

INTERFACE

VOLUME DIX-NEUF | NUMÉRO UN | JANVIER-FÉVRIER 1998

LA REVUE DE LA RECHERCHE

6\$

CHANGEMENTS CLIMATIQUES LES DÉFIS DE L'APRÈS-KYOTO

PER

A-522

BNQ

Aperçu du
Québec en
l'an 2050

Regard vers
le passé
pour mieux
voir l'avenir



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



Ressources naturelles
Canada

Natural Resources
Canada

RNCan

MINISTRE

Message_{du}

La communauté mondiale en est récemment venue, à Kyoto, à un consensus qui a attiré l'attention du monde sur la question des changements climatiques. Cette question revêt une importance considérable sur les plans environnemental et économique.

À la Conférence de Kyoto, le Canada a convenu de réduire, entre 2008 et 2012, ses émissions de 6 p. 100 par rapport à celles de 1990. Pour y arriver, il poursuivra ses efforts en vue de produire et d'utiliser l'énergie de manière plus efficace et plus économique. Nous devons considérer comme hautement prioritaires les nouvelles perspectives en matière d'économie, d'emploi, de commerce et de technologie. Il faut apprendre à tirer avantage de ce qui représente aujourd'hui un problème. Non seulement est-il sage de le faire pour l'environnement, mais aussi pour l'économie.

Ces perspectives mettent plus que jamais l'accent sur les sciences et la technologie. Ressources naturelles Canada (RNCan) travaille en partenariat avec l'industrie et d'autres organismes gouvernementaux à de nouvelles technologies susceptibles de faire diminuer les émissions de gaz à effet de serre émis par le Canada. Au moins 50 millions de dollars, soit environ 70 p. 100 du budget en R-D de RNCan, sont consacrés à la recherche de solutions aux changements climatiques. En collaboration avec le secteur privé, nous travaillons à la mise au point de nouvelles techniques en matière d'efficacité énergétique, d'énergie renouvelable et de carburants de remplacement. Ces techniques offrent de grands avantages sur le plan environnemental, notamment une production plus faible de gaz à effet de serre, sans compter les économies réalisées dans tous les secteurs.

Mon ministère joint ses efforts au travail d'une centaine d'entreprises canadiennes pour découvrir des techniques qui contribueront à réduire les émissions de gaz à effet de serre. Parmi ces entreprises, mentionnons Tembec et Hydro-Québec au Québec, Enermodal Engineering en Ontario, Reduct Lobbe en Saskatchewan, Bentall Properties et B.C. Hydro en Colombie-Britannique, SaskPower, TransAlta Utilities, Dynetek dans les Prairies, ThermoDynamics dans la région de l'Atlantique, ORTECH ainsi que d'autres entreprises situées ailleurs au Canada.

Il est clair que les objectifs de Kyoto représentent un défi de taille. Je suis convaincu que les Canadiens et les Canadiennes ont la volonté de relever ce défi et de saisir les nouvelles perspectives au chapitre de la croissance, de la création d'emploi, des percées technologiques et du commerce.

Ralph Goodale

Canada



LE CLIMAT DE NOTRE PLANÈTE CHANGE.

COMMENÇONS À CHANGER NOS HABITUDES.

La majorité des scientifiques du monde s'entendent sur un point : l'activité humaine contribue au changement climatique. La grande quantité d'énergie que nous consommons à la maison, pour nos véhicules, nos industries et nos bâtiments libère dans l'atmosphère des gaz à effet de serre à un rythme sans précédent. Pour la planète, il en résulte une élévation des températures et une modification du climat.

Le Canada pourrait donc connaître des tempêtes hivernales plus violentes, des étés plus chauds, des inondations plus graves et des sécheresses plus fréquentes.

Pour l'économie canadienne, il pourrait s'ensuivre des perturbations des industries forestière, halieutique, agricole et touristique ainsi qu'une escalade des coûts dans l'industrie de l'assurance.

Pour agir en matière de changement climatique, il faut faire un usage plus intelligent de l'énergie, que ce soit en améliorant le rendement énergétique des bâtiments et des procédés ou en utilisant nos voitures sagement. En investissant dans l'efficacité énergétique, vous aidez non seulement à assainir l'environnement en réduisant les émissions de gaz à effet de serre, mais vous pouvez aussi économiser de l'argent au foyer ou dans votre entreprise.

Interrogez-vous à nouveau sur la façon dont vous utilisez l'énergie à la maison et au travail. Faites-le par souci d'économies. Faites-le pour votre famille. Faites-le pour la planète. Parce que nous pouvons tous faire quelque chose au sujet du changement climatique.

Agissez en matière de changement climatique en réduisant votre consommation d'énergie à la maison, au travail et sur la route. composez le 1 800 387-2000 ou le (613) 995-2943 pour obtenir gratuitement votre Trousse d'action. Vous pouvez aussi visiter le site du changement climatique d'Environnement Canada à <http://www.ec.gc.ca> ou la Page d'accueil sur l'efficacité énergétique de Ressources naturelles Canada à <http://eeb-dee.rncan.gc.ca/climat>.



Gouvernement
du Canada

Environnement
Canada

Ressources naturelles
Canada

Government
of Canada

Environment
Canada

Natural Resources
Canada



Les changements
climatiques

Canada

L'énergie nucléaire : l'énergie propre

Le réchauffement de la planète, le smog urbain et les pluies acides sont tous causés par l'utilisation de combustibles fossiles dans les centrales électriques, les usines, les maisons et les automobiles. De plus en plus de pays envisagent de recourir à l'énergie nucléaire pour atténuer les effets néfastes de l'utilisation de ces produits sur l'environnement. Les centrales nucléaires ne dégagent ni oxydes de soufre ou d'azote, ni métaux lourds, ni bioxydes de carbone. Elles n'exigent pas que l'on construise des barrages, que l'on détourne des fleuves ou que l'on inonde de vastes étendues de terre. De plus, elles peuvent être construites à proximité des lieux où la demande en énergie est la plus grande. Et donc, les problèmes environnementaux associés aux longues lignes de transport d'énergie sont bien moindres.

L'énergie nucléaire est une solution adoptée par un nombre croissant de pays en développement qui ne disposent pas de combustibles fossiles sur leur territoire; et c'est aussi la solution qui s'impose graduellement aux pays industrialisés dépendants des autres sources d'énergie.

Les réacteurs CANDU^{MD} d'EACL permettent au Canada et à d'autres pays de produire une énergie propre, sûre et fiable, tout en contribuant à protéger l'environnement. Au Canada, la centrale nucléaire Gentilly-2 produit quelque trois pour cent de l'énergie produite au Québec. En Ontario, environ 60 % de l'électricité de la province est générée par des centrales nucléaires. La centrale de Pointe Lepreau produit approximativement 30 % de l'électricité du Nouveau-Brunswick.



EACL

Energie atomique
du Canada limitée

AECL

Atomic Energy
of Canada Limited

L'APRÈS-KYOTO
P.45ÉDITORIAL 4
Christine Stewart

SCIENCE CLIPS

- 9 LA ROUTE DES AMÉRIQUES
- 10 MÉDECINES DOUCES ACCEPTÉES EN DOUCE
- 11 DES PÈRES PORTEURS!
- 12 SIGNATURES D'ÉTOILES
- 14 L'ART RUPESTRE À LA MODE QUÉBÉCOISE
- 14 PURGER LES MAUX DE L'ÂME PAR DES SAIGNÉES
- 16 ADN SOUS UVB: DANGER!
- 17 HISTOIRES DE CHOCS ET D'INTERSECTIONS

FACE À FACE

- 18 LOUIS LEGENDRE OU LA FORCE DE LA RÉFLEXION
Pascale Guéricolas

Passionné par les océans, mais surtout par les modèles théoriques capables de les décrire, Louis Legendre a navigué très loin dans le secret des mers. Il a reçu, en décembre, le prix Marie-Victorin 1997 décerné par le gouvernement du Québec.

RECHERCHE

- 26 APERÇU DU QUÉBEC EN L'AN 2050

Jacinthe Lacroix, Gérald Vigeant et Luc Bergeron

2050 : à cette date, si rien n'est fait, les concentrations de CO₂ dans l'atmosphère auront doublé par rapport aux taux de l'ère pré-industrielle. Nous jetons un coup d'œil sur les répercussions de cette augmentation sur le climat, mais aussi sur la population, l'économie et l'environnement du Québec.

- 36 LES CHANGEMENTS CLIMATIQUES

REGARD VERS LE PASSÉ POUR MIEUX VOIR L'AVENIR

Pierre J.H. Richard

La végétation du Québec réagira-t-elle comme prévu aux changements climatiques? Un regard sur notre passé depuis la dernière déglaciation nous montre que mère Nature pourrait nous surprendre...

ENJEUX

- 45 LES DÉFIS DE L'APRÈS-KYOTO

Un peu plus d'un mois s'est écoulé depuis l'adoption, par 160 pays, du protocole de Kyoto visant à réduire les émissions de gaz à effet de serre, qui contribuent aux changements climatiques. Le Canada saura-t-il cette fois atteindre les objectifs qu'il s'est fixés?

UN PAS DE FAIT, MAIS LA ROUTE EST ENCORE LONGUE

Claude Lefrançois

RÉORIENTER L'ÉCONOMIE VERS LE DÉVELOPPEMENT DURABLE

Jean-François Lefebvre

ZOOM 52

EFFET DE SERRE ET GAZ
À EFFET DE SERRE
Claude Lefrançois et
Marc Lucotte

- 56 SCIENCE MONDE
DE NAPOLÉON À RADARSAT: LE DELTA DU NIL SOUS OBSERVATION
Richard Saint-Louis

QUOI DE NEUF? 58

- 60 RUBRIQUES
LIVRES, INTERNET, EMPLOI, ÉVÉNEMENTS





KYOTO : POUR UN MEILLEUR ENVIRONNEMENT MONDIAL

CHRISTINE STEWART

Christine Stewart est ministre de l'Environnement du Canada.

Les changements climatiques constituent un sérieux problème environnemental. Mon collègue Ralph Goodale, ministre des Ressources naturelles du Canada, et moi sommes fiers de ce que le Canada a accompli à Kyoto, en partenariat avec la communauté internationale, afin de résoudre ce problème. Nous avons relevé un défi, et les résultats reflètent les longues heures de travail que nous avons consacrées à préparer cette rencontre avec nos partenaires, au cours des dernières années.

Devant la volonté politique du gouvernement de s'attaquer avec vigueur au problème des changements climatiques, les Canadiens et les Canadiennes se souviendront de Kyoto comme d'un grand moment; le moment où l'on a atteint un équilibre réel et durable entre les préoccupations que nous avons pour l'environnement dans le monde et les intérêts que représentent le développement et la croissance de la planète.

Les retombées du protocole de Kyoto comprendront, tant pour le Canada que pour le reste du monde, de nombreux avantages. Le protocole se traduira ainsi par un meilleur environnement mondial puisque nos pratiques ne seront plus aussi néfastes. Il se traduira également par des avantages économiques car au fur et à mesure que les émissions des gaz à effet de serre (GES) et les coûts liés à la production d'énergie diminueront, des emplois dans le domaine des nouvelles technologies se créeront. On améliorera la justice sur le

plan mondial, car on partagera avec les pays en développement les techniques et méthodes d'économie d'énergie. Le protocole de Kyoto se traduira enfin par une meilleure santé publique et une baisse des coûts du système de santé au Canada, à la suite, entre autres, de la diminution du «smog».

Des sceptiques disent que nous ne pourrions atteindre les buts que nous nous sommes fixés à Kyoto. Moi, je sais que les Canadiens et Canadiennes, ensemble, élaboreront et mettront en œuvre une stratégie efficace; une stratégie juste et économiquement viable pour le Canada; une stratégie qui réussira à réduire entre les années 2008 et 2012 nos émissions de GES de 6 p. cent sous les niveaux de 1990.

En plus de représenter un succès environnemental et économique pour le Canada, le protocole de Kyoto illustre nos talents de négociateurs. Notre équipe, en allant à Kyoto, visait à se fixer des niveaux d'émissions qui soient inférieurs aux niveaux de 1990; nous avons cherché à établir une cible «souple» qui puisse refléter les conditions particulières des pays industrialisés et des pays en développement; nous avons tenté d'obtenir d'autres éléments de souplesse telle la mise en œuvre conjointe de projets d'épargne ou d'échanges internationaux de crédits de réductions d'émissions; nous avons cherché à inclure dans le protocole des pratiques propres à améliorer la capacité de nos forêts à

absorber le CO₂; nous avons demandé que les objectifs soient fondés sur la réduction des émissions non pas de trois gaz à effet de serre, mais de six. Nous voulions finalement une entente qui ne nous éloigne pas trop de nos principaux partenaires de commerce international.

Grâce au travail habile et incessant de ses négociateurs, le Canada a atteint ses objectifs. À cet égard, il faut souligner l'apport des gouvernements provinciaux faisant partie de la délégation canadienne. Ces deux groupes, avec les organisations environnementales non gouvernementales et les représentants industriels sur place, ont grandement contribué au succès de mon travail ainsi qu'à celui de mon collègue, M. Goodale.

Aucun autre pays n'a cherché à obtenir un ensemble aussi complet d'instruments et de méthodes afin de permettre au monde entier de s'entendre pour lutter contre les répercussions des changements climatiques.

Nous savons que nous devons faire davantage pour réussir à intégrer les pays en développement au sein de l'entente et que nous devons déterminer le fonctionnement du système d'échange international de crédits d'émissions. Les buts étant maintenant clairement établis, nous pouvons concentrer nos énergies sur les façons de les atteindre.

Avant Kyoto, j'avais senti que les milieux d'affaires, le secteur industriel, les municipalités, les

particuliers et certaines provinces étaient prêts à passer à l'action en matière de réduction des émissions dès que Kyoto en aurait donné le signal. Ce signal, très puissant, vient d'être envoyé. Il est temps de déterminer, avec tous nos partenaires dans ce dossier, les meilleures pratiques et les démarches les plus efficaces à entreprendre afin de respecter nos engagements.

Mais Kyoto n'est que le premier pas. Le vrai travail commencera dès qu'une entente sera conclue. C'est alors que nous devons nous réunir, en tant que citoyens et citoyennes d'un même pays, afin de décider comment nous allons faire en sorte de respecter nos obligations.

Le gouvernement du Canada et les gouvernements provinciaux se sont entendus sur un processus basé sur la coopération; un processus qui fera appel à tous les paliers de gouvernement, au secteur privé, aux organismes non gouvernementaux, à la communauté scientifique et aux particuliers.

C'est par cette collaboration que nous arriverons à établir un plan d'action approprié pour les multiples besoins du Canada, tant économiques qu'environnementaux. C'est grâce à ce plan d'action que le Canada pourra respecter ses engagements internationaux tout en créant de nouvelles occasions d'affaires pour tous les Canadiens et Canadiennes.

Des commentaires?
interface@acfas.ca

Concours de Vulgarisation Scientifique de l'Acfas



POUR QUI?

- Les étudiantes et étudiants universitaires de 2^e et 3^e cycles.
- Les professeurs et professeurs des cégeps et universités ainsi que toute personne faisant de la recherche dans ces établissements.
- Les chercheuses et chercheurs des centres de recherche publics et privés.

De plus, le concours est ouvert aux francophones du Canada résidant à l'extérieur du Québec ainsi qu'aux étudiants et travailleurs étrangers en séjour au Québec.

PRIX

- Six prix de 2000\$ répartis dans les trois catégories de participantes et participants, ainsi que la publication des textes primés.

COMMENT PARTICIPER?

- Soumettre un article traitant de son sujet de recherche. Cet article doit comporter un maximum de cinq feuillets à interligne double. Joindre un bref curriculum vitae.
- La qualité de la rédaction, la rigueur scientifique, le souci de vulgarisation et l'originalité du traitement seront les critères de base retenus par le jury pour la sélection des gagnantes et gagnants.

Un guide de vulgarisation scientifique peut être obtenu sur demande. Pour recevoir le formulaire d'inscription au concours ou le guide de vulgarisation, s'adresser à :



Association canadienne-française pour l'avancement des sciences

Tél.: (514) 849-0045
Téléc.: (514) 849-5558
concours.v-s@acfas.ca

Projet réalisé avec l'aide financière du ministère de l'Industrie, du Commerce, de la Science et de la Technologie du Québec

CONSEIL D'ADMINISTRATION DE L'ACFAS 1997-1998

JACQUES BACHAND, DIRECTEUR DES ÉTUDES DE 1^{er} CYCLE, UNIVERSITÉ DU QUÉBEC

ANNE BERGERON, PROFESSEURE, DÉPARTEMENT D'INFORMATIQUE, UNIVERSITÉ DU QUÉBEC À MONTRÉAL

MICHEL BERGERON, PROFESSEUR TITULAIRE, DÉPARTEMENT DE PHYSIOLOGIE, UNIVERSITÉ DE MONTRÉAL

DANIEL BOULERICE, VICE-PRÉSIDENT - FORMATION ET GESTION DU CHANGEMENT, CONFÉDÉRATION DES CAISSES POPULAIRES ET D'ÉCONOMIE DESJARDINS DU QUÉBEC

EDWIN BOURGET, DIRECTEUR, DÉPARTEMENT DE BIOLOGIE, UNIVERSITÉ LAVAL

ÉLYSE BOURQUE, ÉTUDIANTE, DÉPARTEMENT DE CHIMIE, UNIVERSITÉ DE SHERBROOKE

MIREILLE BROCHU, CONSULTANTE EN POLITIQUES DE LA RECHERCHE, DES SCIENCES ET DE LA TECHNOLOGIE

GISELE CHEVALIER, PROFESSEURE, FACULTÉ DES SCIENCES, UNIVERSITÉ DE MONCTON

DIANE CÔTÉ, CONSEILLÈRE PRINCIPALE, INNOVITECH

BERNARD COURTEAU, DÉPARTEMENT DE MATHÉMATIQUES ET INFORMATIQUE, UNIVERSITÉ DE SHERBROOKE

RENÉE DESAUTELS, PROFESSEURE DE PHYSIQUE, CÉGEP DE ROSEMONT

LOUISE FILION, VICE-RECTRICE À LA RECHERCHE, UNIVERSITÉ LAVAL

YVON FORTIN, PROFESSEUR DE PHYSIQUE CÉGEP FRANÇOIS-XAVIER GARNEAU

GILLES NADEAU, DIRECTEUR - AFFAIRES GOUVERNEMENTALES, CAE ÉLECTRONIQUE LIMITÉE

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

ANDRÉ SAMSON, PROFESSEUR DE PSYCHOLOGIE COLLEGE UNIVERSITAIRE DE SAINT-BONIFACE

NORMAND SÉGUIN, PROFESSEUR TITULAIRE, CENTRE INTERUNIVERSITAIRE D'ÉTUDES QUÉBÉCOISES, UNIVERSITÉ DU QUÉBEC À TROIS-RIVIÈRES

MARTIN SIMARD, ÉTUDIANTE, DÉPARTEMENT DE GÉOGRAPHIE, UNIVERSITÉ LAVAL

JEAN-PASCAL SOUQUE, CHARGÉ DE RECHERCHE PRINCIPAL, CENTRE DE PERFECTIONNEMENT DES RESSOURCES HUMAINES, LE CONFERENCE BOARD DU CANADA

FRANÇOIS TAVENAS, RECTEUR, UNIVERSITÉ LAVAL

CHRISTIAN TREMBLAY, PRÉSIDENT, RECHERCHES MIRANDA INC.

MARIE TRUDEL, DIRECTRICE, LABORATOIRE DE GÉNÉTIQUE MOLÉCULAIRE ET DÉVELOPPEMENT, INSTITUT DE RECHERCHES CLINIQUES DE MONTRÉAL

JEAN-MARIE DEMERS, ARCHIVISTE

GERMAIN GODBOUT, DIRECTEUR GÉNÉRAL

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.

DIRECTRICE ET RÉDACTRICE EN CHEF

SOPHIE MALAVOY

DIRECTEUR GÉNÉRAL DE L'ACFAS

GERMAIN GODBOUT

SECRÉTAIRE DE RÉDACTION

JOCELYNE THIBAUT

COMITÉ DE RÉDACTION

JOHANNE COLLIN, ROBERT DUCHARME,

PIERRE FORTIN, JEAN-RÉNÉ ROY,

MICHEL TRÉPANIER, HÉLÈNE VÉRONNEAU

RÉVISION LINGUISTIQUE

HÉLÈNE LARUE

DIRECTION ARTISTIQUE

DOMINIQUE MOUSSEAU

ILLUSTRATION DE LA PAGE COUVERTURE

KATY LEMAY

SORTIES POSTSCRIPT

TYPOGRAPHIE SAJY

IMPRESSION

IMPRIMERIE QUEBECOR, SAINT-JEAN

LES ARTICLES D'INTERFACE PEUVENT

ÊTRE REPRODUITS AVEC NOTRE ACCORD

ET À CONDITION QUE L'ORIGINE EN SOIT

MENTIONNÉE. POUR TOUTE DEMANDE

DE RENSEIGNEMENTS, S'ADRESSER À :

ACFAS

425, RUE DE LA GAUCHETIÈRE EST

MONTRÉAL (QUÉBEC) H2L 2M7

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

INTERFACE@ACFAS.CA

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

LA REVUE INTERFACE EST RÉPERTORIÉE DANS

REPÈRE. ENVOI DE PUBLICATION

ENREGISTREMENT N° 6489, JANVIER 1998

DÉPÔT LÉGAL: BIBLIOTHÈQUE NATIONALE

DU QUÉBEC, PREMIER TRIMESTRE 1998

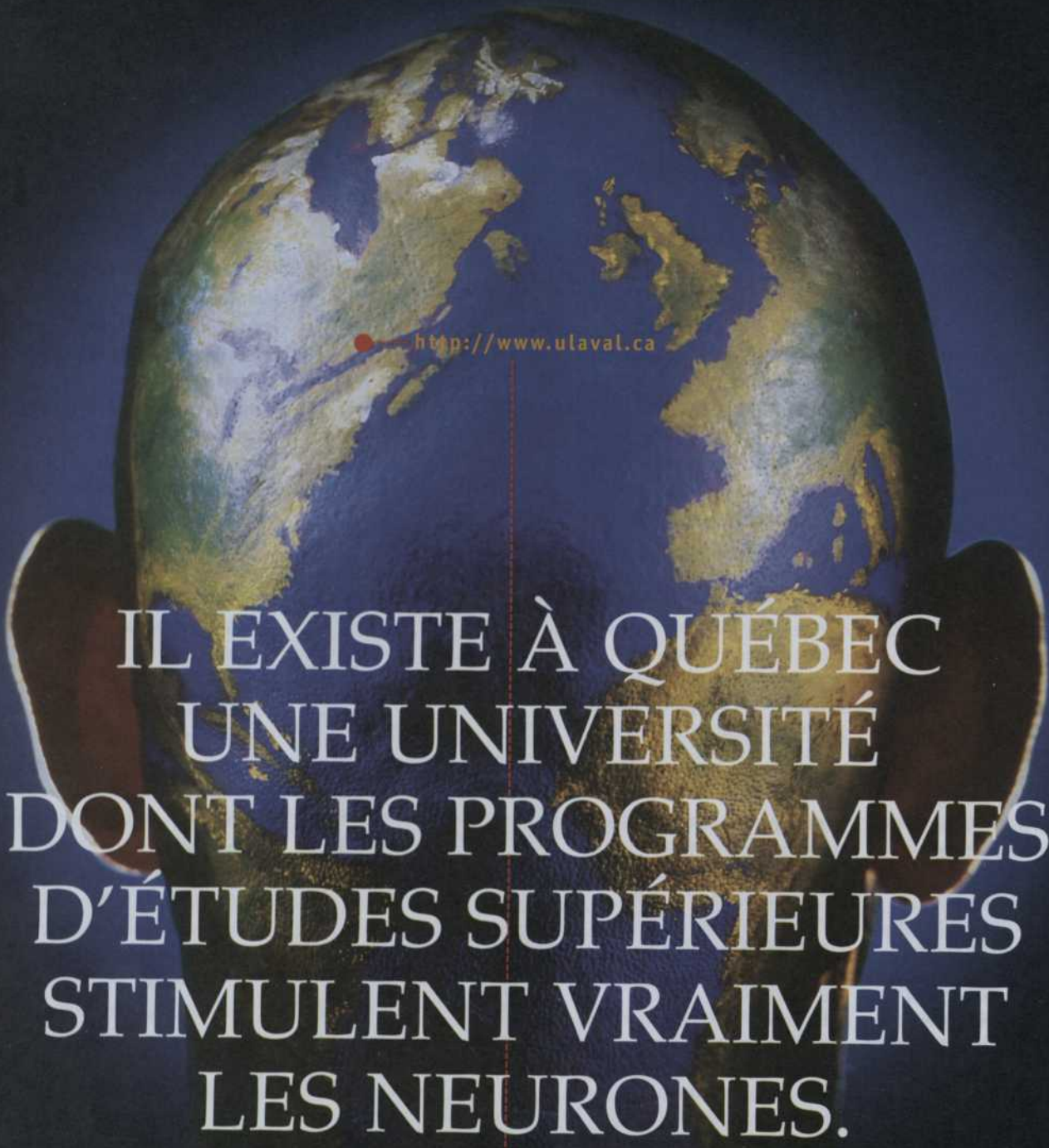
ISSN 0826-4864

PUBLICITÉ:

GÉRARD LEFEBVRE | SABINE MONNIN

TÉL.: (514) 523-2989

TÉLÉC.: (514) 523-0962



<http://www.ulaval.ca>

IL EXISTE À QUÉBEC UNE UNIVERSITÉ DONT LES PROGRAMMES D'ÉTUDES SUPÉRIEURES STIMULENT VRAIMENT LES NEURONES.

- PROFESSEURS ACCESSIBLES
- DOMAINES DE RECHERCHE VARIÉS
- PROGRAMMES DE BOURSES ET DE SOUTIEN AU REVENU
- TECHNOLOGIES D'AVANT-GARDE PARTOUT SUR LE CAMPUS
- QUALITÉ DE VIE EXCEPTIONNELLE DE LA RÉGION DE QUÉBEC

 UNIVERSITÉ
LAVAL

LE SAVOIR DU MONDE
PASSE PAR ICI

Faculté des études supérieures

Cité universitaire, Québec, Canada G1K 7P4 Tél. : (418) 656-2464 ou 1 800 561-0478 Courrier électronique : fes@fes.ulaval.ca



La route des Amériques



All Alone Island dans le détroit Juan Perez. À l'arrière-plan, l'île Moresby avec les montagnes San Cristoval. C'est par cette région, maintenant recouverte par 150 m d'eau, que des chasseurs venus de Béringie migrèrent vers le sud du continent il y a plusieurs milliers d'années.

IL Y A PLUS DE 15 000 ANS, DES PETITS GROUPES de chasseurs, vêtus de cuirs et fourrures dernier cri, quittèrent hardiment le continent asiatique pour explorer la Béringie, une vaste plaine aujourd'hui recouverte par les eaux du détroit de Béring qui sépare la Russie et l'Alaska. Après un long périple, ces braves atteignirent le continent américain, où ils rencontrèrent un obstacle de taille : devant eux, se dressait un impitoyable mur de glace de quelques kilomètres d'épaisseur, gracieuseté de cette dernière glaciation, dite du Wisconsin, qui n'en finissait plus de mourir. Que faire ? Ils décidèrent de se blottir confortablement au fond de leurs cavernes de l'Alaska et du Yukon pour ainsi devenir, peut-être, les

ancêtres vénérés de tous les peuples autochtones de l'Amérique du Nord.

Aujourd'hui, les archéologues veulent bien croire à cette histoire, mais une question les hante toujours : Quel chemin ces premiers Américains ont-ils emprunté pour se disséminer rapidement sur le continent à une époque où les glaciers leur bloquaient toujours la voie ? Car dissémination, il y a eu. À plusieurs endroits des Amériques, des sites révèlent une présence humaine aussi tôt que 12 500 avant aujourd'hui.

Pendant un certain temps, quelques chercheurs ont chéri l'hypothèse d'un corridor intérieur partant du Yukon et courant, coincé entre deux glaciers, à l'est des montagnes Rocheuses

vers un sud plus clément. Si un tel passage dénudé de glace a bien existé, des études paléobotaniques ont toutefois démontré que les conditions de vie y étaient infernales. Le froid, la quasi-absence de végétation et un sol souvent très accidenté n'avaient rien pour inciter nos valeureux chasseurs à quitter le confort de leurs grottes !

Mais les archéologues, fins limiers, ne sont jamais à court d'hypothèses. La rumeur qu'il y ait pu exister un passage côtier se fait de plus en plus persistante depuis quelques années. Selon ce scénario, les chasseurs, après avoir traversé la Béringie, auraient occupé l'Alaska un certain temps avant de partir vers le sud en suivant le littoral de la Colombie-

Britannique pour ensuite pénétrer le continent à peu près à la hauteur des États de Washington et de l'Oregon actuels. Jusqu'ici, seule la présence de quelques sites archéologiques et de restes humains appuyait cette thèse.

En fait, il semble qu'une réponse plus claire se trouve dans la boue qui repose au fond de la mer le long de la côte de la Colombie-Britannique. C'est la piste qu'ont explorée Reinhard Pienitz, paléoécologiste au Centre d'études nordiques de l'Université Laval, Heiner Josenhans, océanographe à la Commission géologique du Canada et Daryl Fedje, archéologue à Parcs Canada. Les trois chercheurs ont d'abord établi, au moyen d'un sonar, une cartographie précise du fond océanique de la zone située au sud-est des îles de la Reine-Charlotte, plus précisément le détroit Juan Perez.

Ils ont aussi extrait des carottes de sédiments du fond de la mer. C'est dans ces sédiments que se trouvent les fossiles de diatomées, une algue unicellulaire. « Les diatomées sont présentes dans une grande diversité de milieux aquatiques », précise Reinhard Pienitz. En étudiant les fossiles de diatomées, il est possible d'avoir une très bonne idée de leur environnement d'alors. « Nous pouvons, par exemple, déterminer la profondeur et la salinité de l'eau, sa température, ou encore, savoir s'il y avait un couvert de glaces », précise Reinhard Pienitz.

Combinée à l'analyse du relief du fond océanique, l'étude des diatomées a révélé la présence de lacs et de rivières, et surtout, une très importante fluctuation du niveau de la mer dans cette région. Selon les chercheurs, le niveau de la mer, il y a environ 14 000 ans, était 153 mètres plus



Quelle route ont empruntée, pour se disséminer sur le continent, les êtres humains venus de Sibérie par le détroit de Béring? La première hypothèse, soutenue pendant longtemps par les scientifiques, fait état d'un étroit corridor intérieur partant du Yukon et courant, coincé entre deux glaciers, à l'est des montagnes Rocheuses. Selon la deuxième hypothèse, étayée par des découvertes récentes, on considère l'existence d'un corrido côtier le long de la Colombie-Britannique.

bas qu'il ne l'est aujourd'hui. C'est là une fluctuation plus importante que celle généralement mentionnée dans les manuels d'archéologie, où l'on parle plutôt d'une variation de 100 à 110 mètres.

Cette baisse du niveau des mers s'explique par la quantité importante d'eau retenue par les glaciers, mais aussi par la déformation de la plaque continentale causée par la masse incroyable de ces glaciers. «Le phénomène est un peu similaire à ce qui se passe lorsqu'une personne se couche dans un lit d'eau, explique Reinhard Pienitz. Le centre du lit s'enfonce alors que les bords se relèvent.» Ainsi retournés, les bords du continent ont émergé pour ouvrir un passage à sec beaucoup plus invitant que l'hypothétique corridor intérieur. Le passage s'est toutefois refermé de façon relativement rapide. Entre 13 500 et 9 500 ans avant aujourd'hui, le niveau des mers a augmenté au rythme affolant

de cinq centimètres par année. De nos jours, le continent reprend toujours sa position d'avant la glaciation mais à un rythme cinq fois moins rapide.

«Il y a quand même eu une fenêtre d'environ 4000 ans, ce qui semble bien suffisant pour avoir permis à nos chasseurs de se disséminer sur le continent», souligne Reinhard Pienitz. Quelques découvertes archéologiques récentes viennent d'ailleurs étayer l'hypothèse du corridor côtier: dans un endroit qui devait être une plage à l'époque, des archéologues ont trouvé des outils de pierre dont l'âge est estimé à 9300 ans. Des restes humains évalués à 9880 ans ont aussi été dégagés d'une grotte de l'île du Prince-de-Galles, située tout près des îles de la Reine-Charlotte.

Ces travaux intéressent non seulement les archéologues, mais aussi les Haïdas, des autochtones qui habitent les îles de la Reine-Charlotte. Une analyse d'ADN de restes humains pourrait démon-

trer s'ils sont les descendants, ou non, de ces premiers envahisseurs, ce qui étayerait ou ébranlerait ainsi leurs revendications territoriales. Incidemment, la

tradition orale haïda abonde en légendes qui parlent d'une élévation rapide des eaux...

GILLES DROUIN

Médecines douces acceptées en douce

SOCIOLOGIE

LES PLUS GRANDS CONSOMMATEURS ET CONSOMMATRICES DE MÉDECINES DOUCES au Québec sont loin d'être des personnes peu instruites ou très éloignées des savoirs scientifiques, mais appartiennent plutôt à une catégorie relativement éduquée de la population. Voilà ce que révèle une enquête effectuée

par Gérald Baril, chercheur associé à l'INRS-Culture et société, pour le compte du Conseil de la science et de la technologie.

