

SAUVEZ UN BÉLUGA
EN
UNE CROISIÈRE (p. 96)

3,25 \$

Volume 30, numéro 10

JUILLET-AOÛT 1992

QUÉBEC SCIENCE

**LES JUMEAUX
SOUS LA LOUPE
DES CHERCHEURS**

**L'OR BLANC
DE L'INDUSTRIE
AUTOMOBILE**

**DES CACHALOTS
DU QUÉBEC !**

**UN FABULEUX
ROYAUME
SOUS-MARIN :
DES ÉPAVES**

**UN MINI JARDIN
BOTANIQUE**



Envoi de publication - Enregistrement n° 1052. Port payé à Québec.
C.P. 250, Sillery, Québec, Canada G1T 2R1

CAHIER SPÉCIAL DE 20 PAGES
DÉCOUVRIR

L'UNIVERS

Claude Paquette

Des idées d'avenir pour un monde qui vacille



6po x 9po
358 pages
isbn: 2-89037-556-0
24,95\$

Le discours actuel nous invite à la productivité, à la compétitivité et à l'efficacité; ce serait une question de survie dans le nouveau contexte de la mondialisation. On nous promet un monde meilleur. Et pourtant, la citoyenne et le citoyen ressentent quotidiennement que l'étau se resserre. La société est de plus en plus duale et centripète: elle rejette vers l'extérieur ceux et celles qui ne peuvent pas s'adapter aux valeurs dominantes. Que se passe-t-il? Pourquoi nous résignons-nous? Comment se fait-il que nous vivions dans une société sur le qui-vive?

SOMMAIRE: *Les valeurs-refuges • Des révolutions qui n'ont jamais eu lieu • L'Ancien et le Nouveau • Le nouveau pouvoir de l'information • La banalisation et la résignation dans la vie quotidienne • La responsabilisation • La société duale et centripète • Des refus: la morale de la pression, la médiocrité, la hiérarchie du mérite, la soumission aveugle, le métissage des idées ou des valeurs et la cohérence d'apparence • Des adhésions: la solution libérale, le capitalisme revu et corrigé, l'attrait de l'unique, l'art de penser autrement et l'intérêt pour un relativisme axiologique • Des propositions pour un changement: l'idée d'un monde meilleur, l'éthique triunique, le leadership transformateur, l'initiative individuelle pour tous, la liberté et la domestication, le temps et la démocratie revue dans ses pratiques • Vers de nouveaux fondements de la vie*

Pour obtenir un dépliant décrivant les ouvrages de l'auteur, contactez les Éditions Québec/Amérique : 425, rue Saint-Jean-Baptiste, Montréal, Québec H2Y 2Z7
Téléphone : (514) 393-1450 • Télécopieur : (514) 866-2430

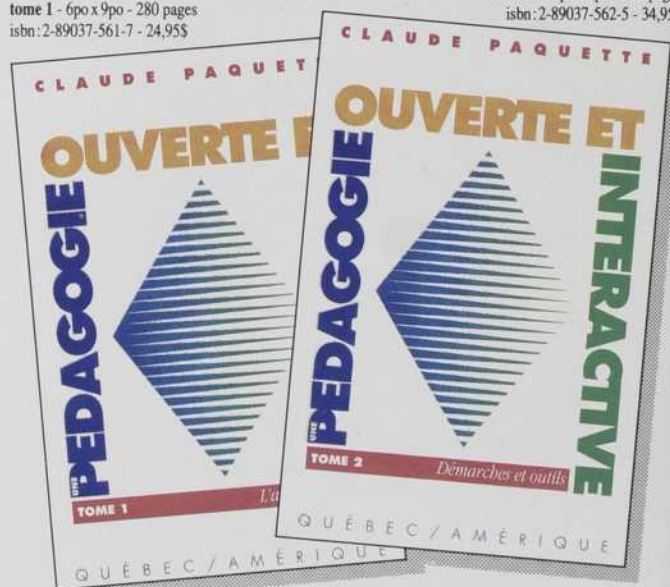
Disponible chez votre libraire ou aux
Éditions Québec/Amérique : (514) 393-1450

Claude Paquette

Une pédagogie ouverte et interactive

tome 1 - 6po x 9po - 280 pages
isbn: 2-89037-561-7 - 24,95\$

tome 2 - 6po x 9po - 350 pages
isbn: 2-89037-562-5 - 34,95\$



TOME 1 - L'APPROCHE Depuis plus de vingt ans, l'auteur est le principal chercheur et concepteur de la pédagogie ouverte et interactive. Ce livre donne l'essentiel de cette pédagogie contributive. À une époque où l'on semble vouloir valoriser l'éducation et la formation, il arrive à point. Il permet d'entrevoir des alternatives à la pédagogie dominante, qui conduit directement au conformisme. L'auteur opte résolument pour une pédagogie innovatrice. Il propose une pédagogie fondée sur la liberté de progresser vers les savoirs.

Sommaire: *Les paradoxes de l'école actuelle • Une conception du développement humain • L'urgence d'innover • Les courants pédagogiques • Un choix: la pédagogie ouverte et interactive • Qu'est-ce que l'apprentissage? • Un aménagement flexible • Qu'est-ce que l'intervention? • Une évaluation ouverte et participative • Que faut-il apprendre? • La longue marche vers une éducation différente • Continuité et convictions • De nouvelles pistes de recherche et de développement*

TOME 2 - DÉMARCHES ET OUTILS Le deuxième tome est un complément essentiel au premier. L'auteur y propose une concrétisation des principaux éléments d'une pédagogie ouverte et interactive. C'est un livre-ressource qui contient de multiples suggestions pour soutenir les personnes qui entreprennent ou poursuivent un cheminement. Tous les outils proposés peuvent être personnalisés. L'auteur croit cependant qu'il est utile d'employer des déclencheurs pour susciter la créativité de ceux et celles qui innovent en milieu éducatif. L'expertise de l'un peut soutenir la démarche de l'autre.

Sommaire: *Une réflexion autour de la pédagogie ouverte • La pédagogie ouverte et interactive est-elle pour vous? • Un programme d'activités d'apprentissage pour une éducation aux valeurs • Quelques exemples d'activités ouvertes d'apprentissage • Une technique de construction d'une activité ouverte d'apprentissage • Quelques aménagements physiques • Démarches et outils d'intervention • L'animation de la vie pédagogique d'un établissement • La supervision d'un projet de pédagogie ouverte*

Pour obtenir un dépliant décrivant les ouvrages de l'auteur, contactez les Éditions Québec/Amérique : 425, rue Saint-Jean-Baptiste, Montréal, Québec H2Y 2Z7
Téléphone : (514) 393-1450 • Télécopieur : (514) 866-2430

Disponible chez votre libraire ou aux
Éditions Québec/Amérique : (514) 393-1450

ACTUALITÉ

7 ACFAS

« Les sciences, une histoire à suivre », tel est le thème du 60^e congrès de l'Association canadienne-française pour l'avancement des sciences (ACFAS), lequel avait lieu à l'Université de Montréal, du 11 au 15 mai.

(Par Suzanne Champoux, Étienne Denis, Stéphane Gagné, Pedro Rodrigue)

- Femmes ménopausées, en marche !
- Immigration : deux Québec en un
- Pêcheurs, la truite d'élevage est meilleure
- Des centaines de plantes en voie de disparition
- Des chercheurs en écologie se lanceront dans la mêlée
- Obésité : un défaut de thermogénèse
- Des enfants de parents alcooliques troublés

La lutte au mélanome

Par Suzanne Champoux

ARTICLES DE FOND

12 Les jumeaux sous la loupe des chercheurs

Le débat sur l'inné et l'acquis est presque aussi vieux que le phénomène étudié pour le trancher, non sans tort pour les principaux intéressés.

Par Claire Chabot

18 Des cachalots dans l'estuaire !

Avec une tête grosse comme le tiers de son corps, le cachalot se distingue énormément (!) des autres cétacés. Sa visite dans le Saint-Laurent est encore plus exceptionnelle.

Par René Caissy

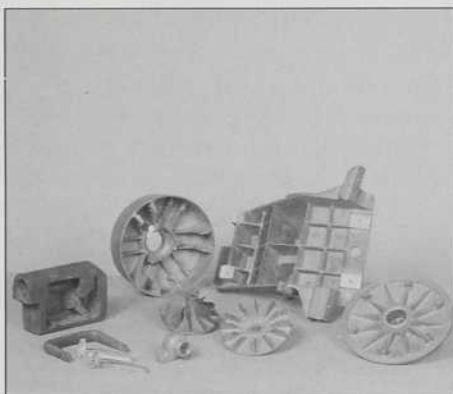
26 Le magnésium : l'or blanc de l'industrie automobile

L'aluminium a une telle avance que son concurrent, encore plus léger, devra mettre les bouchées technologiques doubles pour le rattraper.

