente au Québec. Certaines de ces graphies ont de plus fait l'objet d'avis de normalisation ou de recommandation par la Commission de terminologie de l'Office de la langue française, organisme mandaté pour légiférer au Québec en matière linguistique.

Au Québec	En France
<i>Canoé ou canot</i>	<i>Canoë</i>
<i>B.B.Q.</i>	<i>Barbecue</i>
<i>Résident (nom et adj.)</i>	<i>Résidant</i>
<i>Tofou</i>	<i>Tofu</i>
<i>Baguel</i>	<i>Bagel</i>
<i>Supporteur</i>	<i>Supporter</i>

norme du français dans les écoles du Québec soit le français standard d'ici. Le français standard d'ici est la variété de français socialement valorisée que la majorité des Québécois francophones tendent à utiliser dans les situations de communication formelle⁴.»

En 1990, le Conseil de la langue française reprenait à son tour cette définition et proposait au ministre responsable de l'application de la Charte de la langue française, dans un avis intitulé *L'aménagement de la langue: pour une description du français québécois*, de procéder à sa description: «[...] ce français standard d'ici n'est pas encore décrit...nous avons souligné l'importance de procéder à une description des usages linguistiques du Québec tant standard que non standard⁵.»

Malgré la proposition des professeurs et professeures de français ainsi que du Conseil de la langue française, le français québécois standard n'a encore fait l'objet d'aucune description, même partielle. En cette absence, certains linguistes et autres spécialistes québécois croient toujours en sa non-existence. Monique Nemni s'exprime ainsi dans *Cité libre*: «La raison est simple: c'est que par expérience, tout le monde sait que ce français québécois standard relève du mythe et qu'on ne peut trouver de spécificité québécoise que dans les registres familiers et populaires [...] Le fait est que l'élite québécoise a toujours eu comme seul registre standard le français [...] Pour vous convaincre que je n'invente rien, lisez non seulement les articles savants, mais n'importe quel article québécois dans n'importe quel journal ou magazine, que cet article s'adresse au grand public ou à des experts. Lisez *Cité libre*⁶.»

Jean Paré renchérit dans *L'actualité*: «Car on étudie une langue qui n'existe pas [...] Le québécois du Petit Boulanger est une non-langue. Elle n'est pratiquée nulle part, par aucun journal, aucun organisme. Il n'y a pas un seul livre d'histoire en «québécois», pas un essai, un seul ouvrage de philosophie, de théologie, pas un seul

article scientifique. Car une langue doit faire tout cela⁷.»

Selon ces critiques, il y aurait donc, d'une part, le français québécois, parlé, populaire, dialectal, et d'autre part, le français international, littéraire, écrit, correspondant à la norme. Nous affirmons que cette vision est absolument fautive, car elle n'intègre pas la hiérarchisation de tous les usages existant au Québec.

•
EST-ON EN MESURE DE CARACTÉRISER LE FRANÇAIS QUÉBÉCOIS STANDARD ?
 •

Pour nous, le français québécois comprend plusieurs niveaux, dont l'un est standard. Dans le but de cerner les caractéristiques de ce niveau, nous avons effectué de nombreuses analyses de textes québécois officiels, de niveau soutenu, qui reflètent une langue soignée. Nous avons dépouillé à cet effet des textes des grands journaux québécois (*Le Devoir*, *La Presse*, *Le Soleil*, etc.), non pas les annonces classées, mais les éditoriaux, les grands textes soignés des principaux journalistes. Nous avons examiné également des magazines comme *L'actualité*; nous avons dépouillé plusieurs dizaines de mémoires qui ont été présentés à la commission Bélanger-Campeau (ces textes présentés publiquement appartiennent à un niveau officiel et très formel). De plus, nous avons soigneusement analysé seize articles scientifiques publiés dans des revues québécoises de vulgarisation, comme *Interface*. Même si ceux et celles qui ont rédigé ces articles veulent et croient écrire selon la norme du français international, tous les textes sans exception présentent des «traces», des «marques», des «spécificités» du français québécois. Si le style de ces textes tend à une parfaite objectivité, dans les faits, aucun texte n'est neutre: tous, ils révèlent par des marques linguistiques que leur auteur est Québécois. Quelles sont ces marques ou ces caractéristiques langagières propres au français standard du Québec? En parcourant les textes sélectionnés, nous avons

Tableau 4
PARTICULARITÉS TYPOGRAPHIQUES DU FRANÇAIS QUÉBÉCOIS

Les règles relatives à l'emploi des majuscules sont particulières au Québec en ce qui concerne les noms de sociétés, d'organismes publics ou privés et d'entités administratives, les noms géographiques (toponymes et odonymes), les titres de films et d'œuvres littéraires, les établissements d'enseignement, etc.

Au Québec

Les liaisons dangereuses
Les plus belles années de ma vie
la Société informatique des Laurentides
le Parti québécois
l'Université de Sherbrooke

En France

Les Liaisons dangereuses
Les Plus Belles Années de ma vie
la société informatique de Paris
le parti socialiste
l'université de Besançon

relevé de nombreuses spécificités québécoises par rapport aux codes orthographique, typographique, syntaxique, morphologique et lexical consignés dans les divers dictionnaires, grammaires et autres ouvrages de référence du français dit « international ».

**DES PARTICULARITÉS ORTHOGRAPHIQUES
 PASSÉES DANS NOTRE USAGE**

Ainsi, on constate qu'au Québec, on écrit *baseball* le plus souvent sans trait d'union, alors qu'en France, *base-ball* est la seule forme employée. On trouve des dizaines d'exemples de la sorte (tableau 3).

Certaines de ces graphies ont de plus fait l'objet d'avis de normalisation ou de recommandation par la Commission de terminologie de l'Office de la langue française, organisme mandaté pour légiférer au Québec en matière linguistique. Conformément à l'article 118 de la Charte

de la langue française, les avis de normalisation sont d'emploi obligatoire: «[...] dans les textes et documents émanant de l'Administration, dans les contrats auxquels elle est partie, dans les ouvrages d'enseignement, de formation ou de recherche, publiés en français au Québec et approuvés par le Ministre de l'Éducation».

**UN CODE TYPOGRAPHIQUE ADAPTÉ
 À LA RÉALITÉ QUÉBÉCOISE**

En ce qui a trait au code typographique, les usages sont très différents entre les conventions utilisées au Québec et celles employées en France. Ces particularités ou ces écarts par rapport à la norme française sont en outre répertoriés dans des guides et des manuels de rédaction administrative d'organismes officiels: mentionnons *Le français au bureau*, le *Guide d'écriture des imprimés administratifs*, *Bien écrire son français*, le *Téléphone*

Tableau 5
**COMPARAISON DES USAGES QUÉBÉCOIS, SUISSE ET BELGE
 PORTANT SUR LA FÉMINISATION DES TITRES ET FONCTIONS**

Si en France on ne féminise pas, d'autres pays francophones comme la Suisse et la Belgique le font. Toutefois, une comparaison des usages fait ressortir un trait particulier au Québec: la finale de certains féminins en «eure».

Québec

Auteure
Ingénieure
Docteure
Metteuse en scène
Censeure
Annonceuse

Suisse

Autrice
Ingénieur
Doctoresse
Metteuse en scène
Censeure
Annonceuse

Belgique

Auteur
Ingénieur
Docteur, doctoresse
Metteuse en scène
Censeur
Annonceuse

**Tableau 6****PARTICULARITÉS DU LEXIQUE DU FRANÇAIS QUÉBÉCOIS**

Comme le montrent ces exemples de mots nouveaux, de sens nouveaux, de référents nouveaux, d'associations ou de groupements de mots nouveaux, c'est dans tous les domaines de la vie courante et professionnelle que l'on rencontre des écarts entre le français québécois et le français de France.

Faune et flore:

merle d'Amérique, bécasse, bernache, barbotte, loche, ail des bois (ail doux), épinette, outarde, achigan, herbe à puce, érable à sucre, cèdre, truite mouchetée, quenouille, ...

Culture:

téléjournal, gala de l'ADISQ, ...

Administration gouvernementale et sociale:

assisté social, assurance chômage (loi de l'-), pension de vieillesse, régime des rentes, abri fiscal, âge d'or, assurance-récolte, sans abri, carte-soleil, bien-être social, directeur adjoint, autopatrouille, cour des petites créances, caisse populaire, ...

Éducation:

baccalauréat, andragogie, décrocheur, personne-ressource, commissaire d'école, collège militaire, finissant, analphabète, polyvalente, douance, éducation permanente, brigadier (scolaire), commission scolaire, collégial, cégep, ...

Alimentation:

tête fromagée, pizza toute garnie, biscuit soda, cipaille, crème glacée, cretons, grands-pères, muffin, œufs dans le sirop d'érable, pâté chinois, tarte au sucre, trempette, dîner-causerie, casse-croûte, table à salade, ...

Commerce:

vente-débaras, vente de garage, dépanneur, pourvoirie / pourvoyeur, sollicitation téléphonique, ...

Institution:

câblodistributeur, caisse populaire, centre de main-d'œuvre, cercle des fermières, théâtre d'été, CLSC, Conseil des Arts, gîte touristique, centre d'hébergement, centre d'accueil, protecteur du citoyen, agent de sécurité, concert-bénéfice, centre de services sociaux, écotourisme, établissement de plein air, concours d'amateurs, ...

Habitation:

maison à deux étages, maison en rangée, maison de chambre, catalogue, volet de départ, duplex, abri d'auto, maison unifamiliale, ...

Géographie:

moyen estuaire, nordicité, Bouclier canadien, embâcle des glaces, sapinage, rang (des épinettes...), acériculture, aménagement paysager, ...

Médecine:

fibrose kystique, chiropratique, podiatre, sidatique, orthopédagogue, système de santé, urgentologue, ...

Toponymie:

zone d'exploitation contrôlée (ZEC), municipalité régionale de comté, ...

Sports:

banc des joueurs, camp ou programme d'entraînement, repêchage, ...

Voiture:

fourgonnette, minifourgonnette, certificat d'immatriculation, familiale, compacte, sous-compacte, covoiturage, ...

linguistique, diffusés comme norme par l'Office de la langue française. Par exemple, comme on peut le voir au tableau 4, les règles relatives à l'emploi des majuscules sont particulières au Québec en ce qui concerne les noms de sociétés, d'organismes publics ou privés et d'entités administratives, les noms géographiques (toponymes et odonymes), les titres de films et d'œuvres littéraires, les établissements d'enseignement, etc.

En outre, les sigles, symboles et abréviations illustrent de nombreuses spécificités québécoises encore une fois approuvées par les organismes officiels. Ils dénotent, entre autres, les différences entre les systèmes d'éducation québécois et français ainsi que les organismes et institutions propres aux deux aires linguistiques. Parmi quantité d'exemples, mentionnons les sigles CLSC (cen-

tre local de services communautaires) et MRC (municipalité régionale de comté); les acronymes CEGEP et COFI et leurs dérivés: cégépien, cégépienne, cofis; ou encore, certains titres de diplômes et grades universitaires: C. Trad. (certificat en traduction) et DEC (diplôme d'études collégiales). Enfin, l'ensemble de la typographie toponymique renferme de nombreuses particularités québécoises. Ainsi, la Commission de toponymie du Québec, sans condamner les abréviations en usage en France *bd*, *bd* ou *Bd*, privilégie l'abréviation québécoise *boul*. La Commission et l'Office ont agi de même dans de nombreux autres cas. « Même s'il est recommandé de ne pas utiliser le mot « place » dans le cas d'un immeuble ou d'un ensemble immobilier, l'Office de la langue française donne tout de même une règle d'emploi de la majuscule

Tableau 7

PARTICULARITÉS DE CERTAINES EXPRESSIONS DU FRANÇAIS QUÉBÉCOIS

Pour de nombreuses expressions, entre plusieurs formes possibles, les Québécois ont fait un choix et les Français un autre.

Au Québec

papier mouchoir
MTS
maison en rangée
beurre d'arachide(s)
œil magique

En France

mouchoir de papier
MST
maison en bande
pâte de cacahouètes
œil de porte (judas)

lorsqu'il est impossible de l'éviter dans des appellations connues et utilisées depuis fort longtemps. La même remarque vaut pour le mot «autoroute», déconseillé comme générique d'une voie de communication, mais dont on fournit la règle d'écriture quand on ne peut l'éviter dans une adresse⁸.» Ces exemples témoignent du besoin, au Québec, de codifier les usages, et ce, beaucoup plus qu'en France.

•
PEU D'ÉCARTS TOUCHANT LA GRAMMAIRE ET LA SYNTAXE SI L'ON EXCEPTE LA FÉMINISATION
 •

Règle générale, le français utilisé au Québec se conforme aux règles traditionnelles de la grammaire et de la syntaxe françaises. Ici encore, on note tout de même certains écarts: dans le *Nouveau Petit Robert*, on préconise l'invariabilité du mot *Inuit*; par contre, la Commission de terminologie de l'Office de la langue française, dans un de ses avis, statue sur la variabilité en genre et en nombre des termes *Inuit* et *Inuktitut* comme noms et comme adjectifs. De même, le terme *assurance sociale* est utilisé au singulier au Québec, alors que dans les dictionnaires français (*Nouveau Petit Robert* et *Petit Larousse illustré*), il apparaît toujours au pluriel.

Par ailleurs, c'est bien connu, en France, on ne féminise pas; au contraire, ce phénomène fait maintenant partie du bon usage du français québécois standard. Nous avons retrouvé dans tous nos textes, y compris dans les textes

nalement, un suivi adéquat *du ou de la malade*¹⁰.» Le recours enfin aux pronoms des deux genres: «Le présent article a une visée pédagogique: sensibiliser *ceux et celles* qui s'intéressent à la question de l'évaluation de la recherche scientifique au Québec [...]»¹¹.» De surcroît, la comparaison des usages suisse et belge portant sur la féminisation fait ressortir un trait particulier au Québec: la finale de certains féminins en «eure» (*tableau 5*).

•
LE LEXIQUE DEMEURE LA SOURCE PRINCIPALE DES SPÉCIFICITÉS QUÉBÉCOISES
 •

Ces «écarts» relevés aux niveaux écrit et soutenu entre le français de France et celui du Québec sont, en réalité, des marqueurs strictement d'ordre linguistique. Ils prouvent l'existence d'au moins deux codes d'écriture acceptés en français. Outre cette différence, importante tout en étant quantitativement limitée, nous notons par ailleurs un nombre impressionnant d'écarts dans l'emploi du vocabulaire. Nous constatons, en effet, que si en France et au Québec, on possède la même langue, on n'utilise pas les mêmes mots et on donne à certains de ces mots des sens différents.

À peu près tout le monde a entendu l'histoire de ce Québécois arrivant en France et demandant un «pain français» dans une boulangerie; la réponse fut toute naturelle et toute spontanée de la part de la boulangère: «Mais, monsieur, on n'a que cela ici!». Au-delà de ce

C'est toute la vie québécoise qui est absente des dictionnaires.

scientifiques, des exemples de la féminisation du discours.

D'abord, l'écriture des deux genres: «[...] les budgets alloués à la recherche doivent servir à produire essentiellement deux choses: des *diplômés* et des *diplômées* de deuxième et troisième cycles, etc.⁹.» Puis, l'utilisation des articles masculin et féminin devant une forme épécène: «Le succès de l'implantation requiert tout d'abord [...] fi-

quiproquo anecdotique, de nombreux exemples pourraient alimenter cette histoire: des cerises de France, des hôpitaux francophones, etc. Dans ce dernier cas, si ces deux mots sont tout à fait *français*, aucun Français n'emploie le syntagme *hôpital francophone* pour désigner un hôpital en France. En revanche, ce syntagme est tout à fait courant au Québec; on fait ici référence non pas à des hô-

pitiaux français, mais bien à des hôpitaux où l'on peut avoir des soins en langue française: «La croissance de la production scientifique dans les hôpitaux francophones a donc été moins grande que dans les hôpitaux anglophones¹².»

Les emplois de *francophone* sont par conséquent beaucoup plus nombreux au Québec qu'en France: la propriété *francophone*, le marché *francophone*, les écoles *francophones*, la presse *francophone*, le gala *francophone*, le théâtre *francophone*, etc. Ces emplois sont particuliers au français québécois et ne sont pas enregistrés par les dictionnaires français. Dans le *Nouveau Petit Robert* (1993), *francophone* ne comporte que deux sens: «1 - Qui parle habituellement français... (Les Africains francophones)... 2- Relatif à la francophonie. (La littérature francophone).» Y sont absents tous les sens associés à la réalité linguistique du Québec. Ces quelques exemples qui illustrent les écarts dans l'emploi du français des deux côtés de l'Atlantique ne sont pas isolés: c'est toute la vie québécoise qui est absente des dictionnaires. Les Québécois et Québécoises, c'est normal, parlent d'eux, de leur expé-

rience et de leur univers. C'est donc dans tous les domaines de la vie courante et professionnelle que l'on rencontre des écarts. Ceux-ci sont en outre de divers types: mots nouveaux, sens nouveaux, référents nouveaux, associations ou groupements de mots nouveaux, et ce, afin de s'adapter au contexte québécois (tableau 6).

Enfin, la majeure partie du vocabulaire politique renvoie naturellement à des réalités différentes de celles de la France; par exemple, dans le *Nouveau Petit Robert*, au mot *autochtone*, on ne trouve que les attestations suivantes: «peuple, race autochtone... (Les autochtones)», alors qu'en français québécois, on relève: *agglomération*, *communauté*, *groupe*, *milieu*, *peuple*, *population* et *société*, etc., *autochtone*.

Il en va de même des séries suivantes: *activité*, *auto-rité*, *budget*, *cadre*, *contrat*, *déficit*, *dépenses*, *dette*, *empressement*, *endettement*, *finances*, *fonds*, *gouvernement*, *instance*, *institutions*, *juridiction*, *lien*, *ministère*, *ministre*, *niveau*, *parlement*, *parti*, *politique*, *pouvoir*, *pratique*, *prestation*, *régime*, *réglementation*, *réseau*, *restriction*, *système*, *transfert*, etc., **fédéral** (aux, ales); *autonomie*, *autorité*, *compétence*, *dépenses*, *gouvernement*, *législature*, *niveau*, *politicien*, etc., **provincial** (aux, ales).

En outre, dans le *Nouveau Petit Robert*, *constitutionnel* est décrit de la façon suivante: «Soumis à une Constitution. Monarchie constitutionnelle. Conforme à la Constitution. Conseil constitutionnel. Loi constitutionnelle. Partisan de la Constitution. Le parti constitutionnel. Les constitutionnels. Clergé constitutionnel.» L'emploi de ce mot dans les textes québécois est très éloigné de cette description française: *amendement*, *attribution*, *avenir*,

cadre, *caractère*, *changement*, (nouveau) *contexte*, *débat*, *discussion*, *dossier*, *encadrement*, *exercice*, *formule*, *incidence*, *loi*, *monde*, *négociation*, *option*, *orientation*, *pacte*, *projet*, *question*, *règle*, *répartition*, *révision*, *statu quo*, *trame*, *travail*, etc., **constitutionnel** (els, elles).

Il est encore étonnant de lire dans le *Nouveau Petit Robert* que le mot *nordique* «est relatif [...] appartient aux pays du nord de l'Europe (spécialement à la Scandinavie); qui en est originaire [...]»; or, dans les textes dépouillés, nous avons relevé les syntagmes suivants qui renvoient tous à la **nordicité américaine**!: *centre*, *développement*, *milieu*, *pays*, *région*, *société*, *territoire*, etc., **nordique**.

Quant aux mots suivants, le sens avec lequel ils sont employés dans les textes québécois est absent des dictionnaires français: *sous-ministre*, *chefferie*, *commission ministérielle*, *attaché politique*.

Enfin, n'est-il pas surprenant de constater qu'aucun dictionnaire, ni français ni québécois, n'enregistre le terme *société distincte*, dont le sens, pourtant si important,

Le français québécois standard existe et peut être décrit.

n'est évident pour personne: «Confédération, régime confédéral, superstructure, Canada des régions, souveraineté-association, peu importe le terme. L'essentiel, c'est de reconnaître le Québec comme *société distincte*, comme peuple, comme nation, de lui attribuer les pouvoirs en conséquence et de trouver une formule suffisamment souple pour garder en même temps le Canada intact, en profitant des richesses de chacune de ses régions et de la force de son entité géographique, économique, politique¹³.»

ET QUE DIRE DE NOS EXPRESSIONS ?

Il ne faut pas minimiser nos expressions. Au Québec, on a aussi notre façon de dire les choses; notre expressivité, notre manière de nous exprimer diffèrent de celles des Français. Certaines expressions nous sont propres: *liste d'épicerie*, *donner l'heure juste*, *une expression à la page*, *mener le bal*, *passer la rampe de la vérification*, *ramer à contre-courant*, *avoir les yeux pleins d'eau*, *tomber dans l'œil de quelqu'un*, *ne pas être la tête à Papi-neau*, *sortir quelqu'un sur la tête*, *avoir le bec sucré*, *ne pas déroger*, etc.

Enfin, entre plusieurs formes possibles d'expression, nous avons fait un choix, les Français en ont fait un autre. Nous ne donnons au tableau 7 que quelques exemples, mais nous en avons relevé plusieurs milliers. Ce sont, on l'a vu, des mots, des sens, des expressions, des tournures, des emplois particuliers et caractéristiques du français d'ici, du vocabulaire de la vie sociale, culturelle, politique, économique et professionnelle du Québec qui ne sont pas consignés dans les dictionnaires français actuels. Ils sont

donc introuvables par l'utilisateur d'un dictionnaire. Ces mots ne font pas partie de la langue populaire ni familière; ils appartiennent au contraire au niveau soutenu de la langue et sont pour la majeure partie acceptés par les organismes officiels responsables de la langue au Québec. En somme, le *français québécois standard* existe et peut être décrit.

Ce français québécois standard représente des usages essentiels au Québec dans la mesure où il décrit nos institutions, notre mode de vie, nos caractéristiques sociales, notre vision du monde. De fait, le français en Amérique

LE DICTIONNAIRE: UN FACTEUR DE COHÉSION ET D'IDENTITÉ COLLECTIVE

Le dictionnaire est le seul ouvrage de référence propre à un pays. Il n'existe pas d'autres ouvrages qu'utilisent à la fois tous les enfants et la plupart des adultes d'un pays; il est un outil constant et général pour tous. Grâce aux nombreuses citations d'auteurs, le dictionnaire est la somme facilement accessible à tous de leur histoire, de leur littérature nationale et de leurs textes importants de toutes

Il n'y a pas de pays qui n'ait son dictionnaire.

s'est implanté et les gens d'ici ont adapté le français à leurs besoins; ils en ont fait un instrument efficace de communication et de conception. De telle sorte qu'on ne peut plus affirmer, comme vient de l'écrire Fernand Dumont, que «le français [est ici] une langue en exil¹⁴».

Une description complète du français québécois, et particulièrement de son niveau standard, inclut également celle du jugement que nous portons sur notre langue et sur nos mots. Par exemple, *littérature* au sens de «dépliant, prospectus», qui fait partie de l'usage au Québec, est condamné parce que pour la plupart des lexicographes et langagiers du Québec, il est un anglicisme; cette condamnation effective par des spécialistes (éclairés!) fait partie de l'attribut du mot dont il faut tenir compte dans toute description, même si le mot en ce sens est maintenant consigné, sans étiquette de condamnation, par les nouveaux dictionnaires français (le *Nouveau Petit Robert* indique seulement «MODERNE»). Les Québécois et Québécoises veulent maintenant une description de leur langue qui corresponde à l'image qu'ils s'en font, c'est-à-dire d'une langue de qualité et qui les sécurise parce qu'elle leur donne enfin une norme à la fois «française» et «québécoise», c'est-à-dire celle d'un français québécois standard et de qualité.

On l'a dit, les Québécois et Québécoises ont rejeté le séparatisme linguistique et tout ce qui les isole de la communauté des francophones; néanmoins, ils veulent d'une langue qui exprime leurs univers culturel et institutionnel nord-américains; ils désirent que le français d'ici puisse exprimer leur vision du monde, vision différente de celle des Européens. Ils ont besoin d'un instrument international de communication ainsi que d'un instrument adapté à leurs besoins particuliers d'expression et de conception du monde qui les entoure. Mais cette langue n'existera que le jour où elle sera décrite et consignée dans l'ouvrage collectif par excellence: le dictionnaire.

sortes. Par les mots qu'il contient, le dictionnaire reflète le monde dans lequel vit une nation. Par ses références constantes à l'univers matériel et immatériel d'une communauté linguistique, il constitue le «ciment indispensable» qui façonne la pensée collective autour d'une manière commune d'être, de penser et de vivre. Il donne au contenu spirituel d'une nation une expression, au moi collectif, une possibilité d'exister et de se reconnaître. L'identité collective entre les membres d'une nation n'est possible que s'il existe une langue commune renvoyant aux mêmes références.

C'est pourquoi il n'y a pas de pays qui n'ait son dictionnaire. Historiquement, le dictionnaire a été un instrument qui a forgé l'âme d'une nation. Ce fut le cas pour l'Italie, l'Espagne, la France... Plus récemment, il en a été de même pour les États-Unis (Noah Webster vit dès 1782 la nécessité d'écrire des ouvrages de référence américains distincts du modèle anglais; son dictionnaire est devenu aux États-Unis synonyme de «dictionnaire national»). Aujourd'hui, en Amérique, l'espagnol mexicain est lui aussi en voie d'obtenir son dictionnaire national (élaboré par L.F. Lara, de Mexico), et d'autres dictionnaires de l'espagnol et du portugais sud-américains sont en cours d'élaboration. Quant au français d'Amérique, il ne possède pas encore son dictionnaire complet.

UNE DESCRIPTION EN COURS DE L'USAGE DOMINANT ET ACCEPTÉ

Notre travail à Sherbrooke porte en grande partie sur la description de ce français québécois standard. Nous avons constitué une banque de données textuelles qui comprend quelque 500 textes différents, plus de 5 millions de mots; nous avons un modèle de description prédictive des mots attestés en français québécois; nous avons à l'heure actuelle plusieurs milliers de telles fiches. La description du français québécois est ainsi bien amor-

cée à Sherbrooke. Son originalité: il ne s'agit pas d'adaptations de dictionnaires français (*Hachette, Robert, etc.*), comme ce fut le cas jusqu'à présent; l'établissement de la nomenclature ainsi que la description des articles partent de la langue telle qu'elle est employée au Québec dans les diverses situations de discours; cette description est appuyée sur une banque de données textuelles qui fournit les références à l'univers québécois. Ce travail prédictionnaire inclut enfin la description du français valorisé d'ici, le français québécois standard. Une nécessité. ⇐ ⇐

NOTES ET RÉFÉRENCES

1. Une partie de nos travaux ont été publiés dans l'ouvrage intitulé *La qualité de la langue au Québec*, 1995, Québec, Institut québécois de recherche sur la culture, «Diagnostic» n° 18, 167 p.; d'autres résultats seront présentés dans le volume qui fera suite à ce premier ouvrage portant sur l'aménagement de la langue (à paraître chez le même éditeur).
2. Pour une histoire de la prononciation au Québec, voir, de Marcel JUNEAU, 1972, *Contribution à l'histoire de la prononciation française au Québec*, Québec, Presses de l'Université Laval, «Langue et littérature françaises au Canada», n° 8, 311 p.; l'auteur conclut ainsi son étude: «La prononciation québécoise de jadis était beaucoup plus dialectale qu'elle ne l'est aujourd'hui; il s'est opéré un étonnant phénomène de «dédialectalisation», p. 275.
3. DUMONT, F. *Raisons communes*, Montréal, Boréal, «Papiers collés», 1995, p. 124.
4. Voir *Rapport et avis, L'aménagement de la langue: pour une description du français québécois*, du Conseil de la langue française, 1990, p. 31.
5. *Id.*, p. 31 et 33.
6. NEMNI, M. «Le dictionnaire québécois d'aujourd'hui ou la description de deux chimères», *Cité libre*, avril-mai 1993, p. 33-34.
7. PARÉ, J. «Une langue «juste pour rire», éditorial, *L'actualité*, 15 mars 1993, p. 10.
8. BISSON, M. «Étude descriptive du français québécois standard», projet de mémoire de maîtrise, janvier 1995, 31 p.
9. GINGRAS, Y., LECLERC, M. et MÉDAILLE, C. «La recherche scientifique au Québec: production et productivité de 1980 à 1988», *Interface*, mai-juin 1991, vol. 12, n° 3, p. 25-32.
10. GUIDOIN, R. «Les biomatériaux et les prothèses artérielles», *Interface*, novembre-décembre 1991, vol. 12, n° 6, p. 16-20.
11. GINGRAS, Y. *et al.*, *op.cit.*
12. GINGRAS, Y. *et al.*, *op.cit.*
13. MASSON, C. *La Presse*, éditorial, 12 janvier 1991.
14. *Ibid.*, p. 121-142.

Des commentaires? Interface@acfas-2.acfas.ca

L'actualité de la recherche en santé et en sécurité du travail vous intéresse?

Pour tout connaître de l'actualité de la recherche menée ou financée* par l'Institut de recherche en

santé et en sécurité du travail (IRSST), abonnez-vous gratuitement au magazine **Prévention au travail**, maintenant publié conjointement par la CSST et l'IRSST. Faites-en la demande en écrivant à l'adresse suivante:

Prévention au travail

Service des abonnements
5800, rue Saint-Denis, bureau
605,
Montréal (Québec) H2S 3L5
ou en téléphonant aux
numéros suivants: (514) 272-6330

* Pour obtenir de l'information sur les programmes de recherche subventionnée ou contractuelle ainsi que sur le programme de bourses d'études supérieures de l'IRSST, communiquez avec la Direction de la recherche externe au (514) 288-1551.