Cette enquête fut menée, d'une part, auprès de la population en général (896 répondants dans sept régions) et, d'autre part, auprès d'un échantillon de scientifiques membres de l'Acfas (147



répondants). Premier constat: même si les taux de consultation en médecine douce restent beaucoup plus bas qu'en médecine officielle, ils demeurent substantiels. Globalement, 83 personnes sur 1 000 ont dit avoir consulté une ou un massothérapeute au cours des 12 mois précédant l'enquête, contre 646 pour un médecin généraliste, mais 76 seulement pour une ou un physiothérapeute. Pour les naturopathes, acupuncteurs, homéopathes et ostéopathes, les taux de consultation étaient respectivement de 46, 28, 25 et 24 sur 1 000. La consultation de médiums et de guérisseurs, enfin, était presque nulle.

Par ailleurs, ce sont les personnes possédant une scolarité moyenne, soit un diplôme du collégial ou de premier cycle universitaire, qui se montrent les plus favorables aux médecines douces. «Ces personnes, explique Gérard Baril, connaissent sans doute davantage l'existence de ces médecines que celles qui sont moins scolarisées. Elles y ont donc plus recours sauf pour ce qui est des guérisseurs. Par contre, les personnes encore plus scolarisées, soit celles qui détiennent une maîtrise ou un doctorat, exercent plus de discrimination entre les différentes thérapies proposées.» En effet, les chiffres indiquent qu'elles adhèrent plus massivement à la massothérapie (93,1 p. cent contre 83,8 p. cent pour les personnes de scolarité moyenne) et à l'acupuncture (89,1 p. cent contre 80 p. cent). Elles sont par contre moins favorables aux naturopathes, homéopathes et ostéopathes (environ 60 p. cent contre un peu plus de 70 p. cent).

«Ces résultats ne sont pas surprenants, commente le chercheur, car si l'acupuncture est

considérée comme une médecine douce, il s'agit d'une science étrangère en partie reconnue. L'homéopathie, par contre, est basée sur un principe d'action contraire au savoir scientifique officiel (renforcement des défenses de l'organisme en le mettant en présence d'une quantité infinitésimale d'un agent infec-

tieux), ce qui ne l'empêche pas d'avoir des adeptes, même parmi les scientifiques. Ces derniers se disent qu'au mieux, ce genre de traitement fonctionne et qu'au pire, il est inoffensif. Alors, pourquoi ne pas l'essayer!»

Que conclure de tout cela? «Qu'une campagne d'information destinée à faire l'éducation

scientifique de la population pour l'éloigner des éventuels méfaits des savoirs parallèles — méfaits qu'il faudrait encore prouver — ne peut conduire qu'à un échec, conclut Gérard Baril. On ne peut décider d'en haut ce qui est bon et ce qui ne l'est pas sans tenir compte des facteurs socioculturels à la base des pratiques individuelles.» Et le chercheur de comparer une telle campagne avec celles où l'on invoque uniquement des raisons de santé pour dissuader les jeunes de fumer ou les inciter à utiliser le condom. «Tant que l'on ne reconnaîtra pas que le fait de fumer ou de ne pas utiliser de condom répond plus à des impératifs socioculturels que médicaux, l'action demeurera en partie inefficace.»

SOPHIE MALAVOY

Source

BARIL, L. et LAPLANTE, B., *Enquête sur la culture scientifique et les choix liés à la santé*, INRS-Culture et société, novembre 1997, 58 p.

PHOTO: CHYSLAINE DOUVILLE, COLLÈGE DE ROSEMONT/DER D'ACUPUNCTURE



ASTROPHYSIQUE

Signatures d'étoiles

La vie des naines blanches est extraordinairement plate. Au cœur de ces étoiles moribondes, l'activité nucléaire a cessé. Elles se refroidissent tout doucement, jusqu'à atteindre la température ambiante de l'univers.

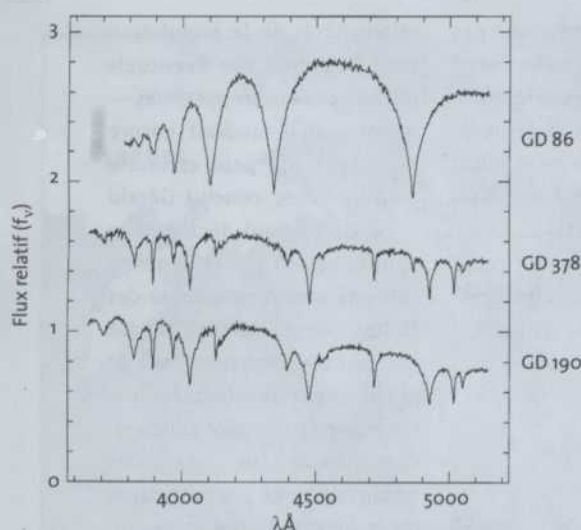
Mais pour les astrophysiciens qui se tiennent à leurs chevets, les naines blanches livrent les secrets de jeunesse de l'univers.

Un astrophysicien québécois, Alain Beauchamp, a réussi à tracer le portrait de certaines de ces naines blanches, celles qui carburent à l'hélium grâce à l'énergie qu'elles émettent. «Des quelque 100 milliards d'étoiles qui peuplent la Voie lactée, quelques milliards seulement sont des

naines blanches. On connaît bien les naines blanches de type DA, des étoiles essentiellement constituées d'hydrogène pur, mais on ignorait presque tout de celles recouvertes d'hélium, les naines blanches de type DB», explique-t-il.

Aujourd'hui à l'emploi de la compagnie CAE Électronique, Alain Beauchamp a été décoré de la médaille John Stanley Paskett 1997, qui récompense la meilleure thèse de doctorat en astronomie au Canada. Celle-ci, rédigée pour le Département de physique de l'Université de Montréal, a permis de savoir ce qui se passe dans le ventre d'une centaine de naines blanches.

Il faut se rappeler que toutes les étoiles sont de grosses boules de gaz chauds où se produisent,



Spectres de trois naines blanches dont l'atmosphère est respectivement composée d'hydrogène pur (en haut), d'hélium pur (en bas) et d'un mélange riche en hélium avec une faible présence d'hydrogène (au centre). Ces spectres permettent de comparer l'énergie reçue sur la Terre en fonction de la longueur d'onde, donc de la couleur, de la lumière qu'elles émettent. Ils constituent la signature caractéristique des gaz (hydrogène ou hélium) soumis aux conditions régnant dans les atmosphères des naines blanches.

à l'intérieur, des réactions nucléaires aussi violentes que l'effet de millions de bombes atomiques à la seconde. « L'équilibre est maintenu grâce à la fois aux explosions qui gonflent l'étoile et à la gravité qui ramène les particules à sa surface. Lorsque le carburant d'une étoile est épuisé, elle s'effondre sur elle-même et devient une naine blanche. L'étoile est alors à peine plus grande que la Terre, mais beaucoup plus dense. »

Selon Alain Beauchamp, les naines blanches se refroidissent progressivement, un peu comme un four qu'on vient d'éteindre. Mais elles n'ont pas toutes la même vie. Certaines participent aux premiers balbutiements de l'univers, alors que les plus massives meurent après à peine 2 ou 3 millions d'années. Quant au Soleil, cette étoile dans la force de l'âge a encore quelque 5 milliards d'années devant elle avant de commencer son agonie...

Agence Science-Press

nelles qui investissent le plus, en temps et en énergie. Par conséquent, elles limitent le succès reproducteur des mâles, qui se retrouvent en compétition les uns contre les autres pour l'accès aux femelles. Pareillement, quand ce sont les mâles qui limitent le succès reproducteur des femelles, comme lorsqu'ils sont enceints, les femelles devraient être plus agressives et se battre entre elles pour obtenir un partenaire sexuel.

C'est ce qu'Amanda Vincent pensait trouver chez *Hippocampus whitei*, une espèce qu'elle a observée dans son habitat naturel en Australie, ainsi que chez *Hippocampus fuscus*, une espèce du Sri Lanka qu'elle a étudiée en captivité. Mais tout ce qu'elle a vu va à l'encontre de ce que prédit la théorie. Les mâles sont plus agressifs que les femelles. « Ils ont des comportements qu'on ne voit pas chez les femelles. Ils luttent avec leurs queues et se donnent des pichenottes avec le museau. » Pour comprendre pourquoi leurs comportements sexuels ne sont pas inversés, il faut connaître la vie intime de ces petites bêtes.

Les hippocampes observés vivent la moitié de l'année dans des champs d'herbe marins. Pendant les six mois que dure la période de reproduction, ils et elles s'accouplent une quinzaine de fois. Entre deux accouplements, le mâle passe la majorité de son temps la queue enroulée autour d'un brin d'herbe. Il est peu aventurier comparé à la femelle, qui patrouille un territoire d'environ 100 mètres carrés. Cela peut sembler petit, mais il faut dire que ces hippocampes mesurent en moyenne moins de 9 centimètres, la queue déroulée. Lorsque la chercheuse se laisse flotter au-dessus d'eux pour les obser-

BIOLOGIE

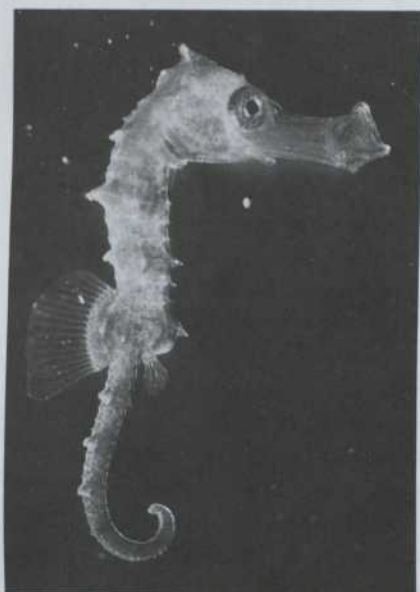
Des pères porteurs !

EN APPARENCE, LA FEMELLE HIPPOCAMPE semble avoir résolu le conflit des sexes à son avantage : c'est le mâle qui mène la grossesse à terme et accouche des bébés ! Cet arrangement devrait donner à la femelle le loisir de partir à la recherche d'autres partenaires à qui refiler ses prochains œufs (l'équivalent animal de la libération de la femme), mais non... Elle attend bien sagement que le mâle ait fini d'incuber les œufs !

Les femelles hippocampes ne font pas que décevoir les féministes. Elles déjouent également les attentes des darwiniens, qui ont longtemps décrit les hippocampes comme des espèces où non seulement les rôles dans la reproduction étaient inversés, mais où les traits généralement associés à chaque sexe l'étaient

aussi. Seulement voilà, personne n'avait vérifié ce qui se passait sur le terrain. Jusqu'à ce qu'une zoologiste, Amanda Vincent, du Département de biologie de l'Université McGill, démontre que les hippocampes ne dérogent pas aux conventions sexuelles, en ce qui concerne le comportement du moins. Mais il s'en faut de peu ! Toutes les conditions sont réunies pour que les rôles soient inversés, à un détail près : « Je pense que les mâles imposent la monogamie », suggère Amanda Vincent. Décidément, les hippocampes ne font rien comme les autres.

On s'attend d'habitude à observer des différences entre les sexes lorsqu'il y a un déséquilibre marqué entre l'investissement du mâle et celui de la femelle dans la reproduction. Chez la plupart des animaux, ce sont les fe-



Hippocampe nouveau-né



PHOTOS: AMANDA VINCENT



Hippocampe enceint

ver, on dirait Gulliver parmi les Lilliputiens.

Le mâle et la femelle se côtoient peu, sauf pour un rituel matinal qui semble essentiel au maintien du couple. Chaque matin, la femelle visite son partenaire et ensemble, ils accomplissent une petite danse. «Le mâle s'attend à ce que sa partenaire vienne le saluer tous les matins. Si elle est trois ou quatre semaines sans le faire, il va s'accoupler avec une autre», précise Amanda Vincent.

La chercheuse ne sait pas comment le couple se forme à la première rencontre, mais c'est à ce

moment-là qu'il pourrait y avoir de la compétition entre les mâles. Pendant les trois jours que dure la cour, il se peut que deux mâles jettent leur dévolu sur la même femelle, qui s'accouplera généralement avec le vainqueur. Mais une fois les couples formés, des occasions semblables de conflit se présentent rarement étant donné que les hippocampes sont d'une fidélité indéfectible. «Quand ils sont en couple, les hippocampes ne prêtent pas attention aux individus de l'autre sexe.»

Pourtant, ce serait à l'avantage de la femelle d'être infidèle! Amanda Vincent a obser-

vé, lors d'expériences en aquarium, qu'une femelle pouvait produire ses œufs en 11 jours alors que la grossesse du mâle durait 14 jours en moyenne. Mais si la femelle décidait de partir à la recherche d'un autre mâle à qui transférer ses œufs, elle aurait à aller loin car tous les mâles autour d'elle sont enceints. Elle n'a alors pas vraiment d'autres choix que d'attendre que son partenaire ait accouché. «Elle perd à attendre le mâle, dit Amanda Vincent, mais d'un autre côté, quand cela fait un certain temps qu'un couple est ensemble, le nombre de jeunes produits aug-

mente.» En effet, quand le contact avec sa femelle est continu, le mâle se met à sécréter une hormone «sociale», la prolactine, qui aide à la survie des embryons.

Mais la question demeure: pourquoi les mâles imposent-ils un régime monogame aussi strict? Amanda Vincent fait remarquer que chez des proches parents des hippocampes, soit les aiguilles de mer, les comportements sexuels sont inversés chez les espèces où les femelles produisent quantités d'œufs qu'elles partagent entre différents mâles. Les hippocampes, par contre, produisent moins d'œufs, mais ceux-ci sont plus gros. Ils ont probablement évolué à partir d'animaux qui produisaient un grand nombre de petits œufs. Or cette évolution s'est accompagnée d'une complexification de la poche recevant les œufs. Ainsi, les mâles ne peuvent plus rouvrir leur poche après avoir «pris livraison» d'une première masse d'œufs. Ce n'est donc plus dans leur intérêt de partager avec d'autres. Si la femelle, par exemple, produit 1,3 fois ce qu'un mâle peut incuber, le mâle qui accepterait le tiers d'une portée se ferait avoir! La solution est donc d'exiger la fidélité totale.

Des 35 espèces d'hippocampes connues, seulement neuf ont été étudiées. Elles sont toutes monogames et les comportements sexuels ne sont pas inversés. Mais il reste 26 autres espèces et Amanda Vincent pense que dans certains cas, les femelles sont polygames. «Il y a une espèce, entre autres, où des groupes de mâles traînent ensemble.» Si ses soupçons sont fondés, il restera à voir quels facteurs écologiques et physiologiques favorisent les rôles sexuels «non traditionnels».

ANNE VÉZINA



PSYCHOLOGIE

Automutilation Purger les maux de l'âme par des saignées

Aujourd'hui, on juge bien naïves les saignées qu'effectuaient les médecins médiévaux pour « faire sortir le méchant ». Or, en 1997, plus de 50 000 Québécois pratiquaient toujours cette technique... pour apaiser leur anxiété. On les appelle des « automutilés ».

Au moins deux millions d'Américains se tailladeraient diverses parties du corps plusieurs fois par semaine, estime le psychiatre américain Armando Favazza, de l'Université du Missouri-Columbia. Plusieurs croient qu'on dénombrerait autant d'automutilés que d'anorexiques... Mais bon, le portrait de la situation est on ne peut plus nébuleux, car à peine une poignée d'études ont été écrites sur le sujet. Nos recherches ne nous ont pas permis de trouver de spécialistes québécois de la question. Mais le peu qu'on en sait demeure troublant. Tout d'abord, d'après les statistiques américaines (nous n'avons rien trouvé pour le Canada ou le Québec), la grande majorité des automutilés sont des adolescentes ne manifestant aucun problème psychiatrique, aucune tendance suicidaire, aucune pulsion violente et encore moins un goût pour le sado-masochisme. On ne parle pas ici d'automutilation associée à d'autres maladies graves — comme c'est le cas, par exemple, pour certains enfants autistes qui doivent porter un casque protecteur pour ne pas se blesser en se frappant la tête aux murs. Or la plupart des automutilés vont se mutiler des dizaines, voire des centaines de fois pendant plusieurs années. En juillet dernier, le *New York Time Magazine*, dans un article fleuve, soulignait que des personnalités aussi connues que la princesse Diana ou l'acteur Johnny Depp étaient d'ex-automutilés.

Pourquoi donc cette souffrance imposée? Selon une théorie souvent avancée, l'automutilation serait une excellente façon de libérer l'anxiété. « J'étais dans mon bain. J'ai pris machinalement le rasoir et je me suis coupé à la jambe. Je me sentais bien de voir mon sang jaillir. C'était comme si mon autre « douleur » s'en allait aussi », a raconté au *New York Time Magazine* une jeune fille de 14 ans dont le corps recèle des dizaines de lacérations sur les mains et les jambes. Le psychologue québécois Jean Côté va plus loin: « L'automutilation ... (se) retrouve souvent chez des gens qui ont été abusés physiquement ou sexuellement ... et (sont) souvent un abandon ou une déception », écrivait-il dans son livre intitulé *La thérapie par le tunnel*.

Les psychiatres, eux, se disent pratiquement démunis face à cette maladie qu'ils connaissent si mal. « L'automutilation est l'un des moutons à cinq pattes de la psychiatrie. Pour moi, c'est le désert, ce qui ne fait que refléter notre désespoir face à cette affection, dit Laurent Mottron, chercheur au Département de psychiatrie de l'hôpital Sainte-Justine. Dans ma carrière de clinicien en France, j'en ai reçu quelques-uns. Tu les vois deux à trois fois par semaine et après quelques mois, tu as l'intime conviction de n'avoir rien fait de valable pour eux. » « Qu'ils leur fassent revivre leur enfance », leur suggère Jean Côté. Mais la chose n'est



ARNULF RAINER, Autriche, *Ein Puster*, 1972, crayon gras sur photographie; collection du Musée d'art contemporain de Montréal

pas si simple. Pour l'instant, on ignore encore si l'automutilation est reliée à d'autres affections ou si elle constitue une maladie en soi. Faute d'un nombre suffisant de recherches pour éclairer les lanternes, le seul recours pour plusieurs demeure l'association Automutilés anonymes, qui a démarré à New York en 1986.

Stéphan Dussault

ARCHÉOLOGIE

L'art rupestre à la mode québécoise

QU'EST-CE QUI A LA COULEUR DE L'OCRE, QUI ORNE DES PAROIS ROCHEUSES au-dessus des lacs ou des rivières du Québec et dont le modernisme n'a rien à envier aux figures schématiques qui décorent nos tunnels urbains? Vous séchez? N'ayez aucune honte, car la présence de

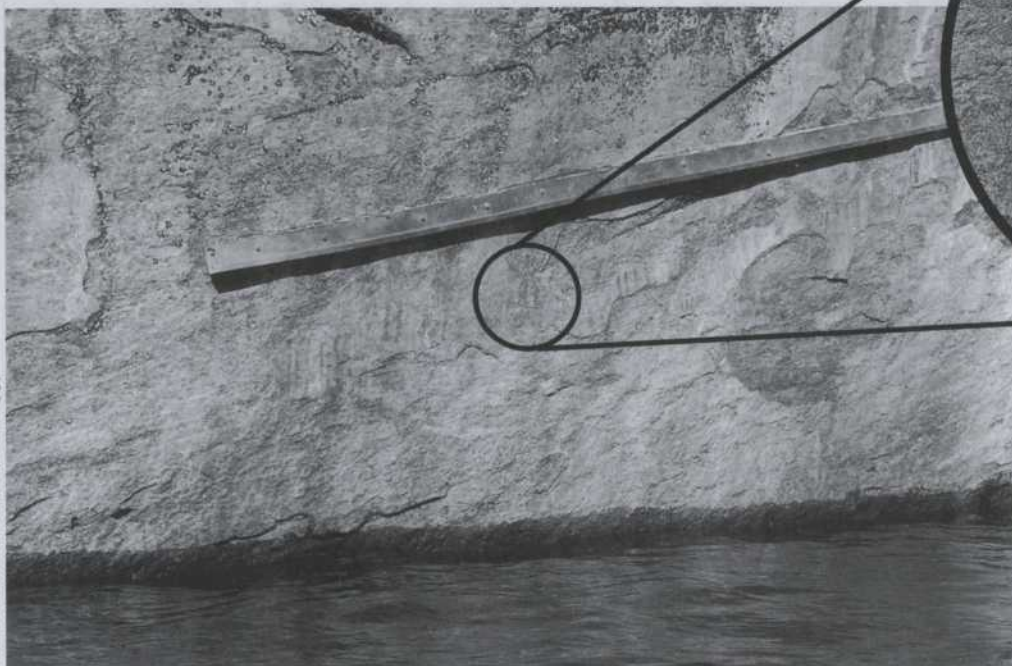
peintures rupestres au Québec demeure encore une vérité peu ébruitée. Pour l'instant, seulement huit sites abritant des pictogrammes ont été repérés, tandis que quatre autres rassemblent surtout des gravures. L'archéologue Daniel Arsenault tente de faire parler ces pierres qui recèlent des secrets parfois vieux de plus de 2000 ans.

PHOTO: MACM

PHOTOS: DANIEL ARSENAULT, PETRARQ 97



Vue rapprochée de la paroi ornée du lac Wapizagonke, en Mauricie. On remarque l'état fragmentaire des motifs tracés à l'ocre rouge, signe d'un processus actif de dégradation. Cette fragilité, observable également sur d'autres sites du Bouclier canadien, ne fait que renforcer l'urgence de procéder à un relevé intégral des motifs représentés. À noter, la présence d'une gouttière en métal pour protéger les motifs des eaux de ruissellement.



Une vue détaillée de cette paroi permet de distinguer la représentation schématique d'un animal, sans doute une tortue, ainsi qu'un motif de triangle.

PHOTO: DANIEL ARSENAULT, PETRARQ 97

Si l'appellation « peintures rupestres » évoque pour les profanes les combats de chasse tracés à grands coups de fresques dans la grotte de Lascaux, en France, par les hommes et femmes préhistoriques, la réalité québécoise a une autre dimension... picturale. Les inscriptions sont toujours à l'air libre, sur des rochers surplombant des points d'eau et elles ont une seule couleur, l'ocre. Les dessins des figures humaines, animales ou fantastiques répertoriées, vraisemblablement tracées avec le doigt, brillent par leur simplicité. Le corps des personnages, souvent ébauché par une simple ligne de contour, demeure assez imprécis et schématique, tandis que les visages sans traits faciaux ni chevelure sont impersonnels. « Plusieurs motifs se répètent d'un site à un autre, remarque

Daniel Arsenault, chercheur au Centre d'études sur la langue, les arts et les traditions populaires des francophones en Amérique du Nord (CELAT) de l'Université Laval. Mais il faut que nous allions plus loin dans l'étude comparative des différents tracés rupestres avant de comprendre ce qui les relie. » Il faut dire que la recherche dans ce domaine commence à peine au Québec. Les premiers travaux de relevés avec dessins et photos, effectués par Gilles Tassé, professeur à l'Université du Québec à Montréal, remontent seulement aux années 70. Des sites avaient déjà été répertoriés par des géologues et géographes, mais sans faire l'objet d'études détaillées.

Les chercheuses et chercheurs en ethnologie, en conservation, en chimie des pigments ou en datation associés au projet d'étude,

de traitement et de reconnaissance de l'archéologie rupestre au Québec (Petrarq), financé par le Conseil de recherches en sciences humaines du Canada, entendent bien pousser plus loin les connaissances dans ce domaine. L'amélioration des méthodes de datation au carbone 14, appuyées par l'utilisation de l'accélérateur de particules, et le développement d'une méthodologie d'enregistrement et de traitement des données plus rigoureuses, commencent déjà à donner quelques résultats. Ainsi, selon des prélèvements effectués à Nisula en Haute-Côte-Nord, les pictogrammes de ce site remonteraient à 2 000 ou 2 200 ans. C'est l'analyse d'un échantillon de roche contenant des traces de pigment et de matières organiques qui a permis à Alan Watchman, un chercheur australien, d'avan-

cer cette première datation d'un site rupestre québécois.

Même si l'âge exact des pictogrammes retrouvés ailleurs dans le Bouclier canadien demeure encore une énigme, certains indices comme la présence d'arcs et de flèches, de chevaux ou d'armes à feu permettent parfois d'avancer quelques hypothèses sur leur environnement historique. Par contre, leur signification et l'influence qu'ils exerçaient sur les populations vivant dans ces régions restent encore un mystère presque complet. « Pour mieux comprendre les pictogrammes, nous nous appuyons beaucoup sur les légendes et mythes transmis par les groupes algonquiens, car ils peuvent véhiculer des pratiques courantes à l'époque préhistorique, ainsi que sur les récits de certains Jésuites qui ont combattu les chamans », précise Daniel Arsenault. Si on se reporte à la tradition orale algonquienne, les falaises seraient habitées par de petits personnages velus, joueurs de tours, les Mémégwashis, qui auraient dessiné ces figures et ces animaux en utilisant parfois

du sang. Une autre hypothèse attribue la paternité de ces pictogrammes aux chamans, qui pourraient avoir traduit en images leurs rapports avec le surnaturel. L'emplacement souvent spectaculaire des sites rupestres, à plusieurs mètres au-dessus de l'eau ou dans des cavités où les sons résonnent, semble d'ailleurs traduire une certaine volonté d'impressionner les passants.

La difficulté d'accès à certains sites les a protégés de la curiosité et du vandalisme des promeneurs, mais d'autres pictogrammes, notamment sur la rivière des Outaouais, n'ont pas eu cette chance. Les scientifiques comptent donc sur le projet Pe-

trarq pour sensibiliser les riverains à l'importance patrimoniale de ces sites et inciter les autochtones à réfléchir à la manière de mettre en valeur ces témoignages de leurs ancêtres, tout en les conservant. Ils communiqueront également avec les associations de pourvoyeurs et d'arpenteurs-géomètres afin que ceux-ci leur signalent le moindre tracé à tendance rupestre. Déjà, plusieurs sites ont été répertoriés depuis le début du projet en 1993, mais il en reste sans doute beaucoup à trouver. À titre d'exemple, l'Ontario en compte pas moins de 400. Un défi à relever?

PASCALE GUÉRICOLAS

**BIOLOGIE
MOLECULAIRE**

ADN sous UVB : danger!

ON SOUPÇONNAIT LA CHOSE DEPUIS LONGTEMPS MAIS VOILÀ, C'EST MAINTENANT AVÉRÉ: le soleil cause bel et bien le cancer de la peau. Le Dr Réjean Drouin et son équipe du pavillon Saint-François d'Assise du Centre hospitalier universitaire de Québec (CHUQ) ont établi, pour la première fois, un lien moléculaire explicite entre les rayons ultraviolets de type B (UVB) et les carences de la peau autres que le mélanome.

En effet, les rayons ultraviolets (UVB) ont la propriété de modifier la chaîne d'ADN (acide désoxyribonucléique) constituant le code génétique de nos cellules. Ainsi, par l'absorption de l'énergie des rayons UVB, certains maillons de la chaîne d'ADN (les bases

de type cytosine) peuvent se souder pour former des dimères cyclobutyliques de pyrimidines (DCP), lesquels, tout en donnant un beau bronzage, altèrent le fonctionnement normal de cette partie du code génétique. Or ces dommages que le Dr Drouin a observés et qui sont reliés au développement du cancer, ne sont pas situés n'importe où sur la chaîne d'ADN, mais sur un site spécifique: le gène p53.

Ce gène est le gardien du génome. Il produit une protéine chargée de détecter les dommages subis par l'ADN après une exposition au soleil et d'activer la machinerie cellulaire nécessaire pour les réparer. Si les dommages sont irréparables, le gène p53 amènera la cellule à se suicider par un processus de mort cellulaire programmé, l'apop-



tose, qui empêche la prolifération de cellules cancéreuses.

Le problème, c'est que p53, dont nous possédons deux copies dans chaque cellule de notre corps, n'est pas lui-même à l'abri de l'agression des rayons UVB. Si l'un des deux gardiens p53 est touché, le gène restant aura beaucoup plus de difficulté soit à planifier la réparation de l'ADN endommagé, soit à organiser le suicide de la cellule. Mais la « cellule usine » peut quand même continuer à fonctionner normalement pendant un bon bout de temps avec un seul p53, jusqu'à

ce que ce dernier soit à son tour attaqué. La cellule n'aura alors aucun moyen d'empêcher la prolifération de cellules malades.

En irradiant des cellules cutanées saines avec des rayons UVB, le Dr Drouin a retrouvé les mêmes huit maillons d'un gène p53 fréquemment endommagés chez les patients cancéreux. Il a démontré ainsi que les rayons UVB favorisent la formation de DCP.

Résultat? Sachant désormais que le cancer se développe à la suite de la reproduction d'une cellule dont l'ADN a été endommagé et que ce dernier a besoin

Histoires de chocs et d'intersections

Cyclistes ou automobilistes, vous avez tout intérêt à redoubler de prudence aux intersections, surtout si celles-ci croisent une piste cyclable bidirectionnelle!

L'étude d'une piste traversant 37 intersections réparties sur 3 km, à Québec, a en effet révélé un plus haut taux de collisions entre cyclistes et automobilistes (89 p. cent) que ce qui est généralement observé dans l'ensemble de la ville (72 p. cent).

La majorité des accidents rapportés (30 sur 49 entre 1986 et 1993) surviennent lorsque le cycliste circule à contresens de la circulation, particulièrement dans les rues à sens unique. Autre fait notable: dans 70 p. cent des cas, il s'agit de collisions à angle droit. Selon Nathalie Noël, qui vient de terminer sa maîtrise sous la direction de Denise Piché de l'École d'architecture de l'Université Laval, cette situation serait en grande partie attribuable à l'effet de surprise: «Les automobilistes ne s'attendent pas à voir des cyclistes circuler en direction contraire de la circulation. Les faibles angles de visibilité, aux intersections de la bande bidirectionnelle, leur rendent par ailleurs le repérage des cyclistes difficile.»

Mais il y a plus! D'après l'analyse d'une bande vidéo enregistrée pendant six jours à deux intersections très fréquentées, il semble que seul un faible pourcentage de cyclistes (11 p. cent au premier site, 54 p. cent au deuxième) respectent... le feu rouge!

Nathalie Noël en conclut qu'en plus d'éduquer les cyclistes à l'importance du respect des feux de signalisation, il faudra mener des campagnes de sensibilisation auprès des automobilistes sur le partage de la route et le respect des règles de priorité.

Agence Science-Presse

d'un peu plus de 48 heures pour «se réparer», nous aurions avantage à respecter un écart minimal de trois jours entre chaque exposition au soleil. Par ailleurs, cette découverte nous apprend aussi qu'une personne ayant un cancer de la peau sans s'être exagérément exposée au soleil peut se dire que l'ADN de ses cellules a de la difficulté à se réparer et qu'elle a plus de risques de développer d'autres types de cancer.

Les compagnies pharmaceutiques font face à un vrai défi: mettre au point un écran solaire total. Comme on connaît bien les

mécanismes menant au cancer de la peau, il est enfin envisageable d'y arriver. Les meilleures crèmes actuelles offrent une protection de l'ordre de 94 p. cent.

STÉPHANE GUÉRARD

Avantages aux membres de l'Acfas

★ Les Cahiers scientifiques de l'Acfas

15% de réduction sur les livres de la collection

★ Librairie Champigny (cinq succursales dans la région métropolitaine)

Réduction de 20 % sur les livres généraux et 10 % sur les livres scientifiques et techniques (sont exclus, les produits déjà offerts à prix réduit). Commandes postales et téléphoniques acceptées. La carte de membre de l'Acfas (photocopie ou télécopie) est obligatoire pour bénéficier de la réduction.

Librairie Champigny

4380, rue St-Denis, Montréal (Québec) H2J 2L1

Tél.: (514) 844-2587

Téléc.: (514) 848-0169

★ Librairie La Liberté

10% de réduction sur tout volume à prix régulier (prix de catalogue) qui se trouve en librairie chez:

Librairie La Liberté

Centre Innovation

2360, chemin Sainte-Foy, Québec (Québec) G1V 4H2

Tél.: (418) 658-3640

Téléc.: (418) 658-0847

★ Voyages le Tassili inc.

5% de réduction aux membres de l'Acfas sur tous les forfaits de voyage (vols, hôtels, location de voiture, etc.)

Tél.: Montréal (514) 677-9652 régions 1-800-495-9092

★ Hôtel Travelodge Montréal Centre

Tarif minimum garanti à l'année. Spécifier tarif corporatif pour l'Acfas au moment de la réservation. (Occupation simple ou double: 54\$ ou 65\$ selon la saison - possibilité d'occupation triple ou quadruple avec un supplément de 7 \$ / personne)

Hôtel Travelodge Montréal Centre

50, boul. René-Lévesque Ouest, Montréal (Québec)

Tél.: (514) 874-9090 ou 1-800-363-6535

Téléc.: (514) 874-0907

★ Rabais-Campus, réduction pour abonnement à des revues ou journaux, entre 10 % et 80 % de rabais sur le prix en kiosque, selon les publications. Demander votre coupon d'abonnement au secrétariat de l'Acfas.

Pour bénéficier de ces avantages, présentez votre carte de membre. Celle-ci est envoyée en même temps que le reçu attestant le paiement de l'abonnement à Interface.