Par Claire Gagnon



Page 12



Page 26



Page 32



Page 38

32 L'épave, un royaume submergé

Fouiller les épaves de nos plans d'eau, c'est étudier non seulement notre histoire, mais aussi celle d'un monde sous-marin vivant.

Par Pierre D'Amour

38 Un jardin botanique en miniature

Un peu d'amour et de patience, et un petit coup de pouce (vert), voilà tout ce dont la nature a besoin pour donner ses plus beaux bijoux.

Par Benoît Prieur

**Astrophysique
DÉCOUVRIR L'UNIVERS
Cahier spécial, p. 24**

CHRONIQUES

- 5 ENTRE LES LIGNES
- 6 COURRIER
- 42 LA DIMENSION CACHÉE
Los juegos olímpicos
Par Raynald Pepin
- 44 EN VRAC
- 45 À LIRE
Des technologies pour demain
Une vie après la vie
- 46 DANS LE PROCHAIN NUMÉRO

QUÉBEC SCIENCE, magazine à but non lucratif, est publié 10 fois l'an par les Presses de l'Université du Québec. La direction laisse aux auteurs l'entière responsabilité de leurs textes. Les titres, sous-titres, textes de présentation et rubriques non signés sont attribuables à la rédaction. Tous droits de reproduction, de traduction et d'adaptation réservés.

Télex: 051-31623

Dépôt légal: Bibliothèque nationale du Québec

Troisième trimestre 1992, ISSN-0021-6127

Répertorié dans Point de repère et dans

l'Index des périodiques canadiens.

© Copyright 1992 - QUÉBEC SCIENCE

PRESSES DE L'UNIVERSITÉ DU QUÉBEC

Imprimé sur papier contenant 50 % de fibres recyclées et 20% de fibres désencrées (post-consommation)



LES AVANTAGES D'ÊTRE

LE MAGAZINE QUÉBEC SCIENCE
OFFRE À SES MEMBRES
UNE SÉRIE D'AVANTAGES
TOUS PLUS INTÉRESSANTS
LES UNS QUE LES AUTRES.

EN VOICI UN AUTRE EXEMPLE !

DU TEMPS ET DES SONS

LES SONS DE NOS FORÊTS

Un guide sonore qui permet d'identifier 93 oiseaux et 18 autres espèces d'animaux qui fréquentent les forêts du Québec. Accompagné d'un livret de 32 pages décrivant l'habitat et les sons de chaque animal entendu.

Non-membres :
Cassette : 19,95 \$ (23,04 \$ taxes incluses)
Disque laser : 24,95 \$ (28,82 \$ taxes incluses)

MEMBRES
Cassette : 14,96 \$ (17,28 \$ taxes incluses)
Disque laser : 18,71 \$ (21,61 \$ taxes incluses)

AGENDA ÉLECTRONIQUE

Casio SF-8000 grand écran. Mémoire 62 000 caractères
Clavier à touches surélevées, calendrier, répertoire téléphonique, gestion de cartes d'affaires, horloge avec alarme, calculatrice, transfert de données avec les autres agendas électroniques Casio SF-9700, 9500, 8000, 5300, 5100 et 4300 et SR10, au moyen d'un câble accessoire. Se présente dans un boîtier compact et robuste.

Non-membres : 229,95 \$ (265,72 \$ taxes incluses)
MEMBRES : 179,99 \$
(208 \$ taxes incluses)



AUSSI RÉDUCTION DE 20 % accordée sur les livres recensés dans la chronique À LIRE de février, mars et avril 1992 du magazine Québec Science.

Non-membres : prix régulier • **MEMBRES : RÉDUCTION DE 20 %** (ajoutez la TPS de 7 %)

LES PRIX SONT SUJETS À CHANGEMENT SANS PRÉAVIS.

Membrane

DE LA FONDATION QUÉBEC SCIENCE

Pour devenir membre, rejoignez-nous au (418) 657-3551, poste 2854. Tous les membres en règle de la Fondation Québec Science reçoivent périodiquement le *Catalogue des avantages de Québec Science*.

Vous pouvez également, sans être membre, recevoir gratuitement un exemplaire du catalogue pour vous rendre compte de tous les avantages que vous pourrez retirer à devenir membre de Québec Science.

Composez le (418) 657-3551, poste 2854.

Près d'une centaine de produits et de services différents sont offerts aux membres avec des escomptes pouvant atteindre 50% de réduction sur le prix régulier. Ces réductions *réservées exclusivement aux membres* touchent les produits et services suivants:

- Livres scientifiques ou de vulgarisation • Albums de collection sur la nature • Dictionnaires • Jeux scientifiques et jeux éducatifs • Affiches sur la nature et l'univers • Vidéocassettes • Télescopes • Jumelles • Microscopes • Ensembles d'observation de nature • Sacs à dos et de voyage • Sacs de couchage • Mini-lampes de poche • Boussoles • Baromètres • thermomètres électroniques • Appareils de mesure • Calculatrices • Agendas électroniques • Guides plein air • Croisières aux baleines • Séjours dans centres de santé • Télécopieurs • Enregistrement de sons de la forêt • etc.

POUR COMMANDER, UTILISEZ LE COUPON DANS LE CATALOGUE

VOUS POUVEZ OBTENIR LE CATALOGUE DÉCRIVANT LES AVANTAGES D'ÊTRE MEMBRE DE LA FONDATION QUÉBEC SCIENCE EN VOUS ADRESSANT À : Québec Science, C.P. 250, Sillery, Québec G1T 2R1 • Tél. : (418) 657-3551, poste 2854 • Téléc. : (418) 657-2096

Directeur général Jacki Dallaire

RÉDACTION

Directeur de la rédaction Pierre Sormany
Comité de rédaction Jean-Marc Fleury, Benoît Godin,
Pierre Sormany, Patrick Beaudin,
Carole Caron, Michel Groulx,
Félix Maltais, Danielle Ouellet,
Gilles Parent, Raynald Pepin
Comité scientifique Ghislain Arseneault, Jean Asselin,
Guy Bertrand, Michel Bois,
Françoise Braun, Louis Clouzier,
Guy Collin, Léopold Gaudreault,
Jacqueline Giard, Camil Guy,
Pierre Lapointe, Jacques L'Écuyer,
Sinh Lequoc, Gilbert Martin,
René Racine, Jean-Louis Sasseville,
Donald Thomas, Sylvie Toupin
Adjointe à la rédaction Patricia Larouche
Révision linguistique Robert Paré

PRODUCTION

Conception graphique Richard Hodgson
Photo couverture Ève-Lucie Bourque / Publiphoto
Séparation de couleurs Les ateliers haut registre inc.
Impression Imprimerie l'Éclaireur

COMMERCIALISATION

Directeur du marketing Gilles Lachance
Promotion et publicité Marie Prince
Abonnements Nicole Bédard
Distribution en kiosques Messageries dynamiques

Québec Science reçoit l'aide financière
du gouvernement du Québec (Programme de soutien
aux revues de culture scientifique et technique)
et du réseau de l'Université du Québec.

Membre de: The
Audit Bureau CPPA

Québec Science est produit gratuitement sur cassette
par l'Audiotèque, pour les personnes
handicapées de l'imprimé. Tél.: (418) 648-2627

ABONNEMENTS

Au Canada:	1 an (10 numéros):	32,36 \$
	Groupe (10 ex./même adresse):	28,89 \$
	2 ans (20 numéros):	56,62 \$
	3 ans (30 numéros):	78,58 \$
	À l'unité:	3,75 \$
À l'étranger:	1 an (10 numéros):	39,00 \$
	2 ans (20 numéros):	68,00 \$
	3 ans (30 numéros):	95,00 \$
	À l'unité:	4,00 \$

Pour la France, faites votre chèque à l'ordre de:
DAWSON FRANCE, B.P. 57, 91871
Palaiseau, Cedex, France

Pour abonnement ou changement d'adresse:

QUÉBEC SCIENCE
C.P. 250, Sillery, Québec, G1T 2R1
Tél.: (418) 657-3551 poste 2854

Pour contacter la rédaction:

Tél.: (418) 657-3551 poste 2426 • Téléc.: (418) 657-2096

Envoi de publication - Enregistrement n° 1052.
Port payé à Québec

Entre les lignes

RENCONTRES ESTIVALES

L'été dernier, pour la première fois depuis des lustres, on a observé des cachalots dans le fleuve Saint-Laurent, près de Tadoussac. Avec ces proches parents de Moby Dick, la liste des baleines fréquentant la côte Nord du fleuve ne cesse de s'allonger : baleines bleues géantes, petits rorquals, rorquals communs, rorquals à bosse, etc. Cela fait maintenant 19 espèces de cétacés à observer pendant des vacances au Québec. Espérons que l'arrivée de ces nouveaux visiteurs signifie que la qualité du milieu habité par nos cétacés « domestiques », le béluga en particulier, s'améliore.