La recherche pour mieux comprendre



IRSST

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

●
Victoria amazonica



●
Monstera



●
Malus



●
Orchidace



●
Paphiopedilum Xmaudia
'magnificum'



●
Cinnamomea

●
Russule emetica



●
Picea pungens



●
Rosa



Ah! Si l'ADN nous était conté et surtout si ses

Jean Bousquet

longues séquences de nucléotides livraient

Des machines moléculaires à voyager dans le temps

leurs souvenirs, on pourrait voyager dans le

temps et retracer l'histoire des organismes

JEAN BOUSQUET EST vivants depuis leur apparition sur Terre. On

PROFESSEUR-CHERCHEUR AU

DÉPARTEMENT DES SCIENCES pourrait le faire, effectivement... même que

DU BOIS ET DE LA FORÊT, ET

DIRECTEUR DU CENTRE DE certains ont déjà commencé.

RECHERCHE EN BIOLOGIE

FORESTIÈRE (CRBF) DE

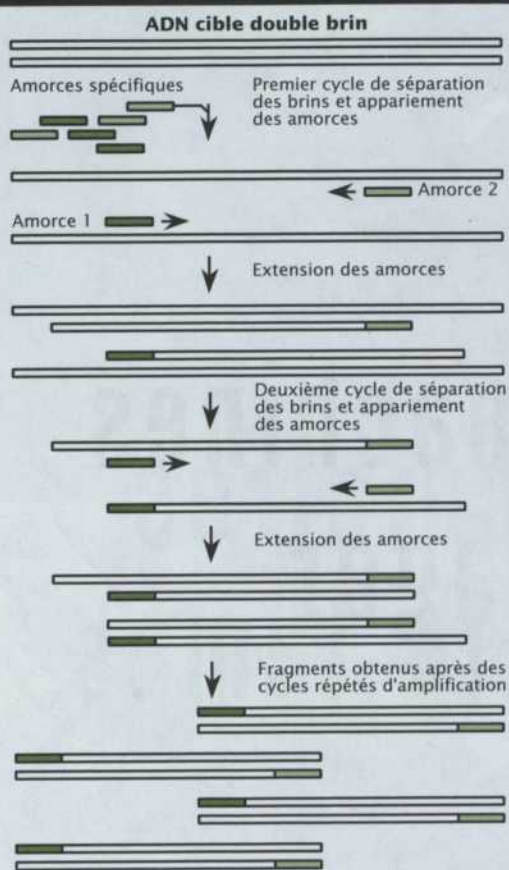
L'UNIVERSITÉ LAVAL.

La mesure du temps présent est la spécialité des horlogers, que leurs

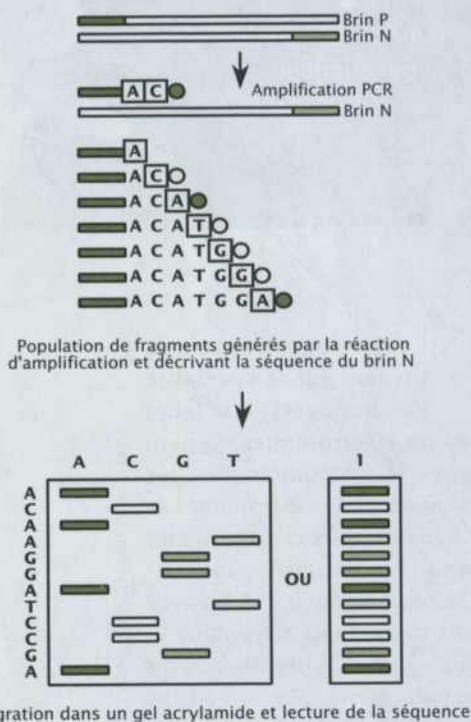
horloges soient analogiques ou électroniques. Cependant, lorsque les archéologues, les paléontologues, les paléoclimatologues, les géologues ou les astronomes se reportent à des événements du passé, ceux-ci doivent être datés par d'autres moyens. Par exemple, la dendrochronologie, ou encore, les datations au 14C ou avec d'autres isotopes permettent de cartographier dans le temps des événements géologiques, climatiques ou écologiques d'importance de notre passé récent. D'autres méthodes, telles les datations à partir de fossiles, servent

PHOTOS: JARDIN BOTANIQUE DE MONTRÉAL

1. Amplification d'un gène



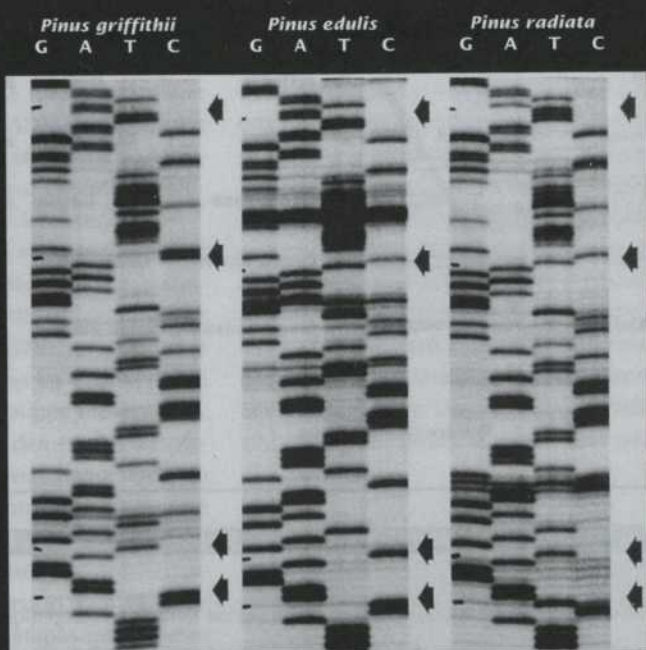
2. Séquençage du gène amplifié



Encadré 1: Une pincée de biologie moléculaire

L'estimation de généalogies moléculaires repose en grande partie sur la détermination précise de séquences d'ADN pour les organismes faisant l'objet de l'étude. L'obtention des séquences d'ADN est maintenant grandement facilitée par l'automatisation des différentes étapes d'isolement et de séquençage de la région génomique échantillonnée. L'extraction proprement dite de l'ADN à partir d'organes ou de tissus de n'importe quel organisme se fait en quelques heures pour plusieurs échantillons et, pratiquement, quelques «millionièmes» de gramme (microgrammes), voire «milliardièmes» de gramme (nanogrammes) d'ADN suffisent pour l'exécution des étapes ultérieures. Par la suite, on obtient la portion du génome faisant l'objet de la comparaison entre les organismes étudiés en des millions de copies pour chacun d'eux, à l'aide d'une réaction de duplication répétée de l'ADN, la réaction PCR (*polymerase chain reaction*). Les étapes sont simples et automatisées: pour chaque cycle de duplication, la double hélice de l'ADN est ouverte par dénaturation à haute température, puis de petites amorces nucléotidiques délimitant et guidant la réplication de la région génomique désirée viennent s'accoler en amont et en aval de cette région, permettant dans un troisième temps à une enzyme, une polymérase d'ADN résistante à la chaleur, de diriger la synthèse des brins d'ADN complémentaires, restituant deux hélices complètes pour la région génomique ciblée. Une trentaine de cycles de duplication sont nécessaires pour l'obtention d'ADN en quantité suffisante en vue du séquençage, puisque chaque cycle double le nombre de copies présentes de la région génomique désirée, l'ADN s'accumulant de façon exponentielle.

Une fois le segment d'ADN désiré obtenu en quantité suffisante, sa séquence de nucléotides (succession des bases azotées A, C, G, T) est déterminée, et ce, de plus en plus de façon automatisée. Pour un segment d'ADN long de 500 nucléotides, par exemple, un ensemble de 500 types de copies est reconstitué enzymatiquement. Chaque type de copie correspond à une partie plus ou moins longue du segment d'ADN à séquencer, toutes ces copies ayant une extrémité commune. On aura ainsi un ensemble de fragments d'ADN de 1 nucléotide, de 2 nucléotides, et ainsi de suite jusqu'à l'ensemble de fragments de 500 nucléotides. La séparation par électrophorèse de ces 500 types de fragments d'ADN de différente longueur permet alors de «lire à rebours» la séquence d'ADN, puisque le dernier nucléotide de chaque fragment est étiqueté moléculairement de façon distincte selon que l'on ait un A, un C, un G ou un T.



Pinus griffithii TTTTACCAAGGATGATGAGAACGTA AATCCCAACCATT CATGCGCTGGAGAGACCGTTTTGTCTTTGTGCGGAAGGCAATTAATAAGG
Pinus edulis TTTTACCAAGGACGATGAGAACGTA AATCCCAACCATT CATGCGCTGGAGAGATCGTTTTGTCTTTGTGCGGAAGGCAATTAATAAGG
Pinus radiata TTTTACTAAGGATGATGAGAACGTA AATCCCAACCATT CATGCGCTGGAGAGATCGTTTTGTCTTTGTGCGGAAGGCAATTTATAAGG

Figure 1: Portions d'une séquence d'un gène lié à la photosynthèse pour trois espèces de pins

La comparaison des séquences de nucléotides de ces trois portions montre l'existence de trois mutations entre *Pinus radiata* et *Pinus edulis*, de trois mutations entre *Pinus radiata* et *Pinus griffithii*, et de deux mu-

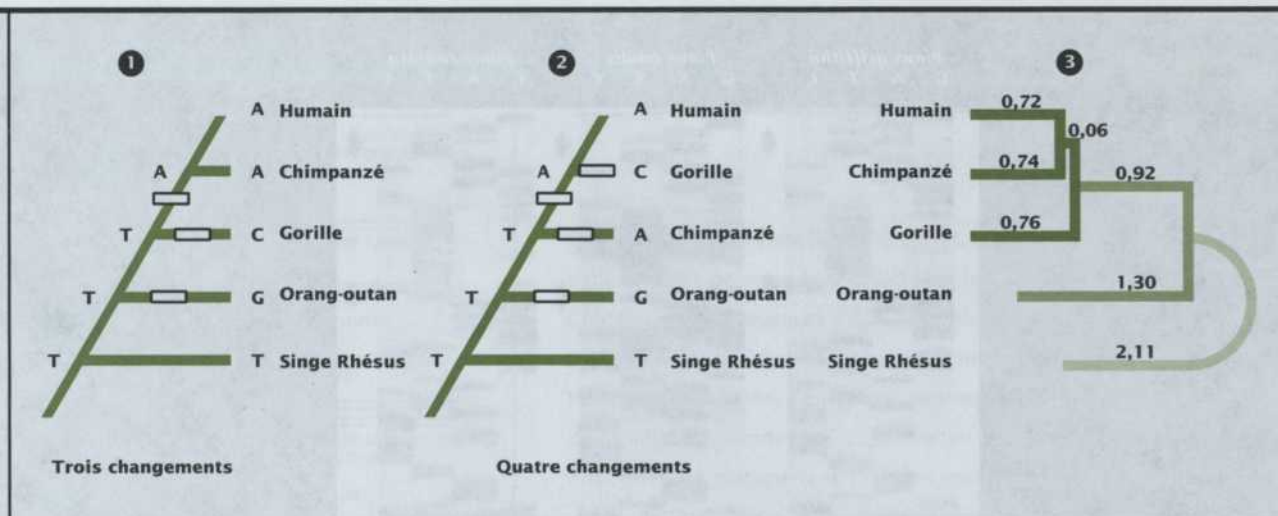
tations entre *Pinus edulis* et *Pinus griffithii*. Les séquences sont lues de bas en haut.

à retracer l'histoire de l'émergence des différentes formes vivantes, ces événements pouvant remonter à plusieurs dizaines, voire centaines de millions d'années. Mais les fossiles sont une denrée rare dans les cas de plusieurs groupes d'organismes vivants qui ne possèdent pas de structures facilement préservables dans les couches sédimentaires. De plus, plusieurs époques géologiques sont sous-représentées dans les dépôts fossilifères, ce qui rend difficile la cartographie temporelle de nombreux événements-clés de l'évolution de la vie sur Terre.

Depuis cinq ans, notre groupe au Centre de recherche en biologie forestière de l'Université Laval s'est penché sur ces questions à partir d'une approche nouvelle, la mise au point de généalogies et d'horloges moléculaires.

Ces machines permettent littéralement de remonter dans le temps et de retracer des parcelles de l'histoire naturelle sur des horizons de plusieurs centaines de millions d'années.

Le principe de cette approche relève de la mécanique même de l'évolution biologique. En effet, depuis l'apparition de la vie sur Terre, il y a plus de trois milliards d'années, les organismes vivants se sont ramifiés en une multitude de lignées évolutives et d'espèces. Certaines ont disparu. D'autres se sont maintenues jusqu'à aujourd'hui et, pendant leur évolution, elles ont accumulé dans leur ADN et leur génome des mutations qui tantôt sont propres à certaines, tantôt sont communes à toutes. Par exemple, plus la divergence sera importante entre l'ADN



Encadré 2 : Quelques principes analytiques de la reconstruction de généalogies moléculaires

Deux grands types de méthodes de reconstruction phylogénétique sont généralement utilisés lorsque plusieurs organismes ou taxons doivent simultanément être considérés. Le premier groupe comprend les méthodes dites « de parcimonie » : elles visent à reconstituer un arbre phylogénétique dont l'arrangement des taxons minimise le nombre de changements évolutifs nécessaires pour expliquer la variabilité observée entre les séquences d'ADN. Le principe de parcimonie découle de la philosophie voulant que la nature soit parcimonieuse et que l'explication la plus simple soit souvent la meilleure. Dans l'analyse de parcimonie, on procédera en évaluant des milliers, voire des millions d'arbres possibles pour déterminer l'arbre le plus court, c'est-à-dire le plus parcimonieux.

Par exemple, prenons la généalogie moléculaire de l'espèce humaine et de ses cousins, les primates. L'analyse réelle s'est effectuée à partir de 5 300 nucléotides d'ADN constituant une région non codante située entre deux gènes du génome du noyau. À titre illustratif, nous n'allons appliquer le principe de parcimonie qu'au niveau d'une seule position nucléotidique informative prise parmi les quelque 5 300 paires de bases d'ADN de cette région intergénique, en se souvenant que l'analyse réelle prend en considération l'ensemble des positions de la région intergénique. L'arbre I représente l'arrangement le plus parcimonieux des organismes étudiés, qui est celui requérant le moins de changements pour expliquer la variabilité actuelle observée à cette position entre les organismes étudiés. En effet, cet arbre ne nécessite que trois changements. C'est donc celui-là qu'on aurait choisi si l'on n'avait analysé que cette seule position dans l'ADN séquencé puisque les autres topologies possibles, comme celle illustrée par l'arbre II, requièrent plus de changements pour expliquer la variabilité observée. De fait, l'arbre I s'est aussi révélé représentatif de la topologie la plus parcimonieuse avec l'analyse des 5 300 nu-

cléotides de la région intergénique utilisée. Il indique quatre embranchements consécutifs dans le temps, le plus récent menant à l'espèce humaine et aux chimpanzés.

Le second groupe de méthodes d'analyse phylogénétique inclut les analyses de matrices de divergences et vise, comme l'analyse de parcimonie, à reconstituer un arbre phylogénétique dont la somme des longueurs de segments ou branches est la plus petite possible. Cependant, au lieu de procéder directement à partir de l'analyse des changements observés entre les séquences d'ADN des différents taxons, on estime ici l'arbre phylogénétique le plus probable à partir d'une matrice de divergences; celles-ci sont estimées à partir du nombre de différences observées entre les séquences d'ADN des organismes étudiés pris deux à deux. De façon simplifiée, si sur une portion de 1 000 nucléotides d'ADN, 52 positions sont différentes entre deux organismes, on en déduira que leur taux de divergence est de 5,2 p. cent pour ce gène ou cette région intergénique. Ainsi, plus les organismes sont phylogénétiquement éloignés, plus leur taux de divergence mesuré sur la portion d'ADN étudié sera élevé.

Dans l'exemple illustré avec l'arbre III, les divergences ont été estimées à partir de l'ensemble de la région génomique échantillonnée (5 300 nucléotides d'ADN), et c'est entre l'humain et le chimpanzé qu'on observe la plus petite divergence (arbre III), laquelle est tout juste plus petite que celle observée avec le gorille (données empruntées de Li et Graur*). Il en résulte un regroupement préférentiel de l'humain et du chimpanzé, quoiqu'une interprétation conservatrice des résultats indique essentiellement un rapprochement égal entre l'humain, le chimpanzé et le gorille, puisque la branche regroupant l'humain et le chimpanzé est de longueur infime, sur l'arbre III.

de deux organismes, plus leur séparation aura été lointaine dans le passé. L'évolution a ainsi laissé son empreinte et celle-ci ne demande qu'à être décodée. Or il est facile, aujourd'hui, d'isoler l'ADN de n'importe quel organisme vivant. En comparant les séquences d'ADN de différents groupes d'organismes actuels et en déterminant les similitudes, on peut en arriver à retracer leur histoire évolutive, ou phylogénie, par un processus à rebours.

De telles études sont techniquement et financièrement rendues possibles depuis quelques années grâce à la simplification des méthodes d'isolement et de séquençage des gènes (un gène étant une portion d'ADN), ce que nous désignons sans prétention par les termes de « convivialité récente » ou « démocratisation » de la biologie moléculaire. Plus particulièrement, l'automatisation des étapes d'isolement et de déchiffrement de l'ADN permet désormais de déterminer rapidement la séquence complète d'un gène au moyen, notamment, de la réaction PCR¹ (*encadré 1*). Cette technique révolutionnaire permet d'amplifier de façon exponentielle un gène ou une portion d'un génome de façon automatisée, ce qui élimine les étapes fastidieuses de clonage de l'ADN.

Les phylogénies, autrefois et encore aujourd'hui basées sur des caractères morphologiques ou des relevés de fossiles, peuvent maintenant être confirmées, rectifiées ou précisées par des phylogénies moléculaires, et ce, en comparant des séquences d'ADN d'espèces actuelles. Par exemple, les gels de séquences d'ADN illustrés à la figure 1 représentent une portion de la séquence d'un gène obtenue pour trois espèces de pins. Ce gène est situé sur la partie du génome de la plante retrouvée dans le chloroplaste, où a lieu la photosynthèse. La lecture du gel de séquence est automatisée et l'on compare les séquences obtenues. Les différences observées entre les espèces, indiquées par des flèches et des astérisques, servent alors à l'estimation des relations phylogénétiques.

Aujourd'hui, des dizaines de milliers de séquences sont déposées chaque année dans des banques publiques de données, telles la Genbank aux États-Unis, qui découlent de la volonté des chercheurs et chercheuses de partager leurs découvertes et de provoquer des effets de synergie. La croissance actuelle de ces banques est exponentielle. Désormais accessibles sur Internet, elles décuplent les possibilités d'analyse phylogénétique. À vos ordinateurs, « internautes » moléculaires!

CLASSER LES ORGANISMES VIVANTS

La construction de généalogies moléculaires se fait pour tous les organismes vivants, que ce soit les bactéries, les eucaryotes unicellulaires (protistes), les champignons, les espèces animales ou végétales. Elle a permis, entre autres, de retracer l'origine et l'évolution de l'espèce humaine. Mais, outre la reconstitution des événements évolutifs ayant présidé à la diversification actuelle des

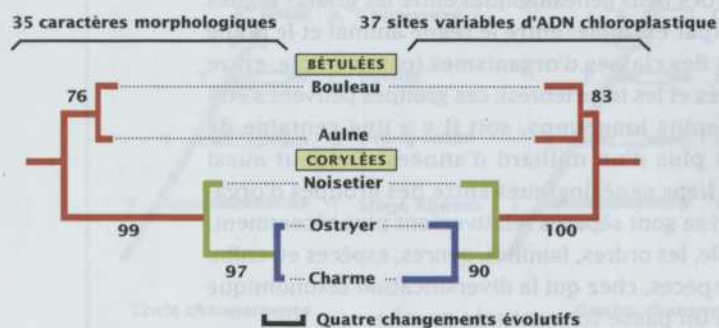
organismes vivants, la phylogénétique moléculaire peut aussi servir de toile de fond à la biosystématique, qui consiste à regrouper ces organismes en des unités plus ou moins grandes selon leurs similitudes. On peut ainsi reconstituer des liens généalogiques entre les grands règnes du vivant (par exemple, entre le règne animal et le règne végétal) et des classes d'organismes (par exemple, entre les vertébrés et les invertébrés); ces groupes peuvent s'être séparés depuis longtemps, soit il y a une centaine de millions à plus d'un milliard d'années. On peut aussi établir les liens généalogiques entre des groupes d'organismes qui se sont séparés relativement plus récemment; par exemple, les ordres, familles, genres, espèces et, enfin, les sous-espèces, chez qui la diversification taxonomique remonte à un passé souvent très proche.

Les lignées et espèces qui ont survécu jusqu'à

nos jours ont accumulé dans leur ADN des mutations qui tantôt sont propres à certaines, tantôt sont communes à toutes.

L'analyse phylogénétique conduit les systématiciens et taxonomistes à réviser les classifications lorsque des groupes anciennement définis à partir de certains critères morphologiques ou autres semblent, d'un point de vue phylogénétique, ne pas constituer un groupe cohérent. Un bon exemple, tiré de nos travaux, est celui de certaines des grandes sous-classes de plantes à fleurs telles que les *Hamamelidæ* (comprenant notamment plusieurs familles d'espèces arborescentes feuillues) ou les *Rosidæ* (comprenant notamment les Rosacées). La définition de ces grands groupes a souvent fait les frais de débats intenses entre systématiciens. Nos premières études de phylogénétique moléculaire et d'autres études américaines plus récentes ont démontré que, malgré des similitudes morphologiques, ces sous-classes taxonomiques n'avaient que peu de correspondance sur le plan phylogénétique². L'examen par les systématiciens de ces résultats et de leurs conséquences sur la réévaluation des grands groupes taxonomiques, ainsi que la réinterprétation des variations de caractère morphologique ayant présidé à la définition de ces groupes, sont en cours.

Encadré 3: L'approche de congruence



L'exemple ci-haut montre la phylogénie des Betulacées, une famille d'arbres qui compte cinq genres communs dans nos écosystèmes tempérés. La généalogie des Betulacées a été estimée à gauche par analyse de parcimonie de caractères morphologiques (structures florales, structures végétales, caractères de bois, etc.) et à droite par analyse de parcimonie de séquences d'un gène chloroplastique intervenant dans la photosynthèse, ainsi que par analyse de matrice de divergences calculées à partir de ces séquences^{5,6}. Non seulement l'arrangement des taxons (ou topologie) est identique d'une méthode à une autre mais aussi, les longueurs relatives des branches sont conservées, indiquant un lien évident entre le taux d'évolution moléculaire (à droite) et le taux d'évolution sur le plan des caractères morphologiques (à gauche). Tel qu'exprimé par de courtes longueurs de branches, la sous-famille des Betulées, constituée par l'aulne et le bouleau, a évolué moins rapidement — tant du point de vue morphologique que moléculaire — que la sous-famille des Corylées regroupant les trois autres genres. Les chiffres indiquent le seuil de confiance statistique des différents regroupements de taxons (plus les chiffres sont élevés,

plus le seuil de confiance statistique est élevé). L'étalon représente une longueur de branche correspondant à quatre changements évolutifs.

La congruence entre différentes approches méthodologiques est probablement le meilleur gage de validité des généalogies estimées. Ces approches nécessitent l'utilisation de divers algorithmes de calcul ainsi que le recours simultané à différents gènes ou types de caractères de nature biochimique ou morphologique. L'approche de complémentarité permet souvent de prendre rapidement conscience d'aberrations phylogénétiques puisque les données moléculaires autant que les données morphologiques possèdent leurs « chevaux de Troie ».

À titre d'exemple, il serait mal indiqué d'utiliser un caractère morpho-physiologique, telle l'endothermie, pour reconstituer la phylogénie des vertébrés puisque ce caractère indiquerait une proche parenté entre les oiseaux et les mammifères (animaux à sang chaud), alors que les oiseaux dérivent des reptiles (animaux à sang froid). De même, à l'échelle moléculaire, il serait mal indiqué d'interpréter la phylogénie des bactéries sans savoir que le gène utilisé pour la reconstituer peut être transmis horizontalement (par simple échange), et non verticalement, entre organismes phylogénétiquement éloignés mais se côtoyant écologiquement dans le même habitat. Ainsi, nous avons argumenté en faveur de l'existence d'un échange, entre certains grands groupes bactériens taxonomiquement éloignés, d'un gène de nitrogénase en cause dans la fixation de l'azote atmosphérique. Ces transferts « illicites » ont pu être détectés en raison des contradictions apparentes entre les phylogénies obtenues pour ces organismes à partir de séquences du gène codant pour l'ARN ribosomique 16S et qui est transmis verticalement, comparativement aux phylogénies obtenues à partir des séquences d'un gène de nitrogénase⁷.

DES MUTATIONS LENTES AUX MUTATIONS RAPIDES

Au cours de l'analyse phylogénétique d'un groupe d'organismes, on ne peut évidemment évaluer la séquence entière d'ADN de leurs génomes. Pour le seul séquençage du génome humain, qui comprend près de 300 millions de nucléotides, des efforts internationaux de recherche devront être concertés et consentis jusqu'au-delà du début du siècle prochain. Par conséquent, devant l'impossibilité de comparer tout l'ADN des différents organismes étudiés, on ne devra choisir qu'une portion de leurs génomes. Mais laquelle ?

Le génome des organismes vivants, l'ADN, contient plusieurs régions et plusieurs milliers de gènes. Certains gènes montrent un taux lent d'accumulation des mutations. De par l'importance vitale des fonctions dont ils sont responsables, ils sont soumis à une pression plus intense de sélection. On dira de ces gènes qu'ils sont « très conservés ». D'autres régions du génome, telles les régions intergéniques (situées entre deux gènes), sont généralement soumises à une pression moindre de sélection et, donc, accumulent les mutations beaucoup plus rapidement. De fait, le choix du gène ou de la région du génome à analyser relève d'une connaissance minimale des différents taux d'évolution du génome chez les orga-

nismes analysés, ainsi que du degré de divergence taxonomique entre ces derniers. Ce choix était très problématique il y a à peine 10 ans, en raison de la connaissance insuffisante que nous avons du génome des organismes vivants.

Pour retracer l'histoire de l'émergence de groupes qui se sont séparés il y a longtemps (règles, classes, ordres), on comparera, pour les différents organismes étudiés, les séquences d'un gène conservé, c'est-à-dire qui évolue lentement. Un gène évoluant trop rapidement montrerait, à cette échelle de temps, une trop grande accumulation de mutations, ce qui rendrait difficiles les comparaisons de séquences entre organismes.

À l'opposé, pour retracer la généalogie moléculaire de groupes qui se sont séparés plus récemment (familles, genres, espèces), un gène trop conservé pourrait afficher une séquence d'ADN parfaitement identique, ou presque, chez les divers groupes comparés. Dans ce cas, on cherchera à comparer les séquences d'un gène ou d'une région intergénique qui évolue plus rapidement. Nos études, qui portent principalement sur le règne végétal, ont ainsi mis en évidence le fait que certains gènes conservés pouvaient se qualifier pour l'étude de la phylogénie des grands groupes de plantes (classes et ordres), alors que certaines régions intergéniques, qui évoluaient 10 fois plus rapidement que les gènes, pouvaient être utilisées pour retrouver la phylogénie de familles ou de genres³.

Mais l'analyse phylogénétique ne résulte pas simplement de la comparaison des séquences d'ADN. Elle vise ultimement à reconstituer l'agencement des organismes, ou « arbre phylogénétique », le plus probable. Suivant le principe que l'explication la plus simple est souvent la meilleure, on peut dire que l'arbre phylogénétique le plus vraisemblable sera celui nécessitant un minimum de changements évolutifs nécessaires pour expliquer les différences observées entre les séquences d'ADN.

Toutefois, lorsque des dizaines d'organismes sont en cause, l'analyse intuitive de leurs séquences d'ADN alignées ne suffit pas pour déduire, parmi le nombre quasi illimité de généalogies possibles, la plus probable. Par exemple, pour seulement 10 organismes, le nombre d'arbres possibles est de plus de deux millions. L'analyse quantitative des différences observées entre les séquences devient alors nécessaire.

Une seconde révolution récente est venue sauver les phylogénéticiens moléculaires, celle de la « convivialité » de l'informatique. En effet, des algorithmes puissants de recherche informatisée d'arbres phylogénétiques ont été mis au point depuis moins de 10 ans, parallèlement à l'accélération des progrès dans l'isolement et le séquençage des gènes (encadré 2). Ces algorithmes sont depuis peu accessibles aux biologistes grâce à l'amélioration spectaculaire de la puissance des micro-ordinateurs. Selon la puissance de l'ordinateur, selon celle de l'algorithme d'analyse choisi et selon le nombre d'organismes

considérés dans la reconstruction phylogénétique, la détermination de l'arbre le plus probable peut prendre de quelques minutes à plusieurs semaines de calcul informatique!

Les méthodes de phylogénétique moléculaire ne sont pas les seules méthodes phylogénétiques. D'autres méthodes se basent sur l'analyse des caractères morphologiques. L'unanimité semble se faire sur la complémentarité de toutes ces méthodes quand il s'agit de mesurer la fiabilité des généalogies estimées. Une telle approche de congruence sous-entend que l'estimation d'un arbre phylogénétique soit faite selon différentes méthodes de calcul et selon différents ensembles de données (encadré 3). L'adéquation entre les arbres phylogénétiques obtenus à partir de différentes régions de l'ADN, ou à partir de l'analyse morphologique, permet ainsi d'établir les portions d'une généalogie qui concordent et les régions pour lesquelles la généalogie apparaît moins fiable. Cette approche est philosophiquement valable pour autant

Un arbre phylogénétique construit à partir de

séquences d'ADN permet non seulement de reconstituer les séparations successives ayant conduit à la diversification d'un groupe, mais aussi de dater les périodes où ces séparations ont eu lieu.

que les différents arbres comparés découlent de méthodes rigoureuses d'estimation dont la fiabilité ait été vérifiée. Grâce à de nouvelles méthodes d'analyse de données, il est maintenant possible de mesurer la fiabilité statistique des arbres phylogénétiques.