Association canadienne-française
pour l'avancement des sciences

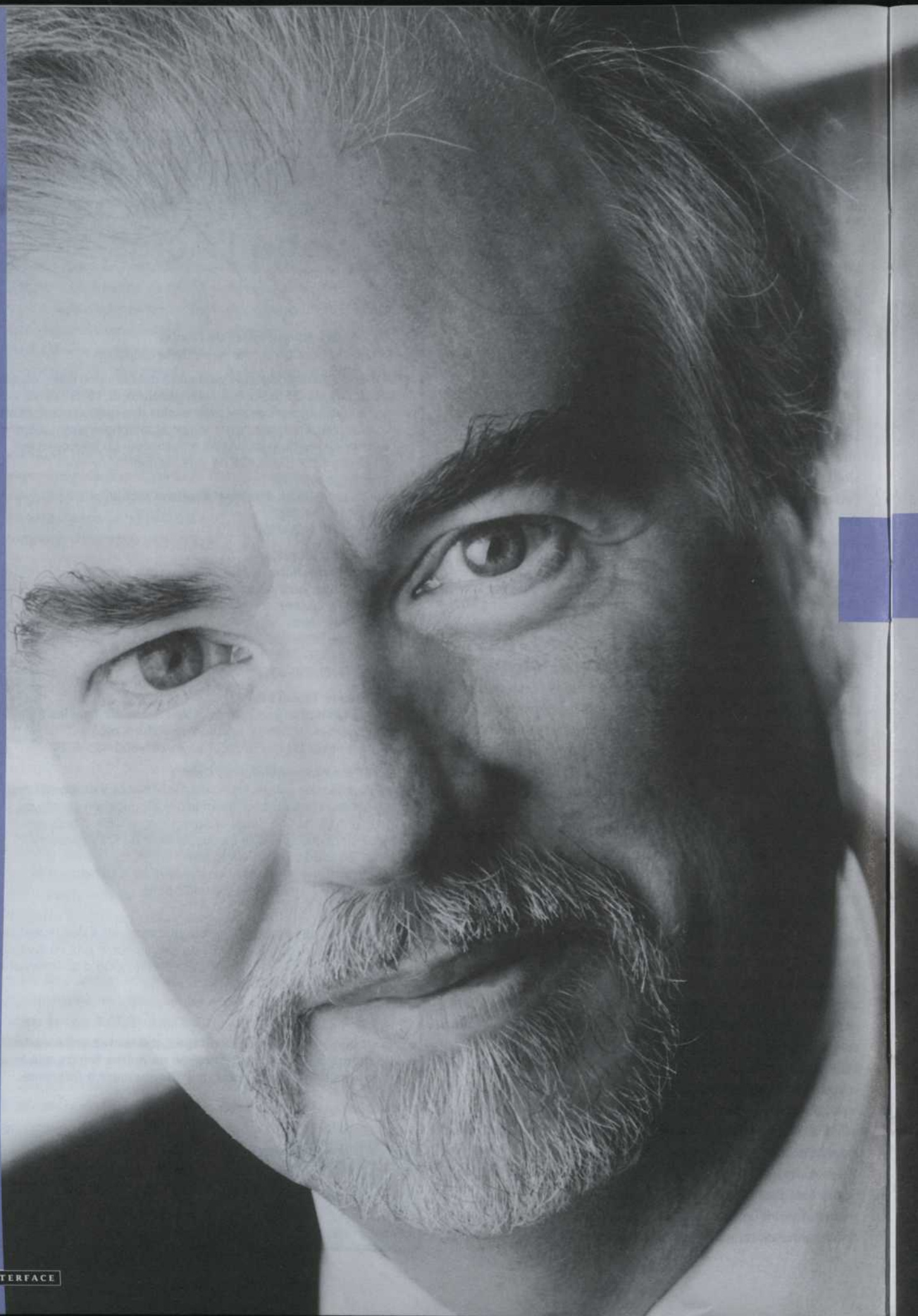
425, rue De La Gauchetière Est
Montréal (Québec)
H2L 2M7

Tél.: (514) 849-0045

Téléc.: (514) 849-5558

acfas@acfas.ca

http://www.acfas.ca



Louis Legendre

OU LA FORCE DE LA RÉFLEXION

Si l'océanographie compte parmi les champs d'excellence au Québec,

c'est sans aucun doute grâce à des scientifiques comme Louis Legendre, le récipiendaire du prix Marie-Victorin 1997 décerné par le gouvernement du Québec.

Sa passion pour tous les océans de la planète et surtout sa forte prédilection pour les modèles et théories, l'amènent à naviguer très loin dans le secret des mers.

« Le peintre projette sur la nature la conception qu'il en a dans sa tête. Nous, scientifiques, nous utilisons nos ordinateurs plutôt que des pinceaux. » Même s'il échappe une pensée bucolique au détour d'une phrase, le biologiste des océans Louis Legendre a plutôt l'habitude de se pencher sur les mers pour découvrir des réservoirs d'information potentiels... que pour rêver ! Mais il rejoint le poète ou l'artiste par sa capacité à prendre du recul face à la réalité directement perceptible en vue de concevoir un modèle réfléchi. Sa tendance à relier entre elles des données sur l'hydrodynamique, les flux de carbone des océans ou la productivité des organismes marins afin de fournir un cadre d'analyse complet aux biologistes océanographes, le distingue des autres scientifiques de sa discipline.

PASCALE GUERICOLAS

Pour Louis Legendre, professeur au Département de biologie à l'Université Laval depuis 1974, la carrière scientifique se conçoit avant tout comme un va-et-vient incessant entre les bateaux d'expédition voguant aux quatre coins des mers pour recueillir des données, le laboratoire où on effectue les essais, et surtout, un lieu intangible, l'espace pour la réflexion : « Il ne suffit pas de faire des observations. Il faut d'abord avoir des idées, de l'intuition. Pour moi, la recherche scientifique se définit avant tout comme la projection de l'esprit humain sur la nature. » Un brin amusé, il accepte d'ailleurs de se faire qualifier de « recycleur », expliquant que plusieurs de ses assistants synthétisent d'énormes gisements de données pour qu'il en extraie la substantifique moelle.

UN SCIENTIFIQUE « PROBABILISTE »

Prudent, mesuré, pondéré, Louis Legendre, qui est vice-président du Groupe interuniversitaire de recherche océanographique au Québec (GIROQ), n'a pas l'habitude de « partir en peur » devant quelques résultats de recherche qui alarmeraient des scientifiques plus émotifs s'intéressant eux aussi à la capacité d'absorption par les océans de l'excès de carbone généré par l'activité humaine. Même s'il semble persuadé que la quantité de gaz carbonique relâché dans l'atmosphère continuera à augmenter dans les années à venir — en raison notamment de l'industrialisation de la Chine —, il refuse de

considérer ce phénomène comme une catastrophe. L'essentiel, pour lui, consiste à envisager les scénarios le plus réalistes possible, afin que les citoyens et citoyennes puissent ensuite agir en connaissance de cause. Les scientifiques, dit-il, doivent se garder de toute attitude militante, qui n'admet pas « l'attitude probabiliste qui caractérise la science ».

« Il ne faut pas oublier qu'au cours des différentes glaciations, l'atmosphère de la Terre a connu d'énormes variations de son taux de gaz carbonique, précise-t-il. Aujourd'hui, les plus grandes réserves de carbone se trouvent dans les océans, que ce soit dans leurs eaux ou dans le calcaire continental. » Les recherches qu'il a menées sur le rôle primordial joué par les composantes biologiques du système marin dans l'absorption du carbone et sa sédimentation dans le fond des mers, l'incitent à garder toutes les hypothèses ouvertes. Peut-être qu'une production accrue de phytoplancton, brouté ensuite par le zooplancton, parviendra à juguler l'excès de CO₂ ou que, dans le cas contraire, les changements climatiques stimuleront la naissance de micro-organismes capables d'en absorber d'avantage.

LA MODÉLISATION COMME DADA

En fait, le mystère plane encore sur l'exacte quantité limite d'absorption du carbone anthropogénique par les océans. Mais au moins, depuis quelques années, les biologistes océano-

1. LES SOUPERS À LA MODE LEGENDRE PÈRE

La science prend les allures d'une véritable passion familiale chez les Legendre. Le frère de Louis, Pierre Legendre, enseigne la biologie à l'Université de Montréal, au même département où son père, Vianney, a donné quelques cours en tant que chercheur en taxonomie des poissons dans les années 40 et 50. Pierre et Louis, qui s'étaient un peu perdus de vue durant leurs études, ont eu la surprise de constater que leurs recherches avaient des points communs en se retrouvant à un même congrès, en France. Aussitôt, ils ont rédigé un ouvrage synthétique sur l'écologie numérique, dont ils préparent d'ailleurs une nouvelle version (voir Interface, « Les frères Legendre, la vraie nature de la recherche », vol. 7, n° 5, 1986, p. 6-10).

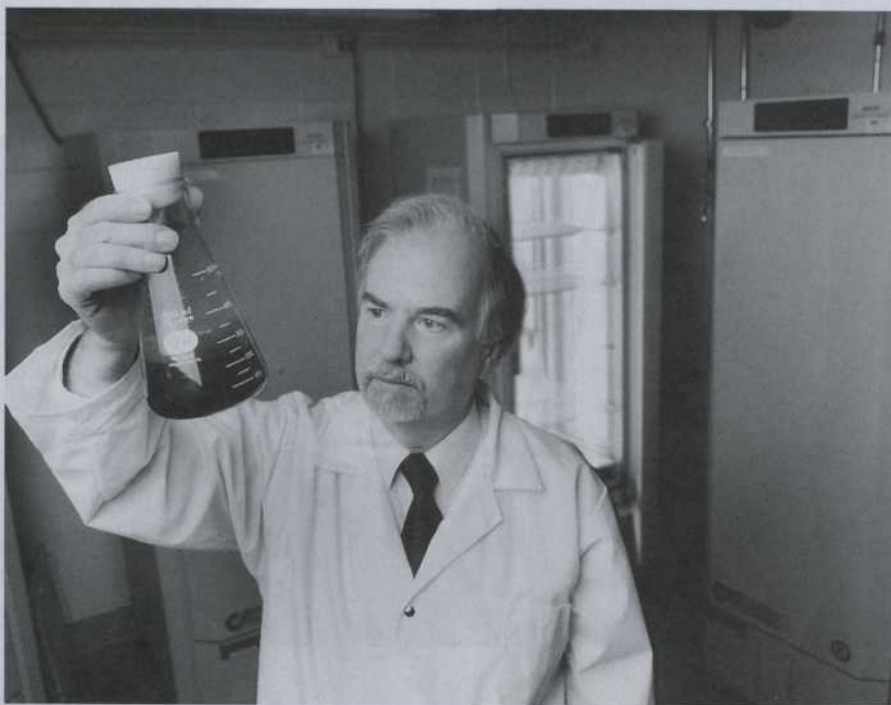
Ce type de collaboration fraternelle est rare dans le domaine scientifique. Il faut dire que les deux frères ont bénéficié d'un milieu exceptionnel qui a favorisé le développement de leurs talents. Chaque été, la famille suivait le père dans une pisciculture des Laurentides, dont il assumait la direction. Mais surtout, les deux bambins assistaient fascinés, chaque soir, à un exposé présenté par M. Legendre lui-même, sur le sujet de son choix ! Au gré de son humeur ou après avoir découvert dans la journée un fragment de roche, le père abordait les sujets les plus variés, de la chimie à l'astronomie, en passant par la physique ou la littérature comparée, tout en s'abstenant de parler de biologie. « Nous lui avons souvent demandé s'il avait alors un plan de cours car ses exposés suivaient une certaine progression, et le contenu transmis reflétait une bonne partie du programme scolaire... que nous verrions quelques années plus tard !, se souvient Pierre Legendre. Mais il ne nous a jamais répondu ! » Devant son auditoire ébahi, Vianney Legendre transformait la salière en Soleil et la poivrière en Lune pour mieux symboliser le mouvement des planètes, ou appuyait ses explications d'une illustration empruntée à une revue ou d'un spécimen. Soir après soir, Pierre et Louis se sont ainsi initiés tranquillement à la pensée formelle sous la férule de ce pédagogue, une tradition qui a duré jusqu'à ce que leurs activités personnelles les amènent à quitter le foyer familial. Très engagés dans leurs associations étudiantes respectives au collège, ils ont quand même trouvé le temps de fonder ensemble l'Association des enfants scientifiques, devenue plus tard le Conseil de la jeunesse scientifique.

Quand Louis Legendre parle de cuisine, on se sent ébouriffé par la vague de saveurs qu'il soulève, tant son appétit pour les types de plats les plus variés et les styles culinaires les plus différents semble dévorant. «J'ai la chance de beaucoup voyager et de goûter de nombreuses cuisines», explique ce gourmand se définissant volontiers comme un «joueur». Le meilleur endroit pour se restaurer? «Hong-Kong. C'est la seule ville où se retrouvent toutes les cuisines de Chine, et on pourrait s'y rendre uniquement pour manger!»

Ce fin connaisseur en vins, membre de plusieurs clubs prestigieux de dégustation, pratique aussi la cuisine gastronomique et potasse volontiers les livres spécialisés entre deux rapports de recherche. Il a même fondé, avec d'autres collègues biologistes, un cercle de gastronomie qui permet pendant quelques années à des équipes de mordus de concocter et de déguster ensemble de ces plats... Or chassez le naturel, il revient au galop! Un peu comme lorsqu'il traque les secrets des océans, ce sont les milliers de combinaisons possibles entre des éléments culinaires de base qui le fascine.

«Après des siècles de cuisine française, les chefs parviennent toujours à inventer de nouveaux plats en utilisant pourtant les mêmes ingrédients, les mêmes principes de base et de cuisson», s'exclame-t-il. Le chercheur remarque d'ailleurs que l'intuition, comme en science, joue un rôle primordial en cuisine. Son goût de la précision ressort aussi à travers l'amour de la bonne chère. Sommé de décliner sa recette préférée, il indique avoir un faible pour les calmars à l'américaine, et non à l'armoricaine puisque ce plat «qui n'a rien de breton (...) a été créé par un cuisinier parisien, avec du homard, à l'intention d'un client américain!»

graphes sont capables de se poser les bonnes questions. La distinction entre le rôle actuel et le rôle futur des micro-organismes pour l'absorption des excès de CO_2 est ainsi plus tranchée. Une grande partie des travaux de Louis Legendre s'orientent vers la mise au point de modèles numériques, car il suffirait ensuite, selon lui, de modifier quelques systèmes clés pour pouvoir prévoir les réactions en chaîne. Amant inconditionnel de la théorie, ce chercheur a grandement contribué à fournir à sa discipline, peu portée sur les échantillons aléatoires, des outils statistiques solides, et ce, grâce à l'écologie numérique. Il croit en la nécessité d'élaborer des modèles conceptuels et surtout, de les vérifier sur le terrain. «Il faut constamment aller tester leur robustesse dans des conditions défavorables ou dans des milieux différents, pour ensuite revenir à sa table de travail et incorporer de nouveaux éléments afin que ces modèles puissent s'appliquer à n'importe quelle situation», affirme le biologiste. Ce fil d'Ariane constant qu'il noue entre ses observations et sa réflexion lui a permis d'accomplir de grands progrès dans un domaine peu exploré, celui de la biodynamique des océans. Ainsi, ce sont ses travaux sur l'estuaire du Saint-Laurent, dès son arrivée à l'Université Laval en 1973,



qui l'ont convaincu de l'importance des processus physiques pour la productivité des micro-organismes vivants, cette zone subissant de très fortes marées. «On pourrait facilement établir une analogie entre l'hydrodynamique et l'agriculture», indique Louis Legendre. Grâce à l'énergie mécanique comme celle en jeu dans le labour, le cultivateur fournit aux plantes des éléments minéraux qui leur permettent de fabriquer plus de matière organique. En mer, les vents et les marées transportent de la même façon ces éléments nutritifs du fond vers la surface, où croissent les végétaux.»

Ce biologiste épris de statistiques a par la suite bousculé quelques équations trop simplistes en utilisant l'hydrodynamique dans l'étude des flux de carbone biogène. Avec

2. LE MONDE DANS SON ASSIETTE

REMONTÉE D'UN FILET À PHYTOPLANKTON

Soixante et un experts canadiens et étrangers, dont Louis Legendre, participent à l'étude internationale sur la polynie des eaux du Nord (projet NOW). L'analyse des données prélevées l'été dernier et de celles de la prochaine expédition devrait permettre d'avancer quelques hypothèses sur la productivité exceptionnelle de cette étendue d'eau libre de glace. Et s'ils résolvent l'énigme, les scientifiques disposeront enfin d'un outil pour évaluer les retombées d'un changement climatique dans les régions polaires.

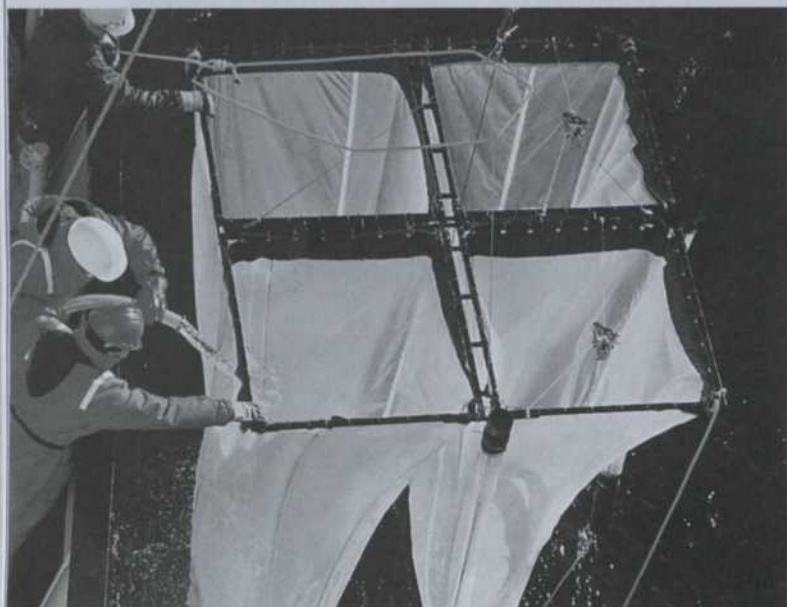


PHOTO: GIROQ

d'autres chercheurs associés au projet Joint Global Ocean Flux Study (JGOFS), il a réussi à prouver, en utilisant des données prélevées dans les eaux du Saint-Laurent, que la quantité de carbone précipitée dans le fond des océans était inférieure à celle qui remonte vers la surface, et non équivalente.

De la même façon, les résultats de ses recherches, qui avaient soulevé une certaine polémique lors de leur publication dans la revue *Science*, permettaient de découpler la productivité du phytoplancton et celle du zooplancton, qu'on pensait jusqu'alors intrinsèquement liées. Ces découvertes, peu spectaculaires aux yeux des profanes, permettent pourtant d'affiner un peu plus un modèle des comportements des océans encore à venir. Si les scientifiques parviennent à don-

ner à chacun des paramètres l'importance qui lui incombe réellement dans la nature, il y a de grandes chances pour que leurs prédictions soient justes.

L'OCÉANOGRAPHIE, FER DE LANCE
DE LA RECHERCHE QUÉBÉCOISE

Selon Louis Legendre, le Québec apporte une contribution majeure à la recherche internationale menée en océanographie. «Avec le GIROQ, l'institut Maurice-Lamontagne et le ministère des Pêches et Océans, je crois que nous disposons d'une assez grande force de frappe», précise-t-il. Depuis quelque temps, les scientifiques québécois ont ainsi pris la direction d'un réseau de recherche international et fort prometteur, baptisé NOW pour North Water Polynia Study, une polynie (vaste étendue d'eau libre entourée de banquises) située dans l'Arctique. «Sa productivité est démente! Les concentrations de phytoplancton et d'oiseaux dans cette zone sont parmi les plus fortes au monde!»

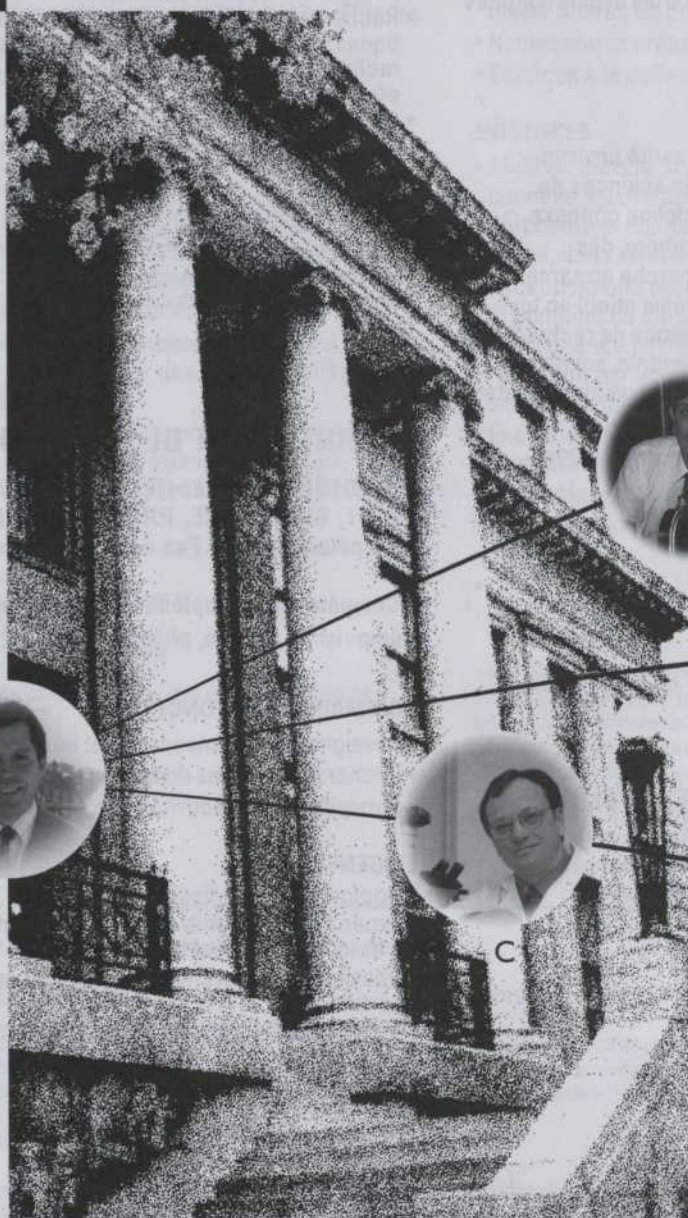
Selon les premières données disponibles relativement à ces grandes étendues d'eau marine libres de glace, qui se comparent un peu à des oasis dans le désert pour les mammifères et les oiseaux à la recherche de nourriture en hiver, la biodynamique jouerait ici encore un rôle déterminant dans la croissance des micro-organismes. Dans une région où, à certaines périodes de l'année, le soleil ne se couche jamais, l'apport d'éléments nutritifs par des courants marins de fond ou de très forts vents concourt peut-être à composer une recette de croissance biologique étonnante.

L'analyse de données prélevées l'été dernier, et la prochaine expédition prévue pour mai 1998, devraient permettre à la soixantaine de spécialistes réunis autour du projet de mieux comprendre la circulation du flux de carbone dans la polynie, et d'avancer quelques hypothèses pour clarifier sa productivité exceptionnelle. En attendant, Louis Legendre peut se frotter les mains. Tel un Sherlock Holmes des océans, il dispose d'une énigme de choix pour bâtir un modèle conceptuel complexe à souhait. S'il parvient à la résoudre avec son équipe, les scientifiques disposeront d'un outil hors pair pour mieux évaluer les retombées d'un changement climatique dans une région polaire particulièrement sensible à l'élévation de la température. L'amorce de réponses aux questions sur les bouleversement que risquent de subir les climats, viendra donc peut-être du froid...



Université d'Ottawa • University of Ottawa

La recherche... c'est pour vous



A



B



C

Prix d'excellence en recherche :

A : J. C. (Tito) Scaiano (94)

B : Chad Gaffield (95)

C : Robert Korneluk (96)

Études supérieures (2^e et 3^e cycles)
C.P. 450 succ. A, Ottawa (Ontario) K1N 6N5
Tél. : (613) 562-5742
Télec. : (613) 562-5992

<http://www.uottawa.ca>

PROFESSEURS-ES RÉGULIERS-ÈRES

DÉPARTEMENT DES SCIENCES BIOLOGIQUES

SANTÉ ENVIRONNEMENTALE ET TOXICOLOGIE

SOMMAIRE DE LA FONCTION

- Enseignement et encadrement aux trois cycles d'études
- Recherche dans le domaine
- Services à la collectivité

EXIGENCES

- Doctorat dans les domaines de la santé environnementale, de la toxicologie ou des sciences de l'environnement, ou dans une discipline connexe
- Capacité de recherche et d'entreprendre, dès l'embauche, un programme de recherche en santé environnementale, animale ou humaine et/ou en toxicologie animale ou humaine; expérience de recherche postdoctorale en santé environnementale, animale ou humaine, ou en toxicologie animale ou humaine, un atout
- Expérience en enseignement aux trois cycles en pharmacologie, en physiologie ou en toxicologie animale et humaine
- Dossier de publications récentes

Directrice : M^{me} Julie Lafond, Ph.D.
Téléphone : (514) 987-3000, poste 7857
Télécopieur : (514) 987-4647
Courriel : lafond.julie@uqam.ca

Envoyer le dossier de candidature tel que demandé ci-après avant le 20 janvier 1998.

DÉPARTEMENT DE MATHÉMATIQUES

DIDACTIQUE DES MATHÉMATIQUES

(spécialisation en enseignement des mathématiques pour la formation des maîtres au primaire)

SOMMAIRE DE LA FONCTION

- Enseignement et encadrement aux trois cycles d'études
- Recherche dans le domaine
- Services à la collectivité

EXIGENCES

- Doctorat en didactique des mathématiques ou dans une discipline connexe et une solide formation en mathématiques
- Expérience pertinente d'enseignement – connaissance de l'enseignement des ordres au primaire et au secondaire
- Recherche et publication en didactique des mathématiques : géométrie, algèbre et utilisation de nouvelles technologies et de différentes approches pédagogiques
- Capacité d'établir un programme d'enseignement en l'intégrant aux activités existantes dans le domaine

Directeur : M. Robert V. Anderson
Téléphone : (514) 987-3000, poste 6104
Télécopieur : (514) 987-8935
Courriel : anderson@math.uqam.ca
Internet : <http://www.math.uqam.ca>

Envoyer le dossier de candidature tel que demandé ci-après avant le 1^{er} mars 1998.

DÉPARTEMENT DE PHILOSOPHIE

PHILOSOPHIE ALLEMANDE, PHILOSOPHIE DU DROIT, ESTHÉTIQUE, PHILOSOPHIE DE L'ESPRIT (compétences dans l'un de ces champs)

- Compétences complémentaires suivantes, un atout : empirisme, éthique, philosophie médiévale

SOMMAIRE DE LA FONCTION

- Enseignement et encadrement aux trois cycles d'études
- Recherche dans les domaines concernés
- Services à la collectivité

EXIGENCES

- Doctorat dans la discipline
- Expérience probante dans l'enseignement et capacité à diriger des mémoires et des thèses
- Dossier de recherche et de publications récentes et pertinentes
- Maîtrise de l'anglais et, le cas échéant, de l'allemand

Directeur : M. Robert Nadeau
Téléphone : (514) 987-3000, poste 3016
Télécopieur : (514) 987-6721
Courriel : nadeau.robert@uqam.ca
Internet : <http://www.philo.uqam.ca>

Envoyer le dossier de candidature tel que demandé ci-après, en faisant parvenir les lettres de recommandation, séparément et directement par les signataires, avant le 1^{er} mars 1998.

L'UQAM: tout pour réussir

DÉPARTEMENT DES SCIENCES RELIGIEUSES

ENSEIGNEMENT MORAL ET RELIGIEUX

SOMMAIRE DE LA FONCTION

- Enseignement et encadrement aux trois cycles d'études
- Recherche dans le domaine
- Services à la collectivité

EXIGENCES

- Doctorat dans le domaine ou dans une discipline connexe, ou l'équivalent
- Expérience pertinente d'enseignement universitaire
- Recherche et publication dans le champ de la didactique de l'enseignement moral et religieux
- Solide connaissance du milieu scolaire et des approches éducatives
- Intérêt marqué pour assumer des responsabilités de services à la collectivité
- Expérience d'enseignement dans une école primaire ou secondaire; expérience d'animation pédagogique et expérience dans la formation pratique d'enseignantes et d'enseignants, des atouts

Directrice : M^{me} Marie-Andrée Roy
Téléphone : (514) 987-3000, poste 7860
Télécopieur : (514) 987-7856
Courriel : roy.marie-andree@uqam.ca

Envoyer le dossier de candidature tel que demandé ci-après avant le 13 février 1998.

DÉPARTEMENT DE THÉÂTRE

SCÉNOGRAPHIE - PRODUCTION DE DÉCORS

SOMMAIRE DE LA FONCTION

- Enseignement et encadrement aux trois cycles d'études universitaires en conception et en production de décors
- Recherche et création dans le domaine
- Services à la collectivité

EXIGENCES

- Maîtrise dans le domaine ou dans une discipline connexe, quatre années d'expérience professionnelle pertinente et compétence éprouvée et reconnue par le milieu, dans ce domaine ou dans un secteur connexe
- Exceptionnellement, diplôme de premier cycle dans le domaine ou dans un domaine connexe, cinq années d'expérience pertinente ou compétence éprouvée et reconnue par le milieu, dans ce domaine ou dans un secteur connexe
- Exceptionnellement, huit années d'expérience professionnelle pertinente et compétence éprouvée et reconnue par le milieu dans le domaine
- Capacité d'établir les liens entre la mise en scène et la scénographie
- Connaissance de la pratique théâtrale québécoise actuelle

Faire parvenir votre curriculum vitae détaillé en français, daté et signé, accompagné de documents visuels et incluant trois lettres de recommandation, avant le 31 janvier 1998, 17 h, à M. Michel Laporte, directeur du département de théâtre, à l'adresse suivante : Université du Québec à Montréal, C.P. 6192, succursale Centre-ville, Montréal (Québec) H3C 4R2.
Téléphone : (514) 987-3000, poste 4884
Télécopieur : (514) 987-7881
Courriel : dussault.francine@uqam.ca

Pour tous ces postes, la maîtrise du français parlé et écrit est essentielle.

DATE D'ENTRÉE EN FONCTION : 1^{er} juin 1998

L'Université a adopté un programme d'accès à l'égalité en emploi pour les professeures et un programme d'équité en emploi pour les femmes, les membres des minorités visibles, les autochtones et les personnes handicapées. Conformément aux exigences relatives à l'immigration au Canada, ces postes sont offerts en priorité aux citoyens-nes canadiens-nes et aux résidents-es permanents-es.

Traitement : Selon la convention collective SPUQ-UQAM

Les personnes intéressées sont priées de faire parvenir un curriculum vitae détaillé en français, daté et signé, incluant trois lettres de recommandation, **AVANT LA DATE APPROPRIÉE, 17 h, à la directrice ou au directeur du département pertinent, à l'adresse suivante : Université du Québec à Montréal, C.P. 8888, succursale Centre-ville, Montréal (Québec) H3C 3P8.**

<http://www.rhu.uqam.ca>



Université du Québec à Montréal



Si la tendance actuelle se poursuit, le doublement des concentrations de CO₂ dans l'atmosphère par rapport aux taux de l'ère pré-industrielle sera atteint vers 2050. À quoi ressemblerait alors le Québec? Voici un aperçu du climat, mais aussi de la population, de l'économie et de l'environnement qu'on retrouverait alors.

Aperçu du Québec

JACINTHE LACROIX, GÉRALD VIGEANT ET LUC BERGERON | jacinthe.lacroix@secpub.gouv.qc.ca

Jacinthe Lacroix est présidente de l'Association de climatologie du Québec et spécialiste en risques météorologiques et naturels à la Direction de la sécurité civile du ministère de la Sécurité publique. Gérald Vigeant travaille à Environnement Canada, région du Québec et Luc Bergeron est consultant en environnement.

en l'an 2050



CHANGEMENTS CLIMATIQUES, RÉCHAUFFEMENT PLANÉTAIRE, AUGMENTATION DES ÉMISSIONS DE GAZ À EFFET DE SERRE (GES), autant de termes qui, au cours des dernières années, sont devenus de « chauds » sujets d'actualité mais qui demeurent, malgré toute l'information véhiculée, confus dans l'esprit de plusieurs personnes. Qu'en est-il exactement? Comment toutes ces notions se traduisent-elles dans notre réalité? Pour comprendre les changements climatiques, il est d'abord important de faire la distinction entre les changements à court terme, liés à la variation naturelle du climat, et ceux à long terme tel le réchauffement planétaire. Ainsi, le climat subit de façon naturelle l'influence d'un ensemble d'éléments: fluctuations des courants océaniques ou des températures des eaux de surface de la mer, éruptions volcaniques, modifications de l'émission d'énergie par le Soleil, et même, changements de topographie. À cause de l'interdépendance de tous ces éléments, il faut comprendre qu'il est « normal » de connaître des variations importantes des températures ou des précipitations d'une année à une autre. Parallèlement, on a noté, à l'échelle de la planète, un réchauffement des températures de l'ordre de 0,5 degré Celsius depuis 100 ans (figure 1) et la grande majorité des scientifiques s'entendent sur le fait que cette hausse est, en bonne partie du moins, due à l'augmentation des émissions de GES qui résultent des activités humaines.

Par ailleurs, il faut aussi comprendre que le réchauffement qui est perçu actuellement n'est pas uniforme sur l'ensemble de la planète et que si certaines régions démontrent déjà des augmentations marquées de température, d'autres peuvent enregistrer un refroidissement. Ce qu'il est important de retenir, c'est que, à l'échelle globale de la planète, le climat se réchauffe, et que cela devrait avoir des répercussions importantes sur les populations et les écosystèmes.