Afin d'être bien préparé à votre éventuelle rencontre estivale avec Moby Dick, nous avons inclus un article sur cette baleine si différente. Vous y trouverez l'explication du long délai qui s'écoule avant que le cachalot ne réapparaisse à la surface, de quoi cultiver votre patience.

C'est peut-être aussi au cours de l'été que l'on connaîtra la fin du différend qui oppose Norsk Hydro, le grand producteur québécois de magnésium, aux autorités commerciales américaines. Plusieurs fois, la Commission du commerce international des États-Unis a remis sa décision quant aux droits de douane et surtaxes dont certains producteurs américains voudraient voir frapper les exportations québécoises de magnésium. La décision finale de la Commission devait être annoncée en juillet.

Quoi qu'il en soit, ce métal exceptionnel, découvert par Volkswagen dans les années 30, est en train d'être redécouvert par le reste de l'industrie automobile. Comme l'explique notre article, la recherche a trouvé le moyen de corriger tous les défauts du magnésium... et il n'y a aucun cas connu de « coccinelle » dont les pièces en magnésium aient pris feu lors d'un accident.

Parfois, on a l'impression que la science tourne en ronds, tel le débat sur l'inné et l'acquis, qui n'en finit plus. Est-ce que l'éducation et l'environnement contribuent plus ou moins que le bagage génétique dans le développement psycho-intellectuel des enfants ? Est-ce que tout est joué dès notre conception, selon la qualité des gènes dont nous héritons ?

Notre article passe en revue l'outil le plus puissant utilisé jusqu'ici afin de départager les contributions respectives de l'inné (les gènes) et de l'acquis (l'environnement) : la comparaison de jumeaux identiques élevés séparément.

Ne vous attendez pas à une réponse à vos questions ; le débat est loin d'être terminé. D'autant plus que les partisans de la prépondérance de l'inné vous diront que, de toute façon, ce sont ses gènes qui dictent à un être humain le type d'environnement dans lequel il décide de grandir. À quoi bon alors vouloir opposer la contribution de l'environnement à celle de l'hérédité.

L'étude du génome humain va bientôt prendre la relève, mais le recours aux jumeaux identiques connaîtra encore certainement de beaux jours. « Les jumeaux sous la loupe des chercheurs » a le mérite de montrer les limites de la méthode. La controverse n'est pas près de se terminer ; elle soulève bien trop de questions et demeure bien trop passionnante.

La rédaction

LE FEU, OUI MAIS...

Dans le numéro d'avril de *Québec Science*, vous décrivez le rôle du feu dans la régénération des forêts. Il y est clairement démontré que celui-ci, loin d'être toujours une catastrophe, peut avoir des effets bénéfiques. [...] Toutefois, certaines affirmations mériteraient d'être nuancées.

En premier lieu, les pins et les épinettes n'ont pas une écorce résistante au feu. Comme vous le dites si bien, leur présence est assurée par la germination des graines, protégées dans des cônes adaptés à cette situation, et non par la survie des arbres présents lors du passage du feu.

Ensuite, si le sapin peut remplacer les pins et les épinettes, lorsque le cycle du feu s'allonge, ce n'est pas parce que sa cime vient à les dépasser, ce qui impliquerait qu'il pousse plus vite qu'eux. Le sapin a plutôt la capacité de s'établir à l'ombre d'autres arbres. Lorsque ceux-ci arrivent à maturité et meurent, il occupe tout simplement la place laissée vacante.

Parce que le sapin peut s'installer à l'ombre, la coupe partielle lui serait plus favorable que la coupe à blanc. En effet, elle lui procure des conditions particulièrement propices, tout en empêchant les espèces de lumière, comme le bouleau et le tremble, de s'installer. Lorsque la coupe à blanc est faite par bandes ou par trouées,

elle garde à proximité du parterre de coupe les semenciers de toutes les espèces présentes dans le peuplement. Ces espèces ont ainsi plus de chances de s'installer et d'augmenter la diversité du peuplement qui suivra.

Il est loin d'être évident que les feux assurent une plus grande diversité en espèces ou en âges. La majorité des surfaces brûlées le sont lors de certaines années où les conditions sont particulièrement propices à la propagation des feux. C'est ainsi que, tout comme en 1991, les années 1983 et 1971 ont été des années de grands feux. [...]

Le même phénomène s'est produit dans le passé, avec de grands feux en 1955, 1941 et 1923, par exemple. On en voit le résultat dans d'immenses peuplements purs, d'épinette noire et de pin gris en particulier, dont les arbres ont à peu près tous le même âge et dont la diversité en espèces n'est pas particulièrement prononcée.

Enfin, même en l'absence de feu, le remplacement de l'épinette noire, entre autres par le sapin, n'est pas inévitable. Mes propres observations depuis dix ans, dans des secteurs coupés entre 1925 et 1950, montrent que l'épinette a pu s'y reproduire par marcottage (enracinement de branches qui courent à la surface du sol) et former des peuplements qui ne se distinguent pas, tant en espèces qu'en productivité, des peuplements installés

après feu. Il est d'ailleurs impossible, sans un examen approfondi, d'en déterminer l'origine. Le même phénomène s'observe aussi dans les coupes plus récentes. Le rôle de la régénération par marcottage est, à mon avis, encore plus méconnu que celui du feu.

En somme, le feu peut être un bon outil d'aménagement, à condition de ne pas en faire une panacée.

René Doucet
ingénieur forestier
Sainte-Foy (Québec)

LES MAISONS « VERTES »

Dans notre numéro de juin, nous avons attribué la conception de la maison verte urbaine à la Société d'habitation et de développement de Montréal (SHDM). Ce projet a trois promoteurs : le service de l'habitation et du développement urbain de la Ville de Montréal (et non la SHDM), la Société d'habitation du Québec et la Société canadienne d'hypothèques et de logement.

Quant au programme canadien R-2000 de maisons à haut rendement énergétique, il est toujours en vigueur. Au Québec, il est géré par l'Association provinciale des constructeurs d'habitation du Québec.

VITALITÉ
Il suffit de prendre le temps.

Mangez bon, mangez bien.

Bougez et jouez

en famille, entre amis.

Soyez bien dans votre peau.

Vous croquerez dans la vie

à belles dents.

Envoyez à:
C.P. 38, succursale NDG
Montréal, Québec H4A 3P4

Nom _____ Prénom _____
Adresse _____ App. _____
Ville _____ Prov. _____ Code postal _____

Prenez 2 minutes pour remplir ce coupon.
Nous vous enverrons gratuitement notre brochure.



ACFAS
60^e CONGRÈS

LES SCIENCES, UNE HISTOIRE À SUIVRE

*L'Université de Montréal accueillait, du 11 au 15 mai 1992,
le 60^e congrès de l'Association canadienne-française pour l'avancement des sciences (ACFAS).
Les journalistes de Québec Science étaient sur place.*

FEMMES MÉNOPAUSÉES, EN MARCHÉ !

Par Suzanne Champoux

S'il n'en tenait qu'au Dr Jean-Pierre Després de l'Université Laval, il ferait marcher toutes les femmes ménopausées. Le Dr Després s'intéresse à l'obésité, au métabolisme des lipides et à l'exercice physique. C'est en combinant tous ces centres d'intérêt qu'il s'est mis à réfléchir sur le rôle de l'exercice physique dans la prévention des maladies cardiovasculaires chez la femme ménopausée.