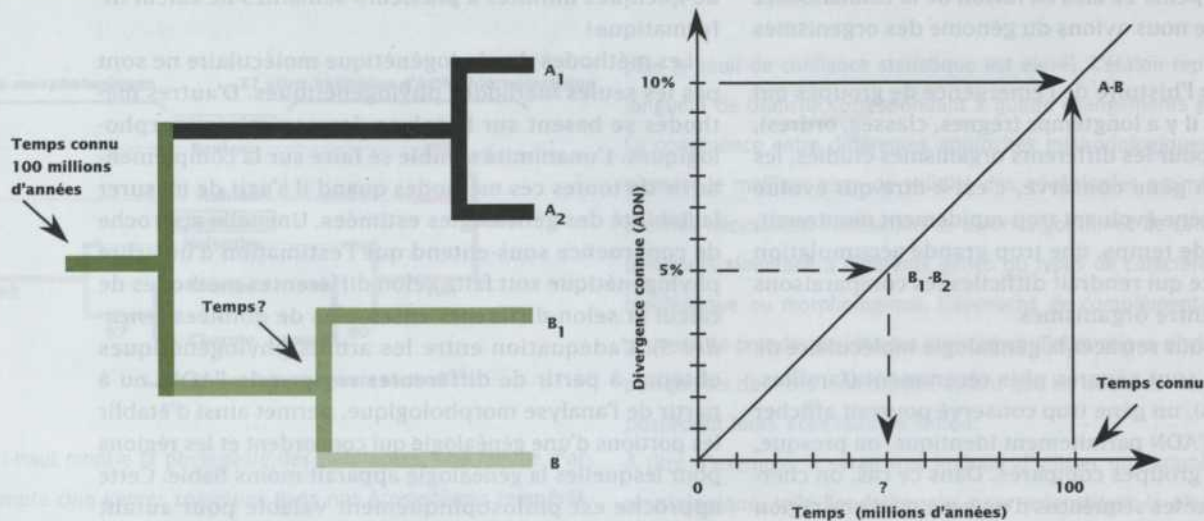
DE L'ARBRE PHYLOGÉNÉTIQUE À L'HORLOGE MOLÉCULAIRE

Un arbre phylogénétique construit à partir de séquences d'ADN permet non seulement de reconstituer les séparations successives ayant conduit à la diversification d'un groupe mais aussi, si certaines conditions sont remplies, de dater les périodes où ces séparations ont eu lieu. Ainsi, certaines parties de l'arbre ou l'arbre en entier peuvent être utilisés comme horloges moléculaires.

Le principe de ces horloges est simple: chez certains gènes (et non chez tous), les mutations s'accumulent

Encadré 4: La mécanique des horloges moléculaires

2



Pour construire une horloge moléculaire, deux ingrédients sont nécessaires : d'une part, une date connue de séparation entre deux groupes d'organismes, cette date étant le plus souvent déduite à partir de données fossiles reconnues; d'autre part, un taux de divergence moléculaire entre les deux groupes, estimé à partir des séquences d'ADN du gène choisi. Le taux de divergence est simplement divisé par deux fois la date de séparation entre les deux groupes, de façon à obtenir un taux de divergence par année. Par exemple, le taux moyen de divergence pour un gène donné entre les séquences d'ADN du groupe d'organismes A et celles du groupe B est de 0,10 ou 10 p. cent. Ce taux est divisé par deux fois la date connue de séparation entre les deux groupes, soit 2×100 millions d'années, puisque les mutations se sont accumulées pendant 100 millions d'années à la fois chez le phylum A et le phylum B. Le taux de divergence par année est donc de 5×10^{-10} «mutations» par année. Ce taux annuel est par la suite appliqué à des taux estimés de divergence entre les séquences d'ADN d'autres groupes d'organismes, pour lesquels les données fossiles sont parcellaires ou contradictoires. En opérant cette conversion, on obtient un nombre d'années indiquant l'époque de divergence estimée. Par exemple, le séquençage du même gène chez les organismes B₁ et B₂ indique un taux observé de divergence de 0,05 ou 5 p. cent. De fait, ce taux résulte de l'accumulation de mutations dans deux phyllums, celui menant à B₁ et celui menant à B₂. Donc, en moyenne, le taux de divergence est de 0,025 ou 2,5 p. cent par phylum. La division de ce taux par le

facteur de 5×10^{10} «mutations» par année résultera en un estimé de 50 millions d'années pour la séparation entre B₁ et B₂. Le mécanisme d'interpolation ou d'intrapolation que constitue l'utilisation d'horloges moléculaires doit être assujéti à la règle voulant que le taux d'évolution soit statistiquement linéaire dans le temps, c'est-à-dire que l'horloge ait un mouvement régulier, du même type que celui d'une montre ou d'un chronomètre devant indiquer précisément le temps. En effet, ce ne sont pas tous les gènes qui ont un taux de mutation suffisamment régulier pour servir d'horloge moléculaire, plusieurs facteurs pouvant affecter de façon différentielle le taux d'évolution des organismes vivants au fil des époques géologiques, le plus simple étant la longueur de génération. Ainsi, les gènes des organismes atteignant la maturité sexuelle plus rapidement pourront démontrer un rythme d'accumulation des mutations plus rapide que ceux des organismes à maturité sexuelle plus tardive, lorsque ces rythmes sont comparés sur une base annuelle. De telles différences de taux d'évolution ont aussi été récemment observées entre l'humain et les petits mammifères tels les rongeurs à génération courte, pour lesquels le rythme d'accumulation des mutations neutres ou bénéfiques semble plus rapide. Par conséquent, si l'on désire utiliser un gène comme horloge moléculaire, on devra préalablement vérifier par analyse statistique si son taux d'accumulation des mutations est bien linéaire dans le temps.

d'une façon linéaire dans le temps, tel un sablier laissant écouler son sable. Par conséquent, en déterminant et en analysant les séquences d'ADN de l'un de ces gènes chez deux organismes dont la date de séparation est connue (le plus souvent à partir de fossiles dont la datation fait l'unanimité chez les scientifiques), il est possible, à partir du nombre de mutations observées, d'obtenir un taux de mutations par année de ce gène. Ce taux peut être utilisé par la suite, telle une horloge, pour dater par ré-

gression linéaire les séparations d'autres groupes d'organismes vivants actuels possédant ce gène, pour lesquels peu de fossiles représentatifs sont disponibles et pour lesquels aussi on aura pu déterminer la séquence du gène⁸ (encadré 4).

L'avantage des données moléculaires sur les données morphologiques, en ce qui concerne la détermination d'horloge, est leur capacité d'être vérifiées statistiquement. L'une de nos contributions majeures à cette jeune

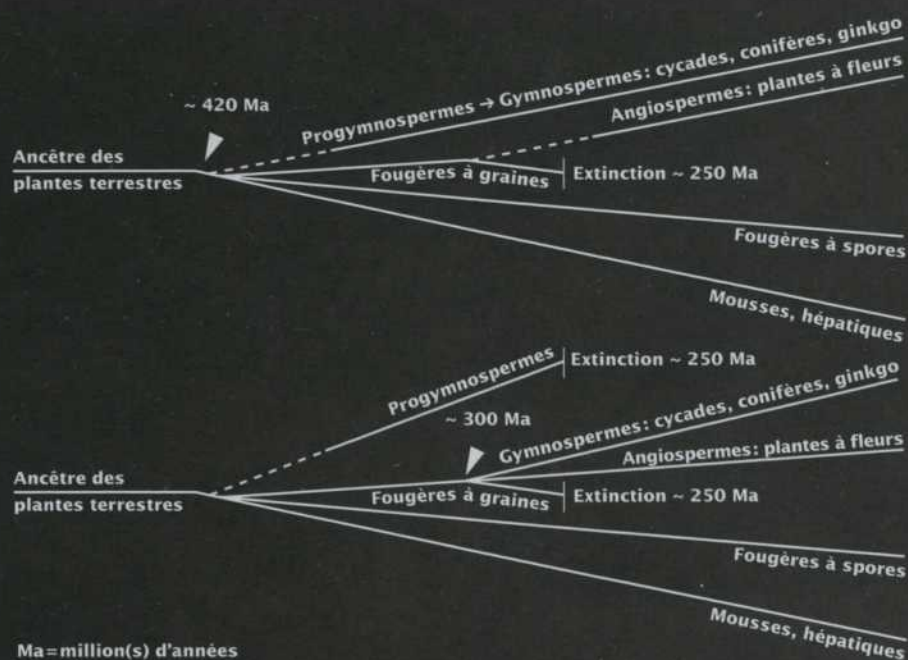


Figure 2: Origine des gymnospermes et des angiospermes

La première interprétation des données fossiles (A) veut que l'ensemble des plantes à graines actuelles, soit les gymnospermes et les angiospermes, se soient séparées des mousses, des hépatiques et des fougères à spores il y a environ 400 millions d'années. Par la suite, les progymnospermes auraient donné des gymnospermes, alors que les angiospermes se seraient séparées des fougères à graines, maintenant disparues.

La deuxième interprétation (B) suggère par contre que les angiospermes et les gymnospermes se seraient toutes séparées des fougères à graines il y a près de 300 millions d'années. Les progymnospermes n'auraient constitué quant à elles qu'un cul-de-sac évolutif.

Les analyses phylogénétiques moléculaires effectuées jusqu'à maintenant tendent à confirmer la deuxième hypothèse.

discipline est d'ailleurs la mise au point d'une méthode permettant de vérifier statistiquement la stabilité interne d'une horloge moléculaire, c'est-à-dire de voir si l'horloge représente bien une régression linéaire⁹.

•
**DES CHAMPIGNONS À LA CONQUÊTE
DES ZONES ÉMERGÉES**
•

L'utilisation des horloges moléculaires fut capitale pour déterminer l'origine des champignons endomycorhiziens¹⁰. Ces champignons symbiotiques associés à la majeure partie des plantes protègent le système racinaire et facilitent l'absorption de certains éléments minéraux. Or les fossiles de champignons sont une denrée rare, les cellules de champignons n'ayant pas de parois secondaires. Quant aux spores fossiles des champignons (véhicules de dissémination équivalant aux graines chez

les plantes à graines) qui pourraient être utilisées afin de retracer l'évolution de ce groupe, elles sont également rares ou souvent difficiles à classer.

Nous avons donc décidé d'entreprendre l'amplification d'une région du génome de ces différents champignons à partir de petites spores d'espèces actuelles. Cette stratégie était rendue possible en raison des quantités minimes d'ADN requises pour mener avec succès l'opération. Les séquences furent déterminées pour un gène conservé et universel chez les eucaryotes, celui codant la petite sous-unité d'ARN ribosomique intervenant dans la constitution des ribosomes.

En plus de permettre la reconstruction de la phylogénie de ces champignons, les séquences de ce gène se sont révélées d'excellentes horloges moléculaires au sens statistique. De fait, l'origine de ce groupe de champignons fut évaluée à environ 400 millions d'années, au moment

où les premières plantes terrestres faisaient leur apparition selon les données fossiles. Cette évaluation a depuis peu été confirmée par la découverte de structures d'endomycorhize préservées à l'intérieur de racines fossilisées de plantes primitives¹¹. Les conséquences évolutives et écologiques de cette coïncidence sont fascinantes : les ancêtres de ces champignons auraient pu effectivement contribuer à l'envahissement des zones émergées, alors hostiles, par les plantes aquatiques, confirmant du coup le rôle fondamental actuel de ces champignons dans les écosystèmes.

L'ÉNIGME DES ANGIOSPERMES ET DES GYMNASPERMES

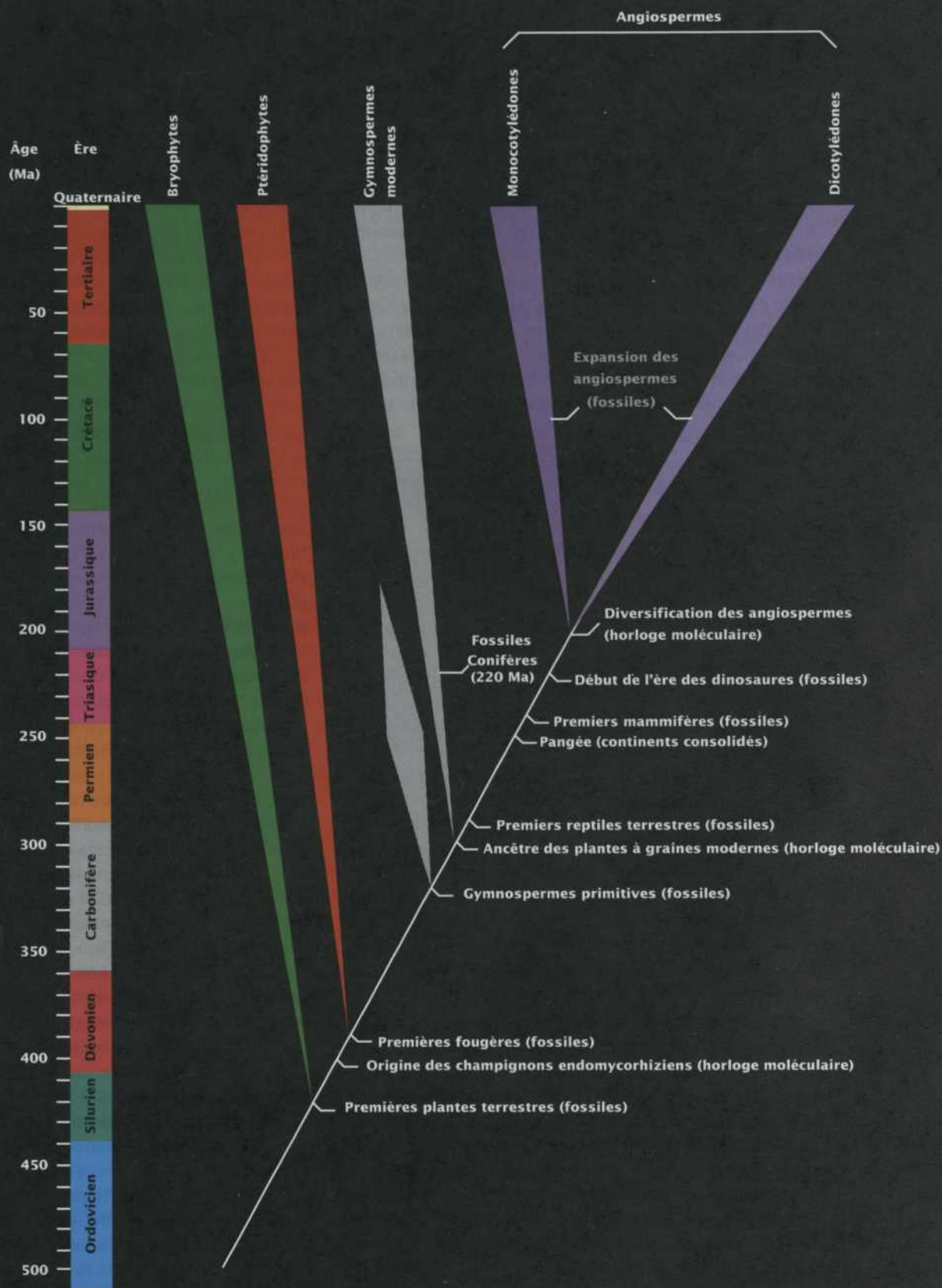
Un autre problème ayant « animé » maints congrès de paléobotanistes concerne l'origine des angiospermes, c'est-à-dire des plantes à fleurs, et celle des gymnospermes, qui n'ont pas de fleurs à proprement parler et qui comprennent les espèces de conifères ainsi que les cycades et le ginkgo surnommé « fossile vivant ». Les angiospermes et les gymnospermes constituent aujourd'hui l'assise végétale de notre planète. Ces deux groupes représentent collectivement l'ensemble des plantes à graines actuelles. Or la reconstitution des événements ayant présidé à l'émergence de ces deux grands groupes et à leur diversification primitive a jusqu'à présent été rendue difficile par suite de l'absence de données fossiles solides ou en raison de la nature contradictoire de celles-ci quand elles étaient disponibles.

La première interprétation des données fossiles veut que l'ensemble des plantes à graines actuelles se soient séparées des mousses, des hépatiques (plantes à spores) et des fougères à spores il y a près de 400 millions d'années. Elles auraient alors amorcé leur propre évolution sous la forme de progymnospermes maintenant disparues, mais dont les fossiles montrent, de fait, au niveau des bois, des similitudes anatomiques avec les conifères actuels (figure 2A). Toutefois, cette interprétation sous-entend que les structures des premières plantes terrestres à spores, telles les hépatiques et les fougères, auraient effectué un pas de géant pour donner celles des premières plantes à graines, soit les progymnospermes. Le problème est d'autant plus préoccupant que les plus vieux fossiles représentatifs de gymnospermes actuelles ressemblent non pas aux progymnospermes et aux conifères, mais plutôt aux cycades et au ginkgo. De plus, ces fossiles ne datent que de la fin du Permien et du Triasique, soit il y a environ 200 à 250 millions d'années.

L'autre hypothèse veut que l'ensemble des plantes à graines actuelles aient dérivé plus tard, il y a à peu près 300 millions d'années, à partir des fougères à graines, une espèce maintenant disparue mais pour laquelle des fossiles abondants ont été relevés pour la période du Carbonifère, il y a également environ 300 millions d'années

Figure 3: Reconstitution partielle de l'évolution des grands groupes de plantes terrestres modernes par complémentarité des approches paléobotanique et moléculaire

Les premières plantes terrestres qui apparaissent dans les dépôts fossilifères sont représentatives des bryophytes (les mousses et les hépatiques), des ptéridophytes modernes (les fougères) et autres plantes à spores, les dépôts fossilifères les plus anciens datant d'il y a 350 à 425 millions d'années. Cet envahissement des zones terrestres hostiles par les premières plantes coïncide avec l'émergence des champignons endomycorhiziens, qui interviennent aujourd'hui dans une symbiose racinaire essentielle à la survie et à la croissance de la plupart des plantes terrestres. L'apparition des principaux groupes de plantes à graines modernes dans les dépôts fossilifères date d'il y a 140 à 250 millions d'années. Cependant, les dates exactes de l'émergence de ces groupes sont imprécises en raison de la rareté relative des dépôts fossilifères pour plusieurs époques et de la difficulté d'associer les fossiles anciens à des groupes actuels, les caractères morphologiques ayant évolué plus ou moins rapidement selon les différents groupes. Les généalogies et horloges moléculaires ont été d'un précieux secours afin de préciser l'origine de plusieurs groupes, dont les champignons endomycorhiziens, les gymnospermes modernes ainsi que les angiospermes ou plantes à fleurs.



(figure 2B). Ces fougères à graines possédaient la morphologie foliaire caractéristique de fougères à spores, mais leur mode de reproduction était radicalement plus évolué.

Les plantes à graines actuelles ont-elles comme ancêtres les fougères à spores ou les fougères à graines, ces dernières étant maintenant disparues? Les analyses de phylogénétique moléculaire que nous avons effectuées indépendamment à partir de deux gènes conservés ont indiqué une séparation nette entre le groupe des gymnospermes actuelles et celui devant mener aux angiospermes actuelles. Cette séparation apparaît toutefois beaucoup plus récente que celle de la séparation initiale des fougères à spores d'avec les progymnospermes il y a 400 millions d'années¹². Les horloges moléculaires ont de fait permis d'évaluer à il y a 300 millions d'années la date de la séparation des plantes à graines en gymnospermes et angiospermes. Cette date de divergence confirme la seconde hypothèse des paléobotanistes, à savoir que les

De leur côté, les paléobotanistes n'en sont pas moins divisés puisque les premiers fossiles représentatifs d'angiospermes actuelles seraient âgés de 225 millions d'années selon les uns, et de 140 millions d'années selon les autres¹³. La séparation des angiospermes en monocotylédones et dicotylédones ayant forcément suivi l'apparition des premières angiospermes, il en résulte un écart important de plus de 180 millions d'années entre les différents estimés moléculaires et morphologiques! Les plantes à fleurs sont-elles aussi anciennes que le suggèrent certains phylogénéticiens moléculaires?

Nous avons déterminé et testé la stabilité dans le temps d'horloges moléculaires construites à partir d'une dizaine de gènes mitochondriaux maintenant rendus disponibles dans les banques de séquences¹⁴. Ces gènes très conservés n'avaient jamais été utilisés pour résoudre une telle problématique évolutive chez les plantes. Tous les estimés obtenus concordent. Pour la séparation des angiospermes en monocotylédones et en dicotylédones, ils concordent avec l'estimé de 200 millions d'années précédemment obtenu à partir des séquences d'une dizaine de gènes chloroplastiques¹⁵, tout en contredisant l'estimé de 320 millions d'années découlant de l'échantillonnage de séquences d'un seul gène du génome nucléaire (du noyau de la cellule). De plus, pour ce dernier gène, la constance de l'horloge moléculaire n'avait pas été testée au sein des angiospermes¹⁶.

Apparu il y a 300 millions d'années, l'ancêtre des plantes à fleurs se serait donc diversifié, selon toute vraisemblance, il y a 200 millions d'années en deux groupes principaux, les monocotylédones et les dicotylédones. La figure 3 résume la reconstitution partielle de l'évolution des grands groupes de plantes terrestres actuelles.

Quant à savoir si les premiers fossiles de plantes à fleurs ont 225 ou 140 millions d'années, nos résultats penchent pour la première interprétation. En effet, l'estimé tardif de l'apparition des plantes à fleurs il y a 140 millions d'années souffre du fait que des fossiles représentatifs de plusieurs sous-classes de ces mêmes plantes apparaissent dans les dépôts fossilifères dès 130 à 120 millions d'années, ce qui aurait nécessité une diversification extrêmement rapide des plantes à fleurs à l'échelle de temps géologique.

Il est aussi possible, toutefois, que la présence effective des plantes à fleurs dans les dépôts fossilifères ait pu être retardée, entre 225 et 140 millions d'années, en raison de la rareté plus ou moins prolongée de ce groupe. Apparues il y a 225 millions d'années, elles n'auraient été suffisamment abondantes pour se retrouver dans les fossiles qu'il y a 140 millions d'années. Cette hypothèse fut proposée pour expliquer l'apparente contradiction entre les dates plus récentes d'apparition des mammifères dans les dépôts de fossiles comparativement aux dates plus anciennes découlant d'estimations à partir d'horloges moléculaires. Cette hypothèse apparaît d'au-

L'estimation des phylogénies moléculaires peut

servir de toile de fond à une meilleure compréhension des interactions entre les groupes d'organismes au sein de l'écosystème, que ce soit en ce qui concerne le parasitisme, le mutualisme ou la symbiose.

plantes à graines modernes se seraient séparées plus récemment des fougères à graines, maintenant éteintes. Elles ne dériveraient donc pas des progymnospermes plus anciennes, lesquelles auraient constitué un cul-de-sac évolutif, rappelant le triste sort des dinosaures.

• ENTRE MONOCOTYLÉDONES ET DICOTYLÉDONES •

Un autre sujet d'affrontement épique entre les paléobotanistes mais aussi entre les phylogénéticiens moléculaires (comme quoi la biologie moléculaire est aussi l'occasion de fréquents débats!) a trait à la diversification des angiospermes, ou plantes à fleurs, en deux grandes classes, les monocotylédones (les Graminées et les Liliacées, par exemple) et les dicotylédones (contenant notamment la plupart des espèces arborescentes feuillues ou d'importance agronomique). Depuis six ans, les phylogénéticiens moléculaires en sont arrivés à deux dates de divergence très différentes sur la base d'horloges moléculaires construites à partir de différents gènes, soit 320 et 200 millions d'années.



Encadré 5: Agenda «systématique» 2000: cartographie de la biosphère

De par le monde, 1,4 million d'espèces ont été découvertes et décrites depuis 200 ans, mais on estime à plusieurs millions le nombre d'espèces encore à découvrir et ce, particulièrement dans les océans, en forêt tropicale ou chez les invertébrés. Ces espèces inconnues peuvent avoir un rôle crucial à jouer dans l'équilibre fragile des écosystèmes terrestres et marins. En outre, elles peuvent posséder une valeur inestimable pour le devenir de l'espèce humaine, que ce soit sur le plan alimentaire ou biopharmaceutique. Un projet ambitieux mais essentiel a vu le jour aux États-Unis en 1994, celui de découvrir, décrire et classer l'ensemble des ressources biologiques de la planète. Mieux connue sous le vocable de «Systematics Agenda 2000», cette initiative vise à mettre sur pied un réseau mondial pour répertorier l'ensemble des espèces de la planète. Le projet fait suite aux accords de la Conférence planétaire de Rio de Janeiro tenue en 1992, et où les pays participants se sont engagés dans la voie de la conservation et d'une utilisation plus durable de la biodiversité. L'initiative

est d'autant plus importante que des centaines, voire des milliers d'espèces disparaissent chaque année de notre planète.

Les trois objectifs de cette cartographie sont la mise sur pied d'inventaires exhaustifs des espèces, la classification hiérarchique de ces dernières dans un contexte phylogénétique et écologique, de même que l'élaboration de bases de données et de réseaux mondiaux d'accès aux données pour les décideurs. À terme, on entend rendre disponibles des systèmes intelligents de gestion de données et d'aide à la décision, afin d'en arriver à une utilisation plus rationnelle et durable des ressources biologiques. On estime à un total de trois milliards de dollars (US), pendant les 25 prochaines années, les sommes nécessaires afin d'atteindre ces objectifs; c'est là l'équivalent du coût du projet de séquençage du génome humain ou des différents projets nationaux et internationaux d'étude sur les changements climatiques globaux (source: Joel Cracraft, American Museum of Natural History, New York).

tant plus vraisemblable pour les plantes angiospermes primitives si l'on suppose qu'elles n'auraient colonisé, à leurs débuts, que les sites secs relativement peu convoités à l'époque par les autres groupes de plantes telles les fougères, de tels sites étant moins sujets à la formation d'abondants dépôts fossilifères.

•

COMPRENDRE LE PARASITISME, LE MUTUALISME ET LA SYMBIOSE

•

L'estimation des phylogénies moléculaires peut également servir de toile de fond à une meilleure compréhension des interactions entre les groupes d'organismes au sein de l'écosystème, que ce soit en ce qui concerne le parasitisme, le mutualisme ou la symbiose. De plus en plus, la compréhension de ces interactions passe par l'étude de la co-évolution entre les différents partenaires de ces mariages de raison écologique. Ce type d'étude est grandement facilité par les approches de phylogénétique moléculaire, puisque le degré de correspondance entre les phylogénies des différents partenaires permet de mesurer l'intensité de la relation co-évolutive et de préciser ses origines.

À ce sujet, nos études ont porté sur la symbiose actinorhizienne fixatrice d'azote qui, morphologiquement, s'illustre par la formation de nodules sur le système racinaire de l'hôte. Ce mariage symbiotique regroupe, d'une part, la bactérie *Frankia* et, d'autre part, un groupe de plantes hôtes ligneuses telles que les aulnes et les casua-

rinas, qui sont collectivement réparties en quelque 25 groupes relativement peu évolués sur les plans de leur morphologie et de leur système de reproduction. Ils sont cependant écologiquement importants puisqu'ils contribuent à la réhabilitation des sites peu fertiles des zones tempérées et subtropicales, sites qu'ils colonisent¹³.

Or certaines souches de *Frankia* ne sont pas compatibles avec certaines plantes hôtes, ce qui complique le travail des écologistes désireux d'utiliser les meilleures combinaisons de souches et de plantes hôtes afin de restaurer la fertilité de sites dégradés en zone tempérée ou de freiner l'avancée de déserts en zone subtropicale. Nos études de phylogénétique moléculaire ont permis d'établir des correspondances entre certains événements de diversification taxonomique chez la bactérie et d'autres chez le groupe de plantes hôtes¹⁸. Ces correspondances étaient représentatives d'associations hôtes-microorganismes très étroites, difficiles à contourner dans l'utilisation de cette symbiose par l'humain.

Nous avons ainsi constaté que les groupes de plantes qui se sont séparés plus récemment supportent un spectre très restreint de souches sur leur système racinaire, comparativement aux groupes plus archaïques¹⁹. Cela signifie qu'il existe une direction à long terme dans la relation co-évolutive, à savoir que la symbiose primitive entre le micro-organisme et l'hôte était peu spécifique, puis le devint de plus en plus. Certaines espèces de plantes hôtes apparues plus récemment nous amènent à pousser ce raisonnement à la limite puisqu'elles démontrent une

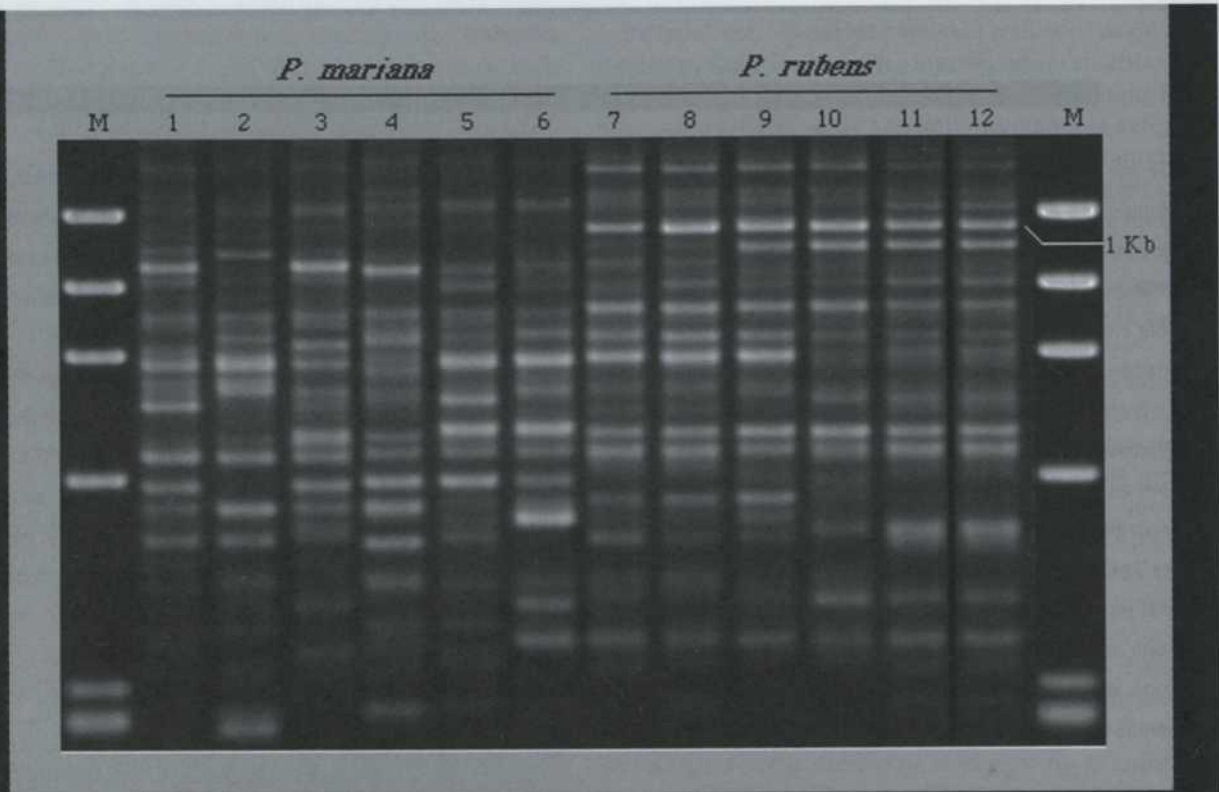


Figure 4: Gel d'électrophorèse de fragments d'ADN d'épinette noire et d'épinette rouge

On remarque sur ce gel — où les fragments d'ADN sont séparés selon leur taille, ceux d'en bas étant de plus petite taille que ceux d'en haut — l'existence d'un fragment d'ADN présent pour l'épinette rouge et absent pour l'épinette noire.