Au Québec, la notion de changement climatique apparaît d'autant plus complexe qu'il est difficile de percevoir ici un

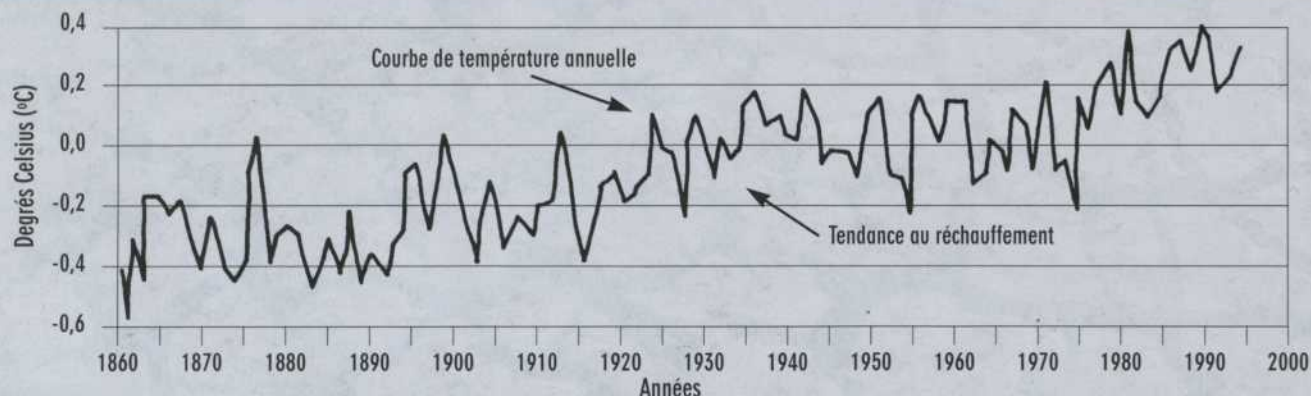
réchauffement de quelques dixièmes de degré, la température pouvant osciller dans une même année entre les -30 °C et +30 °C. De plus, de par sa situation géographique, le Québec est soumis à l'influence de masses d'air de nature différente (air froid et sec de l'Arctique; air chaud et humide en provenance du golfe du Mexique; air frais et humide en provenance de l'Atlantique Nord), en plus d'être sur la trajectoire des grandes perturbations atmosphériques qui frappent le continent nord-américain. Toutes ces conditions font en sorte que le signal du réchauffement climatique n'est pas aussi clairement perçu ici que dans d'autres régions du monde. Il n'en demeure pas moins qu'au cours du dernier siècle, le sud du Québec a connu un réchauffement de 0,1 à 0,4 degré Celsius alors que les régions plus nordiques de la province ont enregistré des températures près de la moyenne ou légèrement dessous durant les 30 dernières années. En ce qui a trait aux conditions de réchauffement futures, ce sont les modèles de circulation générale (MCG) qui nous en fournissent le meilleur aperçu.

DOUBLEMENT DE CO₂ ET PRÉVISIONS DES MODÈLES

Depuis environ 15 ans, les modèles de circulation générale élaborés pour simuler adéquatement le bilan énergétique de l'atmosphère terrestre, sont mondialement acceptés comme des outils scientifiques permettant de prévoir les effets d'une augmentation des gaz à effet de serre. Il est cependant important de noter que les scénarios de changement climatique diffèrent d'un modèle à un autre et ne peuvent être utilisés que pour connaître les tendances du climat dans un environnement «2 x CO₂».

Au Québec, une évaluation comparative des divers scénarios de changement climatique a été établie (tableau 1). On a calculé les conditions de température et de précipitations prévues advenant un doublement du gaz carbonique. Si la

FIGURE 1 VARIATIONS ANNUELLES DE LA TEMPÉRATURE DE L'AIR À LA SURFACE DU GLOBE DEPUIS 1861



On observe un réchauffement global des températures de l'ordre de 0,5 degré Celsius depuis 100 ans.

Les variations dans le régime des températures et des précipitations auront des répercussions importantes sur la population, l'économie et l'environnement du Québec.



tendance actuelle se poursuit, ce doublement des concentrations de CO₂ par rapport aux taux de l'ère pré-industrielle sera atteint vers le milieu du siècle prochain.

L'analyse des températures et précipitations projetées suggère l'idée que le sud du Québec connaîtra des précipita-

Nous examinerons maintenant plus en détail les points clés de cette étude.

Dans le cadre de l'étude, nous avons procédé à une revue exhaustive de la littérature scientifique et technique existante pour l'ensemble des provinces et territoires du pays.

TAB LEAU 1 ÉVALUATION COMPARATIVE DES DIVERS SCÉNARIOS DE CHANGEMENT CLIMATIQUE POUR LE QUÉBEC

Les conséquences d'un doublement de la quantité de CO ₂ ne seront pas les mêmes pour toutes les régions du Québec. Globalement, le nord du Québec devrait connaître un réchauffement plus important que le sud.	SUD DU QUÉBEC		NORD DU QUÉBEC	
	PRINTEMPS	Réchauffement de 1 à 4 °C De 0 à 20 % plus de précipitations	Réchauffement de 2 à 4 °C De 0 à 20 % plus de précipitations	
	ÉTÉ	Réchauffement de 1 à 4 °C Précipitations à ± 10 % des valeurs actuelles	Réchauffement de 2 à 4 °C De 0 à 20 % plus de précipitations	
	AUTOMNE	Réchauffement de 1 à 3 °C MCG en désaccord sur les précipitations (de + 10 % à -30 % des valeurs actuelles)	Réchauffement de 2 à 5 °C De 0 à 20 % plus de précipitations	
	HIVER	Réchauffement de 2 à 6 °C De 5 à 20 % plus de précipitations	Réchauffement de 2 à 9 °C De 0 à 20 % plus de précipitations	

tions supérieures ou comparables à celles d'aujourd'hui, mais que la quantité d'eau disponible diminuera à cause de l'augmentation des températures, laquelle provoquera elle-même une augmentation de l'évapotranspiration. Les hivers seront plus courts, avec plus de précipitations dont une plus grande proportion tombera sous forme de pluie; les printemps seront plus hâtifs, et les étés plus chauds et plus secs. Dans le nord du Québec, on connaîtra des étés plus secs et plus chauds, des printemps beaucoup plus doux et humides, et des hivers avec plus de précipitations.

De telles variations dans le régime des températures et des précipitations, bien qu'elles nous paraissent minimales, auront des répercussions importantes sur la population, l'économie et l'environnement du Québec. Ce sont là les conclusions tirées du *Chapitre québécois de l'Étude pan-canadienne sur les impacts et l'adaptation à la variabilité et au changement climatique*.

Cette revue de littérature, validée par des centaines de spécialistes de différents secteurs d'activités, avait pour objectif de nous fournir une image le plus fidèle possible de l'état de nos connaissances actuelles sur les retombées possibles des changements climatiques projetés et sur les mesures d'adaptation à ces changements. Les données issues de cette étude sont impressionnantes, mais elles font également ressortir le fait que l'état de nos connaissances varie beaucoup selon les secteurs d'activités considérés. Pour le Québec, les principaux résultats de l'étude sont les suivants.

RÉPERCUSSIONS SUR LA POPULATION

Au Québec, on conçoit difficilement que le climat puisse avoir un effet sur notre santé; après tout, on en voit de toutes les couleurs au cours d'une année! Pourtant, les grandes variations du climat et, plus particulièrement, les «événements



CHANGEMENTS CLIMATIQUES

1: RÉPERCUSSIONS MULTIPLES AU CANADA

Au Canada, au cours du dernier siècle, le réchauffement moyen a été de l'ordre de 1 degré Celsius mais a varié selon les régions: réchauffement d'environ 1,5 degré dans l'ouest des Territoires du Nord-Ouest (T. N.-O.) à moins de 1 degré dans le sud du pays, avec même un refroidissement de 0,8 degré dans l'extrême est des T. N.-O. En fonction d'un doublement de CO₂, les températures projetées par les MCG sont les suivantes: un réchauffement annuel moyen de 3 à 4 degrés dans l'ouest et le nord du pays, de 1 à 3 degrés en Ontario, au Québec et dans les Maritimes, et un léger refroidissement dans les régions côtières du Labrador. Dans l'ensemble, les hivers et étés devraient être plus chauds. On s'attend à ce que les vagues de chaleur soient plus fréquentes, surtout dans l'ouest du pays, alors que les vagues de froid seraient plus rares un peu partout.

En termes de précipitations, la tendance indique une hausse, avec un pourcentage sous forme de pluie plus élevé qu'aujourd'hui et une augmentation probable des précipitations intenses. En effet, l'augmentation de ces précipitations se traduirait principalement par un nombre plus élevé de jours avec des pluies abondantes, plutôt qu'une augmentation du nombre de jours de pluie.

Comme le Canada est caractérisé par une grande diversité écologique, climatique et socio-économique, cela devrait se refléter dans la sensibilité et la vulnérabilité des divers secteurs aux changements climatiques prévus. Les répercussions, qu'elles soient négatives ou positives, varieraient beaucoup partout au pays, et elles seraient plus importantes aux échelles régionales et locales. Cependant, les effets sur les ressources hydriques, tout comme au Québec, constituent la conséquence la plus importante des changements climatiques au Canada. D'autres effets sont également à prévoir. En voici quelques exemples:

- une prolongation de la saison de croissance agricole de trois semaines en moyenne et une extension des zones agricoles vers le nord, en autant que les besoins en irrigation puissent être comblés;
- une migration des forêts tempérées vers le nord (150 km par 1 degré de réchauffement) et vers des latitudes plus élevées (150 m par 1 degré de réchauffement), en autant que les espèces aient la capacité de le faire;
- un rétrécissement de la forêt boréale (jusqu'à 70 p. cent dans certaines régions), car son expansion vers le nord est limitée par la pauvreté des sols, la présence de pergélisol et l'insuffisance de l'ensoleillement;
- le recul des glaciers et la fonte de pergélisol dans certaines régions;
- l'élévation du niveau de la mer sur certaines parties des côtes;
- une variabilité hydrologique accrue, soit des inondations plus importantes et des sécheresses plus longues;
- un potentiel hydroélectrique accru au Labrador et dans le nord du Québec, mais diminué en Ontario, dans les Prairies et dans le sud-est de la Colombie-Britannique.

Finalement, il est important de retenir que le Canada est membre d'une collectivité mondiale et que, à ce titre, il est également sensible aux incidences subies par d'autres pays et aux réponses que ceux-ci peuvent adopter pour les contrer. Cette sensibilité pourrait avoir plusieurs répercussions sur des questions aussi diverses que la balance commerciale, la politique étrangère, les relations et la sécurité internationales, les réfugiés environnementaux et les finances internationales.

2: PRINCIPALES RÉPERCUSSIONS PLANÉTAIRES

Dans les modèles de climat actuels, on projette que la température planétaire annuelle moyenne augmentera de 1 à 4 degrés Celsius d'ici l'an 2100, que le niveau moyen de la mer s'élèvera de 15 à 95 cm et que les patrons de précipitations seront modifiés, dans le temps et l'espace. Toutes les régions du globe seront affectées mais, en termes d'effets négatifs, les répercussions se feront sentir plus durement dans les pays en développement des régions tropicales et sub-tropicales, notamment sur le plan d'une réduction de la ressource en eau — avec tout ce que cela implique de stress additionnel sur des secteurs déjà vulnérables comme la productivité agricole et l'approvisionnement en eau potable. Ainsi, dans des régions semi-arides et arides comme le Moyen-Orient ou le sud et le nord de l'Afrique, le changement climatique aggravera les problèmes chroniques de sécheresse et de famine, et exacerbera les conflits déjà présents.

Par ailleurs, les régions côtières seront particulièrement vulnérables aux changements climatiques, étant donné l'augmentation prévue du niveau de la mer et les risques accrus de vagues de tempêtes. Si l'on pense au fait que près de la moitié de la population du globe vit dans ces régions, les retombées pourraient être dévastatrices. Ainsi, si l'on considère la population et les infrastructures actuelles, on estime qu'une augmentation de 50 cm du niveau de la mer doublerait, par année, le nombre de personnes exposées aux inondations. Pour une augmentation de 1 m du niveau de la mer, on estime que les pertes de terres atteindraient, par exemple, 1 p. cent pour l'Égypte, 6 p. cent pour les Pays-Bas, 17,5 p. cent pour le Bangladesh et 80 p. cent pour les îles Marshall. Et le portrait est aussi alarmant pour plusieurs groupements d'îles des tropiques, comme les Bahamas ou les Maldives, où la majorité des terres ne sont qu'à 3 ou 4 m au-dessus du niveau actuel des mers.

extrêmes» affectent directement ou indirectement l'état de santé. Ainsi, les vagues de chaleur humide touchent les personnes souffrant de problèmes cardiorespiratoires ou d'asthme, et la situation est empirée si ces personnes vivent dans de grands centres urbains, comme Montréal, où les taux de pollution sont plus élevés.

Dans une étude sur ce sujet, on a d'ailleurs noté que les cas de mortalité à Montréal augmentent lorsque la température atteint une valeur seuil de 29 °C. Actuellement, cette valeur est dépassée en moyenne durant 13 p. cent des jours au cours d'un été normal. Sous un scénario 2 x CO₂, ce pourcentage augmenterait à 55 p. cent. À partir de ces évaluations, on prévoit que, pour une population non acclimatée aux conditions de réchauffement projetées, le taux de décès liés à la chaleur serait 20 fois plus élevé que le taux actuel, soit 8 à 20 person-

On constate, ailleurs sur la planète et chez nous, une augmentation très rapide des pertes de biens assurés causées par des phénomènes météorologiques extrêmes.

nes de plus par 100 000. Pour une population acclimatée, le taux de mortalité serait moindre, mais tout de même de quatre fois le taux actuel.

Et puis, qui ne se rappelle pas des pluies et inondations de juillet 96 au Saguenay? Cet événement, qui entrera dans les pages de l'histoire du Québec, n'est qu'un exemple d'un aspect du climat que l'on appelle les «extrêmes climatiques». Ces extrêmes, dont font partie les grosses inondations, les sécheresses, les dures tempêtes hivernales et les temps violents d'été — particulièrement les tornades, les pluies diluviennes et les chutes de grêle — sont, et de loin dans l'ensemble des phénomènes naturels, ceux qui causent les dommages les plus importants à la population québécoise et aux écosystèmes qui l'entourent. Les tableaux 2, 3 et 4 nous donnent un aperçu, d'une part, du «visage» des extrêmes climatiques au Québec et, d'autre part, des coûts qui leur sont associés en termes d'assistance financière gouvernementale. À la lecture de ces tableaux, on remarque tout de suite que le Québec est touché, en moyenne, par année, par plus de 100 événements de temps violents d'été, plus de la moitié consistant en des précipitations abondantes et des crues subites (ces dernières sont souvent les conséquences des premières). De plus, on constate que ces événements se produisent principalement dans l'extrême sud-ouest du Québec, particulièrement dans la grande région de Montréal. Quant aux coûts, ce sont les inondations qui, et de loin, en entraînent le plus. Et encore là, il faut retenir que les coûts d'assistance financière du gouvernement ne représentent, en moyenne, que 20 p. cent des dommages réels!

Malgré ces chiffres, le portrait des extrêmes climatiques au Québec se révèle relativement modeste lorsqu'on le compare à ce qui se passe dans d'autres pays du monde, à commencer par notre voisin du Sud. Mais qu'en sera-t-il dans un climat réchauffé? Aurons-nous droit à plus de tornades, de vents violents, de pluies diluviennes comme celles du Saguenay? Et les inondations? En verrons-nous plus en hiver, à la suite de dégels et de pluies qui créeront des embâcles comme celles survenues sur la rivière Châteauguay en janvier 96 et sur la Saint-François un mois plus tard? Ou encore, en été, à la suite de pluies abondantes qui, on l'a vu à plusieurs reprises depuis quelques années, ont des effets dévastateurs sur nos petits cours d'eau? La réponse à ces questions est... un large point d'interrogation!

En effet, même si l'on s'entend pour dire que le changement climatique aura des répercussions sur les phénomènes climatiques extrêmes, on ne sait pas encore comment un réchauffement des températures influera sur la fréquence, l'amplitude, la durée et l'intensité de ces phénomènes ain-

si que sur la trajectoire et l'intensité des systèmes météorologiques traversant le Québec. Quelques hypothèses ont tout de même été avancées:

- dans un climat plus chaud, les vagues de chaleur seraient plus fréquentes, alors que les vagues de froid seraient plus courtes et plus rares;
- des températures au sol plus chaudes pourraient entraîner une intensification des phénomènes convectifs qui sont à l'origine des temps violents d'été;
- un cycle hydrologique plus prononcé pourrait se traduire par des épisodes de sécheresse plus prolongés et une fréquence accrue des pluies diluviennes et, par le fait même, des crues subites.

TABEAU 2 LISTE DES CAS DE TEMPS VIOLENT AU QUÉBEC ENTRE 1981 ET 1996

Le Québec est touché, en moyenne, par année, par plus de 100 événements de temps violent d'été, plus de la moitié consistant en des précipitations abondantes et des crues subites.

Sources: Lacroix (1997),
Vaillancourt (1997)

Année	Nombre de cas confirmés	Grêle	Vents violents	Crue subite	Pluie abondante	Tornade	Nombre de cas confirmés et probables
1981	115	23	8	2	80	2	N/D
1982	75	20	24	0	29	2	N/D
1983	85	15	32	5	31	4	N/D
1984	180	33	34	53	58	2	N/D
1985	53	14	9	7	20	3	N/D
1986	94	20	25	4	43	2	N/D
1987	71	17	26	8	15	5	N/D
1988	136	25	65	29	15	2	269
1989	97	22	35	20	19	1	149
1990	115	26	25	30	34	0	190
1991	168	35	64	50	13	6	300
1992	88	8	30	20	28	2	153
1993	127	22	32	50	17	6	298
1994	224	26	52	102	27	17	534
1995	120	8	23	68	19	2	270
1996	84	12	15	30	22	5	200
Total	1832	324 (17,7 %)	499 (27,2 %)	478 (26,1 %)	470 (25,7 %)	61 (3,3 %)	3036
Moyenne annuelle	114,5	20,2	31,2	29,9	29,4	3,8	337,3 (1988-96)

TABEAU 3 NOMBRE TOTAL D'ÉVÉNEMENTS CONFIRMÉS ET PROBABLES DE TEMPS VIOLENT ESTIVAL PAR RÉGION AU QUÉBEC, POUR LA PÉRIODE 1981-1996

On constate que ces événements se produisent principalement dans l'extrême sud-ouest du Québec, particulièrement dans la grande région de Montréal.

Sources: Lacroix (1997),
Vaillancourt (1997)

Région	Nombre total d'événements
Abitibi-Témiscamingue	132 (194)*
Réservoir Cabonga/Gouin	44 (74)
Pontiac-Gatineau la Lièvre	115 (224)
Laurentides	122 (208)
Ottawa-Hull-Cornwall	114 (210)
Montréal	304 (473)
Trois-Rivières et Drummondville	174 (270)
Québec	117 (193)
Estrie-Beauce	184 (286)
Lac-Saint-Jean	43 (73)
Saguenay	57 (85)
La Tuque	66 (131)
Réserve faunique des Laurentides	40 (78)
Charlevoix — Rivière-du-Loup	50 (94)
Rimouski-Matapédia	47 (75)
Sainte-Anne-des-Monts	38 (57)
Gaspé/Parc de Forillon	25 (32)
Baie-Comeau	17 (27)
Sept-Îles	24 (34)
Basse-Côte-Nord	18 (33)
Matagami	23 (43)
Chibougamau	40 (63)
Manicouagan-Gagnon	36 (65)
Côte nord de la baie des Chaleurs	2 (14)**
Total	1 832 (3 036)

* Les statistiques sur le temps violent probable (ici, entre parenthèses) ne sont disponibles qu'à partir de 1988.

** Aucune statistique disponible avant 1994.

Ce ne sont là pour le moment que des hypothèses, pour le Québec. Mais on a commencé à observer de telles tendances ailleurs sur la planète et, chez nous comme ailleurs, il y a une augmentation très rapide des pertes de biens assurés causées par des phénomènes météorologiques extrêmes. C'est à suivre...

RÉPERCUSSIONS SUR LA RESSOURCE EN EAU

Au Québec comme au Canada et un peu partout dans le monde, les répercussions des changements climatiques sur la ressource en eau sont considérées comme les plus importantes, car l'eau est au cœur des besoins élémentaires de l'être humain, des écosystèmes et de plusieurs secteurs économiques. Selon les résultats de l'étude pan-canadienne, ces répercussions seraient les suivantes:

- réduction des débits moyens annuels de 8 p. cent pour la rivière des Outaouais et, pour le fleuve Saint-Laurent, de 40 p. cent à Montréal (baisse des niveaux d'eau de 1,3 m) et de 33 p. cent à Québec;
- baisse des débits estivaux d'environ 10 à 35 p. cent pour les rivières du nord du Québec, alors qu'ils seraient légèrement supérieurs en hiver et à peu près les mêmes au printemps.

Pour le sud du Québec, les baisses de débits du Saint-Laurent auraient des conséquences majeures, surtout lorsqu'on pense que plus du deux tiers des habitants du Québec vivent à moins de 10 km des rives du fleuve Saint-Laurent. On peut mentionner:

- la diminution de la qualité des eaux de consommation pour le 45 p. cent de la population du Québec qui puise son eau dans le fleuve;
- une diminution de la quantité d'eau disponible pour les besoins d'irrigation des terres agricoles et les besoins domestiques (arrosage des pelouses, par exemple);
- une aggravation des problèmes d'érosion de berges entre Boucherville et le lac St-Pierre;
- l'assèchement des terres humides adjacentes au fleuve, ce qui entraînerait une menace pour de nombreuses espèces (flore et faune) qui en dépendent.

Pour le nord du Québec, les effets seraient moins importants et, par exemple, la production hydro-électrique ne devrait pas être trop affectée. Cependant, la gestion de la ressource en eau, notamment pour ce qui concerne les réservoirs, devrait être révisée pour tenir compte des changements dans le régime d'écoulement des rivières au cours de l'année ainsi que du temps de remplissage des réservoirs, qui serait plus long.

RÉPERCUSSIONS SUR L'ENVIRONNEMENT

Les écosystèmes naturels sont ceux qui pourraient être affectés le plus durement par les changements climatiques, notamment parce que la vitesse des changements pourrait dépasser leur capacité d'adaptation et que leur mobilité est très restreinte, voire inexistante. Au Québec, plusieurs travaux ont porté sur les répercussions possibles d'un doublement de CO₂ et de changements climatiques sur nos différents écosystèmes naturels. Voici quelques résultats obtenus:

- **Les écosystèmes et les milieux humides** étant particulièrement sensibles aux fluctuations des niveaux d'eau, ils seraient très affectés par les changements climatiques prévus, notamment le long du Saint-Laurent. On estime que les conséquences physiques se traduiraient par des pertes d'habitats, d'herbiers

TABLEAU 4 INDEMNITÉS (EN DOLLARS) VERSÉES PAR LE GOUVERNEMENT PROVINCIAL EN FONCTION DU TYPE DE SINISTRE (1981-1996)

Ce sont de loin les inondations qui entraînent les coûts les plus élevés. Et encore là, il faut préciser que les indemnités versées par le gouvernement ne couvrent, en moyenne, que 20 p. cent des dommages réels.

Source: Direction de la sécurité civile (1997)

(dont 101 740 399¹ liées au seul sinistre de juillet 96 au Saguenay)

Année	Inondations	Verglas	Tornades et vents	Mouvements de sol	Feux de forêt	Total
1981	5 444 571					5 444 571
1982	3 950 011					3 950 011
1983	2 213 036	7 077 055	179 704	13 819 960	81 503	23 371 258
1984	919 076		435 781	189 674		1 544 531
1985	10 005	361 043		172 746		543 794
1986	1 166 505			55 233	59 692	1 281 430
1987	9 386 080			90 278		9 476 358
1988	279 228					279 228
1989	1 560 580			381 204	228 873	2 170 657
1990	356 200			103 771		459 971
1991	3 333 159		2 027 797	273 500	1 465 149	7 099 605
1992	942 552			2 120 186		3 062 738
1993	1 711 764			188 252		1 900 016
1994	1 508 310 ¹		230 000	269 395		2 007 705
1995	165 338			238 219	55 454	459 011
1996	108 707 558 ¹					108 707 558
Total	141 653 973	7 438 098	2 873 282	17 902 418	1 890 671	171 758 442 \$

¹ Indique que ces montants ne sont pas finaux

et de marais productifs, et par une détérioration de la qualité de l'eau. Ces effets seraient d'autant plus importants que les milieux humides sont associés à une faune abondante et diversifiée et que, par ricochet, celle-ci subirait également des contrecoups. Parmi ceux-ci, on peut mentionner une baisse de l'abondance et de la reproduction des espèces de même qu'un accès réduit aux frayères.

• **Les forêts** pourraient subir des transformations radicales en termes de distribution des espèces. Ainsi, on estime que la forêt boréale pourrait se déplacer de 300 km vers le nord, que sa superficie pourrait diminuer d'au moins 20 p. cent, que la toundra pourrait disparaître sur plus de 60 p. cent de son aire de distribution actuelle et que la forêt mixte envahirait le sud du Québec. La figure 2 nous donne un exemple, parmi tant d'autres, du portrait attendu des forêts sous des conditions $2 \times \text{CO}_2$. Par ailleurs, un climat plus chaud pourrait favoriser la croissance de la forêt, mais cet effet pourrait être renversé par un accroissement des dommages dus aux maladies, aux ravageurs et aux insectes, ainsi que par un risque accru de feux de forêt.

• **Les pêcheries**, tant d'eau douce que d'eau salée, seraient également touchées par les changements, car les poissons sont très sensibles aux modifications de niveau et de température de l'eau, et cela, à toutes les étapes de leur vie. Nos connaissances sur de telles répercussions sont encore très incomplètes, mais certaines études prévoient, par exemple, que la truite de lac pourrait disparaître sur 50 p. cent de son terri-

toire, que la truite de ruisseau se déplacerait vers les secteurs de toundra plus au nord, et que de nouveaux habitats pour la truite et le saumon pourraient se créer dans les rivières aux abords du golfe du Saint-Laurent et du Labrador. On estime aussi que certaines espèces de poissons d'eau froide, confinées dans de petits lacs, pourraient complètement disparaître au profit d'autres espèces «aimant» l'eau plus chaude.

RÉPERCUSSIONS SUR L'ÉCONOMIE

L'économie du Québec est diversifiée et, par le fait même, les répercussions des changements climatiques sur les différents secteurs d'activités seraient aussi variés, parfois positifs et parfois négatifs. En voici quelques éléments:

• **L'agriculture** au Québec pourrait être avantagée, en autant que les ressources en eau soient disponibles pour l'irrigation des cultures — ce qui n'est pas assuré. Ainsi, la saison de croissance augmenterait en moyenne de 37 jours et le nombre de degrés-jour de croissance de 59 p. cent, ce qui favoriserait le rendement de plusieurs cultures. Les régions de l'Outaouais, du nord et du sud de Montréal ainsi que celle des Bois-Francs connaîtraient les rendements les plus élevés et certaines régions actuellement peu propices à la culture, comme l'Abitibi-Témiscamingue et le Lac-Saint-Jean, seraient favorisées.

• **Le secteur du tourisme et des loisirs** pourrait être profondément modifié. Par exemple, sous un scénario de $2 \times \text{CO}_2$, la saison de golf pourrait s'allonger de 3 à 4 semaines et le nombre de jours favorables pourrait augmenter de 50 p. cent



Si l'augmentation prévue des températures de la planète se produisait, la température moyenne de la Terre pourrait atteindre un niveau qu'elle n'a jamais connu au cours des 150 000 dernières années.

dans les régions de Québec et de Sherbrooke. En contrepartie, le nombre de jours de ski dans le triangle Québec, Sherbrooke et Sainte-Agathe-des-Monts pourrait diminuer de 50 à 90 p. cent (tableau 5). Un climat plus chaud aurait par ailleurs des répercussions positives sur les activités estivales telles la voile, la navigation de plaisance, la baignade, la planche à voile, etc.

• **La production hydroélectrique** étant sensible aux variations des débits d'eau, on estime que cette production dans le sud de la province (17 centrales aménagées en bordure du fleuve Saint-Laurent) pourrait diminuer de 0,74 p. cent pour chaque réduction de débit de 1 p. cent. Si l'on se rappelle que les projections indiquent une baisse de débit de 40 p. cent à Montréal, on peut facilement imaginer ce que cela implique. Toutefois, la production hydroélectrique dans le nord du Québec devrait être légèrement avantagée, ce qui permettrait de répondre sans problème à une augmentation annuelle projetée de 4,7 p. cent de la demande en électricité; mais il faudrait revoir la gestion des réservoirs pour tenir compte, d'une part, d'une plus forte demande d'électricité en été à cause d'une augmentation de la climatisation de 86 p. cent et, d'autre part, d'une demande moins forte en hiver à cause d'une diminution du chauffage de 20 p. cent.

• **Le secteur du transport**, globalement, devrait être avantagé par le changement climatique. Cependant, nos connaissances sont encore trop limitées pour pouvoir évaluer de façon plus

précise comment cela pourrait se traduire dans la réalité de tous les jours. On peut cependant mentionner, à titre préliminaire, que les coûts d'entretien des routes en hiver seraient moindres (moins de déneigement et diminution des dessalants) et que le transport ferroviaire devrait profiter des conditions climatiques hivernales plus douces (moins de bris dus au gel, moins de coûts de déneigement). Pour sa part, le transport maritime pourrait bénéficier d'une saison de navigation plus longue (couvert de glace réduit en hiver), mais il serait affecté négativement par les baisses de niveau d'eau prévues pour le Saint-Laurent, notamment en termes de capacité de chargement des navires.

CONCLUSION

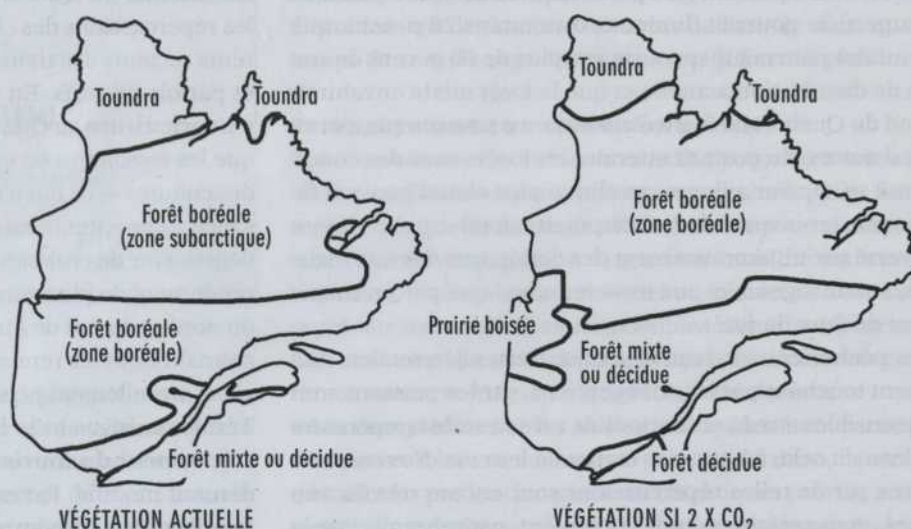
Bien que les changements climatiques prévus puissent nous paraître minimes, il faut savoir que la vitesse moyenne du réchauffement projeté serait supérieure à tout ce qui a pu se produire depuis 10 000 ans et que, si l'augmentation prévue des températures de la planète se produisait, la température moyenne de la Terre pourrait atteindre un niveau qu'elle n'a jamais connu au cours des 150 000 dernières années. On peut se faire une idée de l'importance de ce changement en se rappelant que, durant le dernier âge glaciaire, la tempéra-

FIGURE 2

LES MODIFICATIONS DES BIOMES FORESTIERS AU QUÉBEC-LABRADOR SOUS UN ENVIRONNEMENT $2 \times \text{CO}_2$, SELON LE MODÈLE DE RIZZO ET WIKEN (1992)

Selon ce modèle, les forêts pourraient subir des transformations radicales en termes de distribution des espèces. La forêt boréale pourrait se déplacer de 300 km vers le nord, sa superficie pourrait diminuer de 20 p. cent. La toundra pourrait disparaître sur plus de 60 p. cent de son aire de distribution actuelle, alors que la forêt mixte envahirait le sud du Québec.

Source: adapté de Lavoie (1994)



TAB LEAU 5 NOMBRE MOYEN ANNUEL DE JOURS DE SKI ACTUELLEMENT ET SELON LE SCÉNARIO B (MODÈLE GFDL) PAR SEUIL D'ENNEIGEMENT AUX STATIONS SYNOPTIQUES

Selon le scénario B, le nombre de jours de ski dans le triangle Québec, Sherbrooke et Sainte-Agathe-des-Monts pourrait diminuer de 50 à 90 p. cent.

Source : Lamothe et Périard (1987)

	ENNEIGEMENT MINIMAL DE 10 CM			ENNEIGEMENT MINIMAL DE 30 CM		
	Actuel	Scénario GFDL	Réduction (%)	Actuel	Scénario GFDL	Réduction (%)
Sainte-Agathe-des-Monts	109	36	67	84	11	87
Sherbrooke	86	27	69	54	7	87
Québec	105	51	51	84	25	70

	ENNEIGEMENT MINIMAL DE 10 CM AVEC FAISABILITÉ DE NEIGE ARTIFICIELLE			ENNEIGEMENT MINIMAL DE 30 CM AVEC FAISABILITÉ DE NEIGE ARTIFICIELLE		
	Actuel	Scénario GFDL	Réduction (%)	Actuel	Scénario GFDL	Réduction (%)
Sainte-Agathe-des-Monts	121	60	50	111	58	48
Sherbrooke	97	51	47	87	49	44
Québec	109	63	42	100	58	42

ture mondiale n'était que de 4 à 6 degrés plus basse qu'aujourd'hui. Par ailleurs, il faut également retenir que les effets observés seraient loin d'être uniformes d'une région à une autre et d'une saison à une autre, et que les valeurs aux échelles de l'année ou de la décennie continueraient d'être marquées par une forte variabilité naturelle.