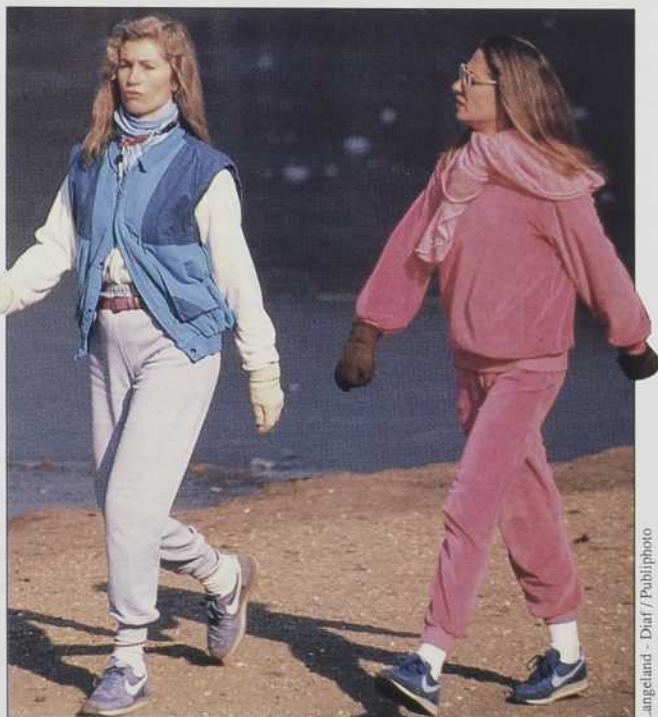
Car il faut savoir que le plus grand risque qui guette la femme, après la ménopause, est celui d'un infarctus. Si, plus jeune, elle est protégée par les œstrogènes, qui maintiennent un équilibre favorable entre le bon (HDL) et le mauvais (LDL et VLDL) cholestérol, après l'arrêt de la sécrétion des ovaires, la femme redevient l'égale de l'homme face aux maladies cardiovasculaires.

Comme le soulignait le Dr Després lors de sa présentation au congrès de l'ACFAS, « il s'agit d'un véritable problème de santé publique, car plus de 40 % des femmes meurent des suites d'un problème cardiaque ou vasculaire ».

Le Dr Després a cherché à savoir quel type d'exercices il fallait recommander à des femmes ménopausées pour diminuer leurs risques d'infarctus. Première constatation : il n'y a pas de corrélation significative entre la meilleure condition cardiorespiratoire atteinte grâce à l'exercice physique et la

modification des divers taux de cholestérol dans le sang. « Ce ne sont pas les femmes les plus en forme à la fin de notre étude qui avaient le plus amélioré leurs facteurs de risques de maladies cardiovasculaires. » En effet, l'exercice intense et peu prolongé, qui améliore la condition cardiorespiratoire, a peu d'effets sur les facteurs métaboliques.

Deuxième constatation : le profil lipidique s'améliore indépendamment du poids. « Nous avons soumis des femmes obèses à un programme d'exercice aérobique de faible intensité mais de longue durée (une marche de 90 minutes par jour, 5 jours par semaine, durant 14 mois). La perte de poids ne fut que de 4,6 kg en moyenne, mais nous avons noté une amélioration sensible des para-



Langeland - Diar / Publiphot

mètres sanguins qui prédisposent aux complications cardiaques et au diabète, souligne le Dr Després. Même avec 40 % du poids corporel sous forme de graisse, une femme peut être normalisée sur le plan métabolique. »

Il n'est donc pas nécessaire de s'entraîner comme un joueur de football pour se protéger des maladies cardiovasculaires. Le Dr Després recommande de s'attarder surtout à l'amélioration des facteurs métaboliques (comme le cholestérol) qui peuvent être responsables des infarctus. Il suffit pour cela de pratiquer régulièrement un exercice physique de faible intensité, le plus simple étant de marcher d'un bon pas, environ une heure quatre ou cinq fois par semaine.

IMMIGRATION : DEUX QUÉBEC EN UN

La concentration des immigrants à Montréal est en voie de créer deux Québec en un : un Québec multiethnique à Montréal et un Québec « pure laine » en région.

Pour Jean-F. Manègre, du Conseil des communautés culturelles et de l'immigration du Québec, cette situation est porteuse de tensions sociales et raciales, qui peuvent cependant être évitées en adoptant une politique d'aide à l'établissement des immigrants en région.

Depuis 1981, la grande majorité des immigrants arrivés au Québec se sont établis dans la région de Montréal. Pourtant les avantages de la régionalisation sont multiples. Elle permet aux immigrants de maîtriser plus vite le français, favorise le développement économique des régions et limite la formation de ghettos ethniques dans la métropole.

Pourtant, une telle volonté gouvernementale de régionaliser l'immigration est absente. On se contente de quelques projets pilotes, ici et là, et on laisse aux régions le soin de prendre l'initiative, affirme M. Manègre.

Stéphane Gagné

PÊCHEURS, LA TRUITE D'ÉLEVAGE EST MEILLEURE



L'omble de fontaine ou truite mouche-tée est le poisson le plus pêché au Québec... et peut-être aussi le plus difficile à élever.

Sa popularité et son potentiel commercial ont pourtant incité des chercheurs à s'y intéresser. Ces derniers présentaient les résultats de leurs recherches lors d'un colloque sur l'avenir de l'élevage de ce salmonidé, au dernier congrès de l'ACFAS.

L'omble de fontaine est un poisson très sensible aux écarts de température, un problème de taille avec les hivers rudes et les étés chauds que l'on connaît. L'été, l'espèce devient très vulnérable aux maladies aussitôt que la température de l'eau dépasse 10 °C. L'hiver, par contre, la basse température de l'eau ralentit sa croissance.

Que faire alors ? « Élever le poisson dans l'estuaire du Saint-Laurent, où la température estivale est constante et inférieure à 10 °C, affirme Céline Audet, chercheuse à l'INRS-Océanologie, à Rimouski. Certaines populations vivant en eau salée et douce s'adaptent bien aux conditions estuariennes », dit-elle. Elle a même relevé une meilleure croissance en eau salée, phénomène inexpliqué pour le moment.

L'omble d'élevage a une chair 50 % plus grasse que son compagnon sauvage. Cependant, Lucien Adambounou, de l'Université du Québec à Rimouski et Michel Khalil, du Centre océanographique de Rimouski, ont constaté qu'il s'agissait surtout de gras d'un type moins dommageable à la santé.

En effet, il est reconnu que la consommation d'acides gras de type oméga-3 diminue les risques d'attaque cardiaque. Par contre, les acides gras oméga-6 (huiles végétales) favorisent l'accumulation de cholestérol et augmentent les risques de maladies cardiovasculaires. Une viande présentant un rapport élevé de gras oméga-3 favorise donc la santé. Or, ce rapport est de 4,1 dans les muscles de l'omble d'élevage, comparé à 2,5 chez l'omble, ou truite, sauvage.

La consommation de truites d'élevage serait donc préférable à la dégustation des prises d'une partie de pêche. Lucien Adambounou et Michel Khalil travaillent donc à améliorer cet avantage, mais la truite de nos lacs ne devrait pas trop compter sur leurs recherches pour qu'on la laisse en paix.

Stéphane Gagné

DES CENTAINES DE PLANTES EN VOIE DE DISPARITION

On a beaucoup parlé de diversité biologique au congrès de l'ACFAS. Cette expression, que l'on retrouve maintenant jusque dans le vocabulaire des politiciens, résume d'ailleurs assez bien les préoccupations actuelles des écologistes, qui tendent à considérer le problème de la conservation d'une manière plus holistique que jamais.

En général, quand on parle d'espèces menacées, on pense plus volontiers aux oiseaux migrateurs ou aux mammifères marins qu'aux espèces végétales. C'est connu, les plantes ont la vie dure ; les mauvaises herbes défient les désherbants, l'herbe à la puce fait encore des victimes, l'herbe à poux récolte des amendes et les renoncules âcres empoisonnent les vaches distraites. Et pourtant ! Qui n'a pas entendu parler de la maladie hollandaise de l'orme ? Des malheurs de l'ail des bois ? Ou de la disparition, à la fin du siècle dernier, des forêts de chênes blancs de l'Outaouais, surexploitées au profit de la marine britannique ?

On a recensé, au Québec, 374 espèces végétales menacées, soit environ le cinquième de notre flore indigène. C'est grave : 12 arbres, 23 arbustes et 339 plantes herbacées risquent de disparaître, si nous ne posons pas les gestes nécessaires à leur conservation. Pour l'ensemble du Canada, le Musée canadien de la nature a publié, en 1990, une liste de plus de 1 000 plantes rares, donc menacées de disparaître.