L'observation de tels fragments caractéristiques de l'une ou l'autre de ces deux espèces facilite l'identification d'hybrides naturels, ce qui permet de mesurer les degrés d'échanges génétiques entre les deux espèces cousines.

absence complète de symbiose. On constate également le rôle majeur joué par la plante hôte dans le choix de la souche bactérienne, les formes végétales les plus évoluées ayant vraisemblablement mis en place des mécanismes permettant de filtrer efficacement les partenaires bactériens ou de résister à l'invasion de leur système racinaire par ces derniers. Il en découle des conséquences importantes quant à l'utilisation par l'humain de souches bactériennes pour optimiser la symbiose, la stratégie devant être adaptée en fonction de la position phylogénétique de chaque groupe de plantes visé.

DE LA PHYLOGÉNIE À LA BIOGÉOGRAPHIE

L'approche de phylogénétique moléculaire ne se limite pas à ces quelques exemples empruntés de nos travaux récents. Une des grandes tendances actuelles consiste à faire déborder le domaine de la phylogénétique moléculaire sur celui de la biogéographie des espèces. Cette nouvelle approche a été utilisée avec succès dans la compréhension,

par exemple, des effets provoqués par des événements géologiques anciens et progressifs, telles la fragmentation de la Pangée et la dérive subséquente des continents, sur la différenciation des espèces et les routes de migration²⁰. On croit également que des événements géologiques plus récents, comme les épisodes de glaciation du Quaternaire, pourraient avoir façonné radicalement l'histoire évolutive et la diversité génétique des espèces puisque ces dernières ont alors dû subir des déplacements massifs et des réductions importantes de leurs populations.

De telles études phylogéographiques sont en cours dans notre laboratoire. Nous nous intéressons aux frênes, dont on trouve plusieurs espèces en Amérique du Nord, mais aussi en Europe et en Asie, comme c'est le cas pour plusieurs genres arborescents circumpolaires. En raison de la grande proximité taxonomique de ces espèces, des régions plus variables du génome ont dû être analysées, telles les régions intergéniques. C'est d'ailleurs la difficulté de recruter ces régions qui a jusqu'à tout récemment freiné la réalisation de telles études chez les plantes.



Les résultats? Plusieurs espèces européennes et nord-américaines de frênes sont apparues phylogénétiquement plus proches l'une de l'autre que ne le sont les différentes espèces retrouvées au Québec, par exemple. Nous avons pu également retracer deux événements de migration depuis 15 millions d'années environ. Dans un premier temps, les frênes auraient migré par le détroit de Béring de l'Amérique du Nord vers l'Asie. Puis, une deuxième migration aurait mené le frêne jusqu'en Europe occidentale. Fait à noter: au fur et à mesure que cette avance s'effectuait, différentes espèces de frênes apparaissaient et s'installaient dans les régions conquises.

DES EMPREINTES GÉNÉTIQUES

L'analyse des régions variables du génome peut toutefois ne pas convenir à l'étude de certaines espèces. Ainsi, lorsque même les régions variables sont encore trop conservées — par exemple, c'est le cas lorsqu'on examine des espèces rapprochées ou des sous-espèces qui se sont séparées très récemment, il y a au plus quelques millions d'années —, on peut devoir recourir aux empreintes génétiques de fragments d'ADN qui s'apparentent conceptuellement au Code universel des produits apposé sur les produits de consommation²¹. Ici, ce ne sont plus les séquences d'ADN qui servent de substrat à l'analyse phylogénétique, mais plutôt la présence ou l'absence de fragments d'ADN représentatifs de régions hypervariables du génome. Ces approches permettent non seulement de distinguer des espèces morphologiquement similaires, mais aussi de déterminer la présence d'hybridation naturelle ou d'échange de gènes entre ces espèces; du coup, on arrive à mieux cerner et comprendre les événements actifs de spéciation.

L'utilisation de ces empreintes a permis d'estimer la différenciation entre diverses populations naturelles d'épinette noire au Québec²² en plus de faciliter la distinction sans ambiguïté entre l'épinette noire et l'épinette rouge, deux espèces difficiles à distinguer au Québec et qui cohabitent souvent sur le même site²³. La figure 4 illustre un gel d'électrophorèse où les fragments d'ADN sont séparés selon leur taille, ceux du bas étant de plus petite taille que ceux du haut. La flèche indique un fragment d'ADN caractéristique de l'épinette rouge et absent chez l'épinette noire. Ces fragments d'ADN particuliers à l'une ou l'autre des deux espèces facilitent l'identification d'hybrides naturels, ce qui permet de mesurer les degrés d'échanges géniques entre les deux espèces cousines. De fait, ces échanges sont très importants au Québec. L'utilisation de ces empreintes a aussi révélé que la diversité génétique était appauvrie chez l'épinette rouge, comparativement à l'épinette noire. L'ambiguïté entourant les causes de cet appauvrissement génétique, qu'elles soient historiques ou anthropiques, n'en diminue pas moins la nécessité d'entrevoir la conservation, au Québec

et ailleurs, de peuplements résiduels d'épinette rouge représentatifs.

EN ROUTE VERS L'ÉCOLOGIE MOLÉCULAIRE

Nos cadres d'étude se situent à la frontière entre l'interspécifique et l'intraspécifique, c'est-à-dire entre la phylogénétique et la biosystématique, d'une part, et la génétique des populations, d'autre part. Et c'est vers ce dernier niveau que semblent actuellement s'orienter les approches moléculaires de compréhension de l'évolu-

Une des grandes tendances actuelles consiste à

faire déborder le domaine de la phylogénétique moléculaire sur celui de la biogéographie des espèces.

tion de la diversité du vivant, puisque l'origine de nouvelles espèces doit obligatoirement prendre place à l'intérieur des populations des espèces actuelles. Ce sera entre autres par une meilleure compréhension des mécanismes évolutifs et environnementaux présidant à l'apparition et à la disparition des espèces que l'on sera à même de mieux repérer les signes avant-coureurs de la dégradation génétique des espèces menacées; on pourra ensuite établir le type d'interventions à privilégier en vue de la conservation de la biodiversité (encadré 5).

En ce sens, les approches moléculaires de biosystématique et de phylogénétique tendent à rejoindre l'écologie, comme en témoignent de nouveaux champs d'étude telle l'écologie moléculaire, où des approches moléculaires sont utilisées pour étudier la génétique et la dynamique de populations. Ces approches, complémentaires des approches plus traditionnelles de botanique et de paléobotanique, permettent non seulement de mieux comprendre notre passé et notre présent, mais aussi — et bien imparfaitement — d'en tirer des leçons et de mieux anticiper le futur. C'est la mécanique même de l'évolution, tant du point de vue macro que micro, qui commence à se laisser déchiffrer, une chose en laquelle Darwin n'osait espérer, 100 ans avant la découverte de l'ADN. Ce n'est là qu'une fraction de seconde à l'échelle géologique! ❁❁



REMERCIEMENTS

Je désire remercier tous les membres anciens et actuels de mon groupe de recherche, et plus particulièrement Louise Savard, maintenant à l'Institut de recherche en biologie végétale, Martin Perron, Jérôme Laroche, Nathalie Isabel et Sylvain Jeandroz, du CRBF, qui ont fourni des idées ou des résultats, de même qu'Alice Roy pour sa grande collaboration à la constitution des éléments graphiques de cet article. Mes remerciements vont aussi à mes collègues de l'Université Laval, Maurice Lalonde, Roger Lévesque et Luc Simon, de même qu'à des collaborateurs et collaboratrices de la première heure comme Philippe Normand, Laurent Maggia et Nathalie Frascaria, maintenant repartis en France, ainsi que Martin Michaud, Peng Li et Jean Beaulieu. Nos travaux cités dans cet article ont été et sont subventionnés par le Fonds pour la formation de chercheurs et l'aide à la recherche (FCAR), les ministères des Affaires internationales et des Ressources naturelles du Québec ainsi que le Conseil de recherches en sciences naturelles et en génie (CRSNG).

RÉFÉRENCES

- BOUSQUET, J., SIMON, L., LALONDE, M. «DNA amplification from vegetative and sexual tissues of trees using the polymerase chain reaction», *Canadian Journal of Forest Research*, 1990, vol. 20, p. 254-257.
- BOUSQUET, J., STRAUSS, S.H., DOERKSEN, A.H., PRICE, R.A. «Extensive variation in evolutionary rate of *rbcl* gene sequences among seed plants», *Proceedings of the National Academy of Sciences of the U.S.A.*, 1992b, vol. 89, p. 7844-7848.
- SAVARD, L., MICHAUD, M., BOUSQUET, J. «Genetic diversity and phylogenetic relationships between birches and alders using *rbcl*, 18S and ITS rRNA gene sequences», *Molecular Phylogenetics and Evolution*, 1993, vol. 2, p. 112-118.
- LI, W.-H., GRAUR, D. *Fundamentals of molecular evolution*, Sunderland, Mass., Sinauer, 1991, 284 p. (un classique accessible).
- BOUSQUET, J., STRAUSS, S.H., LI, P. «Complete congruence between morphological and *rbcl*-based molecular phylogenies in birches and related species (family Betulaceae)», *Molecular Biology and Evolution*, 1992a, vol. 9, p. 1076-1088.
- Loc. cit.*
- NORMAND, P., BOUSQUET, J. «Phylogeny of nitrogenase sequences in *Frankia* and other nitrogen-fixing microorganisms», *Journal of Molecular Evolution*, 1989, vol. 29, p. 436-447.
- LI, P., BOUSQUET, J. «Relative rate test for nucleotide substitutions between two lineages», *Molecular Biology and Evolution*, 1992, vol. 9, p. 1185-1189.
- Loc. cit.*
- SIMON, L., BOUSQUET, J., LÉVESQUE, R.C., LALONDE, M. «Origin and diversification of endomycorrhizal fungi and coincidence with vascular plants», *Nature*, 1993, vol. 363, p. 67-69.
- REMY, W., TAYLOR, T.N., HASS, H., KERP, H. «4-hundred-million-year-old vesicular-arbuscular mycorrhizae», *Proceedings of the National Academy of Sciences of the U.S.A.*, 1994, vol. 91, p. 11841-11843.
- SAVARD, L., LI, P., STRAUSS, S.H., CHASE, M.W., MICHAUD, M., BOUSQUET, J. *Op.cit.*
- CRANE, P.R. «Time for angiosperms», *Nature*, 1993, vol. 366, p. 631-632.
- LAROCHE, J., LI, P., BOUSQUET, J. «Mitochondrial DNA and monocot-dicot divergence time», *Molecular Biology and Evolution*, 1995, vol. 12, numéro de novembre (sous presse).
- WOLFE, K.H., GOUY, M., YANG, Y.-M., SHARP, P.M., LI, W.-H. «Date of the monocot-dicot divergence estimated from chloroplast DNA sequence data», *Proceedings of the National Academy of Sciences of the U.S.A.*, 1989, vol. 86, p. 6201-6205.
- MARTIN, W., GIERL, A., SAEDLER, H. «Molecular evidence for pre-Cretaceous angiosperm origins», *Nature*, 1989, vol. 339, p.46-48.
- BOUSQUET, J., LALONDE, M. «The genetics of actinorhizal *Betulaceae*», dans *The biology of Frankia and actinorhizal plants*, C.H. Schwintzer et J.D. Tjepkema éd., New York, Academic Press, 1990b, p. 239-261.
- NORMAND, P., BOUSQUET, J. *Op. cit.*
- MAGGIA, L., BOUSQUET, J. «Molecular phylogeny of the actinorhizal Hamamelidae and relationships with host promiscuity towards *Frankia*», *Molecular Ecology*, 1994, vol. 3, p. 459-467.
- AVISE, J.C. *Molecular markers, natural history and evolution*, New York, Chapman & Hall, 1994, 511 p. (excellent ouvrage d'introduction au domaine).
- ROY, A., FRASCARIA, N., MACKAY, J., BOUSQUET, J. «Segregating random amplified polymorphic DNAs (RAPDs) in *Betula alleghaniensis*», *Theoretical and Applied Genetics*, 1992, vol. 85, p. 173-180.
- ISABEL, N., BEAULIEU, J., BOUSQUET, J. «Complete congruence between gene diversity estimates derived from genotypic data at enzyme and RAPD loci in black spruce», *Proceedings of the National Academy of Sciences of the U.S.A.*, 1995, vol. 92, p. 6369-6373.
- PERRON, M., GORDON, A.G., BOUSQUET, J. «Species-specific RAPD fingerprints for the closely related *Picea mariana* and *P. rubens*», *Theoretical and Applied Genetics*, 1995, vol. 91, p. 142-149.

Des commentaires? Interface@acfas-2.acfas.ca

NORTEL

présente

L'AVENTURE SCIENTIFIQUE au 6^e Festival international du film scientifique du Québec

Du 21 sept. au 1^{er} oct. 1995

MONTRÉAL : cinéma ONF & Maison de la culture Frontenac

QUÉBEC : Musée de la civilisation

INFORMATIONS : (514) 849 - 1612



Québec

Industrie Canada

SPAR

Agence spatiale
canadienne

La Presse



Gouvernement du Québec
Ministère de l'Industrie, du Commerce,
de la Science et de la Technologie

Ordre
des ingénieurs
du Québec

PRATT & WHITNEY
CANADA
VILLE DE QUÉBEC



LA TÉLÉVISION
INTERNATIONALE

MUSÉE DE LA
CIVILISATION

Ville de Montréal



L'enseignant, l'enseignement...

Saurons-nous un jour les évaluer?

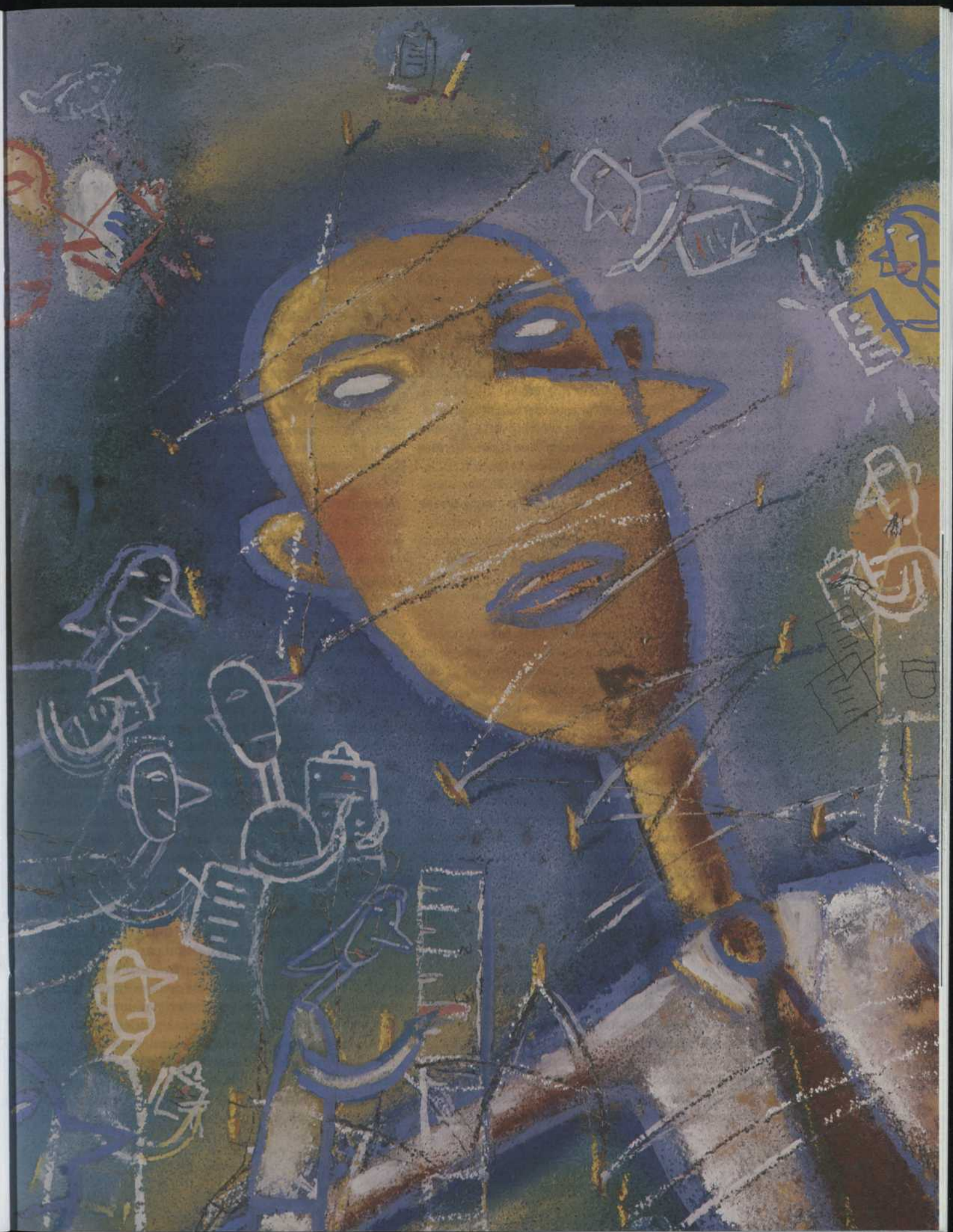
PAR JACQUES KEABLE

La mode est à l'évaluation et les enseignants, enseignantes n'y échappent pas. Mais dans leur cas, que faut-il évaluer, et surtout, comment? D'un pays, d'une institution et d'une culture à une autre, les réponses diffèrent. Le seul point commun: partout, pour ce qui est de la qualité et de la pertinence, les résultats des évaluations soulèvent bien des questions. D'où la nécessité d'évaluer... l'évaluation.

Oui oui, le Québec est une société distincte! Et qui y tient mordicus! Exemple: dans nos universités, on veut évaluer non seulement le personnel enseignant — une pratique qui ne nous est pas exclusive — mais aussi les enseignements. Avec un objectif on ne peut plus noble: les améliorer. Excelsior. De nature singulièrement louable, cette évaluation est dite « formative ». Généreuse d'intention, elle suppose la connivence active du personnel enseignant, de l'administration et des étudiants, étudiantes. Et sans la remplacer, elle s'ajoute à la classique évaluation dite « sommative », ou « statutaire », ou encore, « administrative ». Cette dernière, plus bureaucratique, vise à cataloguer, classer, jauger les enseignants, éventuellement à retarder des promotions, des permanences et, dans le cas des chargés de cours — véritable épée de Damoclès —, à ne pas renouveler les contrats...

Sauf erreur, cette double évaluation distingue le Québec universitaire du reste du monde! Les pays latins, par exemple, semblent même réfractaires à toute forme d'évaluation de ce type. En France, les structures hiérarchiques ne laissent que bien peu de place à cette incongruité malveillante qui consisterait à évaluer un professeur d'université. Et à donner à un simple étudiant — licence plutôt

ILLUSTRATION: JACQUES LAPLANTE





inconvenante — un droit de parole en la matière! Quant aux universités anglosaxonnes d'Amérique du Nord et à celles d'Angleterre, d'Australie ou d'Allemagne, elles se contentent de pratiquer une évaluation sommative. Une évaluation dont le caractère répressif répugne à plusieurs, dans nos universités québécoises.

Ceci étant dit, question: nos belles et singulières évaluations formatives tiennent-elles leurs promesses et donnent-elles de bons résultats? «Ça donne à peu près rien!», nous dit, laconiquement, Huguette Bernard, professeure à l'Université de Montréal et considérée comme «la» spécialiste québécoise en matière d'évaluation.

Cela ne donne rien, et les pratiques varient tellement d'une université à une autre que la Conférence des recteurs et des principaux des universités du Québec (CREPUQ) s'en est récemment inquiétée. Elle a donc confié à Huguette Bernard le mandat d'établir un état de la situation au Québec et de formuler des recommandations. Engagée au printemps, l'étude devrait être déposée, nous dit Réginald Lacroix, de la CREPUQ, au cours de l'automne. Une prédiction: madame Bernard n'ayant notoirement pas la langue dans sa poche, on peut s'attendre à quelques grincements dans les entourures! Parce que, grandes parleuses mais petites faiseuses, les universités auraient, en matière d'évaluation, le discours plus riche et fleuri que le terreau dont il traite abondamment.

En juin, Huguette Bernard était en plein travail. Quand nous l'avons rencontrée, elle en était à établir son diagnostic et, à l'évidence, elle ne souffrait toujours pas d'un emballement excessif devant le paysage qui se déployait sous ses yeux: «Écoutez! Ma première constatation, c'est qu'on en est encore à l'évaluation, par les étudiants, des cours théoriques du 1^{er} cycle. Entendons-nous bien! On n'a pas pensé beaucoup à l'évaluation de l'enseignement plutôt pratique, celui des laboratoires, stages, cliniques, ateliers, etc. Ça, donc, c'est mon premier diagnostic. Et quand on ose dire qu'on évalue aux 2^e et 3^e cycles, on ne dit pas, cependant, qu'on utilise souvent le même questionnaire qu'au 1^{er} cycle. Comme si enseigner à 150, c'était la même chose qu'enseigner à 15, 10, à une vingtaine de personnes à la maîtrise ou au doctorat. Et les étudiants nous le disent: les questionnaires ne sont pas adaptés, ne sont pas appropriés! Vous évaluez n'importe quoi, avec ça!...»

L'URGENCE D'AGIR

La nécessité d'évaluer correctement l'enseignement tient au fait qu'au fil des ans, il a perdu beaucoup de son prestige au profit, notamment, de la recherche, que l'on a sur-valorisée. Déjà, en 1991, on écrivait dans le rapport Smith¹ qu'«un enseignant hors pair, dont le dossier de recherche est tout juste convenable, n'obtiendra probablement jamais l'agrégation complète dans la plupart des

établissements, mais un grand chercheur l'obtiendra, même si son dossier d'enseignement est des plus modestes. Ainsi, les règles du jeu ne sont pas les mêmes.» Doyen adjoint au décanat des études de 1^{er} cycle de l'Université du Québec à Montréal (UQAM), Robert Couillard renchérit: «Ça atteint des sommets où des professeurs, avec des subventions, peuvent acheter des dégrèvements d'enseignement! Dans une université, y'a là quelque chose d'un peu aberrant!»

Il faut donc, de toute urgence, revaloriser l'enseignement et pour cela, selon Robert Couillard, établir des mécanismes crédibles d'évaluation de la qualité de cet enseignement. À l'appui de son dire, il évoque l'explosion des communications à l'échelle de la planète, l'éclatement des frontières, la mondialisation des économies et, bientôt peut-être, celle des cultures: «Les universités qui n'assureront pas, de manière rigoureuse, cette évaluation de la qualité des enseignements et qui n'assureront pas les conditions d'encadrement nécessaires, seront sanctionnées quelque part sur le marché des étudiants... parce que maintenant, c'est dans ces termes-là, hélas, qu'il faut parler! Mais socialement, cela a quelque chose de bon. Il y a une responsabilité que les établissements vont devoir assumer. S'ils ne le font pas, ils vont se le faire imposer d'une manière qui n'est pas forcément la plus souhaitable.»

L'OUTIL PASSE-PARTOUT: LE QUESTIONNAIRE

Il ne semble pas y avoir d'exceptions: le questionnaire, rempli volontairement et anonymement, est le matériel central de l'évaluation, tant sommative que, présumément, formative. Le plus souvent, ces deux types d'évaluation dont les objectifs sont bien différents, sont confondus dans une seule opération et on n'utilise qu'un seul outil, le questionnaire, que les étudiants et étudiantes sont invités à remplir dans des conditions et à des rythmes variables selon les universités, les facultés, les départements, les modules, etc. Le questionnaire, c'est la voie royale de l'évaluation, bien que quelques universités, facultés ou départements ajoutent à cet outil d'autres pratiques plus ou moins complexes.

Cet instrument universel d'évaluation, on devine qu'on peut le construire de mille façons. Il peut être court ou long, intelligent ou imbécile, utile ou pas, inquisiteur ou respectueux des personnes. Il peut être standard ou conçu sur mesure. Mais une chose est certaine: un bon questionnaire, judicieux et pertinent n'est pas une chose simple à élaborer. Ce qui n'empêche pas plusieurs universitaires, sinon même étudiants, de se croire tout naturellement habilités à en bâtir. «Tout le monde s'improvise spécialiste en évaluation de l'enseignement! J'ai horreur de ça», note, non sans quelque irritation, Huguette Bernard, qui poursuit: «On en fait à tort et à travers, les questions

FAUT-IL FORMER DE FORCE LES FORMATEURS?

La petite histoire universitaire tendrait à démontrer qu'à moins d'y être forcés, les enseignants et enseignantes ont tendance à bouder la pédagogie. À l'Université de Montréal, par exemple, on a fermé le service d'aide pédagogique aux professeurs: à peu près personne n'y avait recours!

À l'UQAM, par contre, selon Robert Couillard, les enseignants se bousculent aux portes des sessions de formation pédagogique, qu'il faut dès lors ré-inscrire au programme. L'idée de rendre cette formation obligatoire, dans ces conditions, ne plaît pas beaucoup à la direction.

À l'École polytechnique de Montréal, justement, cette formation, assez élaborée, est obligatoire. Tout nouveau professeur, nous dit Lina Forest, conseillère pédagogique

à l'École, doit se soumettre à une période de formation pédagogique bâtie sur mesure dans chaque cas et qui prend en considération l'expérience passée. Cette formation s'étend sur deux sessions et est d'une durée moyenne de 100 heures. Elle est pleinement à caractère formatif: la conseillère pédagogique s'intéresse à la préparation du cours, à la prestation du professeur en classe, à l'évaluation du cours donné, etc. L'objectif est d'aider le nouveau venu, la nouvelle venue à atteindre une qualité optimale.

À ce jour, dit Lina Forest, environ 150 des 250 professeurs ont suivi cette formation. Leur performance en classe est remarquable et un très grand pourcentage d'entre eux se disent heureux d'avoir profité de cette formation tout en reconnaissant que, si elle n'avait pas été obligatoire, ils ne l'auraient pas suivie!

sont mal faites, la compilation des données est mal faite, l'interprétation des résultats est mal faite. On devrait se rendre compte que c'est un domaine de recherche!»

Quelques exemples. Jusqu'à l'hiver dernier, on comptait, à l'UQAM, jusqu'à 55 questionnaires différents et «aucun d'entre eux n'était validé formellement. Aucun d'entre eux, en outre, ne posait de façon claire l'objet de l'évaluation», nous dit Robert Couillard. On prétendait évaluer, par ces questionnaires multiples et diversifiés, autant le contenu des enseignements que la prestation de l'enseignant ou de l'enseignante, la qualité du local et la cohérence du cours par rapport au programme. Une manière de fourre-tout qui ne donnait lieu à aucun suivi.

Dans certaines universités, le questionnaire n'est proposé qu'à la toute fin de la session, ce qui lui enlève tout effet sur l'amélioration d'un cours dès lors... terminé! À Sherbrooke, nous dit le vice-président du syndicat des professeurs, Jean Goulet, tous les cours sont évalués à la même période de l'année. Chaque faculté établit son questionnaire et toutes le soumettent au même moment aux étudiants, qui finissent par se lasser de cette obligation répétitive et en arrivent vite à bâcler le travail. Résultat: «C'est plus ou moins utile», croit Jean Goulet. Sans compter le fait que, de toute façon, les étudiants ne répondent pas tous aux questionnaires et que l'évaluation qui en est tirée ne représente donc le point de vue que d'une fraction d'entre eux.

Anonymes, les questionnaires ont souvent, signalent plusieurs de nos interlocuteurs, des effets désastreux sur les professeurs. «J'ai connu des professeurs en panique, presque en dépression, face aux commentaires», dit Jean Goulet. On comprendra alors que certains enseignants et enseignantes, pour éviter le désagrément de lire de mauvaises évaluations à leur endroit — et pour amoindrir le risque de voir leur contrat non renouvelé, la permanence reportée, la promotion compromise... — choisissent d'assaisonner leur enseignement d'un brin, parfois un gros brin, de démagogie: une abondante et douce pluie de «A» et, au pire, de «B+» incite beaucoup les étudiants, dit-on, à apprécier hautement la personne à l'origine de cette manne providentielle de bonnes notes! Ce qui, à l'évidence, ne constitue pas la meilleure des garanties de qualité de l'enseignement!

DE L'USAGE VARIABLE DES QUESTIONNAIRES

Les universités sont des établissements autonomes. Elles affichent donc chacune, en matière d'évaluation, des pratiques différentes et parfois même contraires. À titre d'exemple, voici une petite comparaison de l'Université Laval avec l'Université d'Ottawa.