Même si l'état de nos connaissances dénote des lacunes, parfois importantes, en ce qui concerne les répercussions des changements climatiques au Québec, le chapitre québécois de l'étude pan-canadienne fait tout de même ressortir que les répercussions potentielles sur la population et les écosystèmes du Québec, particulièrement liées aux extrêmes climatiques, seraient loin d'être négligeables. Cependant, il reste encore beaucoup à faire, surtout aux échelles régionales et locales, pour réduire les incertitudes relatives à l'ampleur et à la portée des incidences des changements. Cela suppose évidemment plus de recherche, notamment sur le plan des modèles qui simulent le climat à l'échelle régionale, ainsi que la collecte de données plus abondantes et plus précises sur les sensibilités et les vulnérabilités des systèmes sociaux et naturels. Nous pourrions ainsi mieux comprendre les coûts véritables des changements climatiques, et évaluer quelles sont les stratégies appropriées et réalistes qui devraient être mises en place pour que l'on puisse s'adapter à ces changements de la façon la plus judicieuse et la plus harmonieuse possible.

POUR EN SAVOIR PLUS

BERGERON, Luc et al., *Chapitre québécois de l'étude pan-canadienne sur les impacts et l'adaptation à la variabilité et au changement du climat*, tome V, Environnement Canada et Association de climatologie du Québec, 1997, 270 pages.

ENVIRONNEMENT CANADA, *L'étude pan-canadienne sur les impacts et l'adaptation à la variabilité et au changement climatique: sommaire national pour les décideurs*, 1997, 24 pages, document français et anglais.

ENVIRONNEMENT CANADA, *L'étude pan-canadienne sur les impacts et l'adaptation à la variabilité et au changement climatique: points saillants pour les Canadiens*, 1997, 14 pages, document français et anglais.

ENVIRONNEMENT CANADA, *The Canada Country Study*, volume VII: *National Sectoral Volume - Executive Summary*, 1997.

ENVIRONNEMENT CANADA, *The Canada Country Study*, volume VIII: *National Cross-Cutting Issues Volume - Executive Summary*, 1997.

ENVIRONNEMENT CANADA, *Bulletin Science et Environnement*, numéro de novembre-décembre 1997.

ENVIRONNEMENT CANADA, *Une question de degrés: L'abc du changement climatique*, 1997, 93 pages.

ENVIRONNEMENT CANADA, *A State of the Environment Report: Understanding Atmospheric Change*, SOE Report no 91-2, 1991, 68 pages.

ETKIN, David et Maarouf ABDEL, « An overview of Atmospheric Natural Hazards in Canada », in *Proceedings of a Tri-Lateral Workshop on Natural Hazards*, Sam Jakes Inn, Merrickville, Canada, n° 11-14, février 1995, pp. I-63 à I-92.

PROGRAMME CANADIEN DES CHANGEMENTS À L'ÉCHELLE DU GLOBE, *Les changements climatiques: Séances d'information à travers le Canada en vue de la réunion de Kyoto*, Montréal, 12 novembre 1997, 74 pages.



RECHERCHE

Les changements climatiques

ements

es

Regard vers le passé pour mieux voir l'avenir

PIERRE J. H. RICHARD

richard@ere.umontreal.ca

La végétation du Québec réagira-t-elle comme prévu aux changements climatiques?

Difficile à dire. Un retour sur notre passé depuis la dernière

déglaciation nous montre, en effet, que mère Nature pourrait nous surprendre.

Pierre J. H. Richard est professeur au Département de géographie de l'Université de Montréal. Il est rédacteur en chef de la revue *Géographie physique et Quaternaire*.

Il ne se passe pas un mois sans que l'on entende parler des conséquences de l'effet de serre causé par l'augmentation de concentrations de bioxyde de carbone (CO_2) dans l'atmosphère. Au Québec, parmi les nombreuses modifications de la végétation, on s'inquiète surtout de la nette progression de la forêt mixte et de la forêt boréale vers le nord. On craint que ce processus n'entraîne la quasi-disparition de la toundra arctique. On prévoit également d'importantes perturbations dans la répartition et la quantité des précipitations, ce qui favoriserait non seulement les sécheresses, mais aussi les feux de forêt. De telles prévisions sont fondées sur les relations qu'on observe de nos jours entre le climat et la végétation (figure 1), et plus précisément entre la répartition des diverses espèces de plantes et les conditions climatiques. L'hypothèse, c'est que si la température, par exemple, augmente en un lieu donné de deux degrés Celsius, la végétation en cet endroit devrait correspondre à celle qu'on trouve actuellement sous une telle température. On présuppose ainsi que le couvert végétal est en équilibre avec le climat.

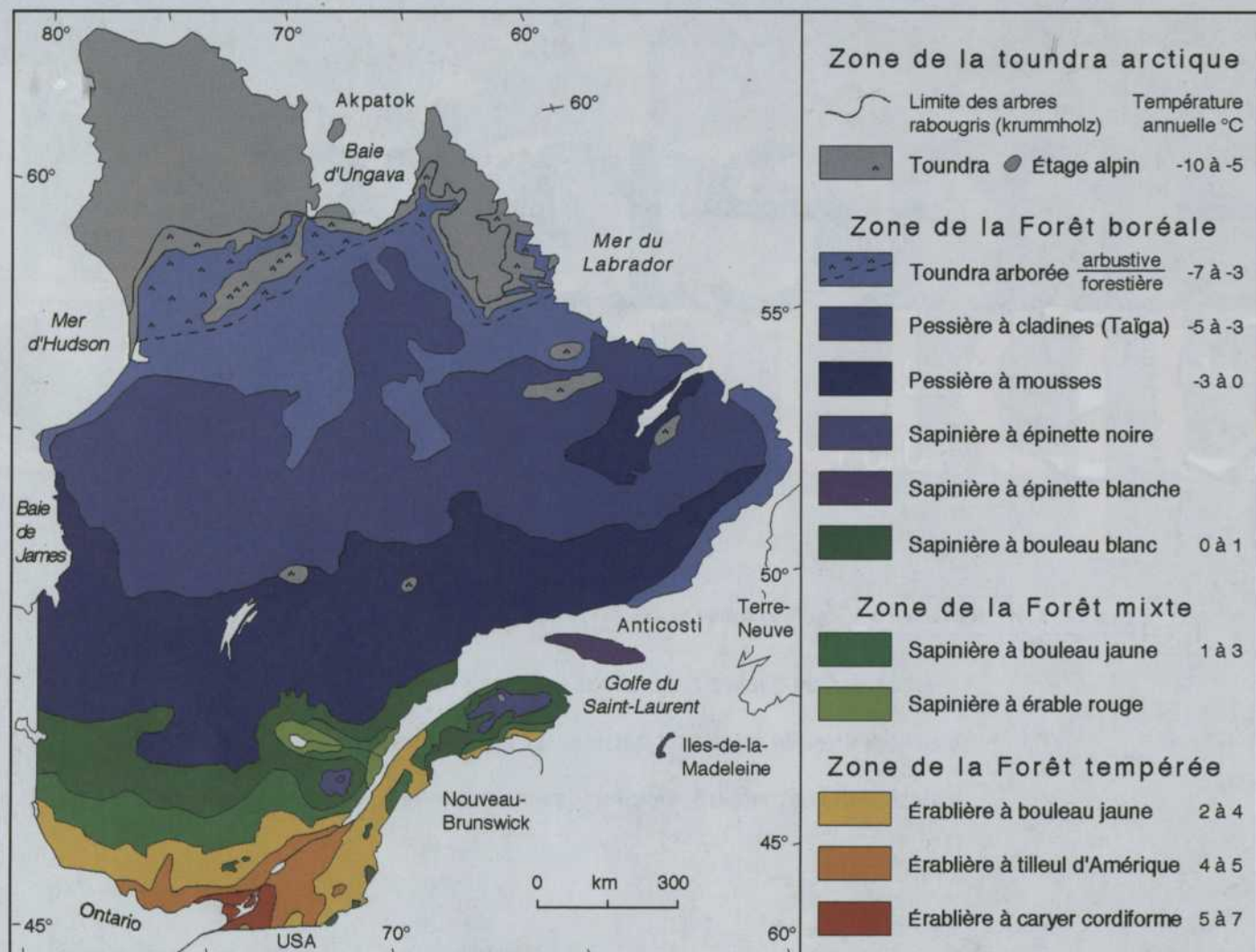


FIGURE 1
CARTE DE LA VÉGÉTATION ACTUELLE DU QUÉBEC-LABRADOR

Le couvert végétal du Québec se différencie selon les zones de climat tempéré (au sud), boréal et arctique (au nord), que les principaux massifs montagneux (Gaspésie, Laurentides) et la proximité de la mer viennent modifier. Des conditions climatiques moyennes sont ainsi rattachées à chaque formation végétale (toundra, forêt boréale, forêt mixte, forêt tempérée) et aux domaines de végétation qui s'y développent régionalement.

RÉFÉRENCES

GRANDTNER, M.M. *La végétation forestière du Québec méridional*, Presses de l'Université Laval, Québec, 1966, 216 p. + ill.

JURDANT, M., BÉLAIR, J.L., GERARDIN, V. et DUCRUC, J.P. *L'inventaire du Capital-Nature. Méthode de classification et de cartographie écologique du territoire (3^e approximation)*, Service des études écologiques régionales (SEER), Environnement Canada, 1977, 202 p.

PAYETTE, S. «The forest tundra and the present tree-lines of the northern Québec-Labrador peninsula», p. 3-23, dans *Tree-Line Ecology*, P. Morisset et S. Payette (éd.), Nordica, n° 47, 1983, 188 p.

RICHARD, P.J.H. *Le couvert végétal du Québec-Labrador et son histoire post-glaciaire*, Notes et documents n° 87-01, Département de géographie, Université de Montréal, Montréal, 1987, 74 p.

ROWE, J.S. *Les régions forestières du Canada*, Service canadien des forêts, ministère de l'Environnement, Canada, publication n° 102, 1972, 174 p.

THIBAUT, M. *Les régions écologiques du Québec méridional, deuxième approximation*, Service de la recherche, ministère de l'Énergie et des Ressources, Québec, carte au 1:1 250 000, 1985.



FIGURE 2
CARTE DES PHÉNOMÈNES
ISOCRONES DE LA DÉGLACIATION
DE L'EST DE L'AMÉRIQUE DU NORD

Durant le Pléniglaciaire, une forêt coniférienne dominée par l'épinette noire, mais abritant aussi des chênes, des frênes, des ormes, des pins (à l'est) et d'autres essences plus thermophiles, couvrait les moyennes latitudes au sud des glaces. La toundra était réduite à de minces zones discontinues en bordure de l'inlandsis et aux sommets des Appalaches méridionales. En raison de l'abaissement du niveau marin mondial, le plateau continental était émergé, offrant des terres aujourd'hui interdites à la végétation terrestre. C'est cette végétation, relativement stable durant des dizaines de millénaires, qui s'est lancée à la conquête des terres parallèlement au retrait de l'inlandsis wisconsinien.

RÉFÉRENCE

DYKE, A.S. et PREST, V.K. «Late Wisconsinan and Holocene retreat of the Laurentide Ice Sheets», *Geological Survey of Canada*, carte 1702A, 1987.

À l'intérieur de telles hypothèses, cependant, on ne tient pas compte de l'ampleur des fluctuations climatiques auxquelles la végétation, dans son ensemble, pourrait s'être naturellement adaptée à l'échelle des années, des décennies et des siècles. Pour nous, il semble donc opportun, avant même de déterminer quelles seront les conséquences des changements climatiques sur la végétation, d'effectuer un retour dans le temps à l'aide de la paléoclimatologie et de la paléoécologie. L'histoire que ces deux sciences nous révèlent, même pour une période aussi courte que celle qui nous sépare de la dernière déglaciation (il y a 15 000 ans), montre d'abord que les phénomènes se répètent rarement de la même manière. Si le climat fluctue, les autres facteurs affectant la croissance des plantes évoluent également. D'où notre regard critique sur les prévisions à court terme. Le cas de Moon Lake, dans le Dakota du Nord, au sud du Manitoba, nous servira de premier exemple.

UNE VÉGÉTATION ADAPTÉE À LA SÉCHERESSE

Les grandes sécheresses, comme le Dust Bowl des années 30, ont eu des effets particulièrement désastreux sur l'agriculture dans la région des Prairies. Heureusement, il s'agit là d'événements rares à l'échelle historique. Mais qu'en est-il si l'on considère de plus longues durées? Et surtout, comment la végétation a-t-elle réagi? En reconstituant la fréquence et l'intensité des sécheresses durant les derniers 2300 ans à

L'histoire montre que les phénomènes se répètent rarement de la même manière.

partir d'indicateurs de la salinité des eaux préservés dans les sédiments d'un lac, des scientifiques américains¹ ont récemment montré que des sécheresses plus longues, plus fréquentes et d'une intensité beaucoup plus élevée que celle des années 30 sont survenues avant l'an 1200 de notre ère, notamment entre les années 200 et 370, 700 et 850, et 1000 et 1200. Par ailleurs, l'analyse pollinique des sédiments du lac Moon a montré que la prairie s'est installée aux alentours il y a 6500 ans, remplaçant des forêts ouvertes de chênes et d'ormes, ces forêts ayant elles-mêmes succédé à la forêt d'épinettes (12 000-10 000) établie dans cette région après la dernière déglaciation². Par ailleurs, l'examen des diatomées (algues planctoniques siliceuses) accumulées dans ces mêmes

LÉGENDE DES PICTOGRAMMES

	Toundra herbacée
	Bouleau arbustif
	Aulne crispé
	Peuplier baumier
	Tremble
	Mélèze
	Épinette blanche
	Épinette noire
	Sapin baumier
	Thuya (cèdre)
	Pin blanc
	Érable à sucre
	Bouleau blanc
	Bouleau jaune
	Pruche de l'Est
	Chêne rouge

FIGURE 3A:
CARTE SCHÉMATIQUE DU COUVERT VÉGÉTAL DU QUÉBEC-LABRADOR IL Y A 13000 ANS

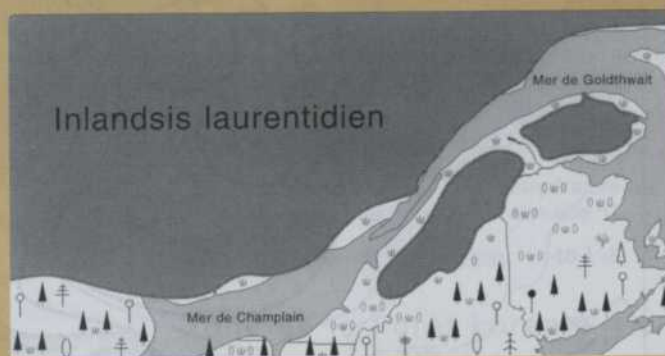


FIGURE 3B:
CARTE SCHÉMATIQUE DU COUVERT VÉGÉTAL DU QUÉBEC-LABRADOR IL Y A 10500 ANS



FIGURE 3C:
CARTE SCHÉMATIQUE DU COUVERT VÉGÉTAL DU QUÉBEC-LABRADOR IL Y A 9000 ANS



sédiments a révélé que la végétation de la prairie s'est développée alors que la salinité du lac était près du triple de celle des derniers 2300 ans, donc dans des conditions encore plus sèches (l'évaporation concentre les sels). L'analyse pollinique montre ainsi que les plantes de la prairie sont tout à fait adaptées au climat sec depuis près de 7000 ans et qu'elles ont toléré les grandes sécheresses de ces derniers millénaires. Par conséquent, si les sécheresses sont aujourd'hui dévasta-

trices pour les activités humaines, c'est parce qu'elles se produisent dans un milieu fragilisé par l'agriculture. En d'autres mots, si le biome de la prairie devait se changer un jour en steppe ou en désert, ce serait plus le fait des activités humaines que des seuls changements du climat, à moins que des seuils de sécheresse sans précédent ne soient franchis.

L'histoire postglaciaire des formations végétales du Québec nous fournit de nombreux autres exemples qui nous permet-

FIGURE 3D:
CARTE SCHEMATIQUE DU COUVERT VÉGÉTAL
DU QUÉBEC-LABRADOR IL Y A 7 000 ANS



C'est la toundra qui, avec les glaces, occupe le Québec méridional. La présence d'arbres en Ontario, au Nouveau-Brunswick et au nord des États-Unis montre bien que le climat se réchauffe et que c'est la conjonction des glaces et des mers proglaciaires qui entretient des conditions juxtaglaciaires rigoureuses. Toutefois, entre 10 800 et 10 200 ans avant J.-C., une oscillation climatique froide se fera sentir, surtout dans les régions orientales.

Des masses de glaces persistent encore en Gaspésie et dans les Laurentides. Le golfe de Laflamme occupe la Sagamie, et la Laurentie est couverte par le lac La Lampsilis au nord, duquel dominent les tremblaies. Au Témiscamingue, le chêne rouge et d'autres essences thermophiles occupent les îles au sein du lac proglaciaire Barlow. En Gaspésie, l'aulne crispé s'insérera bientôt dans les pessières en raison d'un refroidissement du climat.

Les conditions rigoureuses à l'est et au sud-est des glaces y limitent l'afforestation. Dans la région de Montréal, près du lac La Lampsilis, l'érablière s'est installée. Au nord, la sapinière à bouleau blanc domine. Dans les sapinières méridionales, le chêne rouge abonde. La pessière commence à se constituer dans ce qui sera sa région d'élection. Les terres anciennes couvertes par les eaux des lacs proglaciaires Barlow et Ojibwé sont progressivement colonisées par les essences boréales tandis que le chêne rouge reste abondant au Témiscamingue.

FIGURE 3E:
CARTE SCHEMATIQUE DU COUVERT VÉGÉTAL
DU QUÉBEC-LABRADOR IL Y A 4 500 ANS



Les domaines des érablières, des sapinières et des pessières occupent à peu près leurs limites modernes. Certaines essences y sont plus abondantes qu'actuellement. Dans les hautes Laurentides, une pessière ouverte à aulne crispé occupe le mont Valin et les Grands Jardins. Au Québec méridional, les tourbières sont peu développées et constituées de fens à mélèzes. La zone de la toundra forestière n'existe pas à l'époque et la taïga, souvent plus dense qu'actuellement (signes +), comprend un parterre arbustif dense, sans les lichens qui caractérisent aujourd'hui le domaine de la pessière à cladines. La toundra nordique est presque partout arborescente. De vastes zones de glaces résiduelles persistent encore à cette époque (en gris) et les basses terres ungaviennes, hudsoniennes et jamésiennes sont couvertes par les eaux marines (en noir).

Les domaines des érablières et des pessières affichent de plus en plus une composition arborescente moderne, mais certaines essences restent plus abondantes qu'actuellement. Les sapinières de l'Abitibi sont dominées par le thuya de l'Est. Dans les hautes Laurentides, la sapinière à épinette noire s'est constituée. L'entourbement des rives et des terres basses affecte le sud du Québec. La zone de la toundra forestière n'existe toujours pas à l'époque mais la taïga arborescente, souvent plus dense qu'actuellement (signes +), s'étend jusqu'à la limite actuelle des arbres. La toundra nordique reste presque partout arborescente. Seules les plus basses terres hudsoniennes et jamésiennes sont couvertes par les eaux marines (en noir).

tent de mieux évaluer les conséquences prévues de l'augmentation des gaz à effet de serre.

ADIEU TOUNDRA !

C'est dans les hautes latitudes nordiques que, à partir des modèles climatiques, on prévoit le plus grand réchauffement, lequel serait de l'ordre de deux à quatre degrés Celsius pour la température moyenne annuelle. Une telle augmentation de

température, surtout si elle se produisait aussi en été, ferait que ces régions seraient soumises aux conditions actuelles du climat sévissant dans la région de Schefferville, au cœur de la taïga. Qu'advierait-il alors de la toundra? Pour le savoir, il faut se tourner aussi vers le passé.

Il y a 21 000 ans, les glaces couvraient tout l'est de l'Amérique du Nord et s'étendaient au sud jusqu'à la latitude de New York (figure 2). Avec la déglaciation provoquée par une

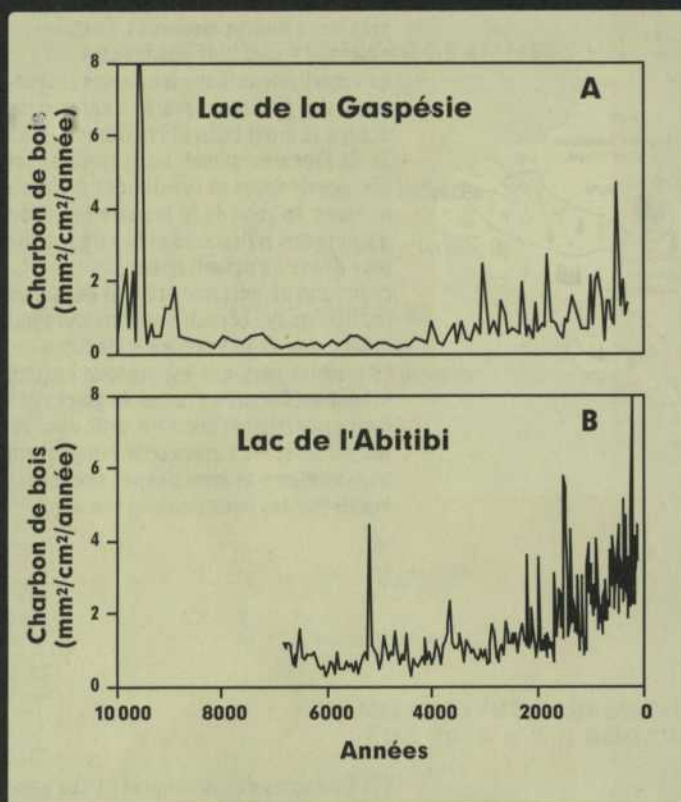


FIGURE 4
FRÉQUENCE ET INTENSITÉ DES FEUX DE
FORÊT DEPUIS 8 000 ANS

Abondance des charbons microscopiques, selon le temps, dans les sédiments d'un lac de la Gaspésie. Il y a plus de 7 000 ans, l'Abitibi était couverte par les eaux du lac proglaciaire Ojibovai.

élévation générale de la température, les plantes se sont lancées à la conquête de terres nouvelles, contournant les obstacles que constituaient les lacs de barrage glaciaire ou les mers postglaciaires — lesquels noyèrent les côtes et les basses terres déprimées par le poids des glaces (figures 3A à 3D). Ce processus de colonisation végétale s'effectuait alors sur des terres riches en éléments nutritifs, sans compétition avec d'autres végétaux. L'azote était rapidement fixé dans le sol par des plantes pionnières adaptées aux sols jeunes, préparant le milieu pour l'arrivée des autres plantes. Or de telles conditions permettant la conquête rapide de milieux nouveaux ont aujourd'hui disparu. Même si le climat devait se réchauffer dans la région de la limite septentrionale des arbres,

il est certain que les plantes ne pourraient, faute de sols propices, y réagir comme au temps de la déglaciation — aujourd'hui, les sols sont souvent appauvris et dénudés, les affleurements rocheux abondent et les graines des arbres ne trouvent pas de milieux propices à leur germination.

L'analyse pollinique et, surtout, les travaux des scientifiques attachés au Centre d'études nordiques de l'Université Laval montrent d'ailleurs que, durant les derniers millénaires, la limite septentrionale des forêts est demeurée très stable au Québec. Grâce à la dendrochronologie (voir *Interface*, « Les écosystèmes naturels du Nord-Est américain à l'heure du changement global », vol. 9, n° 6, p. 10-15, 1988), les chercheurs ont repéré plusieurs fluctuations climatiques ayant affecté la croissance des arbres, mais ils ont constaté aussi que les périodes chaudes n'avaient pas résulté en un déplacement important de la limite des forêts. Seule la forme de croissance des arbres a véritablement changé, les tiges étant plus garnies durant les périodes chaudes³. Un réchauffement climatique au Québec nordique aurait sans aucun doute des effets importants sur la croissance des arbres et pourrait même entraîner le dégel du sol, mais il paraît cependant tout à fait exagéré de prévoir une disparition pure et simple de la toundra au Nunavik (Ungava).

LE DÉPLACEMENT DES FORÊTS DENSES VERS LE NORD

Les modèles bioclimatiques prévoient également, avec une augmentation de la température de deux à quatre degrés Celsius, un déplacement vers le nord de l'ensemble de la végétation. Là encore, retournons en arrière.

Il y a entre 6 000 et 7 000 ans environ, le climat était plus chaud qu'actuellement dans l'est de l'Amérique du Nord, d'un ou de deux degrés Celsius en moyenne annuellement à la latitude de Montréal. Les reconstitutions de la végétation d'il y a 6 800 ans (figure 3D) montrent toutefois que la végétation des érablières et des sapinières ne s'est pas déplacée alors en bloc vers le nord. Par exemple, les sapinières n'ont pas envahi les forêts d'épinette noire (pessières). Seules quelques espèces ont de fait étendu leur aire de peuplement en réponse au réchauffement, tel le pin blanc qui colonisait alors des stations situées à plus de 70 km au nord de la limite actuelle de l'espèce, en Abitibi. Il n'y a donc pas eu, à la suite du réchauffement climatique, de modification notable dans la répartition des différentes unités de la végétation, hormis la migration de quelques espèces vers le nord et des changements importants dans l'abondance de diverses espèces d'arbres⁴.

DES CHANGEMENTS CLIMATIQUES RAPIDES

Un autre élément capital à considérer est certainement la vitesse des changements climatiques prévus. Le climat d'il y a 6 800 ans résultait d'une longue période de réchauffement plus ou moins continu, alors que les changements qui sont annoncés sont de l'ordre du court terme — quelques dizaines

d'années au plus. La végétation peut-elle réagir rapidement à des changements climatiques abrupts? Et ce, au point de passer d'une formation végétale à une autre?

Un tel cas est survenu il y a 13 000 à 11 100 ans environ. Un peu partout dans l'hémisphère Nord et sans doute ailleurs dans le monde, le climat s'est refroidi soudainement de plusieurs degrés et les conditions froides persistèrent plusieurs centaines d'années. Au Nouveau-Brunswick, la forêt d'épinettes fut alors remplacée rapidement par la toundra⁵; en Gaspésie, la toundra côtière de la région de Rivière-Madeleine s'est appauvrie considérablement (figure 3A). Puis, avec le retour des conditions chaudes, la végétation a réagi tout aussi promptement, poursuivant son développement postglaciaire normal partout où c'était possible.

Il faut toutefois bien comprendre que dans les régions anciennement couvertes par les glaciers, ces réactions rapides de la végétation se sont produites là encore dans des milieux libérés des glaces depuis quelques centaines ou milliers d'années à peine et, dans tous les cas, dans des contextes de faible saturation végétale du milieu. D'ailleurs, en dehors de ces régions autrefois englacées, les réactions de la végétation furent généralement moins marquées^{7,8}. De nos jours, le contexte biogéographique a changé. La zone de transition entre la forêt et la toundra est considérablement plus étalée en latitude qu'à l'époque. Il est donc improbable que des modifications rapides du couvert végétal semblables à celles qui accompagnèrent le retour des conditions chaudes il y a environ 11 100 ans, se produisent à la suite des changements climatiques prévus.

IL ÉTAIT UNE FOIS LA FOUDRE

Et les feux de forêt? Avec un réchauffement climatique dans les hautes latitudes, on prévoit une augmentation de leur fréquence. Cela fut-il le cas dans le passé?

Pour le savoir, on peut encore «interroger» les sédiments des lacs. En effet, ces derniers accumulent aussi les charbons microscopiques issus des feux de forêt survenus aux alentours. Les variations dans le temps de l'abondance de ces charbons microscopiques (figure 4) nous permet donc de retracer l'incidence générale des feux (davantage de charbons, davantage de feux). Ces données peuvent alors être comparées aux reconstitutions climatiques ou aux résultats des simulations climatiques découlant des modèles. Elles permettent aussi de comparer les reconstitutions de la végétation avec le facteur feu. Alors, les faits?

Il y a 6 000 ans, le climat était plus chaud qu'actuellement, mais les données sur les charbons de bois microscopiques tendent à montrer que les feux étaient généralement peu importants. Ainsi, le lien entre réchauffement et augmentation de la fréquence ou de l'intensité des feux de forêts, lien prédit par les modèles climatiques, ne peut être généralisé. Il ne représenterait pas une relation constante dans le temps.

En fait, si on se limite aux derniers millénaires, les feux paraissent liés davantage aux climats froids qu'aux climats

Si on se limite aux derniers millénaires, les feux paraissent liés davantage aux climats froids qu'aux climats chauds!

chauds! Cela s'explique relativement facilement. En effet, les feux naturels sont surtout provoqués par la foudre. Dans nos régions, ce ne seraient donc pas tant la chaleur accrue ou les précipitations moindres qui interviendraient (du moment que le climat n'est pas trop sec), que la stabilité ou l'instabilité des masses d'air qu'entraînent les orages riches en éclairs. Il est donc important de reconstituer non seulement les températures et les précipitations, mais surtout, les positions frontales des masses d'air, sources d'orages.

Plusieurs reconstitutions de la végétation postglaciaire viennent appuyer cette thèse. Ainsi, dans la partie sud du Bouclier canadien, en Mauricie et dans l'Outaouais, des forêts de trembles ont dominé les paysages durant des centaines d'années, il y a près de 10 500 ans (figure 3B). Or le tremble est un arbre qui ne vit pas longtemps et qui ne supporte pas la compétition engendrée par les autres arbres, tels le sapin baumier, l'épinette noire ou l'érable à sucre. De nos jours, le tremble est une essence secondaire; il ne forme plus de vastes forêts dans l'est de l'Amérique du Nord. Pour qu'il réussisse à maintenir un statut de dominance durant des siècles, il fallait donc des conditions capables d'empêcher ses compétiteurs de le déplacer. Et justement, d'après l'abondance des charbons microscopiques trouvés dans les sédiments, les feux de l'époque ont sûrement fourni de telles conditions. Le climat devait dans ce cas être sec car le niveau d'eau des lacs de l'époque était souvent très bas. Il devait également être froid en raison de la proximité relative de la calotte glaciaire qui couvrait alors une grande partie du Bouclier (figures 3B et 3C). Mais par-dessus tout, les masses d'air froid issues des glaces et les masses d'air plus chaud liées à la circulation atmosphérique zonale devaient produire des conditions atmosphériques instables, sources d'orages. La foudre devait tomber fréquemment et engendrer des incendies en nombre inégalé depuis lors.

De la même façon, comme l'ont montré les scientifiques du Centre d'études nordiques, les vastes paysages qui s'étendent de la forêt dense d'épinette noire à la toundra, du lac



Mistassini à la région de la rivière aux Feuilles, en Ungava, résultent de l'action millénaire des feux conjuguée aux fluctuations du climat⁹. Il y a 4000 ou 6000 ans, la végétation de la taïga et de la toundra arbustive était beaucoup plus dense, beaucoup plus variée dans sa composition et beaucoup plus riche en arbustes, d'après les résultats de l'analyse pollinique des sédiments des lacs et des tourbières (figures 3D et 3E). Or c'est l'action du feu, et ce, surtout au cours des périodes froides, qui a conduit, avec le temps, à l'élimination d'un nombre croissant d'arbres, formant progressivement cette immense zone intermédiaire entre la forêt dense et la toundra¹⁰. Il est donc normal que les types de végétation actuels soient relativement récents et sans équivalents parmi ceux d'autrefois.

C'est ainsi qu'en Abitibi, il y a entre 6000 et 3000 ans, alors que le climat était plus chaud qu'actuellement, les paysages étaient dominés par le thuya (cèdre). Cette domination tenait non seulement à la clémence du climat, mais sans aucun doute aussi à la rareté des feux de forêt, que l'espèce ne tolère pas bien. Depuis près de 2000 ans, les conditions ont changé. Le climat s'est refroidi et s'est révélé plus propice aux feux de forêt. Conséquences? La végétation de cette région est maintenant dominée par l'épinette noire, le sapin baumier, le pin gris, le bouleau blanc et le tremble. Et aujourd'hui, on trouve le thuya surtout dans les lieux humides entourant les lacs, là où les feux sont moins fréquents, et rarement dans les endroits plus secs à l'intérieur des terres.

CONCLUSION

Comme on vient de le voir, il n'est pas facile de prévoir les conséquences des changements climatiques sur la végétation, surtout si l'on doit en plus tenir compte des modifications anthropiques. Les activités humaines ont profondément modifié la végétation naturelle dans plusieurs régions de la planète et on ignore encore si ces modifications perturbent l'équilibre dynamique entre le climat et le couvert végétal. Quels sera leur rôle dans le processus de réchauffement? On doit ici se limiter à des hypothèses.

Ainsi, on peut penser que dans les régions fortement déboisées, autour des agglomérations, ou dans les régions d'agriculture extensive, les conséquences des changements climatiques seront plus grandes qu'ailleurs en raison de la fragilité des milieux. Par contre, ces milieux constitueront des terres de choix pour l'implantation de nouvelles populations végétales, l'activité humaine y ayant réduit la compétition naturelle. Comme ces milieux sont généralement très fragmentés par des routes ou autres aménagements, les plantes ne pourront toutefois pas y interagir librement.

Pour ce qui est de prévoir des changements dans la répartition même des grands domaines de végétation de la planète ou du Québec, la prudence est de mise. Des variations climatiques peut-être moins rapides mais d'ampleur semblable à celles qui sont annoncées ont affecté la Terre dans le passé sans que la végétation n'y réagisse par de grands déplacements.

Toutefois, des changements irréversibles sont bel et bien survenus il y a 7000 ans au Sahara, en raison de profondes modifications dans le régime des pluies.

Il faut donc poursuivre la quête d'information sur le fonctionnement intime du climat de la planète et reconstituer patiemment les réactions du couvert végétal à ses variations. Sans un tel effort, nous ne pourrions vraiment évaluer les conséquences du réchauffement climatique ni prendre les décisions pertinentes.