La menace, il ne faut pas se le cacher, vient le plus souvent de l'homme et de ses activités. Et ça ne date pas d'hier ! Nos ancêtres avaient la hache leste et la charrue agressive. Ils nous ont bâti un bien beau pays, mais souvent au détriment de la biodiversité. Et nous continuons gaillardement leur entreprise de destruction, à grands coups de véhicules tous-terrains, de pollution chimi-



R. Chiasson / Publiphoto

L'ail des bois figure sur la liste des espèces végétales menacées au Québec.

que et de gourmandise printannière aux dépens de l'ail des bois. Parfois, l'attaque est plus subtile, au point que ses conséquences échappent à ceux-là

même qui en sont responsables. Ainsi, l'habitude que l'on a, en région agricole, de parsemer les champs de bosquets entraîne trop souvent l'appauvrissement du patrimoine génétique de ces arbres isolés du reste de la forêt. La solution, pourtant, serait fort simple : en faisant communiquer entre eux ces bosquets par des haies, on permettrait par la pollinisation une meilleure répartition des gènes.

La biodiversité, c'est ce qui fait la richesse d'un écosystème, où tout fonctionne par cycles et par chaînes. La complémentarité des espèces et leurs interactions compliquées sont encore mal connues, mais nous savons au moins une chose : éliminez une seule espèce de ce système complexe et vous affaiblirez toutes les autres. Pas étonnant que l'expression « diversité biologique » soit aujourd'hui devenue un mot clé dans le discours des chercheurs... comme des politiciens.

Pedro Rodrigue

DES CHERCHEURS EN ÉCOLOGIE SE LANCERONT DANS LA MÊLÉE

Les militants des groupes environnementaux auront de la concurrence. Certains écologistes (pas ceux de Greenpeace, mais bien des chercheurs en écologie) ne veulent plus garder le silence. Prendre publiquement la parole sera d'ailleurs l'un des objectifs de la nouvelle Association des écologistes québécois (AEQ), section locale de l'Ecological Society of America (ESA), qui regroupe 4 000 scientifiques à travers le monde. La fondation de la section québécoise a été annoncée au congrès de l'Association canadienne-française pour l'avancement des sciences (ACFAS), en mai à Montréal.

De fait, ce sont deux modes d'intervention publique qui s'affronteront. « Les regroupements écologistes font un excellent travail pour attirer l'attention sur les questions environnementales », écrit l'AEQ. Pourtant, lors des discussions tenues au congrès de l'ACFAS, plusieurs chercheurs n'hésitaient pas à

dénoncer la démagogie utilisée par les militants traditionnels. « C'est facile de faire paniquer les gens », dit carrément l'un d'eux, citant l'exemple des bébés



Bernard Lambert / Journal Forum, Université de Montréal

Catherine Potvin, présidente de l'Association des écologistes québécois.

phoques, un dossier où l'émotion avait souvent remplacé la raison.

On retient des discussions que, pour ces scientifiques, la fin ne justifie pas les moyens. Ils se permettront certainement d'être opportunistes, utilisant ainsi l'actualité pour se faire entendre, mais sans abandonner leur rigueur de scientifiques. Pour mieux souligner la distinction, plusieurs chercheurs se présentent maintenant comme écologues, et non comme écologistes.

Sous la présidence de Catherine Potvin, du département de biologie de l'Université McGill, la nouvelle association veut notamment faciliter les contacts avec les médias, voire prendre position dans certains grands débats. Celui sur Grande-Baleine aurait par exemple été rehaussé, si les biologistes s'étaient prononcés sur l'étendue de la « catastrophe » appréhendée. Plusieurs chercheurs estiment que Grande-Baleine est encore la meilleure façon de produire de l'électricité, nonobstant les questions environnementales, sociales et politiques.

D'autre part, l'Association des écologistes québécois sera aussi un groupe de pression dans la question du financement de la recherche. Désire-t-on plus d'argent ? L'Association aimerait d'abord une meilleure coordination et planification de la recherche, laquelle subit malheureusement un phénomène de mode. Les pluies acides et le dépérissement des érables furent, par exemple, jugés importants pendant plusieurs années. « On n'en entend plus parler », constate le secrétaire-trésorier de l'Association, Yves Mauffet, du département de science biologique de l'Université du Québec à Montréal.

L'Association veut plutôt faire porter ses efforts sur des questions de longue haleine, tels le changement global, la diversité biologique et les systèmes durables. Sous l'impulsion de sa présidente, la section québécoise de l'ESA souhaite ainsi éclairer la société sur les importantes décisions à prendre en matière de développement et d'environnement.

Étienne Denis

OBÉSITÉ : UN DÉFAUT DE THERMOGÉNÈSE



L'obésité pourrait être due en partie à un défaut de thermogénèse, ce phénomène par lequel la dépense en énergie du corps augmente après un repas. Il est admis que l'obésité découle le plus souvent d'un déséquilibre entre les calories ingérées et celles qui sont dépensées. Mais comment expliquer que certaines personnes se retrouvent si facilement du mauvais côté de la balance et engraisent, tout en passant la plus grande partie de leur vie au régime ?

Lilian De Jonge, du département de nutrition de l'Université de Montréal, s'est intéressée à cette question et a recherché un lien possible entre l'obésité et un défaut de thermogénèse. Elle a présenté des résultats intéressants lors du récent congrès de l'Association canadienne-française pour l'avancement des sciences (ACFAS).

Au total, 18 personnes, neuf minces et neuf obèses, ont accepté de participer à une étude. On leur a d'abord servi un déjeuner standard, puis, quelques jours plus tard, le même repas, réduit en bouilli et injecté directement dans l'estomac. Lilian De Jonge a mesuré la thermogénèse après tous ces repas, afin

de vérifier si le fait de voir, de goûter et de humer les aliments influençait la réponse du corps sous forme d'une augmentation de la thermogénèse.

Les résultats montrent que la thermogénèse est fortement influencée par la vue et le goût des aliments chez les personnes minces, alors que ce n'est pas le cas pour les personnes obèses. Nous ne sommes donc pas égaux face à la stimulation sensorielle associée à un bon (ou mauvais) repas. Lilian De Jonge n'estime pas pour autant avoir trouvé la réponse à l'injustice dont semblent être victimes les obèses face aux minces. « Il est encore trop tôt pour tirer des conclusions, dit-elle. Nous avons observé un défaut de la thermogénèse chez les personnes obèses par rapport à des gens de poids normal, mais notre étude n'incluait que 18 sujets. Nous mettons peut-être le doigt sur un début de réponse pour expliquer pourquoi certains sont obèses et d'autres pas, mais nous devons continuer les recherches avant d'espérer apporter des solutions concrètes. »

Suzanne Champoux

DES ENFANTS DE PARENTS ALCOOLIQUES TROUBLÉS

Un tiers des enfants de parents alcooliques éprouvent des difficultés de nature émotive, des ennuis de santé ou des troubles de conduite, selon certaines études. Deux chercheurs intéressés par le sujet ont présenté les résultats préliminaires de leurs recherches au colloque sur la psychologie tenu dans le cadre du 60^e congrès de l'ACFAS.

Selon l'une de ces études, les garçons de parents alcooliques sont plus agressifs et entêtés, et présentent même des troubles d'inattention et d'hyperactivité.

Les risques de développer des troubles comportementaux sont de trois à neuf fois plus élevés chez les garçons de familles dont l'alcoolisme se transmet de génération en génération. Pour les garçons de familles alcooliques d'une seule génération les troubles comportementaux sont moins fréquents.

On a constaté aussi une prévalence élevée de troubles d'intériorisation (anxiété, dépression) chez les garçons de parents alcooliques.

Les filles semblent manifester moins de symptômes que les garçons, ou alors ces symptômes passent plus inaperçus. D'après l'étude, les troubles de comportement constatés varient selon l'âge. Ils seront plus extériorisés (agressivité, opposition) à six ans et intériorisés (anxiété, retrait, isolement) à dix ans.

Les résultats obtenus sont cependant partiels, et il faudra attendre la fin de ces études pour avoir un meilleur portrait de la situation.

Stéphane Gagné

Erratum : L'article « Le 60^e congrès de l'ACFAS, innovateur et d'actualité », paru dans le numéro de mai dernier, plaçait par erreur les assises du congrès de fondation de l'Association québécoise des écologistes sous la présidence de M. Pierre Dansereau. Nos excuses aux personnes concernées.

LA LUTTE AU MÉLANOME

Une équipe de chercheurs anglais a mis au point une méthode permettant de détecter le mélanome par une simple prise de sang. Voilà qui devrait se révéler très utile, quand on sait que le mélanome est en nette recrudescence. En effet, sa fréquence a plus que doublé au Canada, au cours des quinze dernières années.