À Québec, chaque faculté est responsable du contenu du questionnaire soumis aux étudiants. Il n'y a pas un questionnaire standard unique. À Ottawa, c'est exactement



le contraire: il n'y a qu'un seul et unique questionnaire, pour toutes les facultés. Tant à Québec, selon l'adjoint au vice-recteur aux ressources humaines, André Boudreau, qu'à Ottawa, selon Denis Carrier, vice-recteur adjoint à l'enseignement, le questionnaire offre la possibilité de passer, anonymement, des commentaires personnels sur telle ou telle personne. À Ottawa, ces commentaires, mis sous enveloppe scellée par l'étudiant ou l'étudiante même qui les a formulés, passent directement, confidentiellement et exclusivement aux professeurs concernés. À Québec, les commentaires sont aussi remis aux professeurs en cause mais ils sont en outre, et automatiquement, inclus dans leur dossier professionnel par la direction. Ce qui permet, nous dit M. Boudreau, de « situer le professeur par rapport à ses confrères et consœurs », mais ce qui soulève l'opposition du syndicat des professeurs, lequel conteste la valeur de commentaires formulés sous le couvert de l'anonymat.

Autre divergence: à Québec, les étudiants, étudiantes n'ont pas accès aux résultats de l'évaluation. À Ottawa, par contre, ils ont accès à une partie des résultats. À Ottawa toujours, le questionnaire, standard comme on l'a noté, comprend 12 questions. Trois de ces questions donnent lieu à des réponses qui sont réservées exclusivement à la personne évaluée et à l'administration. Elles portent sur la prestation du professeur ou de la professeure, sur sa disponibilité et sa connaissance de la matière. Résultat? De l'avis, bien personnel note-t-il, du vice-recteur Denis Carrier, « ça dépiste les cas extrêmes, mais pour les cas intermédiaires, c'est plus difficile. Ce sont des indications de plus... ».

Les réponses aux neuf autres questions sont compilées et tout étudiant intéressé peut les consulter. Elles sont publiques. Ces questions portent sur la perception des étudiants quant à la qualité du cours, de la correction, sur l'« aptitude du professeur à susciter mon intérêt pour la matière », sur « l'évolution de mon apprentissage », la qualité des rapports « entre le professeur et la classe », etc.

La divulgation, partielle ou totale, des évaluations ne fait pas l'unanimité. Elle est courante dans les universités anglosaxonnes, y compris, au Québec, à McGill et Concordia, mais exceptionnelle dans les universités francophones. Les organisations étudiantes, notamment la Fédération étudiante universitaire du Québec (FEUQ), réclament toutefois que, dans toutes les universités, les résultats des évaluations fournies par les questionnaires « soient rendus accessibles aux étudiants », selon certaines modalités. Interrogé là-dessus, David Chagnon, de la FEUQ, soutient que « c'est bien de savoir que tel professeur est bon ou moins bon... La divulgation des résultats crée une pression publique. Les professeurs vont être plus sérieux... »

On le devine, tout le monde n'est pas d'accord là-dessus. Ainsi, Clermont Dupuis, président du syndicat des professeurs de l'Université Laval, estime qu'il est « un peu déplorable que les étudiants aient parfois tendance à se transformer en policiers. Ils veulent un droit de regard sur la carrière des professeurs. La divulgation des résultats conduirait à constituer un peu un tableau de chasse! »

Robert Couillard, à l'UQAM, estime également que la divulgation des évaluations « n'est pas pertinente en ce qu'elle n'améliore pas la qualité de l'enseignement. Bien au contraire, cela suscite, chez les enseignants, une opposition en rangs serrés, alors qu'il y a des étudiants qui, souvent, répondent aux questionnaires de manière sauvage. Tu joues une carrière sur des instruments qui ne sont pas très rigoureux. Cela va à l'encontre de toute amélioration de l'enseignement. »

De plus, en principe tout au moins, la divulgation des résultats, au Québec, pose un problème légal: la loi régissant la protection de la vie privée n'autorise pas la divulgation pure et simple des évaluations, avec le nom du professeur ou de la professeure. Comme elle n'autorise pas la publication des résultats d'examen des étudiants. Les universités québécoises, anglophones essentiellement, comme McGill ou Concordia, qui, à l'instar des universités américaines, divulguent les évaluations, le font en prenant des mesures qui leur permettent apparemment de ne pas tomber sous le coup de cette loi.

Il y a plus audacieux! Dans une étude récente menée avec la collaboration incontournable d'Huguette Bernard, la FEUQ, tout en réclamant, il va de soi, que l'évaluation soit formative, n'en réclame pas moins qu'elle mette le personnel enseignant sur la sellette. Elle revendique qu'on procède à une « évaluation formative orale de mi-session », menée, toutefois, insiste-t-elle, de manière respectueuse et correcte.

Dans ce type d'évaluation, il s'agit d'amener les étudiants, en cours de session, à faire part, oralement et publiquement, de leur satisfaction ou de leurs griefs à l'égard des professeurs et de l'enseignement offert. Les conclusions de cette analyse, menée en l'absence des professeurs, leur sont par la suite remises.

Cette opération, qui a encore cours dans certaines constituantes de l'Université du Québec, appelle Huguette Bernard aux barricades: « Ils entrent dans la classe d'un professeur, à la mi-session, ils lui disent: quittez la classe, on va vous évaluer, vous reviendrez après, on va vous dire ce qu'on pense de vous! C'est un peu cavalier, vous ne trouvez pas? Alors, imaginez une classe de 150 étudiants de 1^{re} année. Ils viennent de sortir des cégeps tout frais, ils n'ont jamais rien évalué de leur vie puis là, il y a un petit leader étudiant qui leur dit: « Pis, le prof, qu'est-ce que vous en pensez? » J'ai vu tellement de professeurs démolis par cette pratique-là! »



DES PROFESSEURS AUX CHARGÉS DE COURS: DEUX POIDS, DEUX MESURES

Selon que vous serez chargé de cours ou professeur, les jugements de la direction seront foudroyants ou réservés! L'évaluation sommative — et toutes les évaluations le sont au moins en partie — n'a pas le même poids pour tout le monde. Un professeur permanent, confronté à une évaluation défavorable de ses étudiants, se défend aisément en invoquant sa recherche, son rayonnement, les subventions qu'il draine, etc. Résultat: si, très occasionnellement, les mauvaises évaluations peuvent retarder une promotion ou une permanence, rarement, très rarement, pour ne pas dire jamais, conduisent-elles à une mise à pied.

Dans le cas des chargés de cours, la situation est différente. L'enseignement est, essentiellement, leur seul et unique domaine. Ils ne peuvent se retrancher derrière quoi que ce soit d'autre. Les évaluations pèsent donc d'un poids plus lourd: il n'y a pas de permanence, pour un chargé ou une chargée de cours.

Deux exemples. À l'UQAM, trois mauvaises évaluations conduisent à peu près automatiquement à l'exclusion. Malgré des mécanismes complexes, on compte, au cours des trois dernières années, cinq mises à pied pour cause

d'évaluation défavorable. Mais les cas sont en révision, nous dit l'agent de grief du syndicat des chargés de cours, Gaétan Théberge.

À l'Université de Montréal, les chargés de cours sont d'abord soumis, à la suite de l'un des trois premiers cours qu'ils sont appelés à donner, à une probation: évaluation par les étudiants, analyse du plan de cours, des notes de cours, du syllabus. Le jugement unilatéral alors rendu par la direction ne peut faire l'objet d'un grief, mais d'un simple appel à l'interne. Par la suite, chaque cours est objet d'évaluation et la direction peut, en tout temps, réclamer une évaluation plus fouillée. La réussite à l'étape de la probation n'est donc en rien une garantie de permanence. François Cyr, porte-parole du syndicat des chargés de cours, enseigne à l'Université de Montréal depuis 15 ans. Et depuis 15 ans, dit-il, chacun de ses cours est évalué. Et il demeure sujet à une mise à pied si la direction en décide ainsi, encore que pareille décision puisse bien évidemment faire l'objet d'une procédure de grief. « Notre permanence, c'est ça! », conclut-il dans un grand rire...

Faut-il le rappeler? Plus ou moins 50 p. cent des cours universitaires sont donnés par des chargés de cours. Au statut précaire...

LE DÉFI: INNOVER!

Ce que constate, à toutes fins utiles, Huguette Bernard — et nos autres interlocuteurs, pour l'essentiel, semblent partager son opinion —, c'est que les pratiques actuelles, diversifiées au point d'en être parfois contradictoires, ne donnent pas les résultats qu'en principe, pourtant, tout le monde recherche. Conséquemment, c'est un peu exaspérée qu'elle résumera, en termes particulièrement simples et clairs, son sentiment: « Nos pratiques ne donnent pas de bons résultats? Alors, mettons-y fin! »

Cette boutade d'impatience contient probablement tout son message: cessons d'improviser, arrêtons les petites luttes de clocher, voyons ce que nous pouvons faire ensemble pour améliorer l'enseignement. Par exemple, donner aux étudiants une véritable occasion de s'enga-

ger véritablement dans la vie universitaire autrement que par cette seule activité qui consiste à faire, à l'aide des questionnaires d'évaluation, la chasse aux enseignants! Et ce, d'autant plus, jure Huguette Bernard, sondages à l'appui, que les étudiants jugent que 80 p. cent des enseignants sont bons, très bons ou excellents! Des 20 p. cent restants, dit-elle, la moitié est composée de professeurs aux prises avec des difficultés qu'une aide appropriée ferait aisément disparaître. Le dernier bloc de 10 p. cent est formé de personnes qui ne devraient pas être là où elles sont, et la mauvaise image qu'elles projettent déteint sur la réputation de l'ensemble du personnel enseignant.

Plus fondamentalement, et Huguette Bernard y revient souvent, il faut reconnaître que l'enseignement, ce n'est pas la responsabilité individuelle de chaque enseignant ou enseignante, mais bien de l'ensemble de l'établissement. La qualité de l'enseignement résulte de la syner-



gie entre tous les facteurs qui entrent en jeu dans la vie de l'établissement : administration, étudiants, enseignants et syndicats.

C'est un peu la tentative à laquelle l'UQAM s'est consacrée, au cours des sept dernières années qui lui auront été nécessaires pour en arriver au programme d'évaluation dont l'implantation a commencé il y a moins d'un an. Ce programme, auquel a collaboré, bien sûr, Huguette Bernard, semble bien se situer à la pointe, actuellement, au Québec. Il devrait permettre, au moyen de différents mécanismes et en étroite collaboration avec tous les intéressés — administrateurs, enseignants et étudiants, organismes représentatifs et structures institutionnelles — d'en arriver à une évaluation essentiellement formative, donc destinée à améliorer l'enseignement grâce à la maîtrise d'un grand nombre de ses éléments constitutifs. L'opération ne vise pas à punir, à sévir, à cataloguer et à réprimer, mais à hausser le niveau et à aider.

Tout compte fait, les modèles ne pouvant être importés de l'étranger, les universités québécoises semblent condamnées, ce qui n'est pas la pire des condamnations, bien au contraire, à innover. Le défi: inventer une formule qui permette à l'université de ne pas imposer l'incompétence des professeurs aux étudiants, ni aux professeurs

d'être tirés vers le haut. Bien joli tout ça, mais il faut y mettre de la réflexion, des études, des expérimentations. Autrement dit, de la recherche.

On l'a vu, Huguette Bernard est une sorte de gourou en matière d'évaluation. Elle est consultée tout à la fois par la CREPUQ, les directions de cégeps, les syndicats, les gestionnaires des universités et les associations étudiantes! Ce qui doit bien révéler au moins un peu de crédibilité! Elle rêve, dit-elle, d'une grande équipe pour mener à terme les travaux nécessaires. «Avez-vous demandé des subventions, pour ces projets?» «Bien oui!» «Résultat?» «Néant! Je pense qu'il faudrait que je m'associe avec une grande star américaine de l'évaluation...» Faudrait-t-il évaluer les pratiques des organismes subventionnaires? ✎

RÉFÉRENCE

1. SMITH, M.D. et STUART, L., *Rapport de la Commission d'enquête sur l'enseignement universitaire au Canada*, Association des universités et collèges du Canada, 1991.

Des commentaires? Interface@acfas-2.acfas.ca

LA FONDATION DU PRÊT D'HONNEUR de la Société Saint-Jean-Baptiste de Montréal

Bourses postdoctorales 1995

JEAN CARIGNAN - 20 000 \$

Université du Québec à Montréal, département des sciences de la terre

Sujet: *Retracer les sources, les trajectoires atmosphériques et le devenir de certains métaux lourds contaminants de l'environnement.*

ANNE CHARLAND - 20 000 \$ **Bourse Pierre-Péladeau**

Université de Montréal, département de géologie

Sujet: *L'exposition à de hautes concentrations de radon naturel est reconnue comme une cause importante de cancer du poumon. Nous proposons de faire une étude de distribution et de transport du radon en relation avec la géologie des Basses-Terres du St-Laurent et les Montérégiennes.*

ANDRÉ LACROIX - 20 000 \$ **Bourse Roger-Duhamel**

Université de Montréal, Centre de Recherche en Droit Public

Sujet: *Étudier de près les implications du pluralisme moral et juridique pour le développement socio-économique du Québec.*

MARYSE PAQUIN - 20 000 \$

Université du Québec à Rimouski, laboratoire d'étude et d'action pour le développement de la recherche en éducation (LEADRE)

Sujet: *Expérimentation et évaluation d'un programme d'intervention mené auprès de parents ayant des enfants avec des difficultés d'apprentissage au niveau secondaire.*

N'oubliez pas notre campagne de financement!



Envoyez vos dons à:

FONDATION DU PRÊT D'HONNEUR

82, rue Sherbrooke Ouest Montréal (Québec) H2X 1X3 Téléphone: (514) 843-8851



CEPSUM

ÉNERGIE, FORME ET PLAISIR

NOUVEAU

- Salle d'entraînement agrandie, équipée d'appareils de pointe
- Activités variées pour les 2 à 99 ans
- Devenez membre ou inscrivez-vous à une activité sportive

INFORMATION : 343-6150



Université de Montréal
Services aux étudiants
Service des sports



Station
Edouard-Montpetit

AVEZ-VOUS UN PROJET EN TÊTE POUR DÉCRIRE LA RÉALITÉ CANADIENNE?

- Livres • Vidéos • Audio-cassettes
- Films • Matériel informatique

Le Programme des études canadiennes subventionne la réalisation de documents destinés à mieux faire connaître au grand public et aux étudiants, le Canada et ses habitants.

Chaque année, la date de tombée
est le 1^{er} novembre

Renseignements :

Programme des études canadiennes
Patrimoine canadien, Hull (Québec) K1A 0M5
Téléphone : (819) 994-1544 • Télécopieur : (819) 997-8777



LE PROGRAMME
DES ÉTUDES
CANADIENNES



Patrimoine
canadien

Canadian
Heritage

Canada



SCIENCE CLIPS

Trois universités collaborent au *Dictionnaire bilingue canadien*

COMMENT DIT-ON « KÉTAINE » OU « BÉBELLE » EN ANGLAIS? IMPOSSIBLE DE TROUVER LA RÉPONSE DANS LES DICTIONNAIRES BILINGUES BRITANNIQUES HARRAP'S OU ROBERT & COLLINS. LA TRA-

DUCTION DE CES QUÉBÉCISMES FIGURERA CEPENDANT

DANS LE PREMIER DICTIONNAIRE canadien bilingue, que préparent actuellement l'Université d'Ottawa, l'Université de Montréal et l'Université Laval.

Depuis maintenant huit ans, une vingtaine de lexicographes et linguistes de ces trois universités travaillent à l'élaboration de ce dictionnaire, un méga-projet doté d'une subvention de 2,1 millions de dollars du Conseil de recherches en sciences humaines du Canada. Cet ouvrage viendra combler un vide important, car le seul dictionnaire bilingue canadien, le *Vinay*, un abrégé datant de 1962, est épuisé depuis 1970.

« C'est très frustrant de chercher un mot et de ne pas avoir de bons outils pour le trouver. Souvent, il faut procéder par déduction ou intuition, et cela nuit à la qualité de la traduction », affirme Roda Roberts, instigatrice et directrice du projet, et professeure de traduction à l'Université d'Ottawa. « Dans un pays qui se proclame officiellement bilingue, il y a quelque chose qui cloche quand il faut se tourner vers l'Europe pour tout ce qui est bilinguisme. Avoir notre propre dictionnaire bilingue, c'est une question de fierté nationale », ajoute-t-elle.

Le trait distinctif du *Dictionnaire bilingue canadien* (DBC) sera la place importante accordée aux canadianismes, soit les expressions utilisées au Canada seulement. D'après Roda Roberts, il existe environ 13 000 canadianismes. Sur ce nombre, 9 000 à 10 000 sont des mots français utilisés dans la langue parlée au

Québec, en Acadie ou par d'autres minorités francophones hors Québec.

Alors que nos cousins de France mangent des myrtilles, se lavent avec un gant de toilette ou ridiculisent le cucul-

DBC, chacun de ces mots aura une entrée distincte et sa traduction en anglais.

Et les anglicismes, plaie des puristes et des professeurs de français, quelle sera leur place dans le DBC? Après de longues discussions sur cette question complexe et hautement délicate, l'équipe a opté pour une approche pragmatique.

« Nous ne pensons pas en termes d'anglicismes. Quand un mot est souvent



ILLUSTRATION: JOAO MANUEL COSTELA

la-praline, les Québécois mangent des bleuets, se lavent avec une débarbouillette ou se rient du kétéine. Dans le futur

utilisé et qu'on le retrouve constamment dans la documentation canadienne, il fait partie de notre langue. Ce mot sera

SEPTEMBRE - OCTOBRE

INTERFACE

MCMXXV



donc intégré dans le dictionnaire, avec l'indication non pas d'«anglicisme», mais plutôt d'«usage canadien». Prenons l'expression «tomber en amour», un calque de l'anglais «*to fall in love*»: un puriste dirait que c'est un anglicisme. Or ça ne sert à rien de condamner l'expression, car les gens vont continuer à l'utiliser. De même, l'Office de la langue française a proposé le mot «hambourgeois» au lieu de «hamburger», mais personne n'utilise ce nouveau terme. Mieux vaut indiquer dans le dictionnaire l'expression employée au Canada. Nos utilisateurs et utilisatrices ne sont pas bêtes, ils vont choisir», explique Roda Roberts.

Pour déterminer quels canadianismes figureront au dictionnaire, les lexicographes ont créé un corpus bilingue de 120 millions de mots. Constamment mise à jour, cette imposante banque de données comporte des textes tirés de revues et de livres canadiens; l'équipe trouve les mots et évalue la fréquence de leur emploi.

L'élaboration du dictionnaire exige un savant dosage de compétence, de minutie et de patience. Une vingtaine d'étudiants diplômés en traduction, qui agissent comme lexicographes de premier

niveau, effectuent le travail de débroussaillage. Ils rassemblent toute la documentation au sujet d'un mot en écumant l'imposant corpus et les dictionnaires bilingues existants.

Cette documentation est ensuite analysée afin d'en dégager les grandes tendances sémantiques. L'équipe tient compte de tous les usages d'un mot, écarte les sens qui ne sont plus utilisés et élabore des définitions pour les sens nouveaux. «Les principales difficultés viennent des mots récents ou des canadianismes. Des mots comme «niaiser», «taponner», «bébelle» ou «bibitte» nous ont donné du fil à retordre! Ces mots passe-partout ont plusieurs sens et ce n'est pas toujours évident de les expliquer», fait valoir Roda Roberts.

À l'étape finale, des réviseurs et professeurs de traduction de l'Université d'Ottawa et de Montréal revoient les entrées, tandis que l'Université Laval vérifie tous les canadianismes. Pour tenir compte de la dualité linguistique du Canada, l'équipe privilégie la quantité autant que la qualité d'information. «Le dictionnaire présente le plus de variantes possible, car nous nous adressons à des gens qui vivent dans un pays bilin-

gue et qui travaillent souvent dans les deux langues», explique Roda Roberts.

Chaque mot est illustré par des exemples canadiens, avec culture et couleur locales. Sous l'entrée «bleuet», par exemple, on pourra lire: «Il s'appelle Tremblay, ça doit être un bleuet.»

Avec ses 80 000 entrées prévues, le *Dictionnaire bilingue canadien* sera un peu plus volumineux que le *Petit Robert 1*. Environ 6 000 entrées sont présentement complétées et bien que rien ne soit encore signé, l'éditeur torontois McClelland & Stewart s'intéresse depuis plusieurs années à la publication de ce dictionnaire.

La date de parution prévue est l'an 2003, mais l'équipe songe à publier, vers 1998-1999, une partie des travaux accomplis jusque-là, sous forme d'un dictionnaire de canadianismes. On prévoit aussi offrir plusieurs publications connexes vers la fin du projet, dont un ouvrage de référence sur la lexicographie bilingue et un document décrivant la méthodologie de préparation d'un dictionnaire.

ANDRÉE POULIN

Énergie éolienne: Hydro-Québec remet ça

UNE DIZAINE D'ANNÉES APRES LES ÉCHECS MONUMENTAUX DES ÉOLIENNES DES ÎLES DE LA MADELEINE ET DE CAP-CHAT EN GASPÉSIE, HYDRO-QUÉBEC REVIENT À LA CHARGE. CETTE FOIS-CI, IL S'AGIT D'UN PROJET DE «JUMELAGE ÉOLIENNE-DIESEL». DE L'ACHARNEMENT ÉNERGÉTIQUE?

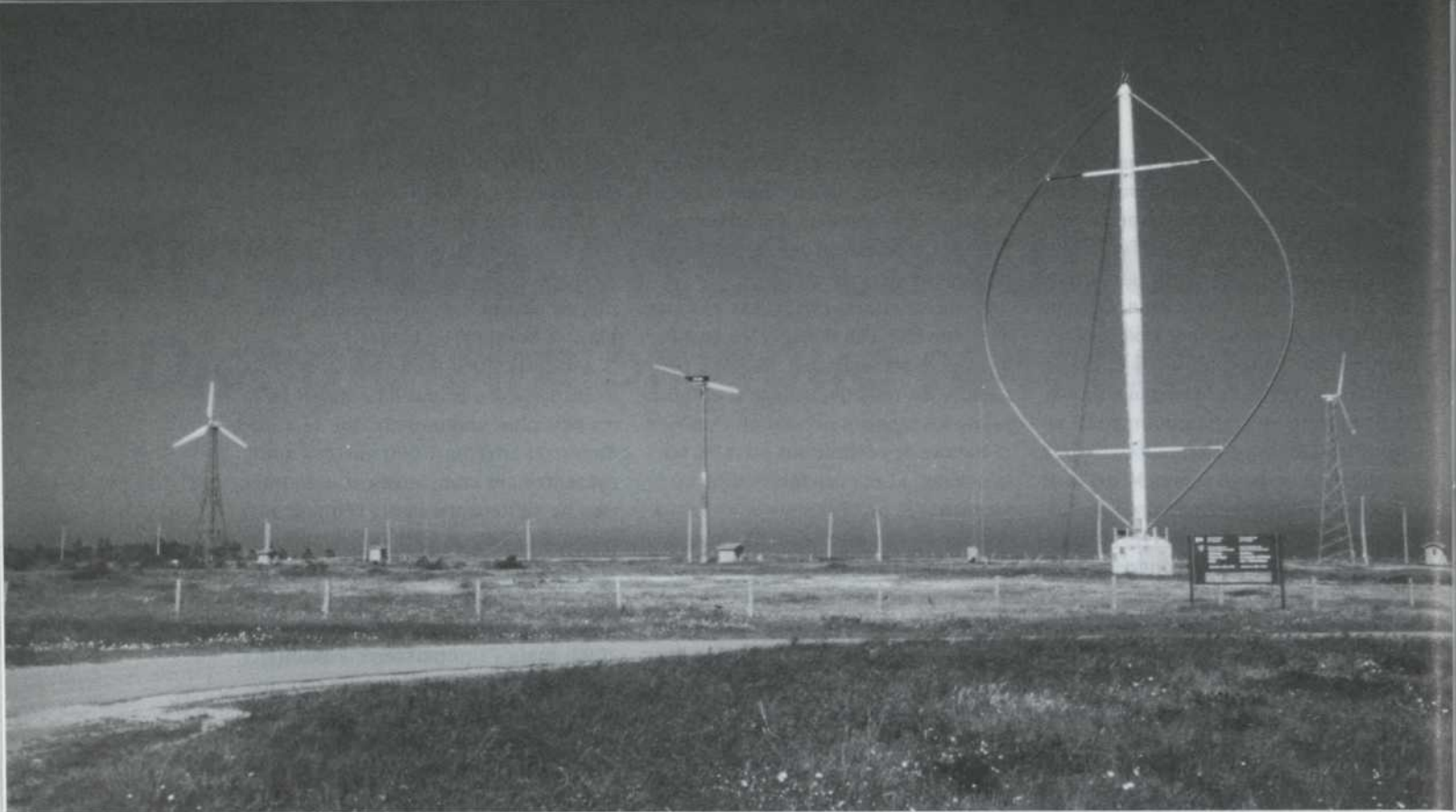
Non, répond-on au Centre de recherche d'Hydro-Québec (IREQ). En fait, la technique a beaucoup évolué. «L'éolienne de Cap-Chat était la première du genre au monde», se défend Bernard Saulnier,

du Département mécanique de l'IREQ. Les espoirs sont à nouveau permis. Au point où, d'ici huit ans, douze villages inuit de l'Ungava pourraient être alimentés par ces immenses girouettes.

La vengeance est douce au cœur des chercheurs d'Hydro-Québec...

Le rapport du Groupe de recherche en économie de l'énergie, de l'environ-

nement et des ressources naturelles (GREEN) est pourtant clair: malgré les progrès enregistrés, l'énergie éolienne est toujours moins rentable que l'hydro-électricité. Mais cette fois-ci, le «castor québécois du béton» investit les régions non reliées au réseau hydroélectrique. On veut planter des éoliennes dans des coins de pays éloignés où l'électricité est produite à partir du diesel, un carburant aussi efficace que coûteux. Rappelons qu'en 1992, Hydro-Québec a acheté pour six millions de dollars de carburant juste pour approvisionner 7 000 résidents de l'Ungava. Le coût: près de



CENTRE D'ESSAIS ÉOLIENS
DE L'ATLANTIQUE À NORTH
CAPE, À L'ÎLE-DU-PRINCE-
ÉDOUARD.

20 ¢/kWh, comparativement à 6 ¢ pour un résident de Montréal. Socialisme oblige, Hydro-Québec a payé la différence et a enregistré des pertes de 19 millions de dollars.

Selon les calculs des spécialistes de l'IREQ, l'utilisation des éoliennes permettrait de réduire de moitié les achats de diesel tout en ménageant la machinerie. L'éolienne serait employée comme énergie principale. Les groupes diesels n'entreraient en marche que lorsque les super-ventilateurs ne pourraient répondre à la demande.

On a privilégié un système entièrement automatisé qui, toutefois, ne pourra pas emmagasiner l'énergie produite. «Le stockage d'énergie coûte trop cher et n'améliore pas suffisamment le rendement», dit Réal Reid, ingénieur mécanique à l'IREQ. Pour compenser les périodes de faibles vents, on a préféré augmenter le nombre d'éoliennes. De plus, on a opté pour de petites éoliennes de 15 m de diamètre, d'une puissance de 65 kW. Répartir les éoliennes à plusieurs endroits permet d'obtenir un ravitaillement énergétique plus stable, la vitesse du vent n'étant pas la même d'un endroit à un autre.

Mais la grande question demeure: le dieu des vents se transformera-t-il de nouveau en démon à hélice? Cette fois-ci, les chercheurs de l'IREQ disent avoir fait la preuve technique de la viabilité du jumelage éolienne-diesel. Voici les grandes étapes du projet Vents nordiques: en 1986, on installe une éolienne à Kuujuaq pour vérifier sa résistance au froid; les résultats sont positifs. Six ans plus tard, l'IREQ s'associe avec l'entreprise Atlantic Wind Test Site (AWTS), de l'Île-du-Prince-Édouard, pour développer un système efficace et automatisé. C'est sur le site de l'AWTS — plus approprié que celui de l'IREQ — qu'on érige un village fantôme pour tester le jumelage éolienne-diesel. L'équipement: quatre éoliennes pouvant produire 50 kW chacune, deux groupes diesels de 50 kW et un simulateur de demande programmé à 117,5 kW. Après quatre ans de travail, on réussit à alimenter le faux village pendant plusieurs heures sans l'aide des groupes diesels et de façon automatisée. On espère valider les méthodes de calcul de rentabilité du jumelage éolienne-diesel d'ici mars 1996.

En juin dernier, l'IREQ a publié une étude de faisabilité pour le village d'Inuk-

juak en l'an 2000. L'électricité, produite grâce à 32 éoliennes mues par des vents moyens de 25 km/h, permettrait à Hydro-Québec d'économiser 659 000 \$ en frais d'exploitation dès la première année: près de 600 000 \$ juste en carburant qui alimente les groupes diesels, 60 000 \$ pour l'entretien de ceux-ci, 120 000 \$ en économie d'énergie de chauffage dans les moments de surplus de production, moins — l'énergie éolienne n'étant pas tout à fait gratuite — 110 000 \$ de frais annuels d'entretien des éoliennes et de l'automate. Bref, en amortissant les investissements — dont 7,7 millions de dollars pour l'achat et l'installation des éoliennes — sur une période de 25 ans, Hydro-Québec estime qu'elle économisera 2 millions d'ici l'an 2024 pour un village de 1 000 habitants.

Ne restera plus qu'à convaincre la haute direction d'Hydro-Québec... et à informer les communautés en cause. Suivront toute une série d'études exhaustives et un premier vrai projet pilote. Réal Reid se croise les doigts et se retousse les manches; si lui et son équipe persévèrent, il croit pouvoir livrer les premières éoliennes en l'an 2003.