RÉFÉRENCES

- LAIRD, K.R., FRITZ, S.C., MAASCH, K.A. et CUMMING, B.F. «Greater drought intensity and frequency before AD 1200 in the Northern Great Plains, USA», *Nature*, 1996, vol. 384, p. 552-554.
- LAIRD, K.R., FRITZ, S.C., GRIMM, E.C. et MUELLER, P.G. «Century-scale paleoclimatic reconstruction from Moon Lake, a closed-basin lake in the northern Great Plains», *Limnology and Oceanography*, 1996, vol. 41, n° 5, p. 890-902.
- LAVOIE, C. et PAYETTE, S. «The Long-Term Stability of the Boreal Forest Limit in Subarctic Québec», *Ecology*, 1996, vol. 77, n° 4, p. 1226-1233.
- RICHARD, P.J.H. «Le couvert végétal du Québec-Labrador il y a 6000 ans», essai, *Géographie physique et Quaternaire*, 1995, vol. 49, n° 1, p. 117-140.
- MAYLE, F.E. et Cwynar, L.C. «Impact of the Younger Dryas Cooling Event upon Lowland Vegetation of Maritime Canada», *Ecological Monographs*, 1995, vol. 65, n° 2, p. 129-154.
- MARCOUX, N. et RICHARD, P.J.H. «Végétation et fluctuations climatiques postglaciaires sur la côte septentrionale gaspésienne», Québec, *Canadian Journal of Earth Sciences*, 1995, vol. 32, p. 79-96.
- SHANE, L.C.K. «Late-glacial vegetational and climatic history of the Allegheny Plateau and the Till Plains of Ohio and Indiana», *Boreas*, 1987, vol. 16, n° 1, p. 1-20.
- PETEET, D.M., DANIELS, R., HEUSSER, L.E., VOGEL, J.S., SOUTON, J.R. et NELSON, D.E. «Wisconsin Late glacial environmental change in southern New England: a regional synthesis», *Journal of Quaternary Science*, 1994, vol. 9, n° 2, p. 151-154.
- GAGNON, R. et PAYETTE, S. «Régression holocène du couvert coniférien à la limite des forêts (Québec nordique)», *Canadian Journal of Botany*, 1985, vol. 63, p. 1213-1225.
- SIROIS, L. et PAYETTE, S. «Reduced postfire tree regeneration along a boreal forest — forest-tundra transect in northern Quebec», *Ecology*, 1991, vol. 72, n° 2, p. 619-627.

Les défis de l'après-Kyoto

Un peu plus d'un mois s'est écoulé depuis l'adoption, par 160 pays, du protocole de Kyoto visant à réduire les émissions de gaz à effet de serre, qui contribuent aux changements climatiques. Le Canada saura-t-il, cette fois, atteindre les objectifs qu'il s'est fixés, à savoir une réduction de 6 p. cent de ses émissions d'ici la période 2008-2012? Si l'adoption d'un tel accord, par autant de pays aux intérêts divergents, constituait un véritable défi, la mise en place des mesures proposées en lance bien d'autres. À nous tous de les relever!

ILLUSTRATION: KATY LEVAY

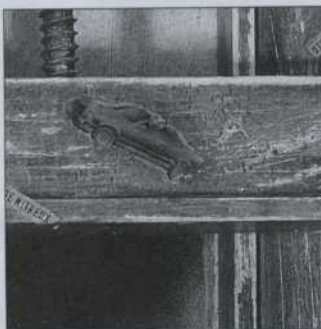
Un pas de fait, mais la route est encore longue

CLAUDE LEFRANÇOIS | clefranc@tsc.ca

Claude Lefrançois est responsable du dossier des changements climatiques et coordonnateur du Programme canadien des changements à l'échelle du globe (PCCEG) de la Société royale du Canada.

Les changements climatiques représentent sans nul doute l'un des plus urgents problèmes environnementaux que nous ayons à résoudre aujourd'hui. Comme pour d'autres problèmes majeurs dans ce domaine, le débat s'est d'abord cristallisé autour de l'incertitude scientifique, pour se déplacer progressivement vers les mesures à adopter pour réduire les émissions de gaz à effet de serre (GES), les coûts qui y sont associés et, bien sûr, leurs conséquences sur l'économie. Un long débat qui, malgré de nombreux obstacles et les intérêts divergents en cause, a abouti à l'adoption du protocole de Kyoto, en décembre dernier (*encadré*). Bien que les premières évaluations varient, ce protocole apparaît comme un pas dans la bonne direction pour ceux et celles qui reconnaissent le problème et qui croient en l'importance d'agir. Il importe cependant de prendre conscience du fait que le protocole n'est pas encore entré en vigueur et que le processus de ratification risque d'être long et difficile. Au Canada comme aux États-Unis, l'opposition de certains secteurs et régions demeure très importante et des pressions continueront à s'exercer pour empêcher ou retarder l'application de l'entente.

Que signifie ce protocole pour le Canada? Comme les émissions de gaz à effet de serre ont augmenté ici de 9 p. cent entre 1990 et 1995 et qu'elles ont continué à augmenter depuis, l'effort qui nous est réellement demandé est une réduction non pas de 6 p. cent, mais de 15 p. cent. Cela est loin, très loin d'être négligeable, surtout si l'on considère l'échec des mesures prises jusqu'à présent pour atteindre un objectif encore bien plus modeste. Par conséquent, plusieurs éléments devront absolument, cette fois, être réunis. En voici quelques-uns.



UNE POPULATION BIEN INFORMÉE

Selon de récents sondages, les Canadiens et Canadiennes soutiennent une action énergique de leur gouvernement pour ce qui touche la question des changements climatiques. Toutefois, pour que les citoyens participent de façon éclairée aux discussions qui suivront le protocole de Kyoto, il faudra allouer des ressources importantes au financement des programmes d'information et d'éducation sur la question. Et là, nous aurons aussi besoin de

continuité, d'efficacité et de crédibilité. Dans une évaluation du Programme d'action national concernant les changements climatiques du Canada (programme où l'on formulait les orientations stratégiques qui devaient permettre au Canada d'atteindre l'objectif de stabilisation), certains déploraient déjà, en novembre 1996, l'absence d'un programme de communication national. Bien que des efforts aient été consentis depuis, il reste beaucoup à faire et on devrait accorder une attention particulière à la gestion d'un tel programme. La participation d'organismes non gouvernementaux indépendants ainsi que celle des provinces pourraient renforcer toute cette action.

UN LEADERSHIP INDISPENSABLE

Au Canada, la constitution attribue des pouvoirs différents au gouvernement fédéral et aux gouvernements provinciaux. Pour faire face efficacement aux problèmes liés aux changements climatiques, il est essentiel de prendre en considération, d'une part, les compétences respectives des deux paliers de gouvernement et, d'autre part, les différences importantes qui existent entre les dix provinces et les deux territoires quant à leurs priorités économiques, sociales et environnementales.

C'est pour cette raison que la formulation des politiques nationales sur les changements climatiques a été confiée, jusqu'à ce jour, à un conseil conjoint fédéral-provincial des ministres de l'Énergie et de l'Environnement, conseil qui regroupe 26 ministres (24 des provinces et territoires et 2 du gouvernement fédéral). Malheureusement, les opinions extrêmement variables et souvent divergentes entre tous ces ministres expliquent en grande partie l'échec des efforts du Canada pour stabiliser ses émissions de GES.

Étant donné ces divergences et l'importance de faire intervenir d'autres ministères (Transports, Finances, Agriculture, Industrie, Santé, etc.) dans la formulation des stratégies pour atteindre les objectifs de Kyoto, le premier ministre du Canada et les premiers ministres des provinces devraient, selon nous, assurer le leadership quant à la question des changements climatiques.

Par ailleurs, les objectifs de stabilisation ou même de réduction d'émissions évoqués dans les différents documents officiels sont toujours exprimés de façon très générale et pour le Canada dans son ensemble. On a évité, jusqu'ici, d'aborder la difficile question de la répartition des réductions entre les provinces et territoires, tout comme entre les secteurs de l'économie. Or il devient capital qu'un accord intervienne sur ce plan. Il nous faut sortir de cette polémique gagnants-perdants qui dresse les régions du pays les unes contre les autres, pour véritablement chercher des solutions satisfaisantes pour tous. Heureusement, les délais nécessaires à la ratification du protocole de Kyoto devraient donner au Canada le temps d'atteindre le consensus sur la formule qui puisse permettre de répartir équitablement, entre toutes les régions du pays, les coûts, mais également les bénéfices des efforts de réduction des GES. L'utilisation de certains instruments économiques, comme les permis échangeables, pourrait de plus faciliter les négociations en laissant aux forces du marché la responsabilité de réduire les émissions au moindre coût possible. Des objectifs de réduction pour certains secteurs comme le transport, soutenus par des programmes nationaux, pourraient également aider. En attendant que ces négociations aboutissent, il serait cependant souhaitable de renforcer les mesures déjà en place, telles celles qui encouragent les économies d'énergie, et de mettre en œuvre d'autres mesures économiquement rentables afin de ralentir, voire d'enrayer l'augmentation des émissions de GES. Disons-nous seulement que plus on tardera à s'entendre, plus les efforts à fournir pour atteindre nos objectifs seront importants.

SOUPLESSE, RAPIDITÉ ET OUVERTURE AUX MARCHÉS

Un des principaux messages répétés par l'industrie canadienne porte sur la nécessité d'adopter des orientations politiques claires tout en laissant à chaque entreprise assez de latitude pour qu'elle puisse déterminer elle-même la meilleure manière de réduire ses émissions. Cela explique la popularité dont jouissent les programmes Mesures volontaires et Regis-

tre du fédéral, ainsi qu'Écogeste du gouvernement du Québec. Ces programmes devront cependant être renforcés afin de garantir aux entreprises que leurs actions pourront être créditées si de nouvelles politiques sont mises en place (telle la possibilité d'échanger des permis d'émissions de GES).

De plus, il est clair que le protocole de Kyoto créera de nouveaux marchés pour les technologies permettant de réduire les émissions de GES. Les pays qui faciliteront l'émergence et le développement de telles technologies dans leurs entreprises seront donc en mesure de tirer profit de ces nouveaux marchés — tant les pays développés que les pays en développement. Le Canada aurait donc tout avantage à agir rapidement dans ce domaine puisque d'autres pays ont déjà amorcé le virage et pourraient prendre une avance qu'on aurait peine à rattraper.

SE PRÉPARER POUR LE LONG TERME

Bien qu'il n'y ait pas encore de consensus sur le niveau auquel les concentrations de GES devraient être ultimement stabilisées pour éviter une interférence dangereuse avec le système climatique (l'objectif ultime de la convention cadre sur les changements climatiques et du protocole de Kyoto), deux conclusions s'imposent déjà à la lumière des données disponibles.

Premièrement, les concentrations de GES ont déjà considérablement augmenté par rapport à la période pré-industrielle et elles continueront d'augmenter malgré l'adoption du protocole de Kyoto. Le Canada doit donc se préparer à s'adapter à un certain niveau de changements climatiques. Une étude pan-canadienne qui vient d'être rendue publique fournit une première évaluation des répercussions des changements climatiques pour le Canada et des moyens pour s'y adapter (voir «Aperçu du Québec en l'an 2050», p.24). La phase II de cette étude qui permettra, entre autres, de définir un programme de recherche pour le Canada, devrait être soutenue tout comme d'ailleurs les efforts de recherche en vue de mieux comprendre les changements climatiques.

Deuxièmement, les efforts de réduction prévus dans le protocole de Kyoto ne constituent qu'un premier pas. De nouveaux objectifs de réduction devront être négociés dans le futur. À moyen et à long terme, le succès des efforts globaux pour régler le problème des changements climatiques dépendra ni plus ni moins de la capacité de tous les pays du monde à développer et à adopter des modèles de société fondés sur le principe du développement durable.

Note

J'aimerais remercier Doug Russell, de Global Change Strategies International et Luc Gagnon, d'Hydro-Québec, membre du conseil d'administration du PCCEG, pour leur contribution à cet article.

LE PROTOCOLE DE KYOTO

Le 11 décembre dernier, à Kyoto, les représentants de 160 pays se sont entendus sur un protocole légalement contraignant dans lequel on prévoit que les nations industrialisées réduiront dans l'ensemble leurs émissions de gaz à effet de serre de 5,2 p. cent. L'entente porte sur la réduction des émissions d'un groupe de six gaz à effet de serre d'ici la période de 2008-2012 (le calcul se fera à partir de la moyenne des émissions pour ces cinq années).

La réduction de 5,2 p. cent des émissions totales des pays industrialisés correspond à des réductions de 8 p. cent pour la Suisse, pour plusieurs pays de l'Europe centrale et de l'Est, et pour l'Union européenne (l'UE atteindra son objectif en allouant des niveaux de réduction variables à ses pays membres); de 7 p. cent pour les États-Unis; et de 6 p. cent pour le Canada, la Hongrie, le Japon et la Pologne. La Russie, la Nouvelle-Zélande et l'Ukraine devront stabiliser leurs émissions tandis que la Norvège pourra les augmenter de 1 p. cent, l'Australie de 8 p. cent et l'Islande de 10 p. cent.

Un nouveau «mécanisme de développement propre» permettra aux pays industrialisés de financer des projets qui entraînent une réduction des émissions de GES dans les pays en développement et de recevoir des crédits pour leur contribution.

Un régime international de permis échangeables sera créé pour permettre aux pays industrialisés d'acheter et de vendre entre eux des crédits d'émissions excédentaires.

Les émissions de dioxyde de carbone attribuables à la déforestation et les réductions qui résultent de la plantation d'arbres pourront être considérées dans le calcul des émissions de chaque pays. Il sera donc possible pour un pays de réduire ses émissions en adoptant de nouvelles mesures de plantation d'arbres ou en gérant mieux ses forêts. D'autres catégories d'activité admissibles seront considérées dans les années à venir (p. ex., agriculture et autres formes d'utilisation du sol).

Le protocole entrera en vigueur le 90^e jour suivant sa ratification par 55 pays, parmi lesquels on trouvera des pays industrialisés responsables ensemble de 55 p. cent des émissions globales des pays industrialisés en 1990.

Le protocole ne prévoit pas de nouvelles obligations pour les pays en développement, une situation qui risque de compliquer la ratification par les États-Unis.

La quatrième conférence des parties de la convention cadre sur les changements climatiques (le protocole n'a pas encore une existence légale) doit avoir lieu à Buenos Aires, en Argentine, du 2 au 13 novembre 1998.

On peut se procurer le texte du protocole de Kyoto et de nombreux renseignements sur les changements climatiques au site suivant:

<http://www.unfccc.de/index.html>.

Deux sites offrent également de nombreux documents dans leur version française:

<http://www.rsc.cgcp.ca>

<http://www.proclim.unibe.ch>

Réorienter l'économie vers le développement durable

JEAN-FRANÇOIS LEFEBVRE | jflefebvre@grame.qc.ca

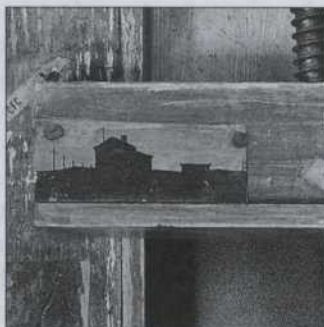
Jean-François Lefebvre est économiste et vice-président du Groupe de recherche appliquée en macroécologie (GRAME).

Pour beaucoup d'écologistes et plusieurs leaders politiques européens, le protocole adopté récemment à Kyoto ne va pas assez loin en ce qui concerne les objectifs de réduction des émissions de gaz à effet de serre (GES). Cet accord, dans lequel on convient d'une réduction de 5,2 p. cent d'ici 2008-2012 par rapport aux émissions de 1990 — et ce, seulement pour les pays industrialisés — serait, selon eux, nettement insuffisant.

À ces personnes, j'aimerais répondre que la réduction envisagée doit être comparée à ce qu'elle aurait été à défaut d'une entente internationale. Ainsi, si l'on relativise, une réduction de 6 p. cent des émissions d'ici 2012 pour le Canada correspondrait en fait à une baisse de près de 30 p. cent de ce qu'elles auraient pu avoir été en l'absence du protocole. Voilà qui représente incontestablement un gain environnemental fort important.

LE COÛT DE L'INACTION

Bien sûr, des intérêts économiques, particulièrement ceux associés à l'industrie des combustibles fossiles, en amènent certains à prédire récession et chaos advenant une véritable volonté de réduire les émissions. Je pense notamment au gouvernement albertain, à l'Institut américain du pétrole et au Fraser Institute. Ainsi, en 1989, ce dernier soutenait qu'en l'absence de totale certitude scientifique, l'inaction était la meilleure solution; il parlait alors à la fois du problème des changements climatiques et de celui de la diminution de la couche d'ozone.



Si tous ces propos avaient été pris en considération, le protocole de Montréal, qui a pour objectif de protéger la couche d'ozone, n'aurait jamais été adopté. Aujourd'hui, la contribution des chlorofluocarbures (CFC) à la diminution de la couche d'ozone est scientifiquement prouvée. Même si un certain nombre d'incertitudes demeurent en ce qui concerne la problématique des changements climatiques, la grande majorité de la communauté scientifique internationale s'entend

pour accorder à cette situation une attention considérable.

L'aspect économique du problème peut être ramené aux deux questions suivantes: Quel est le coût de l'inaction? Mesure-t-on objectivement le coût de la réduction des émissions de GES, actuellement?

À la première question, je répondrai simplement que l'inaction pourra se révéler d'un prix élevé, en termes non seulement de répercussions écologiques des changements climatiques, mais aussi d'incidences clairement économiques. La réponse à la deuxième question dépend, quant à elle, des mesures choisies pour réduire les émissions. Les personnes qui analysent ces mesures doivent être rigoureuses, tandis que celles qui les appliquent ne doivent pas hésiter à faire preuve d'imagination et de courage.

Il est ainsi très significatif que les premiers modèles utilisés pour évaluer les incidences de la réduction des émissions de gaz à effet de serre aient été des modèles économiques selon lesquels on se contentait de simuler la taxe sur le carbone requise pour qu'on atteigne un certain niveau

de réduction des émissions. On omettait totalement alors de considérer ce qu'il adviendrait des revenus tirés de cette taxe, comme si l'État allait les brûler... littéralement. Or les recettes fiscales provenant d'une taxe peuvent permettre de baisser d'autres taxes ou d'accroître les dépenses de l'État, ce qui entraîne, dans les deux cas, des gains économiques et une création d'emplois. Ne pas en tenir compte est tout simplement inadmissible. Certes, ce genre d'étude trouve preneur auprès de certains lobbies qui veulent faire miroiter le spectre de la récession «écologique». Toutefois, dès que l'on considère, dans le contexte de ces modèles, les gains économiques liés au recyclage des recettes de la taxe sur le carbone, les effets négatifs se trouvent très fortement réduits et peuvent même se transformer en bénéfices.

De plus, plusieurs des mesures permettant de réduire les émissions des GES se révèlent rentables en elles-mêmes, et ce, indépendamment du problème des changements climatiques. En effet, ces réductions peuvent également servir à diminuer d'autres problèmes environnementaux (c'est ce que l'on appelle les «doubles dividendes»).

L'HYDROÉLECTRICITÉ, LA GRANDE OUBLIÉE

En 1994, le gouvernement fédéral a mis sur pied un groupe de travail chargé d'évaluer «ce que le Canada pouvait faire» sur le plan de la réduction des gaz à effet de serre. Or la quasi-totalité des 85 mesures envisagées n'ont jamais été mises en œuvre. De plus, on a réussi l'exploit d'oublier de prendre en considération l'une des mesures qui a eu le plus d'effet jusqu'à présent pour réduire les émissions de GES: le développement d'une importante source d'énergie renouvelable, l'hydroélectricité. Pourtant, l'aménagement du complexe La Grande a permis au Québec de réduire les émissions de gaz à effet de serre de 17 p. cent entre 1971 et 1989. Il existe encore, dans plusieurs provinces, d'importants potentiels hydroélectriques économiquement exploitables. L'obstacle à de tels projets, dans certains cas, repose sur la faiblesse du commerce interprovincial de l'électricité. À l'heure de l'ouverture des marchés à l'échelle nord-américaine, cette situation anachronique devrait bientôt cesser. L'Ontario pourrait ainsi faire des gains importants en décidant d'importer de l'hydroélectricité du Québec, du Manitoba et de Terre-Neuve, plutôt que de l'électricité produite par des centrales thermiques américaines, en grande partie alimentées au charbon. De même, la Colombie-Britannique pourrait aider l'Alberta à réduire sa consommation de charbon. Dans cette optique, il est peut-être temps d'ajouter, dans un pays où l'électricité a surtout circulé jusqu'à présent dans un axe nord-sud, quelques lignes de transport d'électricité selon l'axe est-ouest. Au Canada, en développant 50 p. cent du potentiel hydroélectrique économiquement aménageable mais encore inexploité,

on réduirait de 16 p. cent les émissions de GES du pays et ce, grâce à cette seule mesure. Pour l'Inde et le Népal, la réduction serait de 53 p. cent!

Cela ne veut pas dire qu'il faille harnacher toutes les rivières! Mais cela prouve hors de tout doute que le gouvernement fédéral a sous-évalué nombre d'options susceptibles de permettre l'atteinte d'un objectif ambitieux de réduction des émissions de GES. Parmi ces options, mentionnons la filière hydroélectrique, dont l'oubli est inadmissible, les mesures incitatives d'ordre économique, telles que les permis échangeables, et la mise en œuvre d'une réforme «écologique» de la fiscalité.

Ainsi, il n'était probablement pas justifié que le Canada, à Kyoto, prenne un engagement moins important que celui des États-Unis (baisse respective des émissions de 6 p. cent et de 7 p. cent). Voilà qui démontre également que la parole devrait être laissée davantage aux gens qui apportent les solutions aux problèmes. On pourrait notamment envisager la création d'une Association canadienne de l'hydroélectricité, une nécessité si l'on tient à ce que soient mieux défendus les nombreux avantages environnementaux de cette filière.

LA CLÉ? LES MESURES INCITATIVES D'ORDRE ÉCONOMIQUE

Le gouvernement américain n'aurait jamais réussi à faire accepter le programme de réduction des précipitations acides si celui-ci n'avait pas été implanté sous la forme d'un système de permis échangeables qui permet de répartir plus efficacement les efforts de réduction entre les entreprises. En abaissant sensiblement les coûts pour l'industrie, un tel système permet aux États-Unis d'imposer des objectifs environnementaux plus ambitieux.

Il n'est pas surprenant que dans le protocole de Kyoto, on prévoie étendre l'application d'un tel système à la réduction des GES, cette fois, et ce, à l'échelle internationale, à la demande du Canada et des États-Unis. À l'échelle nationale, il pourrait également s'agir là d'une pierre d'assise pour les futurs plans d'action. Dans un geste symbolique très éloquent, à Kyoto, Ontario-Hydro a acheté un crédit pour une réduction de 10 000 tonnes d'émissions de GES à une entreprise américaine, la Southern California Edison. De plus, David Manning, porte-parole de l'Association canadienne des producteurs de pétrole, s'est dit satisfait de la souplesse du traité de Kyoto, lequel permet l'échange des permis d'émissions de gaz à effet de serre.

À cela devrait s'ajouter prochainement, dans le protocole de Kyoto, une résolution d'assistance aux pays en développement (fonds international et actions conjointes) afin de les aider à bâtir leur économie tout en minimisant leurs émissions de GES.

POUR UNE RÉFORME « ÉCOLOGIQUE » DE LA FISCALITÉ

Finalement, une autre mesure, dont on a trop peu parlé, pourrait faire de l'application du protocole de Kyoto un outil de développement économique et de création d'emplois: une réforme écologique de la fiscalité. Lorsque le ministre québécois de l'Environnement, M. Paul Bégin, a invité le gouvernement fédéral à faire preuve d'un peu plus de courage, au début des négociations à Kyoto, il a souligné que la « fin » du déficit fédéral offrait une marge au gouvernement canadien pour investir un peu plus dans l'environnement. Pour ma part, tout en félicitant M. Bégin d'avoir contribué à un engagement plus ferme du Canada, je pense que la meilleure santé financière du gouvernement fédéral pourra permettre de réduire considérablement les émissions de GES sans même accroître les dépenses de l'État. La clé réside, selon moi, dans une réforme écologique de la fiscalité. Jusqu'à présent, les taxes environnementales — notamment la fameuse taxe sur le carbone — ont été évaluées et présentées strictement en tant que nouvelles taxes qui s'ajouteraient au fardeau fiscal des contribuables et des entreprises. Or, avec les taxes actuelles sur la masse salariale, les impôts et les taxes de vente, une entreprise n'est ni encouragée à embaucher ni incitée à réduire ses émissions. Dans le cadre d'une réforme écologique, ces taxes traditionnelles seraient en partie remplacées par diverses taxes environnementales: taxe sur les combustibles fossiles proportionnelle à leur contribution à l'effet de serre (taxe sur le carbone), taxe de vente et frais d'immatriculation plus élevés pour les véhicules énergivores, etc. En Suède, les taxes vertes comptent déjà pour 11 p. cent des revenus.

L'adoption d'écotaxes devrait être accompagnée d'une réduction des subventions aux industries pétrolières et de l'automobile, tandis que des crédits d'impôts devraient favoriser les investissements en efficacité énergétique. Une telle réforme, déjà amorcée dans plusieurs pays européens, permettrait d'atteindre ici des objectifs importants de réduction des émissions. Elle permettrait également de créer des milliers d'emplois sans accroître le fardeau fiscal, notamment en favorisant la consommation de biens et de services préservant l'environnement.

Les solutions économiquement justifiables pour mettre en vigueur le protocole de Kyoto sont donc nombreuses, et cet accord, qui constitue une grande victoire pour l'humanité, est loin d'être une coquille vide. Il pourrait contribuer énormément à orienter l'économie sur la voie du développement durable.



Alain Bérubé

L'an dernier, Alain, Geneviève et Caroline ont, comme des centaines de jeunes Québécoises et Québécois, vécu une expérience inoubliable: ils ont eu la chance unique de participer au **Programme des moniteurs de langues officielles**. En donnant un coup de pouce à un enseignant ou à une enseignante, ils ont contribué à faire connaître la réalité québécoise à des jeunes d'autres provinces, tout en découvrant eux-mêmes une autre culture.

PROGRAMME DES MONITEURS DE LANGUES OFFICIELLES



Geneviève Mayers



Caroline Dubois

Les moniteurs et monitrices à temps partiel poursuivent simultanément des études collégiales ou universitaires dans la province qui les accueille. Les moniteurs et monitrices à temps plein se consacrent entièrement à cette tâche. Ils doivent avoir terminé au moins une année d'études universitaires.

La rémunération offerte est de 3 500 \$ pour huit mois de travail à temps partiel et de 11 400 \$ pour neuf mois de travail à temps plein.

Pour participer au Programme en 1998-1999, il faut s'y inscrire au plus tard le **15 février 1998**. Pour obtenir plus de détails sur le Programme, il suffit de s'adresser:

- à la personne responsable de l'aide financière aux étudiants dans son établissement d'enseignement;
- aux directions régionales du ministère de l'Éducation;
- au ministère de l'Éducation
Aide financière aux études
1035, rue De La Chevrotière
Québec (Québec) G1R 5A5
Tél.: (418) 643-3750.

Gouvernement du Québec
Ministère de l'Éducation

Patrimoine canadien Canadian Heritage

Conseil des relations
de l'Éducation (Canada)
Council of Ministers
of Education, Canada

CLAUDE LEFRANÇOIS ET MARC LUCOTTE

clefranc@rsc.ca

lucotte-marc_michel@uqam.ca

Effet de serre et gaz à effet de serre

La température moyenne de l'atmosphère à la surface de la Terre se maintient à l'intérieur d'une fourchette propice à la vie (15 °C en moyenne) grâce à la présence de gaz à effet de serre (GES) qui captent une partie du rayonnement thermique re-émis par la surface de la Terre (infrarouges) après qu'elle a reçu les radiations solaires. Ces gaz agissent en quelque sorte comme une couverture et maintiennent la température moyenne de la Terre environ 33 degrés Celsius plus chaude qu'elle ne le serait autrement, rendant ainsi la vie possible. L'effet de serre est un phénomène bien connu, décrit pour la première fois en 1827 par Jean-Baptiste Fourier, un scientifique français — description qui n'est pas remise en question, d'ailleurs, dans le débat actuel qui entoure les changements climatiques.

Les principaux GES qu'on trouve dans l'atmosphère à l'état naturel sont la vapeur d'eau (H_2O), le dioxyde de carbone (CO_2), le méthane (CH_4), l'oxyde nitreux (N_2O) et l'ozone (O_3). À ces gaz, s'ajoutent un certain nombre de gaz qui n'existent pas

à l'état naturel. Il s'agit des chlorofluorocarbures (CFC), des fluorocarbures (HFC), de l'hexafluorure de soufre (SF_6) et des perfluorocarbures (PFC). La contribution relative de ces différents gaz à l'effet de serre varie en fonction de leur potentiel d'absorption des infrarouges, de leur concentration et de la durée de leur séjour dans l'atmosphère (de quelques années à plus de 100 ans). La concentration est elle-même déterminée par un équilibre entre les sources et les puits (processus qui détruisent ou capturent les GES).

Compte tenu de l'importance de l'effet des GES sur le climat, il est toujours surprenant de constater qu'ensemble, sans la vapeur d'eau, ils constituent moins de 1 p. cent de l'atmosphère alors que l'azote et l'oxygène représentent respectivement 78,1 p. cent et 20,9 p. cent du total. C'est ce qui explique qu'une variation même minime de leur concentration puisse avoir d'importantes répercussions sur la capacité d'absorption par l'atmosphère des rayonnements infrarouges. Or le niveau de concentration des GES connaît, depuis la période pré-industrielle, une augmentation rapide qui est directement liée aux activités humaines.

Afin de bien saisir les conséquences des émissions anthropiques sur le climat, il est important de considérer non seulement les GES, mais aussi les aérosols, de fines particules solides ou liquides en suspension dans l'air et dont la durée de vie n'est que de quelques jours. Les aérosols sont produits en très grandes quantités à la suite de certaines activités industrielles. Ils ont pour effet de bloquer la lumière du Soleil et de contribuer à la formation de nuages, entraînant ainsi une diminution locale de la température. Dans les régions fortement industrialisées, les aérosols contrecarrent même l'effet de réchauffement causé par les GES. Ils sont également responsables des pluies acides. Leur utilisation tend à diminuer depuis qu'on cherche à régler ce problème.

EFFET DE SERRE

Le désir de comprendre le rôle des GES dans la régulation thermique de l'atmosphère a amené, dès la fin du XIX^e siècle, un scientifique suédois, Svante Arrhenius, à spéculer sur l'effet qu'aurait un doublement de la concentration de CO_2 sur la température moyenne de la planète. Il estima qu'un tel doublement se tradui-

rait par une augmentation de cinq à six degrés Celsius de la température moyenne, un résultat assez proche de ceux que nous fournissent aujourd'hui les modèles climatiques. C'est cependant en 1957 seulement que des scientifiques attirèrent l'attention sur le problème des changements climatiques et qu'on commença à établir les relevés systématiques des concentrations de CO_2 dans l'atmosphère. Ce sont ces données ainsi que celles recueillies grâce à l'analyse de bulles d'air enfermées dans les calottes glacières (certains forages permettent de remonter jusqu'à 160 000 ans) qui ont permis de suivre l'évolution des concentrations de GES dans l'atmosphère. Le résultat? La concentration de CO_2 a connu une augmentation de plus de 30 p. cent depuis la période pré-industrielle. La concentration d'autres GES a aussi augmenté durant cette période. À titre d'exemple, les concentrations de méthane ont plus que doublé tandis que celles des oxydes nitreux ont augmenté de 8 p. cent. Ce sont ces augmentations qui sont à l'origine de l'effet de serre anthropique supplémentaire. La contribution relative des GES à ce dernier effet de serre est estimée à un peu plus de 60 p. cent pour le gaz carbonique tandis que le méthane contribue entre 15 et 20 p. cent et que l'oxyde nitreux, les chlorofluorocarbures et l'ozone totalisent ensemble approximativement 20 p. cent. La contribution des autres GES est relativement modeste pour l'instant, mais elle pourrait augmenter rapidement compte tenu de

Claude Lefrançois est responsable du dossier des changements climatiques et coordonnateur du Programme canadien des changements à l'échelle du globe de la Société royale du Canada.

Marc Lucotte est directeur de l'Institut des sciences de l'environnement de l'Université du Québec à Montréal, où il est également professeur.



leur très forte capacité d'absorption des rayonnements infrarouges et de leur longue durée de vie dans l'atmosphère. C'est pour cette raison qu'on les a inclus à l'intérieur du protocole de Kyoto.

SOURCES ANTHROPIQUES ET ÉVOLUTION

DES PRINCIPAUX GES

La vapeur d'eau est le seul GES qui n'est pas affecté directement par les activités humaines. Cependant, comme l'air plus chaud peu retenir plus d'humidité, les modèles permettent de prédire qu'un réchauffement même minime du globe conduirait à une augmentation des niveaux de vapeur d'eau, ajoutant encore à l'effet de serre supplémentaire (rétroaction positive). L'incertitude entourant le rôle des nuages et des précipitations dans ce bilan ne permet pas, toutefois, de mesurer l'importance exacte de cette rétroaction.

SOURCES D'ÉMISSIONS

Les sources anthropiques de tous les autres GES varient considérablement d'un pays à un autre et, à l'intérieur d'un même pays, d'une région à une autre. Historiquement, l'accumulation des gaz à effet de serre est clairement imputable aux pays industrialisés (principalement à la suite de la combustion de carburants fossiles tel le pétrole, de la déforestation et des pratiques agricoles) et ces pays sont responsables encore aujourd'hui d'environ 60 p. cent des émissions anthropiques globales de GES. La plupart des scénarios prévoient cependant que les pays

en voie de développement dépasseront les pays industrialisés comme source principale de GES d'ici 20 ou 30 ans.