Le nouveau test a été développé par une équipe de recherche de l'Hôpital universitaire St. James de Leeds, sous la direction de Peter Selby, et publié en novembre dans la revue britannique *The Lancet*. L'idée de base est simple. Il n'y a normalement pas de mélanocytes dans la circulation sanguine. Donc, si ces cellules apparaissent dans le sang, c'est qu'il y a mélanome, car ce type de cancer de la peau s'attaque à ces cellules. Le mélanocyte a aussi comme particularité d'être la seule cellule à fabriquer la mélanine, la molécule qui colore notre peau. Comme la synthèse de ce pigment nécessite des enzymes spécifiques, celles-ci peuvent servir de marqueurs pour détecter la présence de mélanocytes.

Les chercheurs ont choisi la tyrosinase, car le gène servant à la fabrication de cette enzyme est connu. Le test consiste à rechercher dans le sang, à l'aide d'une sonde (un ADN complémentaire), le bout d'information génétique codant pour cette enzyme. Mais cette technique de génie génétique ne peut suffire à elle seule, car les concentrations de mélanocytes restent très faibles dans le sang. L'ensemble sonde-code génétique doit donc être multiplié, pour en permettre la détec-

tion. C'est ce que réalise la deuxième étape de ce test, grâce à l'amplification génique, mieux connue sous son vocable anglais de PCR, pour *polymerase chain reaction*.

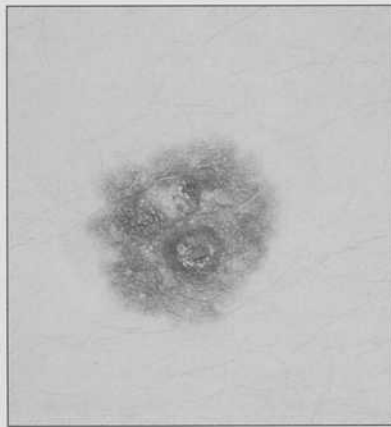
Le test se révèle donc à la fois spécifique et sensible. Il offre aussi comme avantages d'être relativement rapide, la réponse pouvant être obtenue en deux ou trois jours, et d'éviter l'emploi d'isotopes radioactifs, normalement utilisés lorsqu'on recherche un type précis de cellules. Les applications de ce nouveau test seront nombreuses. Il servira possiblement au dépistage du mélanome chez les

personnes à risque, mais surtout il pourrait être utile pour évaluer le pronostic dès qu'un diagnostic est posé. En effet, la présence de mélanocytes dans le sang peut être synonyme de métastases, ou tumeurs secondaires, à plus ou moins long terme. Dans ce cas, une prise en charge initiale plus énergique diminuerait le

risque de dissémination du cancer. De la même façon, l'efficacité d'un traitement pourrait être suivie de près. Si la chirurgie réussit à éliminer toute trace de mélanocytes dans le sang, les drogues anticancéreuses, souvent toxiques, seraient inutiles ; dans le cas contraire, une chimiothérapie serait proposée immédiatement, sans attendre l'apparition d'autres symptômes.

Autre bonne nouvelle, le test, dans son principe, est applicable à tout type de cancer susceptible d'émettre des cellules tumorales dans le sang et pour lesquelles existe un gène spécifique.

Suzanne Champoux



CNRI / Publiphoto

LES JUMEAUX SOUS LA LOUPE DES CHERCHEURS

Par Claire Chabot

Les vieux démons de l'eugénisme ont la vie dure – et rendent parfois celle des jumeaux misérable, eux qui servent de plus en plus souvent de cobayes dans les recherches sur l'influence de l'environnement et de la génétique, dans le comportement humain.

La souris a beau être la vedette des laboratoires, il y a un nombre infini de questions auxquelles ces gentils rongeurs ne peuvent nous donner de réponses satisfaisantes. Pourquoi certaines personnes qui ont pris du poids se retrouvent avec une brioche à la ceinture, tandis que d'autres accumulent le surplus aux hanches ? Qu'est-ce qui a pu précipiter un individu dans un état dépressif, tandis qu'un autre vivant à peu près les mêmes problèmes paraît dans son état normal ?

Pour répondre à l'une ou l'autre de ces questions complexes, on aura recours à des spécimens rares : les jumeaux. Les plus précieux d'entre eux, les jumeaux monozygotes, appelés couramment jumeaux identiques, ont les mêmes gènes, ou le même génotype. Les scientifiques les recherchent à coups d'annonces dans les journaux et d'appels aux travailleurs sociaux et centres d'adoption car, grâce à eux, ils espèrent départager les facteurs génétiques et environnementaux d'une maladie ou d'un comportement.

Depuis 100 ans, l'utilisation des jumeaux en recherche a servi toutes les causes, dont les plus extrémistes, dans les recherches menées par Megele à

Auschwitz, et a suscité les plus grandes controverses. Les critiques ont porté autant sur les méthodologies de recherche que sur les objectifs, avoués ou non. Après avoir passé l'épreuve du temps, les jumeaux restent, encore aujourd'hui, l'outil privilégié par la génétique humaine pour démêler l'inné de l'acquis. Mais, malgré les espoirs que soulèvent ces études dans la compréhension de la diversité biologique individuelle, il faut garder un œil critique. Car les implications sociales et politiques que suscitent les résultats de ces études sont lourdes de conséquences pour notre avenir.

UNE HISTOIRE PEU RELUISANTE

C'est au 19^e siècle, en Angleterre, qu'ont été menées les premières recherches pour déterminer les parts respectives du biologique et du social dans le comportement humain. Savant réputé de l'époque, Francis Galton, cousin de Darwin, avait publié la première étude qui ait tenté de définir la mesure des ressemblances familiales. Dans *Hereditary Genius*, il arrivait à la conclusion qu'il existe des familles de génies, dont la

sienne (!), comptant parmi elles aussi bien des savants, des pasteurs, des musiciens et des juges.

Devant l'évidence que la plupart des proches parents sont reliés, aux plans biologique et social, Galton eut ensuite l'idée d'utiliser des jumeaux identiques, ou monozygotes (MZ), qui partagent les mêmes gènes et dont les différences seraient dues à l'environnement, et de les comparer aux jumeaux non identiques, ou dizygotes (DZ), qui ont les mêmes parents et dont les différences seraient dues à des facteurs génétiques et environnementaux. Galton ne fit qu'amasser des anecdotes que lui





Eve-Lucie Bourque

écrivirent des jumeaux, mais l'idée était lancée !

À partir des années 20, les jumeaux ont fait l'objet de nombreuses recherches sur le comportement criminel et l'intelligence. L'histoire des sciences montre aujourd'hui le lien très étroit entre les idéologies de l'époque, en particulier l'eugénisme, dont le père est nul autre que Francis Galton, et les chercheurs intéressés par l'hérédité du comportement. L'eugénisme prône un projet de sélection, qui se traduirait par un encouragement à la reproduction des individus les mieux « adaptés » et par des mesures allant jusqu'à la stérilisation des « tarés », afin de limiter la reproduction des déficients mentaux et des criminels. Des lois eugéniques ont été votées dans de nombreux pays occidentaux, dont le Canada, permettant la stérilisation dans les asiles et fermant la porte aux immigrants d'origine asiatique.

Si la paléontologie a eu l'affaire Piltdown, une des grandes fraudes scientifiques de l'histoire, la psychologie a elle aussi connu un scandale retentissant : le cas Burt. Jusqu'à sa mort, en 1971, Cyril Burt a été l'un des plus éminents psychologues britanniques. Il était reconnu pour ses recherches sur le quotient intellec-

tionnel (QI) de jumeaux identiques, élevés séparément. Selon lui, l'héritabilité du QI, c'est-à-dire la part des variations dues aux différences génétiques, était d'environ 86 %. Les résultats de Burt sur le QI ont été de loin les plus cités et les plus utilisés par les psychologues.

En 1974, une analyse des travaux de Burt, publiée par le psychologue Léon Kamin, a mis au jour ses méthodes, qui avaient peu à voir avec la science : aucune précision sur les tests employés, aucune information sur l'âge et le sexe des enfants. Les enquêtes qui suivirent confirmèrent le doute sur l'existence même des jumeaux étudiés et de ses deux assistantes de recherche, cosignataires de plusieurs de ses articles. Cyril Burt avait été conseiller du gouvernement britannique en éducation !