STÉPHAN DUSSAULT



L'homme qui a vu l'épinette qui a vu le caribou

LES CARIBOUS DU NORD DU QUÉBEC TRAVERSENT UNE PÉRIODE DIFFICILE. APRÈS AVOIR CRÛ D'ENVIRON 10 P. CENT PAR AN ENTRE 1970, DATE DES PREMIERS INVENTAIRES AÉRIENS FIAILES, ET 1985, LA POPULATION DU TROUPEAU DE LA RIVIÈRE GEORGE, QUI SE JETTE DANS LA BAIE D'UN-GAVA À LA LIMITE DU QUÉBEC ET DU LABRADOR, SEMBLE S'ÊTRE STABILISÉE DEPUIS UNE DIZAINE D'ANNÉES À 700 000 BÊTES. DE PLUS, LES BIOLOGISTES S'ATTENDENT À UNE DIMINUTION DU CHEPTEL CAR

plusieurs signes annonciateurs sont déjà visibles: le territoire de mise bas est considérablement dégradé et la santé des animaux semble se détériorer. Erreur de dénombrement? Réel déclin? Phénomène naturel de régulation des populations? Accident? Les questions sont nombreuses et les scientifiques ont encore bien peu d'outils pour y répondre.

Mais les choses pourraient bien évoluer rapidement grâce à une nouvelle méthode d'estimation des populations, mise au point par l'étudiant au doctorat Claude Morneau et le professeur Serge Payette du Centre d'études nordiques de l'Université Laval. Les deux chercheurs ont réussi à estimer la population passée des caribous de la rivière George en observant les cicatrices laissées par le passage des animaux sur les racines ou les branches des épinettes noires et en datant ces cicatrices à l'aide des techniques de la dendrochronologie. «Les épinettes arbustives que piétinent les caribous au cours de leurs migrations annuelles peuvent vivre plus de 300 ans et elles conservent dans leurs cernes annuels de croissance la trace des cicatrices laissées par le passage des ani-

maux», explique Claude Morneau. Présents jusqu'à 59 degrés de latitude Nord, ces arbustes sont de précieux outils pour les chercheurs.

de cicatrices au cours des années 1970, sur tous les sites étudiés. «On obtient exactement les mêmes courbes d'évolution pour tous les sites analysés, ce qui prouve bien que les variations ne sont pas liées à un déplacement dans l'espace du troupeau, mais bien à un accroissement du nombre d'animaux», précise le chercheur.

Sur trois des sites, distants d'une centaine de kilomètres les uns des autres, Claude Morneau a pu retracer l'évolution de la population depuis 1852. Là aussi, il n'a observé aucune distorsion spatiale. Par contre, le chercheur a mis en évidence un accroissement visible de l'activité des caribous au cours des an-

PHOTO: PARCS CANADA / WAYNE LYNCH



Au cours des étés 1992 et 1993, Claude Morneau a prélevé environ 300 échantillons d'épinettes sur chacun des 40 sites choisis dans l'aire de mise bas des caribous. L'analyse de toutes ces rondelles de bois lui a permis de constater une augmentation rapide du nombre

nées 1920 à 1930. Cette augmentation temporaire de la population n'avait jamais été rapportée auparavant.

«Les données actuellement disponibles concernant les populations de caribous présentes dans le Nord avant les années 1970 ne sont absolument pas



fiables, précise Serge Payette. Quand les travailleurs des postes de traite de la Compagnie de la Baie d'Hudson ou les populations locales voyaient peu de caribous, ils disaient qu'il y en avait peu. Ils ne supposaient pas que les animaux eussent pu simplement changer d'itinéraire.» Quant aux inventaires aériens, les chercheurs leur accordent une précision de 30 p. cent seulement. De son côté, Serge Payette étudie le troupeau de la rivière aux Feuilles, à proximité de la baie d'Hudson. Estimée à 250 000 ou 300 000 individus, cette population semble également plafonner depuis quelques années. Le chercheur a pu établir qu'elle était déjà passée par un maximum à la fin du siècle dernier et peut-être aussi à la fin du XVIII^e siècle. Les données à venir permettront peut-être de confirmer que le phénomène est effectivement cyclique. Serge Payette a aussi observé un accroissement de populations au cours des années 1950. « Ces années étaient, pour les Indiens, celles des grandes famines, que l'on a toujours



attribuées à une baisse de la population de caribous. Nos données mettent sérieusement en doute cette assertion», affirme le chercheur. D'ailleurs, la dendrochronologie peut également apporter de l'information sur les mouvements de populations humaines. « Nous avons retrouvé des feux de camp caractéristiques des Inuit à l'intérieur des terres. En analysant les restes de bois dans les

foyers, nous avons pu déduire que les feux dataient de la fin du XIX^e siècle, une date qui correspond justement à une forte activité des troupeaux de caribous à cet endroit.»

Même si la dendrochronologie ne permet pas de dénombrer les populations de caribous, elle fournit des données essentielles sur la dynamique de ces populations, données qui pourront aider les biologistes à interpréter l'évolution actuelle des troupeaux. Selon Serge Payette et Claude Morneau, cette technique constitue une avancée majeure dans la recherche sur les caribous. Pour les deux chercheurs, la prochaine étape consistera à passer au crible les territoires situés à mi-chemin entre la rivière George et la rivière aux Feuilles. « On pourra ainsi retracer les populations à la fois dans l'espace et dans le temps, et mieux comprendre la dynamique des troupeaux », précise Serge Payette.

VALÉRIE BORDE

Aurait-on trouvé la molécule de la schizophrénie?

IMAGINEZ QU'UN BEAU JOUR, VOUS ÊTES EN PROIE À DES PERCEPTIONS BIZARRES - DE VOTRE CORPS. PAR EXEMPLE, L'IMPRESSION QU'IL SE LIQUÉFIE. OU QUE DES VOIX IMAGINAIRES VOUS INSULTENT. QUE DES DÉLIRES INCOMPRÉHENSIBLES S'ÉCHAPPENT DE VOS LÈVRES. QUE VOS ÉMOTIONS, EXCEPTION FAITE DE LA PEUR, S'ÉMOUSSENT. QU'AVEC LE TEMPS, VOTRE

pensée elle-même se désorganise. Et que, de plus en plus replié sur vous-même, vous devenez incapable de fonctionner en société... pour toujours.

Difficile, vraiment, de se mettre dans la peau d'une personne schizophrène... Et pourtant, ce mal mystérieux est loin d'être une curiosité médicale. On es-

time qu'il frappe une personne sur 100, soit plus de 60 000 Québécois et Québécoises! Le fardeau que représente cette maladie est d'autant plus lourd que face à elle, la médecine est pratiquement impuissante. On ignore à peu près tout de ses causes, et malgré tout l'arsenal pharmacologique moderne, les trois quarts de ses victimes ne mèneront jamais une vie normale.

Mais dans le silence feutré des laboratoires de génétique et de biochimie,

les recherches progressent. Ainsi, un pas important vient d'être franchi grâce aux travaux d'une équipe du Centre de recherche de McGill sur la schizophrénie, à l'hôpital Douglas, à Verdun. « Nous avons repéré une substance présente en concentration anormalement basse dans le cerveau des schizophrènes », résume le biochimiste Lalit Srivastava, coauteur de cette découverte avec les docteurs David Barbeau et Rémi Quirion. « Cette particularité pourrait être une des clés du mystère », avance-t-il.

Ce n'est pas la première fois qu'on soupçonne la schizophrénie d'avoir des causes biologiques. Les premiers indices remontent aux années 1950, avec la découverte du Largactil, premier tranquillisant capable d'apaiser les symptômes les plus pénibles de cette psychose. Ra-



pidement, de nombreux autres neuroleptiques sont venus grossir l'arsenal permettant de « contrôler » la schizophrénie — sans toutefois, hélas, la soigner. L'efficacité relative des neuroleptiques suggérerait néanmoins que la maladie puisse être associée à un déséquilibre biochimique du cerveau.

Mais quel déséquilibre? Cette question est toujours âprement débattue. « Des études en résonance magnétique nucléaire (un des derniers types de « scanners ») ont montré que le fonctionnement de certaines parties du cerveau des schizophrènes est perturbé, souligne Lalit Srivastava. On savait aussi que l'activité de la dopamine, un des messagers chimiques qui assurent la communication entre les cellules nerveuses, est anormalement élevée. Mais en dépit de toutes les recherches effectuées, on ne sait toujours pas si ces anomalies sont la cause de la maladie, ou simplement leur effet. »

Les chercheurs de l'hôpital Douglas se sont tournés vers une autre direction. Leur hypothèse : une anomalie biochimique empêcherait le cerveau des schizophrènes de se développer normalement. Et ce, très tôt dans la vie de l'individu, dès le stade embryonnaire.

Des études récentes les ont lancés sur cette voie. On y révélait une disposition anormale des cellules nerveuses dans certaines parties du cerveau des schizophrènes, notamment au niveau de l'hippocampe. Or l'hippocampe filtre et traite la multitude de données qui nous parviennent constamment du monde extérieur. « Il nous permet de concentrer notre attention sur une pensée ou un stimulus, une capacité dont les schizophrènes sont totalement dépourvus, explique Rémi Quirion. Un mauvais développement de l'hippocampe expliquerait aussi les hallucinations et les délires qui surviennent durant les crises schizophréniques. » De fait, le cerveau de ces malades est soumis à un déferlement d'éléments d'information hétéroclites et invraisemblables : images de personnages menaçants, voix qui donnent des ordres...

Restait à savoir ce qui provoquerait ce développement anormal de l'hippo-

campe chez les schizophrènes. L'équipe de Douglas a avancé la thèse d'une déficience biochimique très précoce. « Un grand nombre de molécules jouent un rôle clé dans le développement embryonnaire du cerveau, et nous nous sommes demandé si l'une d'elles pouvait être en cause, poursuit Lalit Srivastava. La réponse est : oui! »

cette substance est abondante dans tout le cerveau. Mais lorsque l'encéphale a complété son développement, vers l'âge de 6 mois, la protéine PS-NCAM disparaît presque complètement. Sauf dans l'hippocampe, dont les cellules continuent, la vie durant, à se réorganiser. « Cette plasticité permet au cerveau de répondre constamment à de nouvelles



ILLUSTRATION : JOAO MANUEL COSTELA

Son collègue David Barbeau a comparé, sur le plan biochimique, des échantillons de tissus de 10 cerveaux de schizophrènes décédés avec ceux d'un nombre équivalent de témoins non atteints. Il a noté, dans l'hippocampe des schizophrènes, une baisse marquée (20 à 95 p. cent) d'une protéine nommée PS-NCAM (pour Neural Cell Adhesion Molecule).

Cette découverte fut un véritable choc pour la petite équipe. C'est que la protéine PS-NCAM a une fonction cruciale : elle permet aux neurones d'établir des connexions entre eux. Au stade fœtal,

stimulations. C'est précisément ce qui semble manquer chez les schizophrènes, indique Rémi Quirion. Dès le plus jeune âge, quelque chose empêcherait leur cerveau de filtrer correctement les stimuli. Ceux-ci s'accumuleraient au fil des ans jusqu'au moment où une surabondance de données provoquerait une surcharge du système nerveux. » Cette théorie expliquerait pourquoi la schizophrénie, qu'on appelait autrefois « démence précoce », apparaît en général à l'adolescence ou au début de l'âge adulte. Et pourquoi elle est souvent déclenchée



par des événements stressants dans la vie de l'individu — problèmes personnels ou familiaux, usage de drogues, etc.

Mais cette anomalie est-elle une cause ou un effet de la maladie? Le vieux problème de la poule et de l'œuf, en quelque sorte. « Difficile à dire pour l'instant, avoue Lalit Srivastava. Mais nous essayons de le savoir en recherchant la protéine dans le sang des schizophrènes.

Si celui-ci présente aussi une déficience en PS-NCAM, cela signifiera que cette molécule ne manque pas uniquement là où la maladie se manifeste, c'est-à-dire dans le cerveau. Cette déficience pourrait alors jouer un rôle dans le déclenchement de la maladie.»

À court terme, cette découverte ne procurera pas la cure miracle tant attendue. Mais elle ouvre la voie à une

foule de recherches prometteuses. Entre autres, elle pourrait permettre de déterminer le ou les gènes qui semblent, selon de nombreuses études, en cause dans la schizophrénie. Alors, on pourra peut-être concevoir des armes vraiment efficaces contre cette maladie qu'il est si rassurant... d'oublier.

MICHEL GROULX

Des paysages urbains repensés

LA VILLE A BIEN CHANGÉ DEPUIS LE TEMPS OÙ RÉNOVER SIGNIFIAIT DÉMOLIR POUR RECONSTRUIRE. AUJOURD'HUI, ON DÉMOLIT MOINS, ON RÉNOVE PLUS (DANS LE VRAI SENS DU TERME) ET ON TENDE D'INTÉGRER LES NOUVELLES CONSTRUCTIONS AU CADRE BÂTI ET NATUREL EXISTANT.

Les projets présentés à l'occasion des États généraux du paysage québécois, tenus à Québec à la mi-juin, reflètent bien ces récentes tendances urbaines: aménagements plus denses, verdure plus présente, et conservation du patrimoine naturel et architectural.

Un nombre croissant d'architectes, d'« aménagistes » et d'urbanistes s'affairent aujourd'hui à corriger les erreurs du passé. Leurs aménagements diffèrent de ceux des banlieues monotones, inesthétiques, des tours à bureaux, des logements fades et des espaces publics impersonnels qui font fuir les gens au lieu de les attirer.

« Accepter les contraintes d'un site enrichit la conception d'un projet », croit Josua Wolfe, professeur au Département d'études urbaines à l'Université Concor-

dia. M. Wolfe fait partie de cette nouvelle classe d'urbanistes très sensibles à la préservation d'une plus grande diversité biologique et architecturale dans l'élaboration de projets urbains. Cette nouvelle façon de voir se traduit par la conception de projets mieux intégrés au paysage dans lequel ils sont bâtis.



Ainsi, avec le projet « Par champs et prés » en vue de l'établissement d'une cité-jardin à Rosemère, on propose une nouvelle façon de développer la banlieue québécoise. L'architecte Gavin Affleck et l'architecte-paysagiste John LaFlèche Dohan ont conçu un plan d'ensemble

de 250 unités d'habitation sur un terrain constitué d'anciens champs en friche et qui laisse plus de 70 p. cent du site libre de toute construction. Comment? En augmentant de quatre fois la densité d'occupation du sol par rapport à la moyenne municipale. Dans ce projet, l'unifamiliale, si caractéristique de l'habitat de banlieue, ne domine plus l'espace construit. Il s'agit ici de résidences modestes visant une clientèle récente mais de plus en plus répandue en zone péri-urbaine,

à savoir: des couples à la retraite, de jeunes couples sans enfants et premiers acheteurs ainsi que des familles monoparentales à la recherche d'habitations à prix abordable. Le plan d'ensemble se déploie sur 60 acres selon neuf grappes communautaires en forme d'équerre dont l'orientation solaire est optimisée et qui regroupent chacune 20 à 30 unités d'habitation. Un réseau piétonnier public dessert l'intérieur de chaque grappe. Parallèlement, la configuration triangulaire des ensembles d'habitation libère la moitié de la surface de chaque pré et permet de tenir un espace ouvert aux caractéristiques rurales: le champ, le pré, le potager. Notons que l'autoroute 640 en

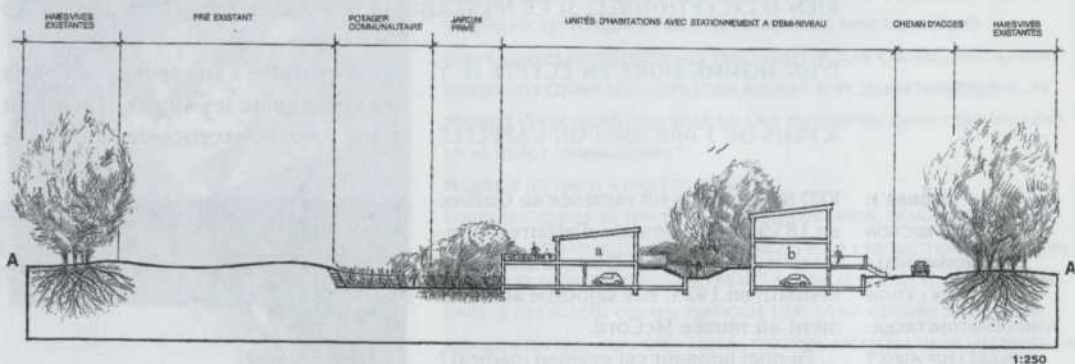
PHOTO: GAVIN AFFLECK ET JOHN LAFLECHE DOHAN



bordure sud du terrain génère un bruit important, qu'on a traité en implantant un édifice «barre» de trois étages au pied de chacune des grappes; en somme, un écran sonore habitable, dont les ouvertures sont orientées vers l'intérieur de l'ensemble communautaire (voir l'illustration). Ce type d'aménagement met fin à la cité-dortoir et favorise des clientèles nouvelles en proposant de les rapprocher plutôt que de les «zoner» selon leur âge et leurs occupations. Voilà qui contraste avec la façon courante d'aménager les banlieues, où les développeurs ont l'habitude de tout raser et d'artificialiser le milieu avec de larges rues et d'immenses tapis de pelouses «préfabriquées».

Le même souci de préservation du cadre naturel se remarque dans le projet domiciliaire de la forêt de Marie-Victorin à Saint-Nicolas-Bernières, municipalité située sur la rive sud de la ville de Québec. Ici, les architectes Paul Brassard et Jean-Marie Lavoie, concepteurs-promoteurs du projet, souhaitent réduire au minimum les effets de l'urbanisation sur le site. Et pour cause, car la forêt, peuplée de hêtres d'âge mûr, est d'une grande valeur écologique. De plus, le site, qui surplombe le Saint-Laurent, offre une vue splendide sur le fleuve et la ville de Québec. Conscients du grand potentiel du site, les promoteurs ont prévu de garder à l'état naturel le bord de l'eau et de le rendre accessible à la communauté par l'aménagement d'un sentier long d'un kilomètre. De plus, le relief naturel sera conservé et non aplani, grâce à la limitation du dynamitage et du passage de bulldozers. Les promoteurs veulent également densifier l'habitat à quelques endroits (cinq à six logements par bâtiment) et tripler la surface des lots à construire sur le reste du terrain (20 000 pieds carrés par lot) pour conserver le maximum d'arbres. Même le sous-sol est pris en considération: «Pour préserver le niveau naturel de la nappe phréatique, les maisons n'auront pas de sous-sol», explique M. Brassard.

Un souci d'esthétisme paysager est présent à toutes les étapes du projet. «Les couvre-sols seront privilégiés partout, au lieu de la pelouse; on aména-



gera des rues étroites pour protéger le couvert de la forêt; et tous les éléments des services (électricité, téléphone et autres) seront souterrains, ajoute M. Brassard. Le seul hic, le prix des maisons: 250 000 \$ et plus! Point important, cependant: M. Brassard bénéficie du soutien moral et logistique du conseil municipal de Saint-Nicolas-Bernières, conscient de la nécessité de préserver ce boisé.

Ailleurs au Québec, certaines municipalités ont un patrimoine naturel et bâti de grande valeur, qui représente un atout pour le développement local. C'est le cas de Verchères, un village de 5 000 habitants en Montérégie. Les élus y ont adopté un «plan paysage»: «On établira une stratégie de mise en valeur du paysage du village et l'on présentera un plan d'ensemble intégrant les sites d'intérêt paysager», affirme Martin Masicotte, directeur de l'urbanisme à Verchères. Parmi les interventions: la création, dans la banlieue moderne de Verchères et à la périphérie du village, de nouvelles îlettes (regroupement d'ar-

bres typiques à la plaine agricole du Saint-Laurent), à l'image de celles qui existaient autrefois au fond des rangs. «Les îlettes sont utilisées comme lieux d'interface entre l'espace villageois et l'espace agricole environnant, affirme Philippe Poullaouec-Gonidec, architecte-paysagiste et directeur de l'École d'architecture de paysage à l'Université de Montréal. Elles permettent aussi de délimiter l'espace villageois à l'intérieur de son territoire pour éviter son étalement dans l'espace agricole.»

Enfin, dans cette mouvance, l'espace urbain dense n'est pas en reste. Par exemple, à Montréal, les 4 000 ruelles totalisant 700 km recèlent de multiples possibilités de mise en valeur. L'administration Bourque pourrait d'ailleurs annoncer prochainement un programme d'embellissement ressemblant au projet Place au soleil, lequel avait permis de verdier et de fleurir 58 parties de ruelles, de 1981 à 1984.

STÉPHANE GAGNÉ

PLAN-PROJET
D'AMÉNAGEMENT DE LA
FORÊT DE MARIE-VICTORIN,
HABITATIONS REGROUPÉES
EN CAP.



Une momie sous les rayons X

CLIC. UN VISAGE DÉCHARNÉ APPARAÎT À L'ÉCRAN. UN VISAGE ENTièrement RECONSTITUÉ À PARTIR DE RADIOGRAPHIES PRISES PAR LE TOUT NOUVEAU SCANNER HÉLICOÏDAL ACQUIS PAR L'HÔPITAL SAINT-LUC EN JANVIER DERNIER. RIEN D'EXCEPTIONNEL, SI CE N'EST QUE LE VISAGE EN QUESTION EST CELUI D'UN HOMME MORT EN ÉGYPTE IL Y A PLUS DE 3 000 ANS! ON L'APPELLE

instigateur de cette "consultation" posthume. Toutefois, il faut se méfier des erreurs d'interprétation liées au passage du temps. Par exemple, les premières radiographies de momies, effectuées d'ailleurs peu de temps après la découverte des rayons X, avaient signalé la présence de disques intervertébraux très denses, signe d'une maladie rare: l'ocronose. Or nous savons maintenant que cette densité apparente n'est qu'un artefact, attribué à la résine utilisée pour la momification.»

La radiologie d'une momie et surtout l'interprétation des données constituent une science délicate. C'est pourquoi Étienne Cardinal a fait appel à un paléopathologiste de Toronto, Patrick Horne, et à un radiologiste américain, Ethan Braustein. Et comme tous les ré-

FIGURE 1: RECONSTRUCTION TRIDIMENSIONNELLE DE L'ÉTUDE TOMODENSITOMÉTRIQUE. MALGRÉ LEUR ASPECT DÉSHYDRATÉ, LES TISSUS SONT REMARQUABLEMENT PRÉSERVÉS: L'OREILLE A CONSERVÉ SA FORME ET L'ON RECONNAÎT DES CHEVEUX À L'ARRIÈRE DE LA TÊTE.

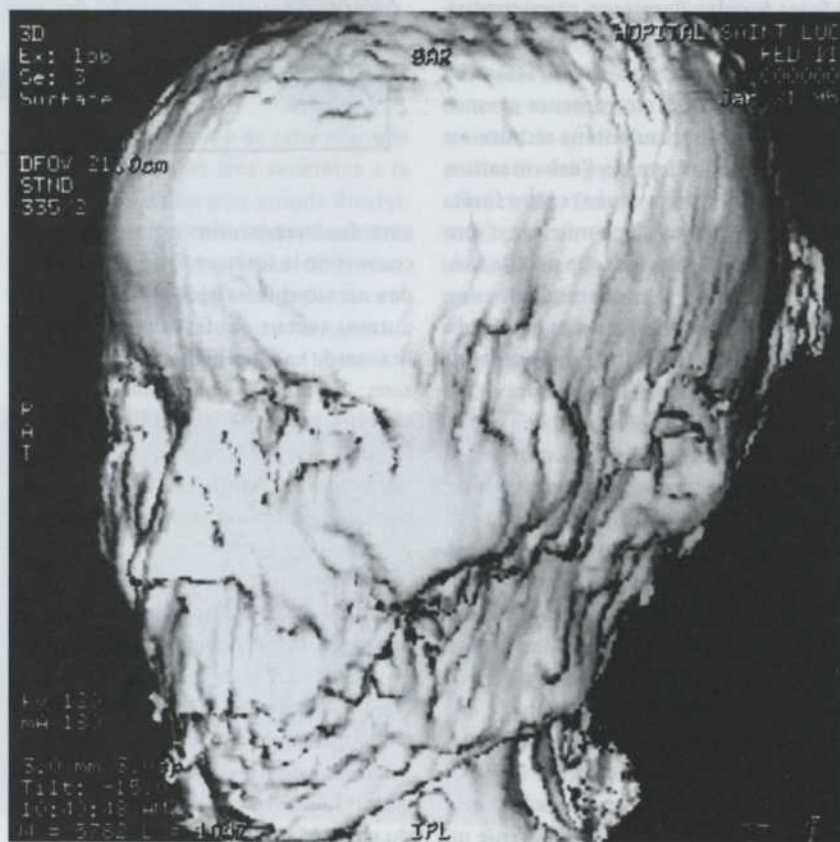
RED II. Sa momie fut ramenée au Québec en 1859 par un homme d'affaires montréalais, Jean Ferrier. Donnée au musée Redpath en 1925, elle séjourne actuellement au musée McCord.

En quel honneur cet examen médical? Tout d'abord, quelques radiologistes ont voulu commémorer, entre autres par cette activité, le centième anniversaire de la découverte des rayons X par Roentgen. Mais aussi et surtout, c'est la curiosité scientifique qui est à l'origine de l'affaire. Qui était Red II? Comment fut-il momifié? Le recours à une technique aussi perfectionnée que le scanner hélicoïdal – version la plus récente des scanners – permet, de fait, d'«interroger» la momie, et ce, sans l'endommager. Et elle parla...

L'interrogatoire fut méthodique: une radiographie en coupe à tous les trois millimètres pour le crâne et au millimètre pour les dents, puis aux cinq millimètres jusqu'aux pieds, le tout pour un total d'environ 475 coupes. L'avantage du scanner utilisé ici est, outre sa rapidité et la grande qualité des images obtenues, le fait que par le mouvement hélicoïdal des faisceaux de rayons X, il permet d'obtenir par ordinateur des images en coupe et des reconstitutions tridimensionnelles.

Les résultats? Red II était un homme. D'après l'usure de ses articulations, il serait mort à l'âge d'environ 35 ans, un

âge respectable à une époque où l'on ne dépassait guère les 40 ans. Il souffrait d'une dégénérescence de la colonne



vertébrale au niveau du cou et d'une luxation entre deux vertèbres cervicales. «Ces observations nous font penser à de l'arthrite rhumatoïde, explique Étienne Cardinal, radiologiste musculosquelettique à l'Hôpital Saint-Luc et principal

sultats ne font pas l'unanimité, un autre spécialiste sera sans doute consulté d'ici peu.

Le premier objet de discussion a trait à la méthode de momification employée, méthode qui pouvait varier se-

PHOTOS: HÔPITAL SAINT-LUC

lon l'époque, le statut social et les moyens financiers de la personne momifiée. Dans le cas de Red II, les radiographies ont révélé une absence d'amulettes et de bijoux sous les bandelettes qui l'enveloppent. L'homme aurait donc appartenu à la classe moyenne. Jusque-là, tout le monde s'entend. La discussion porte plutôt sur la présence ou non des organes à l'intérieur du corps. Selon le radiologiste américain, le cœur et les organes auraient été enlevés lors de la momification. La masse observée à la place du cœur (figure 2) n'en serait que l'enveloppe, soit le péricarde. Pour Étienne Cardinal, par contre, le cœur est bien présent, cet organe étant d'ailleurs plus important que le cerveau pour les Égyptiens de l'époque. De plus, il croit apercevoir, collé en haut de la cavité abdominale (figure 3), une autre masse, qui pourrait être un paquet d'organes enveloppés dans de la résine. La tradition voulant, chez les Égyptiens, que les organes soient toujours regroupés en quatre paquets, Étienne Cardinal pense que les trois autres paquets auraient été enlevés lors d'une autopsie ancienne. Red II possède d'ailleurs une ouverture dans le bas du dos. Les personnes qui auraient effectué l'autopsie, sans doute pour authentifier la momie, auraient tout simplement oublié un paquet.

Par ailleurs, le cerveau aurait été liquéfié puis extrait par la narine gauche, côté d'où devait s'échapper la vie chez les Égyptiens. Une telle pratique étant apparue vers 1750 av. J.-C., Red II aurait donc au plus 3700 ans. Toutefois, l'hypothèse d'Étienne Cardinal, si elle est vraie, pourrait le rajeunir encore, car la réintroduction des organes dans un corps ne fut vraiment pratiquée que vers 1000 ans av. J.-C. Cette dernière possibilité correspondrait d'ailleurs à l'absence de bijoux notée ici, car c'est vers cette époque que, grâce à l'utilisation de moyens plus simples, la momification est devenue véritablement accessible aux classes moyennes, sans être pour autant bon marché (il pouvait en coûter environ la moitié d'un salaire annuel).

Autre point renforçant cette dernière hypothèse : l'usure anormale des dents. Vers 1000 ans av. J.-C. environ, l'alimen-



FIGURE 2 (EN HAUT, À GAUCHE): UNE RECONSTRUCTION SAGITTALE PERMET D'APPRECIER LE TISSU MÉDIASINAL (CARDIAQUE) EN PLACE (FLÈCHE). LA COLONNE VERTÉBRALE EST ÉGALEMENT BIEN RECONNAISSABLE AVEC DES DISQUES CARTILAGINEUX INTERVERTÉBRAUX TRÈS DENSES (FLÈCHE COURBE), INITIALEMENT INTERPRÉTÉS COMME LES SIGNES D'UNE MALADIE RARE (ALKAPTONURIE) PAR LES PREMIERS CHERCHEURS, MAIS DONT ON SAIT AUJOURD'HUI QU'ILS CONSTITUAIENT UN ARTEFACT D'EMBAUMEMENT.

FIGURE 3 (EN HAUT, À DROITE): BASSIN COUPE TRANSVERSE AU NIVEAU DE L'ABDOMEN INFÉRIEUR, DÉMONSTRANT L'OUVERTURE PRATIQUÉE PAR LES EMBAUMEURS POUR L'EXTRACTION DES VISCÈRES (FLÈCHE) ET ENSUITE RECOUVERTE PAR DES BANDAGES (INTACTS), ET OUVERTURE DANS LE DOS (FLÈCHE COURBE) PRATIQUÉE LORS D'UNE AUTOPSIE DE LA MOMIE.