La figure 1 présente, pour l'année 1995, les données totales et par habitant relatives aux émissions de CO₂ pour les dix plus importants pays émetteurs. On y voit clairement que si la Chine et l'Inde sont d'importants pays émetteurs, leurs émissions par habitant sont nettement inférieures à celles des pays développés (entre 10 et 20 fois). La comparaison des données entre les pays développés permet également de constater de très grandes variations. Celles-ci peuvent s'expliquer par des différences dans la situation géographique, les sources d'énergie utilisées (à

titre d'exemple, l'utilisation du charbon pour la production d'électricité génère beaucoup plus d'émissions de GES que l'utilisation du gaz naturel) et le niveau d'efficacité avec lequel on utilise l'énergie et les ressources naturelles.

Dans le *Deuxième Rapport national du Canada sur les changements climatiques* (1997), on indique que «les Canadiens ont rejeté, en 1995, 619 millions de tonnes (Mt) de GES, soit approximativement 2 p. cent de toutes les émissions mondiales. Le dioxyde de carbone se classait au premier rang (81 p. cent, ou 500 Mt), suivi du méthane, 12 p. cent, de l'oxyde nitreux, 5 p. cent et des perfluorocarbures (PFC), 1 p. cent; le reste comprenait de l'hexa-

fluorure de soufre et des hydrofluorocarbures (HFC). Environ 89 p. cent de ces émissions ont été attribuées à la production, au transport et à la consommation de combustibles fossiles. Les différents secteurs ont contribué comme suit à ces émissions: les industries énergétiques, environ 34 p. cent; l'industrie, 20 p. cent; les transports, 27 p. cent; le secteur résidentiel, 10 p. cent; le secteur commercial et institutionnel, 5 p. cent; l'agriculture, 5 p. cent.» La figure 2 permet de constater qu'à l'intérieur même du Canada, les variations sont tout aussi importantes que les variations observées entre les dix plus importants pays émetteurs. Ces variations d'une province à une autre sont dues aux différences de po-

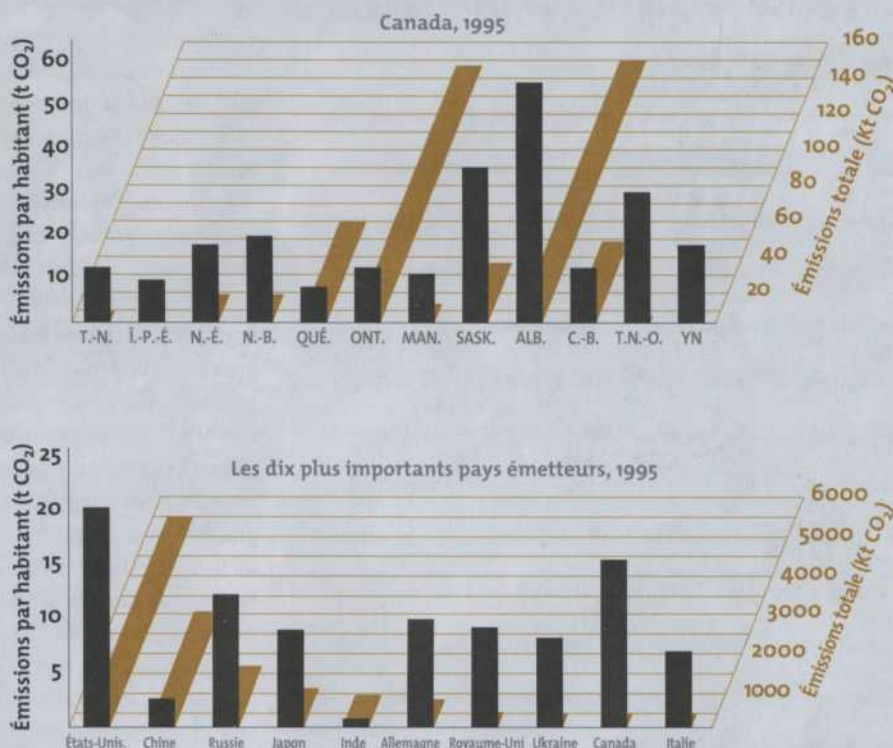


FIGURE 1

Le Groupe d'experts intergouvernementaux sur l'évolution du climat (GIEC) a été créé conjointement en 1988 par les responsables du Programme des Nations Unies pour l'environnement et l'Organisation météorologique mondiale, en vue: 1) d'évaluer les données scientifiques portant sur le changement climatique, 2) d'évaluer les effets environnementaux et socio-économiques du changement climatique, et 3) d'élaborer des stratégies d'action.

Le GIEC a publié deux évaluations (1990 et 1995) comprenant chacune trois rapports d'évaluation technique. Les trois volumes de l'évaluation de 1995 ont mis à contribution plus de 2500 scientifiques et autres spécialistes du monde entier (y compris plusieurs Canadiens). Il s'agit sans nul doute de l'évaluation scientifique la plus approfondie qui ait jamais été entreprise pour une question environnementale. Les rapports du GIEC servent de référence dans toutes les discussions entourant la question des changements climatiques.

pulation, mais également à d'autres facteurs tels que le mode de production d'électricité et l'activité industrielle. Les émissions relativement basses du Québec s'expliquent, par exemple, en grande partie par l'utilisation de l'hydroélectricité — qui génère beaucoup moins de GES que les autres filières énergétiques, à puissance égale — tandis que celles beaucoup plus élevées de l'Alberta peuvent, pour leur part, s'expliquer en partie par l'extraction et le transport de combustibles fossiles destinés à l'exportation et par l'utilisation du charbon dans la production d'électricité.

tation et par l'utilisation du charbon dans la production d'électricité.

Les données de 1995 pour le Canada permettent de constater qu'il y a eu une augmentation des émissions de GES de 9 p. cent par rapport à l'année de référence 1990. Les projections indiquent que, en l'absence de nouvelles mesures de réduction, cette augmentation atteindra 18 p. cent en 2010. Dans le protocole de Kyoto, on prévoit que le Canada devra réduire ses émissions de GES de 6 p. cent par rapport à

1990 d'ici à 2008-2012 (le calcul se fera à partir de la moyenne des émissions pour ces cinq années). Compte tenu du fait que les émissions ont augmenté de 9 p. cent entre 1990 et 1995 et qu'elles ont continué à augmenter depuis, le Canada doit donc faire face à une réduction réelle de plus de 15 p. cent.

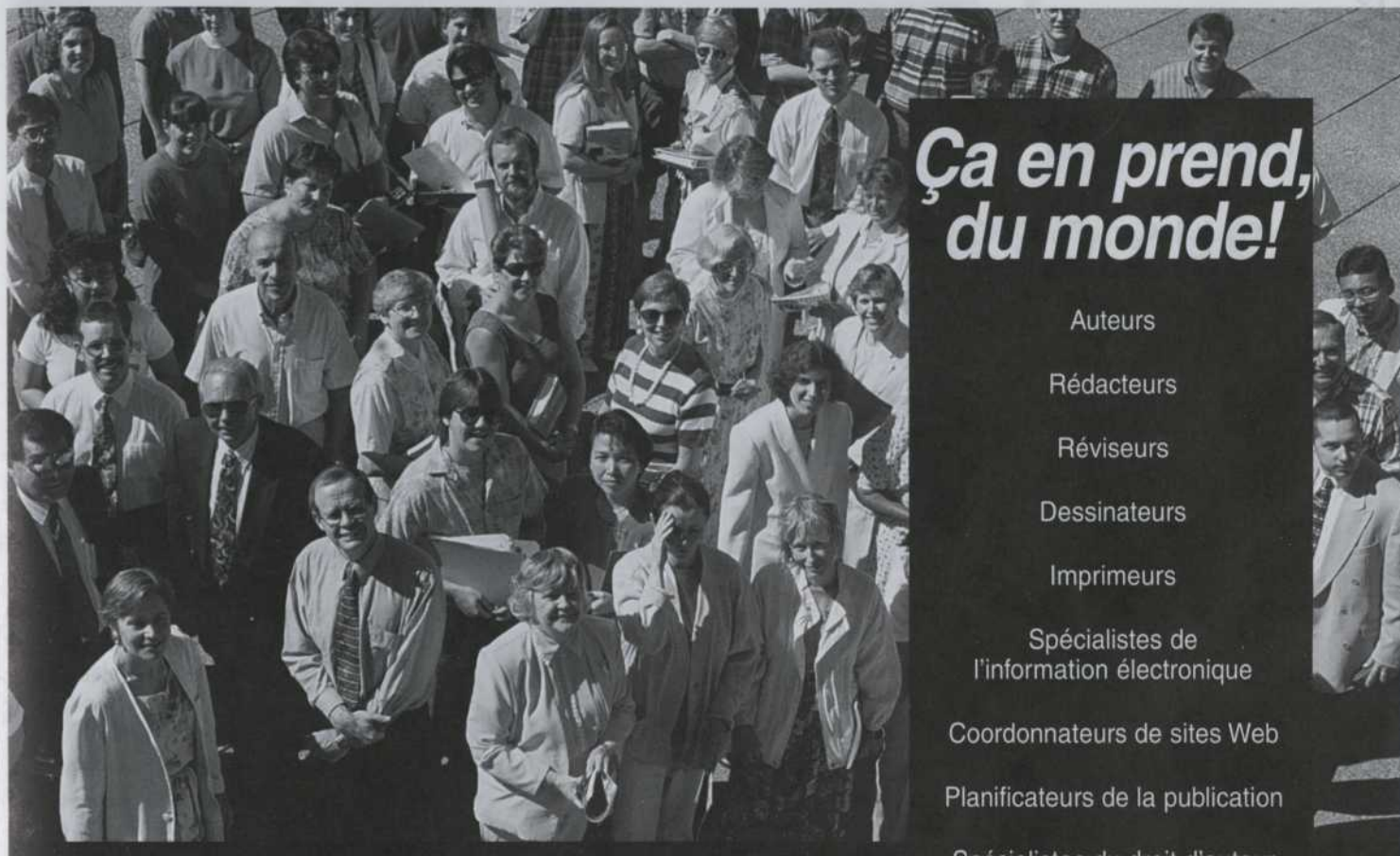
Le Groupe d'experts intergouvernementaux sur l'évolution du climat (GIEC, encadré) a mis au point un certain nombre de scénarios pour estimer l'évolution probable des émissions de gaz carbonique d'ici l'an 2100. Ces scénarios varient en fonction de diverses hypothèses quant à la croissance économique et démographique, à l'exploitation du sol (la déforestation entraîne, par exemple, la diminution d'un réservoir important de carbone et l'augmentation de la concentration de CO₂ dans l'atmosphère), aux progrès technologiques et à l'approvisionnement énergétique, ainsi qu'à la façon dont les différentes sources d'énergie contribueront à cet approvisionnement entre 1990 et 2100. Tous les scénarios, même les plus optimistes prévoient une augmentation majeure des concentrations de GES dans l'atmosphère au cours du prochain siècle. Ce changement entraînerait une augmentation de la température moyenne de la Terre de un à trois degrés et une augmentation du niveau des mers de 0,15 à 0,95 cm avec d'importantes conséquences sur les plans social, économique et environnemental. Les scénarios démontrent également que la stabilisation du gaz carbonique, même au double du niveau pré-industriel (un niveau jamais atteint au cours des derniers 160 000 ans) et à quelque moment dans l'avenir, nécessiterait que les émis-

sions tombent à moins de 50 p. cent de leurs niveaux actuels, malgré la croissance des populations et l'expansion de l'économie mondiale.

POUR EN SAVOIR PLUS...

- *Le Canada et l'état de la Planète*, Michael KEATING et le Programme canadien des changements à l'échelle du globe, Éditions MultiMondes. Pour commander, tél.: (418) 651-3885.
- *Tendances des émissions de gaz à effet de serre au Canada*, Environnement Canada, 1997, n° de cat. EN49-5/5-8F, 82 pages. Pour commander, tél.: 1-800-668-6767.
- *Deuxième Rapport national du Canada sur les changements climatiques*, Environnement Canada, 1997, n° de cat. EN21-125/1997F, 164 pages. Pour commander, tél.: 1-800-668-6767.
- *Climate Change Information Kit*, United Nations Environment programme's, tél.: (+41-22) 979-9244/9196/911; téléc.: (+41-22) 797 3464; courriel: iuc@unep.ch
- *Deuxième Rapport d'évaluation du GIEC*, Groupe d'experts intergouvernementaux sur l'évolution du climat, Organisation météorologique mondiale et le Programme des Nations Unies pour l'environnement, 1996.
- HOUGHTON, John T. *Global Warming: the Complete Briefing*, Second Edition, Cambridge University Press, 251 pages, 1997.
- *Une question de degrés: l'abc du changement climatique*, Environnement Canada 1997, n° de cat. MAS EN-21/1-1997F, 93 pages.
- *Le changement climatique: dimensions économiques et sociales, Contribution au Deuxième Rapport d'évaluation du Groupe d'experts intergouvernementaux sur l'évolution du climat (GIEC)*, Éditions MultiMondes, 1996, 544 pages.

L'édition scientifique



**Ça en prend,
du monde!**

Auteurs

Rédacteurs

Réviseurs

Dessinateurs

Imprimeurs

Spécialistes de
l'information électronique

Coordonneurs de sites Web

Planificateurs de la publication

Spécialistes du droit d'auteur

Experts en commerce
et en marketing

Directeurs des
abonnements, des ventes
et de la distribution

Et tout ce monde là, nous l'avons. Et nous sommes aussi, depuis plus de 65 ans, le plus important éditeur scientifique du Canada. Si vous pensez à aborder la publication électronique, à lancer une nouvelle publication, à publier des comptes rendus de conférences, à élargir votre programme de publication ou à obtenir des conseils sur la façon de rationaliser votre exploitation, nous sommes là pour vous. Appelez-nous, au 1-800-668-1222 ou au (613) 993-9093, envoyez-nous un message électronique, à rp.business@nrc.ca, ou visitez notre site Web, à <http://www.nrc.ca/cisti/icist.html>

Les Presses scientifiques du CNRC

Les experts de l'édition scientifique

Les Presses scientifiques du CNRC font partie de l'Institut canadien de l'information scientifique et technique

De Napoléon à RADARSAT: LE DELTA DU NIL SOUS OBSERVATION

RICHARD SAINT-LOUIS

POUR RECONSTITUER L'ÉVOLUTION DU DELTA DU NIL AU COURS DES DEUX DERNIERS SIÈCLES, UN ÉTUDIANT DE L'UNIVERSITÉ DU QUÉBEC À RIMOUSKI COMPARE LES CARTES DE NAPOLÉON AUX IMAGES SATELLITES ACTUELLES. SA RECHERCHE DEVRAIT PERMETTRE DE MIEUX ESTIMER LES RETOMBÉES FUTURES DES ACTIVITÉS HUMAINES DANS CETTE RÉGION.

En Égypte, le delta du Nil est un peu le garde-manger du pays. Près de 60 millions de personnes habitent cet écosystème unique. Ses lagunes et ses terres humides, les dernières du nord-est de l'Afrique, sont des milieux de première importance pour la pêche, l'aquaculture et les oiseaux migrateurs. Or, sous la pression humaine et l'action de facteurs naturels, ces ressources indispensables sont menacées. Pour prévenir leur disparition, une équipe de chercheurs du Canada, des États-Unis et de l'Égypte s'est donné pour mission de tenter de comprendre l'évolution du delta du Nil depuis sa formation.

Daniel De Lisle, étudiant au doctorat en océanographie à l'Université du Québec à Rimouski, fait partie de cette équipe

internationale avec son directeur de thèse Georges Drapeau, géologue à l'INRS-Océanologie. Daniel De Lisle est spécialiste en télédétection. Il s'est intéressé, entre autres, à l'application des images satellites à l'étude de l'évolution côtière des Îles-de-la-Madeleine. Son expertise est essentielle dans un tel projet, et faire le saut des dunes des Îles aux dunes du Nil est un défi stimulant pour le jeune homme. C'est avec enthousiasme qu'il décrit l'approche originale du groupe de recherche: «Pour concevoir l'avenir de cette région, il faut étudier l'évolution morphodynamique du delta, c'est-à-dire comprendre comment s'est développé et modifié dans le temps et l'espace cet écosystème. Pour y arriver, nous avons besoin d'une composante verticale, obtenue par l'étude de carottes de sédi-

ment, et d'une composante horizontale fournie par les images satellites comme celles provenant de RADARSAT.»

L'information stratigraphique que révèle l'étude d'une carotte de sédiment permet de remonter dans le temps, au début de la formation du delta, il y a environ 10 000 ans. Pour cela, la collection de carottes de sédiment du National Museum of Natural History de la Smithsonian Institution de Washington est mise à profit par l'équipe de recherche. Cette collection de plus de 85 échantillons couvre toute la partie nord du delta, d'Alexandrie à Port-Saïd (figure 1). C'est Daniel J. Stanley, co-directeur de D. De Lisle et l'un des conservateurs de la Smithsonian Institution, qui est responsable de l'étude sédimentologique du delta.

LES CARTES DE NAPOLÉON COMME TÉMOINS

Mais comment peut-on déterminer l'évolution horizontale de la région, puisque les satellites n'observent notre planète que depuis quelques dizaines d'années? «En comparant les images satellites récentes avec les cartes anciennes, explique D. De Lisle. Bien sûr, on ne peut reculer de plusieurs siècles. Mais il existe des données cartographiques fiables de la région du Nil remontant à près de 200 ans.» Et quelle est cette source fiable? «Les cartes de Napoléon. Lorsque ce dernier marcha sur l'Égypte, il fit faire des relevés précis et détaillés de la faune, de la flore et de la géographie du delta du Nil, sa nouvelle conquête. Et ses cartographes firent un travail remarquable, sans savoir que ce dernier se retrouverait numérisé, deux siècles plus tard, dans l'ordinateur de Daniel De Lisle.

Mais avant de faire de ces cartes anciennes des fichiers informatiques destinés à la modélisation, notre jeune chercheur a dû consulter les documents originaux à la Bibliothèque du Congrès, à Washington. Là, dans une salle spéciale, gantée de blanc, surveillée par une caméra et accompagné d'un employé, D. De Lisle a fait un voyage dans le temps. Les grandes cartes jaunies, percées çà et là par les termites, ont révélé un environnement très différent de l'actuel delta du Nil. Il a constaté qu'en deux siècles, la lagune de Maryut avait été asséchée sur près de 75 p. cent de sa superficie. Cette terre gagnée sur l'eau a servi à développer l'agriculture pour la population grandissante de l'Égypte.

AU DELÀ DES CARTES, LE TERRAIN

De retour à Rimouski avec des



PHOTOS: RICHARD SAINT-LOUIS



PHOTOS: RICHARD SAINT-LOUIS

copies des cartes napoléoniennes (figure 2). D. De Lisle avait la tâche d'intégrer cette information aux données satellites dans un système d'information géographique (SIG), lequel permet de synthétiser l'évolution des lagunes et des terres humides du delta du Nil. Par la modélisation de l'évolution récente de l'écosystème, l'équipe de recherche souhaite déceler les modifications plus subtiles qu'une simple comparaison de cartes ne peut révéler. Informatique et satellites, voilà des outils qui semblent éloigner le chercheur d'aujourd'hui du savant d'autrefois obligé de travailler sur place, avec de l'eau à mi-cuisse, peinant à travers les roseaux sous un soleil de plomb.

«Au contraire, rétorque Daniel De Lisle. Si les satellites peuvent rendre compte des conséquences d'une intervention humaine à grande échelle, comme la construction du barrage Aswan en 1964, ils ne peuvent nous révéler la dynamique actuelle des in-

terventions humaines à petite échelle. Or l'un des buts de cette recherche est justement de déterminer la part de retombées dues à l'activité humaine de celle des facteurs naturels responsables des modifications du delta. Et pour comprendre cette dynamique, il faut aller sur le terrain.»

C'est ainsi que, grâce à une bourse du CRDI, Daniel De Lisle a parcouru, pendant trois mois, sur la terre et sur l'eau, l'écosystème des lagunes du delta du Nil. À son arrivée en Égypte, le 15 février, il était bien préparé sur le plan scientifique. Mais il avait un doute quant au sens d'une remarque du comité du CRDI à propos de son projet. Ce comité avait souligné dans son évaluation «une sous-estimation de la synergie nécessaire pour réaliser le projet en Égypte». Il devait comprendre rapidement le sens de cette phrase...

Pour sa première journée de travail, Daniel De Lisle avait prévu un trajet d'étude de 35 km, sur une route droite, du moins

selon la carte. Un fois sur place, il vit que la route était sinueuse, parsemée de cratères pouvant englober la camionnette. Une opération qui devait prendre deux heures en nécessita dix. Le sens de la synergie commença à s'éclaircir! Après trois semaines, le plan de mission était même sérieusement compromis. «À ce rythme, c'était impossible d'accomplir le travail prévu, admet-il. J'ai dû faire preuve de leadership, être ferme sur la question des délais et des objectifs. Et négocier.» Négocier avec les pêcheurs, les conducteurs, les guides, bref avec tout le monde, même la police, malgré les autorisations qu'il possédait. Il faut avouer qu'un Nord-Américain se promenant avec des cartes satellites, un appareil photo et un système de positionnement GPS a plutôt l'air d'un agent secret que d'un océanographe. C'est ainsi qu'un étudiant égyptien collaborant au projet a dû convaincre un policier en civil des intentions pacifiques du Canadien,

qui venait de photographier la station de pompage d'El-Mex près d'Alexandrie, une station vitale pour l'une des lagunes, donc une cible militaire.

Une fois la synergie établie, le projet fut profitable pour tout le monde. «De ma part, les scientifiques égyptiens ont obtenu un transfert technologique, affirme Daniel De Lisle. De leur part, j'ai profité d'un transfert de connaissance.» Ce qu'il a constaté pendant ces trois mois, c'est une lutte constante entre la nature et l'être humain. En certains endroits, on essaie d'empêcher l'ensablement des zones de pêche des lagunes en construisant des écrans, un peu comme nos clôtures à neige (figure 3). Alors qu'ailleurs, les gens tentent de prendre possession des rives instables des lagunes en construisant des maisons illégales et ce, malgré la police des lagunes qui patrouille en zodiac. Bien d'autres exemples pourraient illustrer cette dynamique actuelle des interventions humaines à petite échelle qui, dans leur ensemble, ont des conséquences non négligeables sur l'évolution du delta.

Depuis son retour d'Égypte, Daniel De Lisle travaille sur les données satellites, sédimentaires et cartographiques desquelles devrait émerger un modèle pertinent pour concevoir l'avenir des fragiles lagunes et terres humides du delta du Nil. Cependant, son plus grand défi est de tenir compte du facteur humain, qui y joue un rôle depuis 5 000 ans.

LES PRIX DU QUÉBEC, CUVÉE 1997

Dix personnalités du Québec ont reçu en décembre un Prix du Québec, soit la plus haute distinction décernée par le gouvernement du Québec dans le secteur des arts et celui de la science.

Dans le domaine scientifique, le **prix Armand-Frappier** a été remis à **Roger Blais**, de l'École polytechnique de Montréal, pour sa contribution à la promotion de la recherche et du développement scientifique et technologique. **Louis Legendre**, de l'Université Laval, a reçu le **prix Marie-Victorin**, en sciences pures et appliquées, pour ses travaux en océanographie (voir notre entrevue avec lui pages 18-22). Le **prix Léon-Gérin**, en sciences humaines, a été attribué à **Margaret Lock**, de l'Université McGill, pour sa contribution au développement de l'anthropologie médicale (voir « Margaret Lock, bouffées de chaleur au pays de la ménopause », *Interface*, vol. 17, n° 3, mai-juin 1996, p. 12-16). Enfin, le **prix Wilder-Penfield**, en sciences biomédicales, a été remis au **D^r Kresimir Krnjivic**, pour ses recherches en neurophysiologie.

UN APPEL POUR STIMULER L'INNOVATION

Au Québec, les entreprises manufacturières doivent encore augmenter leurs dépenses en R-D pour rejoindre la moyenne des pays de l'OCDE. Le personnel scientifique et technique est à la hausse, mais on observe un écart important du Québec par rapport à l'Ontario quant à la présence d'ingénieurs, ingénieures dans l'entreprise. D'ailleurs, le Québec reste sous la moyenne des pays industrialisés pour ce

qui est de la proportion des diplômés et diplômées universitaires en sciences et en génie: 30,2 p. cent du total des diplômes comparé à 39,3 p. cent. Tout cela alors que les crédits alloués à la recherche et à la formation dans les universités sont à la baisse...

C'est donc un véritable appel à la « mobilisation des entreprises, des enseignants, des chercheurs et des organismes de promotion de la culture scientifique et technologique pour soutenir le développement d'une culture de l'innovation » que lance le président du Conseil de la science et de la technologie, M. Camille Limoges, dans un rapport soumis en décembre à M. Roger Bertrand, ministre délégué à l'Industrie, au Commerce, à la Science et à la Technologie¹. Le Conseil demande notamment au gouvernement du Québec de se doter d'une politique de l'innovation pour assurer un environnement favorable à la formation des ressources humaines, au développement de la recherche et à la culture de l'innovation. Le gouvernement devrait également orienter ses interventions vers la formation de réseaux d'innovation et soutenir adéquatement les entreprises dans le développement de leur capacité d'innovation.

Source

1. CONSEIL DE LA SCIENCE ET DE LA TECHNOLOGIE, *Pour une politique de l'innovation*, rapport de conjoncture 1998, décembre 1997, 74 p.

DES LAURÉATS ET DES PRIX

Deux chercheurs de l'Université Laval, **Claude Bouchard** et **Angelo Tremblay**, viennent de recevoir le **prix Albert-Creff** de l'Académie

nationale de médecine de France. Cette distinction leur a été accordée pour leur rapport de recherche en nutrition sur les déterminants de la masse grasse.

Dans un tout autre domaine, l'Institut d'histoire de l'Amérique française a octroyé le **prix Lionel-Groulx** à **Gérard Bouchard**, professeur à l'Université du Québec à Chicoutimi, pour son livre *Quelques arpents d'Amérique. Population, économie, famille au Saguenay, 1838-1971*. Ce prix couronne le meilleur livre d'histoire publié au Québec durant la dernière année.

DEUX PROGRAMMES INNOVATEURS À L'UNIVERSITÉ D'OTTAWA

Deux nouveaux programmes de premier cycle viennent d'être lancés à l'Université d'Ottawa: le baccalauréat en génie du logiciel, le premier du genre au Canada, et le baccalauréat en sciences en technologie de l'informatique. Ce dernier programme est conçu pour être suivi en même temps qu'un baccalauréat en génie civil, chimique ou mécanique. Les étudiants et étudiantes pourront ainsi obtenir deux diplômes en cinq ans seulement. Quand on sait que, selon une récente étude de la compagnie Deloitte & Touche, 60 p. cent des entreprises canadiennes ont de la difficulté à recruter du personnel hautement qualifié en technologie de l'information, on ne peut que se réjouir de cette initiative.

UN CERTIFICAT EN BIOTECHNOLOGIES

Depuis le début de la présente session, la Faculté des sciences et de génie de l'Université Laval offre, en partenariat avec le cégep

Lévis-Lauzon, un tout nouveau programme de certificat en biotechnologies. Axé sur les techniques touchant tous les domaines reliés au secteur des biotechnologies — microbiologie, biologie moléculaire, génie biomasse, biofermentation et chimie instrumentale —, ce programme alloue autant d'heures à la formation pratique en laboratoire qu'aux cours théoriques. D'une durée d'un an, il se termine par un stage de quatre semaines en entreprise.

QUELQUES CHIFFRES SUR LA PROTECTION DE L'ENVIRONNEMENT

Selon Statistique Canada, l'industrie canadienne a consacré, en 1995, 165 millions de dollars à la R-D pour la protection de l'environnement, ce qui représente une hausse de 22 p. cent par rapport à 1993. Ces dépenses ne représentent toutefois que 2 p. cent du total des dépenses en R-D. Quant aux instituts de recherche industriels, ils ont dépensé 13 millions de dollars en R-D au cours de l'année 1995, soit un peu moins qu'en 1993.

INAUGURATION DE L'INSTITUT DE RECHERCHE SUR LES PME

L'Université du Québec à Trois-Rivières a récemment inauguré l'Institut de recherche sur les PME. Dirigé par M. Robert Beaudoin, cet institut a pour mission de favoriser l'avancement des connaissances sur les PME de façon à contribuer à leur développement. Il se chargera, entre autres, de former des spécialistes aptes à travailler dans des PME.

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.

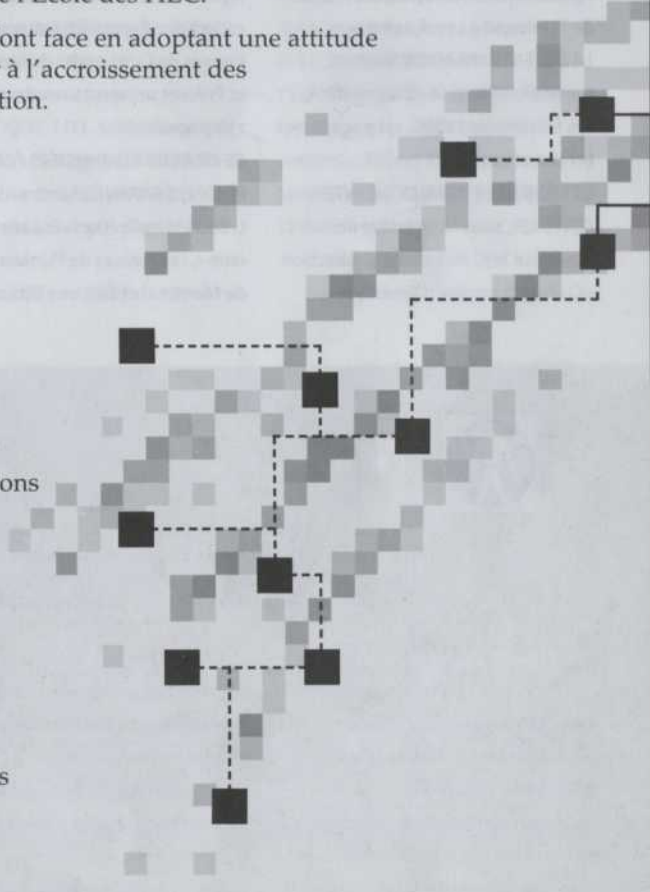
Cette nécessité d'élaborer des visions nouvelles, ils y font face en adoptant une attitude proactive envers le changement, de façon à contribuer à l'accroissement des connaissances et à l'amélioration des pratiques de gestion.

La recherche à l'École des HEC:

- la Chaire de commerce Omer DeSerres
- la Chaire de gestion des arts
- la Chaire de gestion des risques
- la Chaire d'entrepreneurship Maclean Hunter
- 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 transformation des organisations
- le Groupe de recherche en 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, Université du Québec à Montréal



Direction de la recherche
École des Hautes Études Commerciales
3000, chemin de la Côte-Sainte-Catherine
Montréal (Québec)
H3T 2A7

Tél.: (514) 340-6256
recherche.info@hec.ca
<http://www.hec.ca/recherche>

L'esprit d'entreprise



LIVRES

BIOLOGIE

LES ANIMAUX LITTORAUX DU SAINT-LAURENT. Guide d'identification, Edwin Bourget, Les Presses de l'Université Laval, 270 pages.

SCIENCE POLITIQUE

PRAXIS DE LA SCIENCE POLITIQUE. Une porte ouverte sur les méthodes, les champs et les approches de la discipline, Nelson Michaud, Les Presses de l'Université Laval, 246 pages.
LA DÉCENTRALISATION, Vincent Lemieux, collection «Diagnostic», Les Éditions de l'IQRC, 132 pages.

LITTÉRATURE

LITTÉRATURE ET DIALOGUE INTERCULTUREL, sous la direction de Françoise Tétu de Labsade, collection «Culture française d'Amérique»,

Les Presses de l'Université Laval, 270 pages.
IMAGES LITTÉRAIRES OU COMMENT LIRE VISUELLEMENT PROUST, Mieke Bal, XYZ éditeur, 228 pages.
ÊTRES ARTIFICIELS. Les automates dans la littérature américaine, Daniel Canty, Éditions Liber, 158 pages.
LIRE GENET. Une poétique de la différence, Mairéad Hanrahan, collection «Espace littéraire», Les Presses de l'Université de Montréal et Presses universitaires de Lyon, 236 pages.
DE GRANDS ROMANCIERS ÉCRIVENT POUR LES ENFANTS, Sandra L. Beckett, collection «Espace littéraire», Les Presses de l'Université de Montréal et Éditions littéraires

et linguistiques de l'Université de Grenoble, 316 pages.
PAUL-ÉMILE BORDUAS. Écrits II, édition critique par André G. Bourassa et Gilles Lapointe, collection «Bibliothèque du Nouveau Monde», Les Presses de l'Université de Montréal, 608 pages.
LOUIS DANTIN. ÉMILE NELLIGAN ET SON ŒUVRE, édition critique par Réjean Robidoux, collection «Bibliothèque du Nouveau Monde», Les Presses de l'Université de Montréal, 298 pages.
SOCIOLOGIE, LINGUISTIQUE
LES ESPACES DE L'IDENTITÉ, sous la direction de Laurier Turgeon, Jocelyn Létourneau et Khadiyatoula Fall, Les Presses de l'Université Laval, 344 pages.
ETHNOLOGIES FRANCOPHONES DE L'AMÉRIQUE ET D'AILLEURS, sous la direction de Anne-Marie Desdouits et Laurier Turgeon, Les Presses de

l'Université Laval, 384 pages.
DEUX GROUPES LINGUISTIQUES. Une communication de masse, Simon Laflamme et Ali Reguigui, collection «Logiques sociales», Harmattan, 210 pages.
UNE LANGUE, DEUX CULTURES. Rites et symboles en France et au Québec, sous la direction de Gérard Bouchard et Martine Segalen, Les Presses de l'Université Laval, 358 pages.
LES SITUATIONS PLURILINGUES ET LEURS ENJEUX, sous la direction de Marie Louise Lefebvre et Marie-Antoinette Hily, collection «Espaces interculturels», Harmattan, 286 pages.
L'HABILLÉ ET LE NU. Pour une éthique du vêtir et du dénuder, André Guindon, Les Presses de l'Université d'Ottawa et les Éditions du Cerf, 308 pages.