Les critiques des études sur les jumeaux sont venues de courants politiques progressistes, qui y voyaient une menace à la liberté des droits de la personne, et des généticiens du comportement eux-mêmes, qui y ont reconnu des problèmes méthodologiques importants. Les méthodes employées pour distinguer les jumeaux identiques des non identiques consistaient à se fier au rapport du médecin à la naissance, à la déclaration des parents ou à la ressemblance de certains traits, comme la couleur des yeux et des cheveux. Ce n'est qu'à partir de 1959 qu'on a commencé à utiliser quatre types de tests sanguins pour diagnostiquer la « zygotité » des jumeaux, avec une marge d'erreur de 10 %. Aujourd'hui, les chercheurs ont le choix de vingt marqueurs génétiques du sang pour s'assurer d'un diagnostic sans fautes.

**ADN + ENVIRONNEMENT
= IDENTITÉ**

L'approche classique, qui se réduisait à une comparaison des MZ et des DZ, supposait que l'environnement qu'ils partagent est le même pour les uns et les autres. En réalité, les jumeaux identiques sont traités différemment ; ils sont plus souvent habillés de la même manière et confondus par leurs proches. Dans ce cas, les résultats ne peuvent qu'être biaisés, puisque la plus grande similarité entre les vrais jumeaux

TABLEAU • D'HONNEUR

Les entreprises et institutions dont les noms apparaissent ici ont décidé d'investir dans la formation de la relève.

Elles ont accepté de parrainer certains étudiants parmi les plus méritants afin de les aider dans la poursuite de la formation scientifique et technique qu'ils ont entreprise.

Ces futurs chercheurs, ingénieurs ou scientifiques tiennent à leur exprimer leurs remerciements.

ONT PARRAINÉ 60 ÉTUDIANTS

MINISTÈRE DE L'ÉDUCATION

MINISTÈRE DE L'INDUSTRIE, DU COMMERCE
ET DE LA TECHNOLOGIE

ONT PARRAINÉ 20 ÉTUDIANTS

PRATT ET WHITNEY

ASSOCIATION DE LA JEUNESSE RURALE DU QUÉBEC

BELL CANADA

HYDRO-QUÉBEC

INSTITUT NATIONAL DE LA RECHERCHE
SCIENTIFIQUE

PARC TECHNOLOGIQUE DU QUÉBEC MÉTROPOLITAIN

QUÉBEC TÉLÉPHONE

TÉLÉ-UNIVERSITÉ

UNIVERSITÉ DU QUÉBEC

UNIVERSITÉ DU QUÉBEC À RIMOUSKI

L'avenir du Québec repose sur la science et la technologie.
Il faut tout mettre en œuvre pour promouvoir
leur développement. Merci !

QUÉBEC SCIENCE

TABLEAU • D'HONNEUR

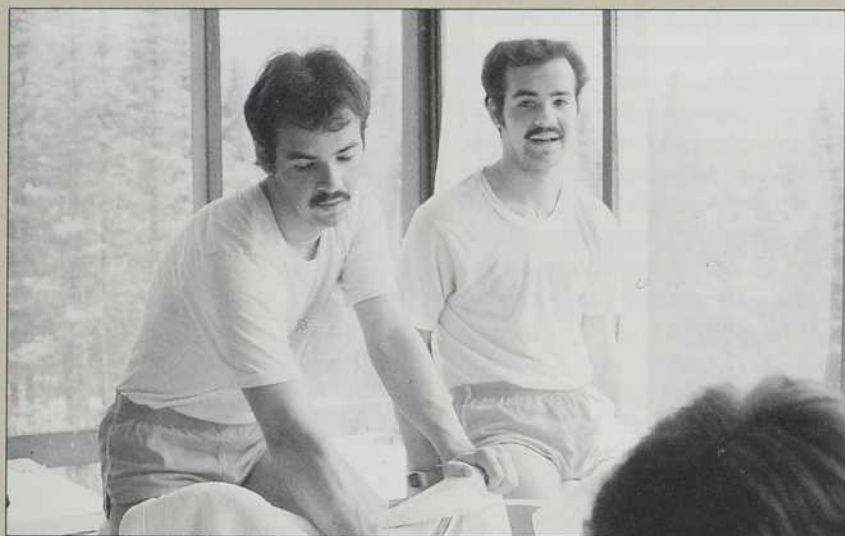
pourrait être due à leur environnement particulier. « On dit que les jumeaux partagent plus souvent la même chambre, mais ce que personne n'a prouvé jusqu'à maintenant, c'est que le fait de partager la même chambre a des conséquences sur ce qu'on mesure », argumente Lindon J. Eaves, généticien au département de génétique humaine du Medical College de Virginie.

Lindon J. Eaves est l'auteur de *Genes, Culture and Personality*, écrit en collaboration avec Hans Eysenck et N. Martin. Il remet sérieusement en question la crédibilité des études faites sur les jumeaux avant 1976. Les échantillons étaient auparavant si petits, souvent moins de 50 paires de jumeaux, qu'il était impossible d'arriver à des conclusions fiables. « La taille des échantillons a changé. Ici à Richmond, dit le généticien, nous avons l'une des plus grandes banques de jumeaux au monde. Une étude, appelée « Virginia 30 000 » et portant sur les facteurs de risque de maladies, fait appel à 15 000 jumeaux et à différents membres de leur parenté. Toutes les études que nous entreprenons font au moins appel aux jumeaux et à leurs parents, pour qu'on soit en mesure de valider les données. »

Chercheur à l'Université Laval, Claude Bouchard, dont les recherches (voir l'encadré) sur le rôle des gènes dans l'obésité, le métabolisme et la performance physique ont reçu une reconnaissance scientifique internationale, croit de plus en plus que l'étude du génome humain permettra de remplacer peu à peu les études sur les jumeaux. « On aura la possibilité de voir si un gène est impliqué dans un trait, s'il varie d'une personne à l'autre, et si cette variation joue un rôle dans l'obésité ou la performance. »

On reconnaît de plus en plus l'existence d'une individualité biologique des êtres humains, et, à mesure que l'on élucidera tous les mécanismes de la machine humaine, les débats entre l'inné et l'acquis perdront de leur intérêt. Par contre, la biologie des comportements et des caractères met en jeu un grand nombre de gènes en interaction avec des conditions environnementales ou des événements particuliers. C'est pourquoi les recherches sur les jumeaux

DES JUMEAUX EN LABORATOIRE



Claude Bouchard / Université Laval

Le Laboratoire des sciences de l'activité physique de l'Université Laval poursuit, depuis près de quinze ans, une série d'études expérimentales utilisant des jumeaux identiques. Les chercheurs voulaient savoir, entre autres, à quoi correspondaient les différences que l'on remarque entre les individus lorsqu'ils prennent ou perdent quelques kilos. À plusieurs reprises, ils ont exposé une douzaine de paires de jumeaux à des régimes de suralimentation et de sous-alimentation, contrôlés en laboratoire. Exigeantes, ces expériences duraient quatre mois, durant lesquels les sujets, sous surveillance vingt-quatre heures par jour, étaient soumis à une batterie de tests.

Les résultats de l'expérience de suralimentation, qui a soumis les jumeaux à un surplus de 6 000 calories par semaine durant 100 jours, ont permis de confirmer qu'il existe bien des différences individuelles. Les sujets ont gagné en moyenne 8 kg, mais les gains variaient entre 4 et 13 kg. Cette différence n'est toutefois pas aléatoire ; l'écart entre les paires de jumeaux était beaucoup plus grand que celui entre les

jumeaux de chacune des paires. Cet écart entre les paires est particulièrement important dans le cas de la graisse abdominale, car cette propension à accumuler les surplus au niveau du ventre serait due à des facteurs génétiques. C'est à partir de ces résultats qu'on peut conclure que les gènes d'un individu jouent un rôle important dans l'interaction entre son génotype et l'alimentation.

« Généralement, les études sur les jumeaux supposent qu'il n'y a pas d'interaction entre les gènes et l'environnement, explique Claude Bouchard, directeur du Laboratoire. Selon elles, il y aurait un effet génétique et un effet environnemental, les effets s'additionnant. Nous, nous pensons qu'il y a beaucoup d'interactions entre les gènes et l'environnement d'un individu. » L'approche expérimentale sur les jumeaux conçue à l'Université Laval, une expérience unique au monde, permet de prouver l'existence de cette interaction ; une telle variation entre des personnes soumises à un même environnement en apporte la preuve évidente.

continuent aujourd'hui à bénéficier d'un large appui financier des plus importants centres de recherche, en particulier, du National Institute of Mental Health, aux États-Unis.