FIGURE 4 (EN BAS, À GAUCHE): RECONSTRUCTION SAGITTALE DE LA MÂCHOIRE: UNE VOLUMINEUSE CARIE (FLÈCHE) CONTIENT UN MATÉRIEL DE REMPLISSAGE, PROBABLEMENT MIS EN PLACE DURANT LA VIE DE L'INDIVIDU DANS LE BUT DE RÉDUIRE LA DOULEUR. DE PETITS ABCÈS À LA RACINE DES DENTS (FLÈCHE COURBE) SONT ÉGALEMENT VISIBLES.

tation des Égyptiens commence à comprendre plus de viande et de sucre, ce qui n'arrange pas l'état déjà très mauvais de leur dentition. Or la dentition de Red II est particulièrement désastreuse: nombreuses caries, abcès; il serait même possible qu'il soit mort d'une infection causée par l'état de ses dents. Mais la véritable trouvaille, c'est une petite boule logée à l'intérieur d'une grosse carie couvrant deux dents (figure 4). S'agirait-il d'un remplissage? Si c'est le cas, l'équipe d'Étienne Cardinal viendrait de faire la première « démonstration radiologique » d'une intervention de dentiste à l'époque de l'ancienne Égypte. Il existe bien un papyrus, celui d'Hebers, qui décrit la technique d'une telle intervention (un remplissage fait de résine, de miel et parfumé par une épice!), mais celle-ci n'avait jusqu'alors jamais été observée. Pourquoi? Les remplissages tombaient-ils? Étaient-ils enlevés au moment de la momification? On ne peut rien dire pour

l'instant car, comme le précise Étienne Cardinal, l'analyse par scanner de la dentition des momies – une technique qui permet, contrairement à la radiologie classique, de visualiser ces remplissages – ne se fait que depuis très peu de temps. En attendant, les paléopathologistes qui verront les photos de Red II n'en croiront pas leurs yeux! Et les discussions de se poursuivre...

SOPHIE MALAVOY



TRANSFERTS

STÉPHAN DUSSAULT

R-D en mode: d'étonnants transferts

Pour ses deux collections annuelles, la designer de mode féminine Marie Saint-Pierre dit investir entre 100 000 \$ et 200 000 \$ en R-D; une «binerie» si l'on compare ces chiffres avec ceux d'une



entreprise pharmaceutique, par exemple. Dans son secteur d'activité, Marie Saint-Pierre fait toutefois figure de géante. La R-D représenterait le quart de son chiffre d'affaires. «Tout est une question de curiosité», dit cette femme de 33 ans. Certains designers ne font qu'interpréter les tendances actuelles. Je préfère aller vers la nouveauté.» Quitte à ne pas être «à la mode». Sa collection automne-hiver 1995, qu'elle élabore depuis plus d'un an, comprend 98 nouvelles créations et quelques transferts technologiques.

Marie Saint-Pierre n'a pas les moyens de concevoir de nouvelles techniques de fabrication, tels ces lasers qui coupent les tissus à base de latex et permettent d'éviter de coudre les bordures, donnant ainsi un aspect différent au vêtement. Ses ressources financières lui permettent encore moins de créer de nouveaux tissus, une activité surtout réservée aux Européens et aux Asiatiques. Mais lorsqu'on parle de jouer avec la

matière, de la transformer pour créer des vêtements originaux, les transferts se suivent et ne se ressemblent pas...

L'un des transferts majeurs de sa collection automne-hiver: un fini «peau d'hippopotame», qu'on trouve sur le col d'une chemise grise en cote de mailles. Du jamais vu, selon elle. Et rien de commun avec le fini «peau de léopard», d'un kitsch à ternir la réputation de l'animal. Le col reproduit en quelque sorte les replis de peau du cou du pa-



chyderme. Recréer cet effet bouffi n'est pas une mince tâche. Tout est dans la façon de coudre l'intérieur du tissu avec des fils élastiques. Si l'on retourne la chemise, on remarque que ces fils ont des formes géométriques qui rappellent étrangement les jeux Spirograph. Des heures de plaisir avant d'arriver au résultat souhaité... Au départ, Marie Saint-Pierre a créé une chemise de velours rouge «tout hippopotame»; un produit qui ne sera pas commercialisé. «C'est souvent comme ça, lance-t-elle en souriant. Un monde sépare l'idée qu'on a dans sa tête et le produit fini! Parfois, les coutures enlèvent tout le cachet du vêtement. Ou encore, il n'est pas confor-



table, trop fragile ou le tissu réagit mal à l'eau. Dans ce cas-ci, la chemise de velours était trop surchargée. En ne gaufant que le col, le contraste avec le reste met ce fini en valeur.»

Marie Saint-Pierre canalise aussi ses énergies vers la recherche de nouveaux tissus. Chaque année, elle arpente quatre jours durant les rangées d'un immense salon de matières textiles, Première Vision, en France. C'est là qu'elle a découvert ce qu'elle cherchait depuis plusieurs années: un tissu à base de fils de fer développé au Japon! À la fois rigide et malléable, ce tissu permet à l'acheteur de créer ses propres formes en le chiffonnant à son gré. Elle en a fait une jupe sobre gris métallique. Le coût du tissu: environ 250 \$ le mètre. À 1 500 \$ la robe, elle compte en fabriquer une dizaine d'exemplaires.

Chez Marie Saint-Pierre, l'esthétisme prime, plutôt que le côté pratique. Elle n'a pas recours à ces matériaux de haute technologie qu'on utilise pour les uniformes des astronautes ou des skieurs. Mais dans 10 ans, qui sait, peut-être utilisera-t-elle le nylon enrobé d'uréthane pour confectionner une robe!



SCIENCE MONDE

Remplacer les pesticides par des champignons

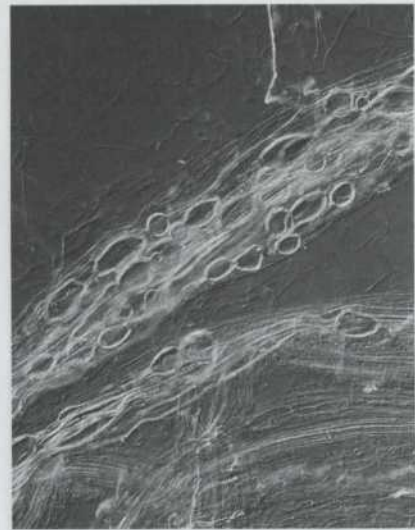
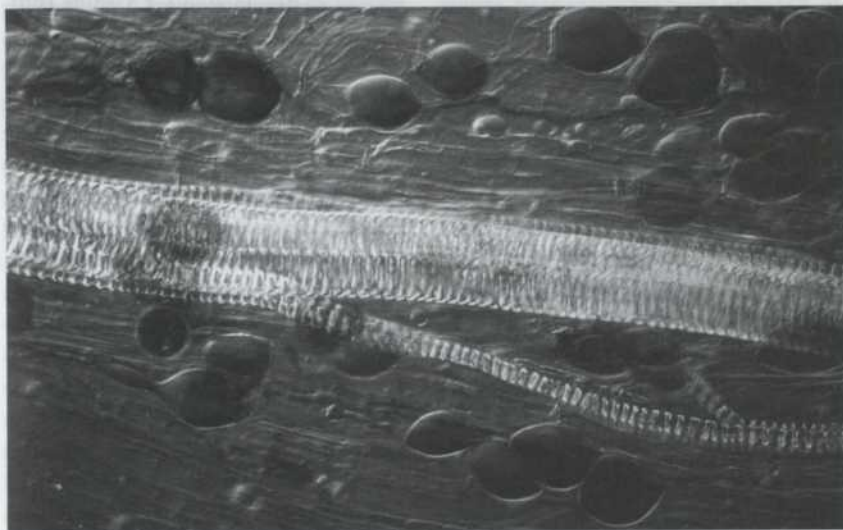
Même chez les champignons microscopiques, il existe des bons et des méchants. Les méchants peuvent détruire une récolte en moins de deux, alors que les bons se révèlent essentiels à la croissance des plantes. Les champignons endomycorhiziens font partie de ces derniers. Fertilisants naturels présents sur les racines des plantes, ils luttent contre

prise Premier a commercialisé un premier produit à base de ces champignons, Mycorhi-Mix. Toutefois, ce dernier ne pouvait s'employer que pour les plantes d'intérieur.

Le procédé est simple: il consiste à cultiver en serres des échalotes et des poireaux dans les conditions qui favorisent la multiplication de ces champi-

prise Premier. Le choix des « plantes hôtes » est également important, sans compter qu'il faut leur laisser le temps de pousser, faire des analyses, etc. » Mais le grand défi était de favoriser cette reproduction dans de courts délais, soit d'avril à octobre, question de ne pas chauffer les serres pendant tout l'hiver!

Par ailleurs, Entreprise Premier, en collaboration avec Biopro, de l'École polytechnique, tente actuellement de multiplier les champignons avec une technique *in vitro* dans un bioréacteur, ce qui simplifierait la logistique en plus de li-



RACINE AVEC CHAMPIGNONS GROSSIE AU MICROSCOPE ENVIRON 200 FOIS.

les organismes pathogènes et augmentent la résistance des plantes à la sécheresse.

Leurs vertus sont telles que les scientifiques tentent depuis longtemps de les cultiver à grande échelle. L'objectif? Mettre au point un biofertilisant, afin de réduire le nombre de pesticides et d'engrais chimiques. Après plus de 10 ans de recherche, la compagnie québécoise Entreprise Premier, avec l'aide précieuse de plusieurs centres de recherches publics et privés, y est parvenue. Le produit, appelé Mycorhise, est en vente depuis mai au Québec. On s'attaquera aux marchés canadien et américain dès 1996. En 1992, Entre-

gnons sur leurs racines, soit une bonne irrigation, une ventilation adéquate et l'ajout d'une composition secrète de minéraux. Il ne reste plus, par la suite, qu'à hacher les racines et à transformer le tout en granules en y ajoutant certains produits. Agriculteurs, pépiniéristes et horticulteurs du dimanche pourront, en utilisant Mycorhise, diminuer de 20 à 30 p. cent leur consommation d'engrais et de pesticides.

« Toutefois, parmi les centaines d'espèces de champignons mycorhiziens existants, il a d'abord fallu sélectionner celle la plus apte à une production à grande échelle, explique Suzanne Parent, chargée de produits chez Entre-

miter les risques de contamination de Mycorhise par d'autres champignons.

Mais déjà, avec Mycorhise, on compte révolutionner l'agriculture, rien de moins. « Les méthodes de labourage et l'ajout de fertilisants phosphatés détruisent les champs et les champignons mycorhiziens, dit André Fortin, directeur de l'Institut de recherche en biologie végétale et grand spécialiste de ces champignons. Ce que nous disons aux agriculteurs et agricultrices, c'est: trouvez des méthodes qui soient en accord avec la vie en symbiose des systèmes vivants. C'est ainsi que les plantes se porteront vraiment mieux. »



Une nouvelle vocation

POUR LE CRDI?

ANDRÉ LACHANCE

QUAND ON A DE MOINS EN MOINS D'ARGENT, IL FAUT AVOIR DE PLUS EN PLUS DE « BONNES IDÉES » POUR SURVIVRE. IL FAUT CHANGER, ET LE CRDI N'ÉCHAPPE PAS À LA RÈGLE. MESSAGE REÇU.

C'est à un changement de cap majeur qu'est convié aujourd'hui le Centre de recherches pour le développement international. Aux prises avec un déficit éléphantinesque, son traditionnel et principal bailleur de fonds, l'État fédéral canadien, annonçait au printemps qu'il réduisait son octroi de 14 p. cent. Une diminution de 16 millions de dollars par rapport à l'année précédente. Plus du tiers — en dollars constants — par rapport à 1992!

Ces compressions surviennent à un bien mauvais moment. Le « nouvel ordre mondial », né de l'effondrement de l'URSS, a modifié en profondeur le contexte traditionnel de l'aide aux pays en voie de développement, une aide aujourd'hui livrée aux diktats des sacrosaints marchés financiers. Pire: dans les pays industrialisés, le « développement international » a désormais mauvaise presse. Cette lassitude à l'égard de l'aide internationale, aggravée par la crise générale liée à la dette, par une économie au mieux léthargique et par des coupes sombres dans les programmes sociaux, laisse présager que la marginalisation — notamment technologique — de nombreux pays du tiers monde n'est pas près de se résorber. D'autant plus que le savoir, issu de la recherche, a tendance

à remplacer le capital, les ressources naturelles et la main-d'œuvre comme moteur principal de la croissance économique et sociale.

Le CRDI, premier organisme mondial d'aide au développement à concentrer son action exclusivement sur l'appui à la recherche ainsi que sur la mise en valeur des compétences scientifiques et techniques dans les pays en voie de développement, est désormais placé devant des choix stratégiques. Des choix difficiles pour ce véritable courtier du savoir qui, en 25 ans, a financé les travaux de quelque 20 000 chercheuses et chercheurs répartis dans des milliers d'institutions, en grande majorité dans le tiers monde.

Le CRDI a d'autant moins l'intention de jeter l'éponge que ses services et ses compétences sont de plus en plus sollicités aux quatre coins du monde. Après avoir réduit de 20 p. cent ses effectifs et réorganisé de fond en comble son fonctionnement, voilà qu'il table aujourd'hui sur sa bonne réputation pour diversifier ses sources de financement telles la commercialisation des brevets, la vente de publications et de produits audiovisuels ou de programmes de formation. Le CRDI n'écarte pas non plus les desseins audacieux, comme le projet Loterie du ciel (*encadré*) qu'il porte à bout de bras.

Mais l'avenue qui se révèle jusqu'ici la plus prometteuse est sans contredit la gestion de projets pour d'autres organismes de développement. Depuis 1991, année où son conseil des gouverneurs adopta une première stratégie de diversification, la valeur cumulée de cette activité a augmenté de 173 p. cent! Au début de 1995, le CRDI gérait plus de 50 projets et programmes, d'une valeur de 60 millions de dollars, en lieu et place d'une trentaine d'organisations privées, bilatérales ou multilatérales: fondations privées canadiennes et étrangères, banques de développement, agences étrangères d'aide au développement international, agences internationales, gouvernements étrangers, etc. Déjà, le Centre a largement dépassé son objectif de 15 millions de dollars de nouveaux mandats externes pour 1994-1995, en gérant en fait des projets pour un total de 26 millions! Et l'organisme, dont 12 p. cent des revenus annuels proviennent aujourd'hui d'autres sources que l'État fédéral, se propose de doubler ce montant au cours du présent exercice...

De la nutrition à la gestion de l'environnement

Un bel exemple de cette approche: le Secrétariat sur les micronutriments — un organisme qui s'intéresse aux problèmes de malnutrition liés à des carences en vitamine A, en iode et en fer, et qui est financé par des donateurs internationaux (Banque mondiale, UNICEF,



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



INTERNET

ANNUAL REPORT
Financement et services de recherche

ACDI, etc.) — est maintenant géré par le CRDI. Ce dernier reçoit, pour s'acquitter de sa tâche, 12 p. cent des montants alloués au Secrétariat par des organismes donateurs, soit près de 2 millions de dollars. La compétence acquise au fil du temps par le CRDI dans le domaine de la nutrition — 182 projets financés en Afrique, en Amérique latine et en Asie depuis 1970 — n'est certes pas étrangère au fait qu'on l'ait choisi comme maître d'œuvre.

Même scénario pour le projet Petites, moyennes et micro-entreprises en Afrique du Sud, financé par Prétoria, Londres et Copenhague, et géré aussi par le CRDI. À lui seul, le gouvernement sud-africain versera au Centre 20 millions de dollars d'ici deux ans afin d'aider les petites entreprises de ce pays à trouver les moyens de gommer le piètre héritage de l'apartheid. Employant près de la moitié des travailleurs sud-africains, les 800 000 petites, moyennes et micro-entreprises pourront profiter des Business Development Services (BUDS), dont la mise en place a été confiée au CRDI. Cette entreprise privée établira un réseau national de centres de services locaux. Un tel réseau — une nécessité dans un pays où la majorité de la population n'a pas eu accès à l'éducation, ni même au simple droit de propriété — aidera les entreprises autochtones à acquérir des compétences en gestion et à améliorer la diffusion de techniques.

«Le CRDI a une excellente réputation en Afrique du Sud, explique Salama Fahmy, spécialiste participant au Programme de la gestion des systèmes d'innovation, à Ottawa. Depuis 1988, le CRDI y a soutenu des activités propres à remettre en cause toute forme de discrimination, à édifier un avenir démocratique et multiracial. Et l'on continue à y financer un large éventail de recherches touchant à la fois la démocratisation de la gestion publique, la restructuration économique, l'environnement, l'éducation, la réforme foncière, le développement rural, la science et la technologie.»

Au Cambodge, où le CRDI s'occupe, pour le compte de la Banque asiatique de développement, d'un projet de gestion de l'environnement, 40 p. cent des 759 000 dollars du budget de fonctionnement sont affectés aux salaires et aux frais d'administration. «À cause de son passé tragique, le Cambodge n'a plus de leaders bien formés et éduqués, constate Sylvain Dufour, du Groupe Services CRDI à Ottawa. Tout y est à reconstruire, spécialement dans l'administration publique. Le pays a besoin de mettre en place, à court terme, une administration qui saura intégrer l'évaluation environnementale au développement régional. Ni le gouvernement en place, ni le secteur privé cambodgien ne connaissent les techniques ou procédures requises pour l'évaluation environnementale, spécialement en ce qui touche les retombées sur les populations et leur bien-être. Le CRDI possède une vaste expérience dans ce domaine.»

On ne laisse pas tomber pour autant d'autres sources potentielles de financement: commercialisation de techniques, vente de services ou de produits, alliances avec le secteur privé, etc. En mars dernier, le Conseil des gouverneurs — composé de 21 membres, dont 10 proviennent d'autres pays que le Canada — approuvait la création d'un fonds où seraient versés contributions et revenus.

«On explore toutes les possibilités, explique Keith Bezanson, président du CRDI. On s'est fixé comme objectif général d'arriver d'ici trois ou quatre ans à ce que les engagements externes constituent 50 p. cent de nos revenus. On peut y arriver. Nous avons déjà le meilleur réseau d'investigation des politiques publiques qui existe dans le monde. C'est important. Car si nous voulons vraiment faire face à des problèmes globaux aussi graves que la pauvreté, la surpopulation et la dégradation de l'environnement, nous devons trouver de nouvelles façons de collecter et de distribuer au moins quelques-uns des surplus

générés par les marchés. Ce ne sont pas des dépenses, ce sont des investissements. Car il ne faut pas se le cacher: si le malheur continue de s'étendre dans le monde, il frappera un jour à notre porte. Nous ne serons peut-être pas atteints personnellement mais, chose certaine, nos enfants le seront tous!»

LA LOTERIE DU CIEL

Parmi les avenues qui s'offrent au CRDI pour diversifier ses sources de financement, la plus prometteuse est peut-être la Loterie du ciel, une idée originale et ambitieuse née à Rio de Janeiro, lors du Sommet de la Terre en 1992.

Le CRDI, la Fondation Ford et Pew Charitable ont commandé une étude de faisabilité du projet, qu'on entend mener de concert avec l'industrie du voyage aérien et qui est susceptible de générer annuellement des centaines de millions de dollars. Si l'idée parvient à «décoller», les voyageurs aériens internationaux se verront offrir l'occasion de jouer à cette loterie toute spéciale dont les profits iront à la Blue Planet Foundation Global Lottery, qui les redistribuera pour financer des projets de recherche sur les problèmes environnementaux.

L'idée a jusqu'ici été reçue avec enthousiasme par plusieurs grandes lignes aériennes. Ce projet arrive d'autant plus à point qu'on commence à prendre conscience des problèmes écologiques causés par la croissance soutenue de l'industrie aérienne. En permanence, il y a 10 000 aéronefs dans les airs, transportant chaque année 1,3 milliard de passagers!

Plusieurs des bénéficiaires de la Loterie du ciel seraient justement des gens venus au monde — question de chance, ou coup du sort, c'est selon — dans des contrées appauvries du tiers monde. Qui a dit qu'un coup de dés jamais n'abolira le hasard?



E N P A S S A N T P A R L E N E T

ADEL G. EL ZAIM

Internet est né à l'université et c'est là qu'il continue à se développer avec l'appui et les espoirs d'une commercialisation de plus en plus forte. Depuis que le réseau est accessible à l'ensemble de la population par l'intermédiaire des fournisseurs d'accès payant, et avec la fièvre de l'autoroute de l'information, l'utilisation d'Internet connaît une évolution fulgurante. Les serveurs d'information commerciaux, culturels, gouvernementaux, et même politiques ou publicitaires, occupent plus que 75 p. cent du trafic des données sur Internet. En même temps, les serveurs d'information universitaires — scientifiques ou non — sont de plus en plus nombreux et accessibles au grand public. Du serveur officiel de l'université jusqu'à celui de la plus petite équipe de recherche, voire les pages personnelles des étudiants, on peut visiter virtuellement les campus et collecter des données précieuses. Nous vous présentons une nouvelle chronique. Celle-ci ciblera les serveurs World Wide Web, mais pas exclusivement. Les sites dont nous vous parlerons ici seront des sites scientifiques, culturels, gouvernementaux et institutionnels qui constituent pour notre communauté une source d'information utile et utilisable dans nos recherches et notre travail. Un clin d'œil sur des sites récréatifs viendra à l'occasion récompenser l'assiduité de nos lecteurs et lectrices!

Netscape: F.O.V.: Overview of Venus

Location: http://stoner.eps.mcgill.ca/bud/venus_image.html

F.O.V. FACE OF VENUS

Overview of Venus

Venus has often been called Earth's sister planet because of its similar size and proximity to Earth in the solar system. Below are some properties in reference to Earth values:

Orbital Distance	: 0.72 Earth's orbit
Orbital Period	: 0.62 Earth years
Rotation	: 243 Earth days (retrograde)
Mean Radius	: 0.95 Earth's radius
Mass	: 0.815 Earth's mass
Surface Pressure	: 90 atmospheres
Gravity	: 0.91 Earth's gravity

Image of Venus

The surface of Venus is normally hidden, perpetually shrouded in cloud cover, but the synthetic aperture radar (SAR) imaging system of Magellan is able to penetrate the cloud cover. One hemisphere [view of Venus](#) (225 K gif) created from Magellan radar images provides a spectacular view of the planet.

LA PLANÈTE VÉNUS*Face of Venus (FOV)*<http://stoner.eps.mcgill.ca/bud/>

Commençons par l'espace, avec le site de la planète Vénus développé à l'Université McGill. Ce serveur, gagnant du prix de meilleur site scientifique au congrès Net95, propose des images et des documents interactifs avec un accès à deux bases d'images sur les cratères et les couronnes de Vénus. Arrêtez-vous devant le tableau *Naissance de Vénus* de Botticelli pour revenir sur terre. http://stoner.eps.mcgill.ca/bud/images/b_venus.gif

THE VISIBLE HUMAN PROJECThttp://www.nlm.nih.gov/extramural_research.dir/visible_human.html

The Visible Human Project est un site de la National Library of Medicine du Maryland aux États-Unis. Son objectif est de mettre en place une banque d'images en trois dimensions de toute l'anatomie du corps humain. Les images proviennent de la dissection de deux corps: celui d'un homme et celui d'une femme. Le résultat représentera 5000 images qui feront 40 gigabytes d'espace disque.

LE RÉSEAU CANADIEN DE LA SANTÉ<http://hpb1.hwc.ca/>

Ce serveur est une initiative de Santé Canada. Il est mis régulièrement à jour et comporte des sources d'information utiles avec des liens vers des serveurs d'information nationaux et internationaux portant sur le même sujet. La section Financement de la recherche sur la santé donne toutes les références sur trois programmes de financement et liste une série de projets financés par le Ministère. On la trouve au:

http://hpb1.hwc.ca/links/fund_f.htm
Mentionnons aussi le site du Bureau de l'épidémiologie des maladies chroniques, qui mérite sûrement un détour:
<http://hpb1.hwc.ca/datahpb/datalcdc/chronic/doc/cdehomf.htm>

**THE HUGO/ GDB HUMAN
GENOME DATA BASE**
<http://gdbwww.gdb.org/>

La base de données HUGO/ GDB sur les génomes humains est le fruit d'une collaboration internationale. Elle est mise à la disposition de la communauté médicale et des chercheurs en biomédecine. On y trouve la cartographie des gènes de l'être humain. L'interface d'interrogation permet de consulter la base de données selon plusieurs paramètres. Une référence incontournable pour les spécialistes.

**CENTRE DE RECHERCHE EN
DROIT PUBLIC (UNIVERSITÉ DE
MONTRÉAL)**

<http://www.droit.umontreal.ca/>

Le CRDP diffuse des données juridiques d'un grand intérêt. L'accès par Internet à certains documents, tel le texte du Code civil du Québec que l'on peut consulter en entier ou interroger article par article, constitue une première.

**LE CONSEIL NATIONAL DE
RECHERCHES DU CANADA**

<http://www.nrc.ca>

Le principal organisme de recherche scientifique et technologique du Canada est largement actif sur le réseau Internet. Son site WWW est une porte d'accès sur les serveurs des 18 instituts canadiens consacrés à la recherche en sciences et en génie. On y trouve aussi des documents sur les revues scientifiques du CNRC, les archives de la revue *Sphère*, des données sur les programmes d'aide à la recherche tel PARI, ainsi qu'une porte d'entrée à l'Institut canadien de

l'information scientifique et technique (ICIST), que l'on peut rejoindre directement au:
<http://www.cisti.nrc.ca/cisti/icist.html>.
Ceux et celles qui connaissent les services de l'ICIST les retrouveront sur Internet.

Nous vous invitons à alimenter les pages de cette chronique en nous envoyant les coordonnées de vos ressources Internet préférées ou de celles que vous avez contribué à mettre en place. On communique avec l'auteur par courrier électronique à l'adresse suivante:

Adel.Elzaim@crim.ca

ADEL G. EL ZAIM est conseiller en technologies et applications Internet du Réseau interordinateurs scientifique québécois (RISQ) du Centre de recherche informatique de Montréal (CRIM).

20^e Congrès
de l'Association des biologistes du Québec

LA RECHERCHE DE POINTE EN BIOLOGIE

*De l'infiniment grand...
à l'infiniment petit*



3 et 4 novembre 1995

Hôtel des Gouverneurs

abq

Informations (514) 279-7115



**PRIX DE L'AUTEUR
ET DE L'AUTEURE DE L'ANNÉE
1994 D'INTERFACE**

...

tion à l'Université du Québec à Montréal; Claire Chabot, journaliste indépendante; Chantal Fortier, chef des services éducatifs au Musée national de l'aviation à Ottawa; Francis Marin, de la Direction

**UN SUPERORDINATEUR
À SHERBROOKE**

Grâce à une entente avec IBM, l'Université de Sherbrooke vient de se doter d'un ordinateur d'architecture parallèle IBM SP2. Il s'agit actuellement du plus puissant et du plus rapide ordinateur installé dans une université canadienne.

Doté d'une mémoire vive de 1,5 gigaoctets, le superordinateur IBM SP2 permet de réaliser jusqu'à quatre milliards d'opérations mathématiques par seconde. En guise de comparaison, un ordinateur personnel de bonne qualité peut effectuer environ cinq millions d'opérations par seconde. Ça va rouler!

**PIERRE ET PIERRE
À L'HONNEUR**

Pierre Deslongchamps, professeur de chimie à l'Université de Sherbrooke, vient d'être élu **associé étranger de l'Académie des sciences de Paris**.

Pour sa part, **Pierre L'Écuyer**, professeur au Département d'informatique et de recherche opérationnelle de l'Université de Montréal, a obtenu une **bourse Steacie 1995**.

DE GAUCHE À DROITE:
GEORGES ARCHAMBAULT,
SOPHIE MALAVOY
(DIRECTRICE ET RÉDACTRICE
EN CHEF D'INTERFACE),
MARC RENAUD,
LOUISE BOUCHARD ET
ARIANE THÉSÉE.



Cette année, le panthéon des auteurs et auteures d'INTERFACE a accueilli deux nouveaux membres: Marc Renaud, professeur de sociologie à l'Université de Montréal et directeur du Groupe de recherches sur les aspects sociaux de la prévention (GRASP), et Louise Bouchard, chercheuse au GRASP. Le texte primé? «Expliquer l'inexpliqué: l'environnement social comme facteur clé de la santé», paru dans le volume 15, n° 2 d'INTERFACE, en mars-avril 1994. La remise des prix s'est faite au Gesù, à Montréal, le 15 mai dernier en présence de Georges Archambault, directeur général du secteur Technologie du ministère de l'Industrie, du Commerce, de la Science et de la Technologie. Deux gravures d'Ariane Thésée, primées au Festival d'Alma (1^{er} prix), furent remises au lauréat et à la lauréate.

Le jury, chargé de choisir un texte gagnant parmi les dix articles de recherche parus dans INTERFACE en 1994, était composé de: Marc Blain, directeur du Service de la recherche et de la créa-

des communications à l'Université de Montréal; Laurent Mottron, psychiatre et chercheur à l'Hôpital Sainte-Justine, et lauréat du Prix de l'auteur 1993; Hélène Véronneau, chercheuse à l'Institut d'écologie végétale de l'Université de Montréal.

**PHARMACOCINÉTICIENS,
PHARMACOCINÉTICIENNES,
RÉJOUISEZ-VOUS!**

...

Il existe maintenant au Canada une chaire en pharmacocinétique et c'est à l'Université de Montréal qu'elle se trouve. Sa création, en mai dernier, a été rendue possible grâce à la contribution de 500 000 dollars de l'Association canadienne des fabricants de produits pharmaceutiques (ACFPF). Les recherches qui y seront menées viseront, entre autres, à optimiser l'adéquation entre les pharmacothérapies et les besoins des patients.



CHERCHEURS RECHERCHÉS

UNIVERSITÉ DU QUÉBEC À RIMOUSKI

...