EMPLOIS

CONFORMÉMENT AUX EXIGENCES PRESCRITES EN MATIÈRE D'IMMIGRATION AU CANADA, LA PRIORITÉ SERA ACCORDÉE, POUR CES EMPLOIS, AUX CITOYENS CANADIENS ET AUX RÉSIDENTS PERMANENTS.

UNIVERSITÉ DE MONTRÉAL ET YORK UNIVERSITY CENTRE CANADIEN D'ÉTUDES ALLEMANDES ET EUROPÉENNES Directeur, directrice

Le Consortium canadien d'études allemandes interdisciplinaires dans le contexte européen recherche une ou un universitaire chevronné pour combler le poste de premier directeur ou première directrice du Centre canadien d'études allemandes et européennes (CCEAE). La personne nommée par les deux universités, l'Université de Montréal et York University (Toronto), superviser le développement du CCEAE. Le Centre dispose de bureaux à Montréal et à Toronto, et est associé

aux programmes d'études de deuxième et de troisième cycles en études allemandes et européennes des deux universités.
Exigences : fournir un dossier de son expérience en tant qu'éminent professeur et chercheur dans un ou plusieurs domaines relevant directement du mandat du Centre; posséder de l'expérience en recherche et en enseignement interdisciplinaires; démontrer une aptitude marquée pour l'administration, plus particulièrement pour l'organisation efficace du travail dans un réseau complexe d'institutions et de personnes; disposer d'un vaste réseau de contacts aux niveaux universitaire, gouvernemental et dans le secteur

privé; être sensible à la société et aux traditions canadiennes; être en mesure de travailler tant en anglais et en français qu'en allemand; faire preuve de dynamisme et d'esprit d'initiative.
Traitement : le salaire offert est équivalent à celui d'un professeur titulaire et tient compte des qualifications.
Date d'entrée en fonction : 1^{er} juillet 1998
Les personnes intéressées doivent faire parvenir leur curriculum vitae, au plus tard le 15 janvier 1998, à :
La doyenne
Faculté des arts et des sciences
Université de Montréal
C.P. 6128, succ. Centre-ville
Montréal (Québec) H3C 3J7
UNIVERSITÉ DE MONTRÉAL
ÉCOLE DE SERVICE SOCIAL
Professeur, professeure
L'École de service social de la Faculté des arts et des sciences recherche

une professeure adjointe ou un professeur adjoint à plein temps.
Fonctions : recherche et enseignement en intervention sociale individuelle, de groupe et collective (approche intégrée) aux trois cycles.
Exigences : détenir un doctorat en service social ou en sciences humaines et un diplôme de 1^{er} ou de 2^e cycle en service social; expérience en intervention sociale; intérêt démontré pour l'enseignement et la recherche en intervention sociale.
Traitement : selon la convention collective
Date d'entrée en fonction : été 1998
Les personnes intéressées doivent faire parvenir leur curriculum vitae, une copie de leur dossier scolaire et de leurs publications ainsi que le nom et l'adresse de trois personnes susceptibles de fournir des lettres de recommandation, au plus tard le 31 janvier 1998, à :

ÉDUCATION, MARCHÉ DU TRAVAIL
CONTINUITÉS ET RUPTURES DANS LA FORMATION DES MAÎTRES AU QUÉBEC, sous la direction de Maurice Tardif et Hélène Ziarko, Presses de l'Université Laval, 310 pages.
POUR UNE THÉORIE DE LA PÉDAGOGIE. Recherches contemporaines sur le savoir des enseignants, sous la direction de Clermont Gauthier, 366 pages.
STRATÉGIES DE RÉSISTANCE ET TRAVAIL DES FEMMES, sous la direction d'Angelo Soares, Harmattan, 304 pages.
L'ÉCOLE À TEMPS PARTAGÉ ET LE PARTAGE DU TRAVAIL, Alain Massot, Les Presses de l'Université Laval, 204 pages.
LA CRISE DE L'EMPLOI. De nouveaux partages s'imposent!, sous la direction de Gilles Laflamme, Paul-André Lapointe, Alain Larocque, Jacques

Mercier, Sylvie Morel et Fernand Morin, Les Presses de l'Université Laval, 270 pages.
L'APPRENTISSAGE PAR L'INCERTAIN, Robert Germinet, Éditions Odile Jacob, 218 pages.
NEUROPSYCHOLOGIE ÉVALUATION NEUROPSYCHOLOGIQUE, Claude M.J. Braun, Décarie éditeur, 426 pages.
DROIT DES ENFANTS ET DES DROITS, Lucie Lamarche et Pierre Bosset, Les Presses de l'Université Laval, 120 pages.
LA PERSONNALITÉ MORALE DÉMYTHIFIÉE. Contribution à la définition de la nature juridique des sociétés de personnes québécoises, Charlaïne Bouchard, Les Presses de l'Université Laval, 316 pages.
GÉOGRAPHIE, HISTOIRE LE TERRITOIRE, Claude Boudreau, Serge Courville, Normand Séguin,

collection «Atlas historique du Québec», Les Presses de l'Université Laval, 116 pages.
LA NOUVELLE-FRANCE ET LE MONDE, Louis De Kinder, Louis De Kinder (éd.), 508 pages.
ADIEU POUR CETTE ANNÉE. La correspondance au Canada, 1640-1830, Jane E. Harrison, XYZ éditeur, 184 pages.
BIOLOGIE DYNAMIQUE D'ESPÈCES MARINES INVASIVES. Application à l'expansion de Caulerpa taxifolia en Méditerranée, sous la direction de l'Académie des sciences, Tec & Doc Lavoisier, 384 pages.
PHILOSOPHIE DIALECTIQUE, F.D.E. Schleiermacher, collection «Passages», Éditions du CERF, Labor et Fides, Les Presses de l'Université Laval, 368 pages.

ENVIRONNEMENT RÉCUPÉRATION DES MÉTAUX LOURDS DANS LES DÉCHETS ET BOUES ISSUS DES TRAITEMENTS DES EFFLUENTS. État de l'art, Patrick Duverneuil, Bernard Fenouillet, Christiane Chaffot, Tec & Doc Lavoisier, 160 pages.
GÉNIE CHIMIQUE, GÉNIE ÉLECTRIQUE PERVAPORATION, Jean Néel, Tec & Doc Lavoisier, 384 pages.
PRINCIPES FONDAMENTAUX DU GÉNIE DES PROCÉDÉS ET DE LA TECHNOLOGIE CHIMIQUE, Henri Fauduet, Tec & Doc Lavoisier, 544 pages.
LES CONVERTISSEURS DE L'ÉLECTRONIQUE DE PUISSANCE, tome 3, «La conversion continue-continue», Robert Bausière, Francis Labrique, Guy Séguier, Tec & Doc Lavoisier, 528 pages. ➡

Jean Panet-Raymond
 Directeur
 École de service social
 Université de Montréal
 C.P. 6128, succ. Centre-ville
 Montréal (Québec) H3C 3J7
UNIVERSITÉ LAVAL
DÉPARTEMENT DES SYSTÈMES D'INFORMATION ORGANISATIONNELS
Professeur, professeure
 Le Département des systèmes d'information organisationnels désire pourvoir un poste de professeure ou professeur de carrière.
 Fonctions: dispenser des cours aux trois cycles en systèmes d'information organisationnels; effectuer des recherches dans le domaine des systèmes d'information; diriger des travaux de recherche d'étudiants et d'étudiantes des deuxième et troisième cycles; contribuer à la vie de la faculté et de l'université.
 Exigences: détenir un diplôme de

doctorat (Ph.D.) en systèmes d'information ou dans une discipline connexe, ou être en rédaction de thèse; posséder des compétences pour l'enseignement et la recherche en systèmes d'information organisationnels; avoir des aptitudes à communiquer et à enseigner en français; avoir une connaissance des disciplines des sciences de l'administration.
 Traitement: selon la convention collective
 Date d'entrée en fonction: 1^{er} juin 1998
 Les personnes intéressées doivent faire parvenir leur candidature avant le 1^{er} février 1998, à:
 Moez Limayem
 Directeur
 Département des systèmes d'information organisationnels
 Faculté des sciences de l'administration, Université Laval
 Québec (Québec) G1K 7P4

DÉPARTEMENT D'HISTOIRE
Professeur, professeure
 Le Département d'histoire de la Faculté des lettres est à la recherche d'un professeur ou d'une professeure en histoire de la Grèce ancienne.
 Fonctions: enseignement aux trois cycles en histoire de la Grèce ancienne; recherches et publications en histoire de la Grèce ancienne; participation aux enseignements méthodologiques des programmes d'histoire et d'études anciennes; participation à la vie universitaire.
 Exigences: doctorat en histoire ou doctorat équivalent. Spécialisation en histoire de la Grèce ancienne.
 Critères de sélection: excellence du dossier, sensibilité aux questions méthodologiques de la discipline, intérêt pour l'enseignement et la recherche.
 Faire parvenir un curriculum vitae, ainsi que trois lettres de recommandation, avant le 1^{er} mars 1998, à:

Jacques Mathieu
 Directeur
 Département d'histoire
 Faculté des lettres
 Pavillon Charles-De Koninck
 Université Laval
 Québec (Québec) G1K 7P4
DÉPARTEMENT DE MANAGEMENT
Professeures, professeurs
 Le Département de management de l'Université Laval est à la recherche de trois professeures régulières ou professeurs réguliers à temps plein.
Poste en gestion stratégique des organisations
 Fonctions: enseignement aux trois cycles et participation aux activités de formation continue dans le domaine de la gestion stratégique des organisations ainsi que dans les cours de base du département de management. Recherches et publications dans le domaine précité.
 Encadrement d'étudiants et d'étudiantes aux trois cycles. ➡

DIVERS

LA PASSION DU SAINT-LAURENT. À la découverte du grand fleuve, Danielle Ouellet et René Vézina, Éditions MultiMondes, 217 pages.

EXPRESSIONS JURIDIQUES EN UN CLIN D'ŒIL, Louis Beaudoin et Madeleine Mailhot, Éditions Yvon Blais, 226 pages.

DICTIONNAIRE CANADIEN DE LA COMMON LAW. Droits des biens et droit successoral, Association du barreau canadien, Éditions Yvon Blais, 882 pages.

ANNUAIRE DES SUBVENTIONS AU QUÉBEC, Éditions M.G., 162 pages.



INTERNET

La fin de 1997 a été marquée par une présence canadienne massive dans les rencontres internationales de type humanitaire et planétaire, de la Conférence anti-mines personnelles à la Conférence des parties à la convention cadre des Nations-

Unies sur les changements climatiques. Le réseau Internet a été largement utilisé pour couvrir ces conférences et en diffuser, en direct ou en différé, le programme, les activités et les communications. Les sites

répertoriés ici sont suivis de références à des bases de données ou des projets de recherche et d'observation.

SITE OFFICIEL

DE LA CONFÉRENCE DE KYOTO

<http://www.cop3.de/>

Le site officiel de la conférence était en Allemagne, pays hôte du secrétariat des Nations-Unies sur les changements climatiques. On peut y trouver les textes des documents officiels de la conférence dans cinq des six langues utilisées à l'ONU. Ces documents sont disponibles sur le site du secrétariat à l'adresse <http://www.unfccc.de/>

CHANGEMENTS CLIMATIQUES

<http://canada.gc.ca/cc/>

Le gouvernement du Canada a mis en place le site Changements climatiques où, en plus de présenter la position du Canada sur les changements climatiques dans le monde,

on pointe plusieurs sources d'information disponibles ailleurs dans le réseau.

LA VOIE VERTE

<http://www.ec.gc.ca/>

Au site d'Environnement Canada, connu sous le nom de La Voie verte, on a fait une large place à la question des changements climatiques et à la conférence de Kyoto.

Le site a une portée pédagogique incontestable qui lui a valu d'ailleurs plusieurs prix et mentions. Pour de l'information plus scientifique et des analyses, en consultera la Liste des ressources sur les changements climatiques.

http://www.ec.gc.ca/climate/resource/index_f.html

PROGRAMME DE

L'ENVIRONNEMENT DE L'ONU

<http://www.unep.ch/index.html>
On trouve ici des publications et des rapports sur l'environnement, ainsi

Participation aux activités pédagogiques et administratives du département et de la faculté. Participation à des activités externes de nature universitaire contribuant au rayonnement du département. Exigences : doctorat en sciences de l'administration ou dans une discipline connexe avec une spécialisation en gestion stratégique des organisations. Les candidatures de personnes déjà très avancées dans les études doctorales pourront être considérées. Aptitudes à l'enseignement universitaire en langue française dans le domaine de la gestion stratégique des organisations ainsi que dans les cours de base du département de management. Aptitudes à la recherche dans le domaine précité. Une bonne connaissance du milieu de l'entreprise et une expérience professionnelle pertinente dans ce domaine seront considérées comme des atouts.

Capacité de travailler en équipe multidisciplinaire.
Poste en management international
Fonctions : enseignement aux trois cycles et participation aux activités de formation continue dans le domaine du management international ainsi que dans les cours de base du département de management. Recherches et publications dans le domaine précité. Encadrement d'étudiants et d'étudiantes aux trois cycles. Participation aux activités pédagogiques et administratives du département et de la faculté. Participation à des activités externes de nature universitaire contribuant au rayonnement du département. Exigences : doctorat en sciences de l'administration ou dans une discipline connexe avec une spécialisation en management international. Les candidatures de personnes déjà très avancées dans les études doctorales pourront être

considérées. Aptitudes à l'enseignement universitaire en langue française dans le domaine du management international ainsi que dans les cours de base du département de management. Aptitudes à la recherche dans le domaine précité, bonne connaissance de l'environnement international et pratique de langues étrangères. Une expérience professionnelle dans le domaine du management international sera considérée comme un atout. Capacité de travailler en équipe multidisciplinaire.
Poste en gestion de la pme et entrepreneuriat
Fonctions : enseignement aux trois cycles et participation aux activités de formation continue dans le domaine de la gestion de la pme et entrepreneuriat ainsi que dans les cours de base du département de management. Recherches et publications dans le domaine précité. Encadrement d'étudiants et d'étu-

diantes aux trois cycles. Participation aux activités pédagogiques et administratives du département et de la faculté. Participation à des activités externes de nature universitaire contribuant au rayonnement du département. Exigences : doctorat en sciences de l'administration ou dans une discipline connexe avec une spécialisation en gestion de la pme et entrepreneuriat. Les candidatures de personnes déjà très avancées dans les études doctorales pourront être considérées. Aptitudes à l'enseignement universitaire en langue française dans le domaine de la gestion de la pme et entrepreneuriat ainsi que dans les cours de base du département. Aptitudes à la recherche dans le domaine précité. Une bonne connaissance du milieu de la pme et de l'entrepreneuriat et une expérience professionnelle pertinente dans ce domaine pourront

que les archives des conférences précédentes et de conférences scientifiques traitant des changements climatiques et du réchauffement de la planète.

GLOBAL CHANGE MASTER DIRECTORY (GCMD)

<http://gcmd.gsfc.nasa.gov>

Ce site est un répertoire d'information sur les satellites et les sources de données des stations terrestres. On parle de l'atmosphère, de la biosphère, de l'hydrosphère, des océans et du sol.

LES SCIENCES POUR TOUS :

AGENCE SCIENCE-PRESSE

<http://www.mlink.net/~asp/>

Intéressante découverte ! Ce site fournit des nouvelles scientifiques hebdomadaires sous forme de liens avec des sites ou de publications électroniques telles que des jour- ➔

Medical Research
Council of Canada



Conseil de recherches
médicales du Canada

**Dates limites pour les prochaines demandes
de subvention de fonctionnement en 1998 :**

1^{er} mars et 15 septembre

Pour de plus amples renseignements, visitez notre
site Web à l'adresse suivante : **www.mrc.hwc.ca**

Le CRM est le principal organisme fédéral de financement de la recherche et de la formation en sciences de la santé dans les universités, les instituts de recherche et les hôpitaux d'enseignement au Canada.

Canada

être considérées comme des atouts. Capacité de travailler en équipe multidisciplinaire.

Date d'entrée en fonction :

1^{er} juin 1998

Les personnes intéressées doivent faire parvenir, au plus tard le 15 janvier 1998, un dossier de candidature comprenant une lettre d'intention et un curriculum vitae détaillé précisant leur expérience, leurs publications et leurs recherches en cours. Deux lettres de référence doivent parvenir directement au département. Les dossiers seront traités de manière strictement confidentielle. Les dossiers doivent parvenir à :

Jacques Grisé

Directeur

Département de management
(préciser le nom du concours)

Faculté des sciences
de l'administration

Cité universitaire

Québec G1K 7P4

**UNIVERSITÉ DE NEUCHÂTEL
(SUISSE)**

**FACULTÉ DE DROIT ET DES
SCIENCES ÉCONOMIQUES**

Professeur, professeure

La Faculté de droit et des sciences économiques de l'Université de Neuchâtel est à la recherche d'un professeur ordinaire ou d'une professeure ordinaire de sociologie. Fonctions : assumer un enseignement de sociologie de deux heures au 1^{er} cycle et de 5 heures au 2^e cycle (3^e et 4^e années), diriger des recherches et prendre part aux travaux administratifs.

L'enseignement et les recherches seront orientés vers des problèmes étroitement liés à l'économie (inégalités sociales, consommation, insertion..., mais aussi rapports épistémologiques entre économie et sociologie).

Exigences : doctorat en sociologie ou titre jugé équivalent

Date d'entrée en fonction :

1^{er} octobre 1998

Traitement : légal

Obligations : légales

Les candidatures doivent être présentées avec curriculum vitae, liste des publications (et publications importantes annexées), projets de recherche et références, avant le 15 janvier 1998, à :

Département de l'instruction
publique et des affaires culturelles

Château

2001, Neuchâtel, SUISSE

Les demandes de renseignements peuvent être adressées à :

François Hainard, Faculté de droit et des sciences économiques, av. du 1^{er} Mars 26, 2000 Neuchâtel, Suisse. L'offre peut aussi être consultée à cette adresse :

<http://www.unine.ch/socio/welcome.htm>



ÉVÉNEMENTS

JANVIER

16 JANVIER

Sexe désiré de l'enfant en début de grossesse, sexe à la naissance et dépression postnatale : résultats paradoxaux. Conférenciers : Jean-François Saucier et Jacques Marleau, dans le cadre des conférences scien-

tifiques organisées par le Groupe de recherche sur les aspects sociaux de la santé et de la prévention (GRASP), au 2815, boul. Édouard-Montpetit, salle 075, à l'Université de Montréal. Renseignements : GRASP (514) 343-6193 ➔

naux et des revues spécialisées ou générales. La science à portée de tous, je dirais!

PROGRAMME D'AIDE AU DÉVELOPPEMENT DE SERVICES ET DE CONTENUS SUR L'INFOROUTE
<http://www.sai.gouv.qc.ca/fai/index.html>

Voici une source nouvelle de financement pour un nouveau genre de projets. Le concours 1998

de la phase II du Fonds de l'autoroute de l'information est ouvert. Cette année, exceptionnellement, les centres de recherche universitaires sont admissibles.

ADEL EL ZAÏM, PH. D.
 Centre de recherche informatique de Montréal (CRIM)
Adel.elzaim@crim.ca

16-17 JANVIER

Colloque FAC sur l'avenir de la profession enseignante: «Trouver le temps d'enseigner», organisé par la Fédération autonome du collégial, à l'hôtel Holiday Inn Crowne Plaza, à Montréal.

Renseignements: FAC
 Tél.: (514) 848-9977
 Téléc.: (514) 848-0166
<http://www.lafac.qc.ca>
 Courriel: fac@lafac.qc.ca

25-26 JANVIER

Opération portes ouvertes: «L'ingénieur du 3^e millénaire», à l'École Polytechnique de Montréal.
 Renseignements:
 Bureau des congrès universitaires
 Tél.: (514) 340-3215
 Courriel: bureau.congres@mail.polymtl.ca

FÉVRIER

4 FÉVRIER

Colloque sur la pollinisation, organisé par le Conseil des productions végétales du Québec, à l'Auberge des Seigneurs, à Saint-Hyacinthe.
 Renseignements: Chantal Nadeau
 Tél.: (418) 523-5411 ou 1-888-535-2537
 Courriel: client@cpvq.qc.ca
<http://www.cpvq.qc.ca>

6 FÉVRIER

Fernand Dumont: un penseur dans la cité, colloque organisé par l'Acfas-Outaouais et la Société de philosophie de l'Outaouais, au pavillon des Arts de l'Université d'Ottawa, 70, rue Laurier.

Renseignements: Lucie Dumais
 Tél.: (613) 562-5800, poste 1436
 Téléc.: (613) 562-5106
 Courriel: ldumais@aix1.uottawa.ca

10 FÉVRIER

Évaluation des ressources alimentaires des personnes âgées, conférence dans le cadre des Carrefours-midi organisés par la Régie régionale de la santé et des services sociaux de Laval, à la Chambre de commerce de Laval, au 1555, boul. Chomedey.

Renseignements: RRSSS de Laval
 (514) 978-2067

13 FÉVRIER

Santé et communauté: savons-nous de quoi l'on parle? Conférencier: François Béland, dans le cadre des conférences scientifiques organisées par le Groupe de recherche sur les aspects sociaux de la santé et de la prévention (GRASP), au 2815, boul. Édouard-Montpetit, salle 075, à

l'Université de Montréal.

Renseignements: GRASP
 (514) 343-6193

18-20 FÉVRIER

Suicide et santé mentale, 7^{es} journées annuelles de conférences et de formation organisées par Suicide-Action Montréal, à la salle du Gesù, à Montréal.

Renseignements:
 Denise Angrignon ou Louis Lemay
 Tél.: (514) 723-3594
 Téléc.: (514) 723-3605

MARS

4-6 MARS

Conférence sur l'agriculture et l'agroalimentaire: «Le développement économique: un choix de société», organisée par le ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation du Québec, à l'Auberge des Seigneurs de Saint-Hyacinthe.

Renseignements:
 Secrétariat de la Conférence
 Tél.: (418) 643-2181
 Téléc.: (418) 643-4572

10 MARS

Le défi de la promotion de la santé: la charte d'Ottawa et l'intervention sur le terrain, conférence dans le cadre des Carrefours-midi organisés par la Régie régionale de la santé et des services sociaux de Laval, à la Chambre de commerce de Laval, au 1555, boul. Chomedey.

Renseignements:
 RRSSS de Laval
 (514) 978-2067

13 MARS

La surveillance des effets neurotoxiques précoces en milieu de travail: une approche préventive. Conférencière: Donna Mergler, dans le cadre des conférences scientifiques organisées par le Groupe de recherche sur les aspects sociaux de la santé et de la prévention (GRASP), au 2815, boul. Édouard-Montpetit, salle 075, à l'Université de Montréal.
 Renseignements: GRASP
 (514) 343-6193

19-20 MARS

La troisième solitude: écriture minoritaire canadienne, conférence organisée par le Département d'études anglaises de l'Université de Montréal, à l'université.

Renseignements:
 Licia Canton ou Domenic Beneventi
 Tél.: (514) 329-3254
 Téléc.: (514) 323-4085
 Courriel: dbeneventi@securenet.net

1^{er}-3 AVRIL

Salon des technologies environnementales du Québec, au Palais des congrès de Québec.

Renseignements:
 Sandra-Renée Massé
 (514) 270-7110

7 AVRIL

Le partenariat entre les familles et les intervenants, professionnels et gestionnaires de la santé et des services sociaux, conférence dans le cadre des Carrefours-midi organisés par la Régie régionale de la santé et des services sociaux de Laval, à la Chambre de commerce de Laval, au 1555, boul. Chomedey.

Renseignements: RRSSS de Laval
 (514) 978-2067

10 AVRIL

Avenues vers l'efficacité dans le traitement des personnes atteintes de troubles mentaux sévères et persistants. Conférencier: Éric Latimer, dans le cadre des conférences scientifiques organisées par le Groupe de recherche sur les aspects sociaux de la santé et de la prévention (GRASP), au 2815, boul. Édouard-Montpetit, salle 075, à l'Université de Montréal.
 Renseignements: GRASP
 (514) 343-6193

Vous trouverez la liste de différents événements scientifiques en consultant les sites suivants:

<http://www.inrs-eau.quebec.ca/conf/conf.htm>

http://www.wul.qc.doe.ca/biospher/coll/coll_00000_f.html

<http://www.eventseeker.com>

INRS

LA FORCE DE LA SCIENCE

PROFESSEURS(ES)-CHERCHEURS(ES)

L'INRS-Énergie et Matériaux, centre de recherche et de formation de 2^e et 3^e cycles, recherche des spécialistes dans les domaines de l'énergie, des matériaux et de l'interaction laser-matière.

Concours SP 97-69:

Un(e) professeur(e)-chercheur(e) dans le domaine des nouveaux matériaux, procédés et dispositifs applicables à la production, le stockage, le transport et l'utilisation de l'énergie.

Concours SP 97-70:

Un(e) professeur(e)-chercheur(e) dans le domaine de l'interaction laser-matière et des applications des sources laser ultrarapides (haute puissance et/ou haut taux de répétition).

Concours SP 97-71:

Un(e) professeur(e)-chercheur(e) dans le domaine de la microfabrication pour le développement de dispositifs.

Pour plus d'informations, consulter le site internet : <http://www.inrs.quebec.ca>

EXIGENCES : Détenir un doctorat dans une discipline reliée aux sujets de recherche proposés et avoir démontré des qualités d'expérimentateur.

La langue de travail est le français.

LIEU DE TRAVAIL :

INRS-Énergie et Matériaux
1680, boulevard Lionel-Boulet
Varenes (Québec)

Prière de faire parvenir votre curriculum vitae complet, trois lettres de référence et les documents pertinents **en y indiquant le numéro du concours auquel vous participez**, avant le **31 mars 1998**, au :

Directeur des ressources humaines
Institut national
de la recherche scientifique
Place de la Cité, Bureau 640
2600, boulevard Laurier, Case postale 7 500,
Sainte-Foy (Québec) G1V 4C7
DIR_RHUM@INRS.QUEBEC.CA

L'INRS souscrit au principe de l'égalité en emploi.



Université du Québec
Institut national de la recherche scientifique

sciences et i Femmes n c e s

Au cœur des débats
institutionnels et
épistémologiques

sous la direction de
Lucie Dumais et
Véronique Boudreau

Acfas - Outaouais 1996
(118 pages)

Prix : 12,20 \$ (incluant taxe et frais de poste)

Pour commander :

Acfas-Outaouais

Secrétariat de la recherche
Faculté des sciences sociales
Pavillon Tabaret
Université d'Ottawa

550, rue Cumberland
C.P. 450, succ. A
Ottawa (Ontario)
K1N 6N5

Également disponible en librairie

Polytechnique

Leader international en

formation et en recherche

dans le domaine du génie.

Polytechnique propose
une formation aux
trois cycles dont les
attraits sont multiples
et convaincants.

Diplôme d'ingénieur

- 10 spécialités
- Programmes coop
- Stages
- Bac-maîtrise intégré
- Taux de placement inégalé

Études supérieures

- Concept unique de
maîtrises modulaires
- Équipes de recherche
d'envergure interna-
tionale parmi les mieux
subventionnées au pays

Centre de formation continue

- 12 programmes
de certificats
- Formation en entreprise
- Cours sur mesure

Inscrivez-vous

maintenant :

(514) 340-POLY

www.polymtl.ca



ÉCOLE
POLYTECHNIQUE
MONTREAL

Le génie
sans frontières

Prix Technologie 1997 de l'ADRIQ

*L'innovation
technologique
et la R-D
au coeur du succès
de nos entreprises
québécoises*

LAURÉATS 1997



De gauche à droite

Jacques Brown, PAD System, Robert Tremblay, EXFO, André Provost, PAD System, Clément Forget, CLEMEX, Jacques Desrosiers, École des HEC, Pierre Trudeau, AD OPT, Pierre Desrochers, PAD System, François Soumis, École Polytechnique, Charles Terreault, Président du comité de sélection, Claude Lemay, Chef de la direction, Alis Technologies et Président du Conseil de l'ADRIQ, André J. Boutin, Lauréat du Prix Carrière.

Prix Innovation

EXFO ingénierie électro-optique

Prix Transfert

Technologies AD OPT et ses deux partenaires
École Polytechnique de Montréal et
École des Hautes Études Commerciales

Prix Entrepreneurship

CLEMEX Technologies

Prix Exportation

PAD System Technologies

Prix Carrière

André J. Boutin

Lauréat du 12^{ème} Prix Carrière de l'ADRIQ, André J. Boutin est un chef de file du milieu industriel québécois. Parallèlement à sa carrière chez Northern Telecom, il a été administrateur de l'ÉTS, du CPQ et du Conseil des Universités. Il est également l'un des fondateurs du CRIM, de la Semaine des Sciences, de la Société pour la Promotion de la Science et de la Technologie et de Télésience.

Date de clôture
pour les prochains
Prix Technologie,
11 septembre 1998.


ADRIQ

Association de la recherche
industrielle du Québec

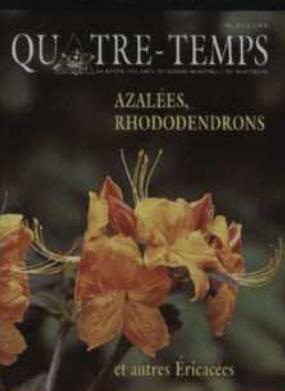
1600, boul. Henri-Bourassa Ouest
Bureau 620
Montréal (Québec) H3M 3E2

Téléphone : (514) 337-3001
Télécopieur : (514) 337-2229
Courriel : adriq@point-net.com

Les magazines



de vulgarisation



scientifique



Une mine d'or sur papier!

INFO-TECH MAGAZINE

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

LES DÉBROUILLARDS

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

QUÉBEC SCIENCE

Les sciences et la technologie dans l'actualité, les grands enjeux de société et la vie quotidienne. L'abonnement inclut plusieurs suppléments thématiques, dont quatre suppléments Astronomie.

FRANC-VERT

Découvrez la nature et l'environnement... en beauté!

QUATRE-TEMPS

La botanique, l'horticulture, les sciences de la nature et de l'environnement.

QUÉBEC OISEAUX

Pour tout connaître sur nos oiseaux.

SPECTRE

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

INTERFACE

Découvrez la science et la technologie et réfléchissez sur leurs enjeux sociaux et économiques. L'abonnement inclut le Bottin de la recherche.

L'ENJEU

Le magazine de l'éducation relative à l'environnement.

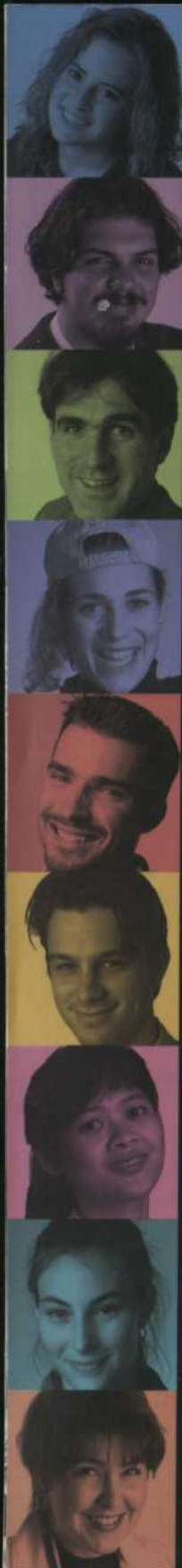
Enrichissez-vous en vous abonnant!

Veuillez m'abonner au(x) magazine(s) suivant(s) pour un an

- ☐ Les Débrouillards (29,57 \$) 10 nos
- ☐ Québec Science (37,60 \$) 10 nos
- ☐ Info-Tech (31,13 \$) 11 nos
- ☐ Franc-Vert (23,93 \$) 6 nos
- ☐ Interface (45,00 \$. Étudiants : 24,50 \$) 5 nos
- ☐ Quatre-Temps (28 \$) 4 nos
- ☐ Québec Oiseaux (16 \$) 4 nos
- ☐ Spectre (27,35 \$) 4 nos
- ☐ L'Enjeu (17 \$. Étudiants : 15 \$) 4 nos

Nom _____ Prénom _____
 Adresse _____
 App. _____
 Ville _____ Province _____
 Code postal _____ Tél.: _____

Faites un chèque à l'ordre de chacun des magazines choisis et postez-le (les) à:
Agence Science-Press, 3995, rue Sainte-Catherine est, Montréal, Québec, H1W 2G7
 (S.V.P., un chèque pour chaque abonnement). Toutes les taxes sont incluses.



L'UNIVERSITÉ DE SHERBROOKE

Les plus belles
années de
ma vie!

Reconnue pour l'importance qu'elle accorde
à la formation pratique et à l'innovation
dans l'enseignement et la recherche,
l'Université de Sherbrooke accueille plus de
20 000 étudiantes et étudiants
dans un environnement de qualité exceptionnelle.

Programmes de maîtrise et de doctorat

Maîtrises

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

Doctorats

Biochimie
Biologie
Biologie cellulaire
Chimie
Éducation
Études françaises
Génie chimique
Génie civil
Génie électrique
Génie mécanique
Immunologie
Littérature canadienne
comparée
Mathématiques
Médecine
Microbiologie
Pharmacologie
Physiologie
Physique
Radiobiologie
Sciences cliniques
Télétection
Théologie

* Programmes offerts selon
le régime coopératif fondé
sur l'alternance de
sessions d'études et
de stages rémunérés
en entreprises.

1-800-267-UDÉS
<http://www.usherb.ca>



UNIVERSITÉ DE
SHERBROOKE