DÉPARTEMENT DE MATHÉMATIQUES, D'INFORMATIQUE ET DE GÉNIE

Professeur, professeure

Dans le cadre de l'implantation d'un programme de baccalauréat en génie mécanique-électrique de 120 unités, l'Université du Québec à Rimouski désire recevoir des candidatures pour combler un poste de professeure régulière ou professeur régulier en génie mécanique ou en génie électrique. La personne retenue devra dispenser des activités d'enseignement à l'intérieur du programme de génie, s'engager dans des travaux de recherche, collaborer avec différents organismes et, le cas échéant, assumer des tâches d'administration pédagogique.

EXIGENCES: doctorat en génie mécanique, avec une spécialisation en procédés de fabrication ou dynamique des fluides ou hydraulique ou transfert de chaleur, OU en génie électrique, avec une spécialisation en électronique ou électrotechnique. Satisfaire aux exigences pour devenir membre de l'Ordre des ingénieurs du Québec.

DATE D'ENTRÉE EN FONCTION:

1^{er} juin 1996

Les personnes intéressées doivent faire parvenir leur curriculum vitæ, avant le 13 octobre 1995, à:

Mario Lavoie

Directeur

Département de mathématiques,
d'informatique et de génie

Université du Québec à Rimouski

300, allée des Ursulines

Rimouski (Québec)

G5L 3A1

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

INSTITUT ARMAND-FRAPPYER

CENTRE DE RECHERCHE EN

IMMUNOLOGIE

Professeur, professeure

FONCTIONS: le Centre de recherche en immunologie souhaite s'adjoindre les services d'une personne qualifiée en immunologie et en biologie moléculaire, et s'intéressant particulièrement à la transmission des signaux intracellulaires dans les cellules immunitaires. En plus de développer ses propres projets de recherche en immunologie moléculaire, la personne embauchée devra aussi établir des collaborations avec les autres immunologistes du groupe de manière à permettre l'intégration de nouveaux volets de recherche aux programmes en cours. La personne embauchée sera aussi appelée à exercer des tâches d'enseignement, et à encadrer des étudiants de 2^e et 3^e cycles ou des stagiaires postdoctoraux. Ce poste régulier donne accès à la permanence.

EXIGENCES: la formation de base pour ce poste est un doctorat (Ph.D.) en immunologie ou en biologie moléculaire ou l'équivalent et une formation postdoctorale complémentaire. Une connaissance d'usage de la langue française est nécessaire. Le poste s'adresse en priorité aux citoyens canadiens et aux immigrants reçus.

TRAITEMENT: le rang universitaire et le traitement seront établis en fonction de l'expérience selon l'échelle de salaire en vigueur à l'Institut Armand-Frappier. Les personnes intéressées doivent adresser un curriculum vitæ, la liste de leurs publications et le nom de trois person-

nes pouvant témoigner de leurs compétences, avant le 15 septembre 1995, à:

Michèle Gauthier

Directrice du Service des ressources
humaines et de l'informatique

531, boul. des Prairies

Laval (Québec)

H7V 1B7

UNIVERSITÉ DE MONTRÉAL

...

DÉPARTEMENT DE LINGUISTIQUE

ET DE TRADUCTION

Professeur, professeure

Le Département de linguistique et de traduction recherche une professeure ou un professeur de niveau adjoint en traduction.

FONCTIONS: enseignement aux trois cycles, avec encadrement des étudiants aux cycles supérieurs.

EXIGENCES: doctorat obtenu ou sur le point d'être obtenu et expérience de l'enseignement de la traduction. Expérience de la traduction générale du français vers l'anglais et dans au moins un des domaines suivants: traduction commerciale, traduction juridique, traduction technique. Recherche et publications.

TRAITEMENT:

selon la convention collective

DATE D'ENTRÉE EN FONCTION:

1^{er} juin 1996

Les personnes intéressées doivent faire parvenir leur curriculum vitæ, trois lettres de recommandation et des copies de leurs publications récentes, avant le 30 novembre 1995, à:

Jean-Claude Gémard

Directeur

Département de linguistique

et de traduction

Université de Montréal

C.P. 6128, succ. Centre-ville

Montréal (Québec)

H3C 3J7

R E C E N S I O N S

CD-ROM

CLAUDE MARCIL

L'ESTUAIRE DU SAINT-LAURENT

Après avoir lu sur la pochette : *Avec ses 3 000 kilomètres, le Saint-Laurent est le plus important des fleuves qui rejoin (sic) l'Atlantique Nord*, on aurait pu s'attendre à un CD-ROM sur le fleuve dans son ensemble. Ce n'est pas le cas. Pour des raisons qui m'échappent, ce CD-ROM, produit en collaboration avec Les Amis de la Terre de l'Estrie et le programme *Étalez votre science* du ministère de l'Enseignement supérieur et de la Science, se limite à la majesté et aux richesses de l'écosystème aquatique de l'estuaire du Saint-Laurent, un des plus grands au monde. Le menu est simple : *Le long du fleuve, Les eaux de l'estuaire, Ce qu'est un estuaire.*

Une carte, fort bien faite au demeurant, et une voix mélodieuse nous apprennent qu'un estuaire est une région où l'eau salée de l'océan se mélange à l'eau douce d'une rivière ou d'un fleuve et que, dans ce cas-ci, l'eau salée venant du golfe se rend jusqu'aux environs de l'île d'Orléans. Pour les auteurs, la zone s'étendant entre l'île d'Orléans et Cap-Chat délimite l'estuaire du Saint-Laurent. Des photos, des cartes, des commentaires vulgarisent ensuite toute une série de données scientifiques sur l'estuaire : les marais salés, les aires de repos pour les oiseaux migrateurs, la vingtaine d'animaux qui habitent cette région et les quelques plantes qui y poussent.

Ainsi, les jeunes qui s'intéressent aux baleines comprendront pourquoi les bélugas fréquentent les environs de Tadoussac, et ils apprendront au passage

le phénomène du « clapotis » ou le rôle important du phytoplancton et du zooplancton. Ils pourront aussi reconnaître les vers néréides, la plie, l'eider à duvet et quelques plantes comme le zostère, le plantain maritime, la spartine, la salicorne. Et sur le CD-ROM, on explique bien l'interdépendance : les estuaires sont des milieux précieux dont dépendent d'autres écosystèmes, en amont comme en aval.

L I V R E S R E Ç U S

Sciences de la santé

VIH/SIDA. UNE APPROCHE MULTIDISCIPLINAIRE, sous la direction de Mary Reidy et Marie-Élizabeth Taggart, Gaëtan Morin éditeur, 680 pages.

L'ART DE SOIGNER EN SOINS PALLIATIFS. Perspectives infirmières, Claudette Foucault, Presses de l'Université de Montréal, 224 pages.

DIAGNOSTICS INFIRMIERS. Guide pour le plan de soins. 4^e édition, Cynthia M. Taylor et Sheila M. Sparks, Décarie éditeur et Éditions Maloine, 416 pages.

ORTHOPÉDIE ET TRAUMATOLOGIE. Un guide clinique, Alain Jodoin et coll., Décarie éditeur et Éditions Maloine, 240 pages.

MAUX DE DOS. Médecine chinoise, médecine moderne, Jean-René Chenard et Li Jinxue, Éditions Maloine, 320 pages.

Si, pour chaque animal, on donne la distribution, l'habitat, la description, le comportement, le régime alimentaire, etc., les vidéos sont rares (bélugas, oies blanches, anguilles). Par ailleurs, si les textes sont utiles et peuvent s'exporter sur une disquette, ils n'échappent pas toujours à la langue de bois des fonctionnaires : *concertation et coordination entre les différents intervenants*, et quelques termes (*intertidales, détritiques*) ne se retrouvent pas parmi les 50 mots du dictionnaire annexé.

L'Estuaire du Saint-Laurent

Coût : 50 \$

Offert pour configuration Macintosh ou IBM.

En vente chez Crapo Éditeur, 528-8791

LA THROMBOSE, François Jobin, Presses de l'Université Laval et Éditions Maloine, 324 pages.

L'HÉMOSTASE, François Jobin, Presses de l'Université Laval et Éditions Maloine, 500 pages.

Éducation

MÉTHODES DE RECHERCHE POUR L'ÉDUCATION, Jean-Marie Van der Maren, collection «Éducation et formation», Presses de l'Université de Montréal et De Boeck Université, 508 pages.

LES CHEMINEMENTS SCOLAIRES ET L'INSERTION PROFESSIONNELLE DES ÉTUDIANTS DE L'UNIVERSITÉ. Perspectives théoriques et méthodologiques, sous la direction de Claude Trottier, Madeleine Perron et Miala Diambomba, Presses de l'Université Laval, 226 pages.

Urbanisme

ENTRE NOUS. REBÂTIR NOS COMMUNAUTÉS, Marcia Nozick, Éditions Écosociété, 264 pages.

Environnement

L'AUTRE ÉCOLOGIE. Économie, transport et urbanisme. Une perspective macroécologique, Jean-François Lefebvre, Yves Guérard et Jean-Pierre Drapeau, Éditions MultiMondes et Groupe de recherche appliquée en macroécologie, 396 pages.

ENVIRONNEMENT ET SANTÉ. AIR INTÉRIEUR ET EAU POTABLE, sous la direction de Pierre Lajoie et Patrick Levallois, Presses de l'Université Laval, 250 pages.

Études religieuses

LE DISCOURS DU NOUVEAU TESTAMENT SUR LA MORT DE JÉSUS. Épîtres et Apocalypse, Olivette Genest, Presses de l'Université Laval, 276 pages.

HISTORICITÉ ET FOI CHRÉTIENNE. Une lecture du théologien Ernst Troeltsch, Alfred Dumais, Presses de l'Université Laval, 192 pages.

Ornithologie

ATLAS SAISONNIER DES OISEAUX DU QUÉBEC, André Cyr et Jacques Larivée, Presses de l'Université de Sherbrooke et Société de loisir ornithologique de l'Estrie, 711 pages.

Littérature, communication, édition

PORTES DE COMMUNICATIONS. Études discursives et stylistiques de l'oeuvre de Gabrielle Roy, sous la direction de Claude Romney et Estelle Dansereau, Presses de l'Université Laval, 214 pages.

TECHNIQUES HOLLYWOODIENNES À SUCCÈS, sous la direction de Paul Warren, Presses de l'Université Laval et Presses de la Sorbonne Nouvelle, 140 pages.

LA PRESSE QUÉBÉCOISE DE 1764 À 1914. Bibliographie analytique, sous la direction de Jean De Bonville, Presses de l'Université Laval, 353 pages.

ÉDITION ET POUVOIRS, sous la direction de Jacques Michon, Presses de l'Université Laval, 334 pages.

LIVRES ÉLECTRONIQUES. De l'utopie à la réalisation, Jacques Pasquier et Jacques Monnard, Presses polytechniques et universitaires romandes, 328 pages.

Gestion

L'ANGLE MORT DE LA GESTION, Laurent Laplante, INRS-Culture et société, 142 pages.

GESTION DU MARKETING, 2^e édition, sous la direction de François Colbert et Marc Fillion, Gaëtan Morin éditeur, 560 pages.

LA GESTION DYNAMIQUE. Concepts, méthodes et applications, 2^e édition, Pierre G. Bergeron, Gaëtan Morin éditeur, 936 pages.

VERS L'INNOVATION FLEXIBLE. Les alliances technologiques dans l'industrie canadienne, Jorge Niosi, collection « Politique et économie », Presses de l'Université de Montréal, 192 pages.

Études féministes

RÉPERTOIRE FEMMES ET FÉMINISMES: LES CHERCHEURES DE L'UQAM IMPLIQUÉES DANS LES RECHERCHES FEMMES, FÉMINISMES ET RAPPORTS DE SEXES, Institut de recherches et d'études féministes, Université du Québec à Montréal, 109 pages.

CONDITION FÉMININE ET VIEILLISSEMENT, Michèle Charpentier, Éditions du Remue-ménage, 172 pages.

FEMMES ET RELIGIONS, sous la direction de Denise Veillette, Corporation canadienne des sciences religieuses et Presses de l'Université Laval, 468 pages.

Sociologie, anthropologie, épidémiologie

CULTURE ET SANTÉ PUBLIQUE, Raymond Massé, Gaëtan Morin éditeur, 524 pages.

LA CONSTRUCTION DE L'ANTHROPOLOGIE QUÉBÉCOISE. Mélanges offerts à Marc-Adélar Tremblay, sous la direction de François Trudel, Paul Charest et Yvan Breton, Presses de l'Université Laval, 474 pages.

LES LOUPS SONT-ILS QUÉBÉCOIS? Les mutations sociales à l'école primaire, Yuki Shiose, collection « Sociétés et mutations », Presses de l'Université Laval, 226 pages.

PLAISIR ET SOUFFRANCE. Dualité de la santé mentale au travail, sous la di-

Vous devriez lire...

CAMILLE LIMOGES, que nous présentons au début de ce numéro, vous suggère de lire:

- MONTAIGNE, Michel Eyquem de, *Essai*, édition originale, 1580; édition plus récente: Arléa, Paris, 1992.
- DARWIN, Charles, *De l'origine des espèces au moyen de la sélection naturelle*, édition originale, 1859; édition plus récente, Flammarion, Paris, 1992.
- Frère MARIE-VICTORIN, *Flore Laurentienne*, Presses de l'Université de Montréal, 2^e édition, 1968; 3^e édition en couleurs à paraître en octobre 1995.



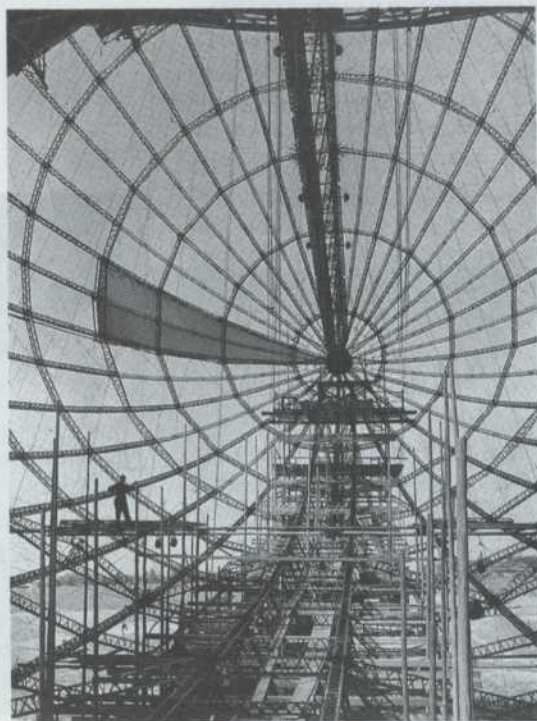
rection de Romaine Malenfant et Michel Vézina, collection « Les cahiers scientifiques de l'Acfas » n° 81, Association canadienne-française pour l'avancement des sciences, 160 pages.

ENTRE TRAVAIL, RETRAITE ET VIEILLESE. LE GRAND ÉCART, sous la direction de Anne-Marie Guillemard, Jacques Légaré et Pierre Ansart, L'Harmattan, 326 pages.

L'ÉTAT DANS LA TOURMENTE, « Cahiers de recherche sociologique » n° 24, Département de sociologie, Université du Québec à Montréal, 282 pages.

ARCHITECTES DE LES PHOTOGRAPHES À L'ÂGE HÉROÏQUE DES GRANDS TRAVAUX L'IMAGE

DU 11 OCTOBRE 1995 AU 14 JANVIER 1996



Lichtbildabteilung der Luftschiffbau Zeppelin GmbH, Cône du zeppelin Hindenburg LZ 129 vu de l'intérieur de la charpente, vers 1934. Collection de photographies du CCA.

CCA

**Centre Canadien d'Architecture/
Canadian Centre for Architecture**

1920, rue Baile, Montréal, Québec, Canada H3H 2S6
Renseignements : (514) 939-7026

Philosophie, droit, science politique

CARREFOUR : PHILOSOPHIE ET DROIT. Actes du colloque *Dikè*, sous la direction de Josiane Boulad-Ayoub, Bjarne Melkevik et Pierre Robert, collection « Les cahiers scientifiques de l'Acfas » n° 80, Association canadienne-française pour l'avancement des sciences, 322 pages.

LE MINISTÈRE DES AFFAIRES EXTÉRIEURES DU CANADA. *L'essor, 1946-1968*, volume 2, John Hilliker et Donald Barry, collection « Administration publique canadienne », Presses de l'Université Laval, 496 pages.

L'AN 501. LA CONQUÊTE CONTINUE, Noam Chomsky, Éditions Écosociété et Éditions EPO, 363 pages.

L'ACCESSION À LA SOUVERAINETÉ ET LE CAS DU QUÉBEC, Jacques Brossard, Presses de l'Université de Montréal, 853 pages.

Culture et francophonie

FRANCOPHONIES D'AMÉRIQUE, Presses de l'Université d'Ottawa, 1995, n° 5, 272 pages.

LA NOUVELLE CULTURE RÉGIONALE, Fernand Harvey et Andrée Fortin, INRS-Culture et société, 260 pages.

L'HORIZON DE LA CULTURE. *Homage à Fernand Dumont*, sous la direction de Simon Langlois et Yves Martin, Presses de l'Université Laval et Institut québécois de recherche sur la culture, 558 pages.

IDENTITÉ ET CULTURES NATIONALES. *L'Amérique française en mutation*, sous la direction de Simon Langlois, Presses de l'Université Laval, 382 pages.

ATLAS DE LA LANGUE FRANÇAISE. *Histoire, géographie, statistiques*, sous la direction de Philippe Rossillon, Bordas, 130 pages.

Linguistique

LEÇONS DE LINGUISTIQUE DE GUSTAVE GUILLAUME. *1958-1959 et 1959-1960*, sous la direction de Roch Valin et Walter Hirtle, Presses de l'Université Laval et Klincksieck, 404 pages.

PROGRAMME D'EXERCICES PROGRES-SIFS EN FRANÇAIS ÉCRIT, Diane Déry et Marie Saint-Mieux, Gaëtan Morin éditeur, 296 pages.

LA PRATIQUE DU FRANÇAIS LANGUE SECONDE PAR THÈMES. *Cahier d'exercices*, Guylaine Cardinal, Gaëtan Morin éditeur, niveau débutant : 280 pages; niveau intermédiaire : 316 pages; niveau avancé : 270 pages.

Éthique

L'ÉTHIQUE EN RECHERCHE SOCIALE. Actes du colloque du Conseil québécois de la recherche sociale tenu à Montréal le 16 mai 1994, Conseil québécois de la recherche sociale, 176 pages.

Divers

CLAUDE CASTONGUAY. ARCHITECTE SOCIAL ET GESTIONNAIRE, Marcel Côté, Gaston Dussault, Richard Déry et Pierre Simard, Presses de l'Université du Québec, 128 pages.

L'ART DE VOYAGER. *Le déplacement à l'époque classique*, Normand Doiron, Presses de l'Université Laval et Klincksieck, 260 pages.

LES EPISTRES FAMILIÈRES ET INVESTIVES DE MA DAME HELISENNE, édition critique de Jean-Philippe Beaulieu, Presses de l'Université de Montréal, 160 pages.



À SUIVRE

SEPTEMBRE

20-23 septembre

Concepts de base et applications en génie biomédical. Au service des soins de la santé, dans le cadre de la 17th Annual International Conference of the IEEE Engineering in Medicine and Biology Society et de la 21st Canadian Medical and Biological Engineering Conference, au Palais des congrès, à Montréal.

Renseignements:
Secrétariat de la conférence
Coplanor Congrès inc.
(514) 848-1133
embc95@coplanor.qc.ca

21 septembre - 1^{er} octobre

6^e Festival international du film scientifique du Québec, simultanément à l'auditorium de l'Office national du film, à Montréal, et au Musée de la civilisation, à Québec.

Renseignements:
Cité des arts et des nouvelles technologies
(514) 849-1612

26 septembre

Redéfinition des rapports entre les sexes: fondements d'un nouvel ordre mondial, conférence organisée par le Centre de recherches pour le développement international (CRDI), au CRDI, 250, rue Albert, à Ottawa.

Renseignements:
Pauline Dole
CRDI
Tél.: (613) 236-6163, poste 2479
Télec.: (613) 563-0815
pdole@idrc.ca

27-30 septembre

Colloque international «Gabrielle-Roy», organisé par le Centre d'études franco-canadiennes de l'Ouest (CEFCO), au Collège universitaire de Saint-Boniface, à Winnipeg.

Renseignements:
Claudine Cecille
Secrétariat du CEFCO

(204) 233-0210, poste 247
André Fauchon
(204) 233-0210, poste 423

OCTOBRE

8-14 octobre

6^e Symposium international des arts électroniques, organisé par le Département d'arts plastiques de l'Université du Québec à Montréal, au pavillon Judith-Jasmin de l'UQAM.

Renseignements:
Louise Poissant
(514) 987-8237

10-12 octobre

Prévision et dépistage des ennemis des cultures, colloque organisé par le Réseau d'avertissements phytosanitaires (RAP) du ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation du Québec, édifice Marie-Guyard, 1060, rue Conroy à Québec.

Renseignements:
Michel Letendre
Tél.: (418) 644-4689
Télec.: (418) 646-0832

11-13 octobre

Symposium du 50^e anniversaire de l'Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture (FAO), à Québec. Trois thèmes: «Gestion des ressources naturelles» à l'hôtel Loews Le Concorde, «Gestion des marchés», à l'hôtel Québec Hilton et «Gestion des savoirs et de la technologie» à l'hôtel Radisson des Gouverneurs.

Renseignements:
Secrétariat du Symposium
Tél.: (418) 691-77849
Télec.: (418) 691-7815
http://acceis.agr.ca

11-14 octobre

Développement de l'emploi en milieu rural. Région de Coaticook, colloque international organisé par la Fondation canadienne de la restructuration

rurale, au Centre régional d'initiation et de formation agricoles, à Coaticook.

Renseignements:
Secrétariat du colloque
Tél.: (819) 849-6293
Télec.: (819) 849-9683

12-13 octobre

67^e Congrès-exposition de l'Association des médecins de langue française au Canada: «Cardiologie, der-

CONSEIL D'ADMINISTRATION DE L'ACFAS/1995-1996

André Boudreau (président sortant), langue et linguistique, Université Laval

Françoise Boudreau, sociologie, Collège universitaire Glendon, Université York

Yves P. Bourhis, génie des matériaux, Air Liquide Canada limitée

Jean-Marc Carpentier, physique, consultant en communication scientifique

Hélène Dallaire, sciences de la santé, Université d'Ottawa

Christian Duval, neurocinétique, Université du Québec à Montréal, étudiant

Louise Filion, géographie, Université Laval

Marc Gaudry, économie, Centre de recherche sur les transports, Université de Montréal

Luc-Alain Giraldeau, sciences biologiques, Université Concordia

Marie-Marthe Hébert, éducation, Université du Québec à Chicoutimi

Gilles Jean, énergie, CANMET - LRDE, Ressources naturelles Canada

Yves Laberge, sociologie, Université Laval, étudiant

Michel Massiera, génie civil, Université de Moncton

Gilles Nadeau (trésorier), économie, CAE Électronique Limitée

Ginette Ouellette, mathématiques, Collège de Maisonneuve

Christiane Quérido, sociologie, École nationale d'administration publique de l'Université du Québec (ENAP)

Chantal Saint-Jarre, littérature, Université de Sherbrooke

Serge Saint-Pierre, sciences de la santé, Institut national de la recherche scientifique-Santé (INRS-Santé)

Jean Sauvé, génie mécanique, Teknor Microsystems inc.

Jean-Pascal Souque (1^e vice-président), éducation, Le Conference Board du Canada

Serge St-Pierre, sciences de la santé, Institut national de la recherche scientifique-Santé (INRS-Santé)

Jennifer Stoddart (présidente), droit civil, Commission des droits de la personne du Québec

François Tavenas (2^e vice-président), sciences appliquées, Université McGill

Jean-Marie Toulouse, administration, École des hautes études commerciales

Francis Weil, physique et mathématiques, Université de Moncton

Germain Godbout (secrétaire), chimie, directeur général, Acfas

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

Chercheurs-boursiers en milieu industriel

1995-1996

Le Conseil de recherches en sciences naturelles et en génie du Canada (CRSNG) offre le Programme de chercheurs-boursiers en milieu industriel afin de donner à un certain nombre de chercheurs d'avenir l'occasion d'élargir leurs perspectives de carrière en sciences naturelles et en génie. Les bourses sont valides dans les industries canadiennes.

Admissibilité

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

Nature du poste

Les chercheurs-boursiers seront des employés de la société paritaire pour toute la durée de leurs bourses. Ils travailleront à des activités de recherche et développement.

Durée du poste

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

Rémunération

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

Modalités de demande

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

Date limite

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

Pour de plus amples renseignements, communiquer avec :

Programme de chercheurs-boursiers en milieu industriel
Conseil de recherches en sciences naturelles et en génie
350, rue Albert
Ottawa (Ontario) K1A 1H5
(613) 996-2009

Canada

matologie, gastro-entérologie, microbiologie. Le point», au Grand Salon de l'hôtel Méridien, à Montréal.

Renseignements :

AMLFC

Tél.: (514) 388-2228

Télec.: (514) 388-5335

17 octobre

Maladies émergentes et récurrentes: implications pour les Canadiens, conférence organisée par le Centre de recherches pour le développement international (CRDI), au CRDI, 250, rue Albert, à Ottawa.

Renseignements :

Pauline Dole

CRDI

Tél.: (613) 236-6163, poste 2479

Télec.: (613) 563-0815

pdole@idrc.ca

18-20 octobre

Congrès international de génie industriel de Montréal: «La productivité dans un monde sans frontières», organisé par Laurent Villeneuve de l'École polytechnique, à l'hôtel Radisson, à Montréal.

Renseignements :

Bureau des congrès

École polytechnique

Tél.: (514) 340-3215

NOVEMBRE

...

9-10 novembre

La santé publique et la promotion des mesures efficaces, 8^e Congrès annuel de l'Association des médecins spécialistes en santé communautaire, au Château Frontenac, à Québec.

Renseignements :

Secrétariat de l'Association

(514) 350-5138

28 novembre

La nature: à quel prix?, conférence organisée par le Centre de recherches pour le développement international (CRDI), au CRDI, 250, rue Albert, à Ottawa.

Renseignements :

Pauline Dole

CRDI

Tél.: (613) 236-6163, poste 2479

Télec.: (613) 563-0815

pdole@idrc.ca

DÉCEMBRE

...

4-6 décembre

VII^e Conférence de biotechnologie industrielle: «La biotechnologie: vers une économie renouvelée», organisée par le Conseil national de recherches du Canada (CNRC), au Centre Sheraton, à Montréal.

Renseignements :

Institut de recherche
en biotechnologie-CNRC

Tél.: (514) 496-6250

ou (613) 993-9228

Télec.: (514) 496-5007

ou (613) 957-9828

Visions nouvelles

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

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

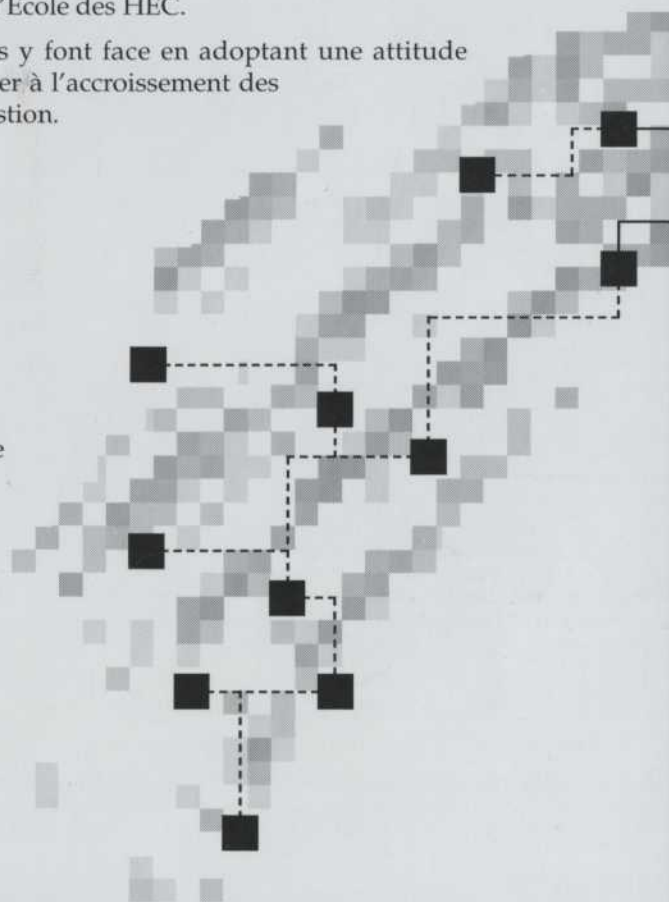
Cette nécessité d'élaborer des visions nouvelles, ils y font face en adoptant une attitude proactive envers le changement, de façon à contribuer à l'accroissement des connaissances et à l'amélioration des pratiques de gestion.

La recherche à l'École des HEC:

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

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

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



Demandez notre brochure sur la recherche:

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

L'esprit d'entreprise

POURQUOI CHOISIR L'UNIVERSITÉ LAVAL POUR VOS ÉTUDES DE 2^e ET 3^e CYCLES ?

Pour le savoir : (418) 656-2464 ou 1 800 561-0478

Des professeurs
chercheurs
chevronnés
qui partagent
leur savoir

Une formation
adaptée
aux nouveaux
besoins

Des programmes
importants
de bourses et de
soutien financier

Un milieu
stimulant à
Québec

Des liens
étroits avec
l'entreprise privée
et le marché
du travail

 UNIVERSITÉ
LAVAL

*Faculté des
études supérieures*

LE SAVOIR DU MONDE
PASSE PAR ICI

Renée Cloutier, professeure
Faculté des sciences de l'éducation
Denis Bélanger, étudiant
Maîtrise en administration des affaires

Dinh N. Nguyen, doyen
Faculté des études supérieures
Annik Delagrave, étudiante
Doctorat en génie civil

Bastien Bouchard, étudiant
Maîtrise en communication publique

Pavillon Jean-Charles-Bonenfant, Québec, Canada G1K 7P4