« Il y a quelques années, tout le monde pensait qu'en séquencant le génome humain on trouverait réponse à tout. Beaucoup d'argent a été dépensé pour trouver les gènes liés à des troubles mentaux spécifiques. Le problème,

c'est que ces maladies sont génétiquement très complexes et qu'elles comprennent une importante composante environnementale. » Pour mieux étudier cette composante, Kenneth Kendler, Lindon Eaves et leurs collègues ont conçu une série d'études longitudinales, où des mesures sur les mêmes jumeaux sont répétées à intervalles réguliers. Cela permet, selon lui, de mieux expliquer ce qui, dans les données généti-

ques et environnementales, cause les changements dans le processus de développement.

« On mesure les jumeaux à différents moments, explique Lindon Eaves. Si une personne est moyennement dépressive tout le temps, c'est dû à un facteur génétique. Mais, si on constate un épisode de dépression isolé, c'est dû à un facteur environnemental. Nos recherches ont permis de détruire deux grands mythes, ce qui a provoqué un véritable infarctus chez les psychiatres ! En matière de troubles mentaux, les parents et l'environnement familial ne seraient pas responsables de la majeure partie des facteurs environnementaux qui agissent sur leur développement. Ces effets seraient à court terme, tandis que les expériences, les événements propres à l'enfant, qui font qu'un jumeau, même identique, est différent de l'autre, ont un effet à long terme. »

L'équipe de chercheurs du Medical College de Virginie est l'une des plus avant-gardistes en génétique du comportement. Une étude sur les conjoints des jumeaux a conduit à l'hypothèse qu'une part importante de l'environnement familial serait due à notre patrimoine génétique ; nos gènes nous prédisposeraient à nous marier avec un certain type de personnes, et ce, malgré les obligations maritales propres à certaines cultures. Dans un couple, les conjoints ont souvent des attitudes sociales semblables et, si ces attitudes sociales sont dues en partie aux gènes, les enfants issus de ce couple seront encore plus semblables.

Eaves va encore plus loin. Selon lui, la religion, la sexualité, l'opinion sur l'avortement ont une composante génétique. « Je ne dis pas qu'il existe un gène pour la religion, mais, devant les choix de société qui nous sont offerts, celui que nous faisons est fonction de notre identité. Et notre identité relève en partie de notre ADN », affirme ce chercheur, qui est aussi pasteur de l'Église épiscopale. « Je ne crois pas que nos gènes nient notre liberté de choisir. Moi, je me sens très à l'aise avec mon ADN. Mes gènes font partie de moi depuis toujours. Il n'y a rien de plus destructeur pour l'âme que de croire l'approche psychologique classique, qui dit qu'on commence à zéro, dans la vie, et que je reçois ce que mon environnement m'impose. »

HOMOSEXUALITÉ : INFLUENCE GÉNÉTIQUE ?

Les recherches sur les jumeaux menées par les généticiens du comportement remettent en question des valeurs et des croyances bien ancrées dans notre société. C'est pourquoi il est essentiel de faire un examen critique de ces recherches. Et peu le font ! Un des rares spécialistes à s'intéresser à ce type d'études, le docteur Jonathan Beckwith, professeur à la Harvard Medical School, a examiné une étude génétique, publiée en décembre 1991 dans les *Archives of General Psychiatry*, sur l'orientation homosexuelle des hommes. Les auteurs, J. Michael Bailey et Richard C. Pillard, ont fait appel, par l'entremise de journaux gais, à la participation d'homosexuels ayant un frère jumeau ou un frère adopté. Le but de l'étude était de faire la preuve de l'existence de facteurs génétiques dans l'orientation sexuelle. Malgré les nombreuses réserves des auteurs, les résultats, selon eux, sont clairs : 52 % des frères jumeaux monozygotes sont eux aussi homosexuels, 22 % des jumeaux dizygotes, 11 % des frères adoptés, donc sans lien biologique, et 9,2 % des frères non jumeaux.

Mais, selon Jonathan Beckwith, si on regarde les trois premiers résultats, on est amené à croire que l'homosexualité est motivée par des facteurs génétiques. Pourtant, si on regarde les trois derniers résultats, on arrive à la conclusion inverse : l'homosexualité serait causée par des facteurs environnementaux.

« Si le fait que 22 % des jumeaux DZ soient homosexuels signifie qu'il s'agit de facteurs génétiques, explique M. Beckwith, on devrait avoir un résultat semblable pour les frères non jumeaux, puisqu'au plan génétique les jumeaux DZ sont simplement des frères conçus en même temps. À mon avis, on peut expliquer cet écart simplement par le fait que l'environnement des jumeaux est plus semblable que celui de frères ordinaires. Ils sont nés en même temps, tandis que les frères ordinaires sont nés à des moments différents de l'histoire de la famille et de la culture, ce qui peut expliquer cette variation. »

On accuse souvent les auteurs des études sur le comportement humain – qu'ils soient dans le camp de l'inné ou

de l'acquis – d'avoir au départ de fortes présomptions. Dans l'étude sur l'homosexualité, dont les conclusions ont fortement intéressé la communauté gaie, les auteurs ne cachaient pas leur préférence pour un déterminisme biologique. « Même si on acceptait leurs résultats, qui démontrent que 52 % des jumeaux monozygotes sont eux aussi homosexuels, comment expliquent-ils les 48 % qui ne le sont pas ? », demande Jonathan Beckwith.

JUMEAUX ÉLEVÉS SÉPARÉMENT : UNE PISTE ?

En 1979, a été entreprise la Minnesota Twins Study, la plus grande étude sur les jumeaux élevés séparément, sous la direction du psychologue Thomas J. Bouchard, de l'Université du Minnesota. En tout, une centaine de jumeaux, MZ et DZ, des États-Unis et de Grande-Bretagne, mais aussi du Canada, de l'Australie, de la Chine, de la Nouvelle-Zélande, de la Suède et de l'Allemagne de l'Ouest. Puisque pas plus de 1 % des jumeaux sont élevés séparément, les cent jumeaux de Thomas Bouchard apparaissent comme une denrée rare. Les scientifiques s'y intéressent tout particulièrement, car ces jumeaux identiques élevés séparément permettent de mieux étudier l'effet des gènes distinctement de l'effet de l'environnement.

Dans un article publié dans la revue *Science*, en octobre 1990, Thomas J. Bouchard arrive à deux grandes conclusions, concernant la source des variations individuelles. Les facteurs génétiques exercent une influence prononcée sur la variabilité du comportement, et l'héritabilité du quotient intellectuel serait pour 70 % due à notre génotype. Bouchard conclut également que le fait d'avoir été élevé dans la même maison a un effet négligeable sur plusieurs traits psychologiques, dont le respect de l'autorité, l'agressivité, la moralité, le conservatisme et l'intelligence.

Ces conclusions ont de quoi donner des frissons à bon nombre de psychologues, d'éducateurs et de parents, qui croient fermement au rôle éducatif et moral qu'ils jouent auprès des enfants. La génétique du comportement nous force à prendre position. Qui croire parmi ces chercheurs, lorsque les uns



disent noir et les autres, blanc ? Le vieux débat entre l'inné et l'acquis, que l'on croyait épuisé, n'a pas fini de toucher des cordes sensibles.

Jonathan Beckwith, dans un récent article écrit en collaboration avec Paul R. Billings du California Pacific Medical Center et Joseph S. Alper de l'Université du Massachusetts, remet en question l'hypothèse que l'environnement des jumeaux élevés séparément soit significativement différent. Dans la plupart des cas, les parents, les proches ou les agences d'adoption essaient de trouver l'environnement familial le plus près de celui d'origine. Les jumeaux séparés sont souvent élevés par des proches parents, vivant dans la même ville ou fréquentant la même école. Sinon, les agences d'adoption tiennent compte du profil socio-économique et culturel des parents. « Les chercheurs de la Minnesota Twins Study n'ayant jamais publié de données détaillées sur les jumeaux, leurs résultats ne peuvent être vérifiés par des chercheurs indépendants », déplore Jonathan Beckwith.

La couverture médiatique qui a entouré l'étude de Thomas J. Bouchard et permis d'attirer des participants pour cette recherche, qui se poursuit encore aujourd'hui, a pu avoir un effet non négligeable sur ses résultats. Les jumeaux qui répondent à ce type de publicité ont peut-être plus de satisfaction à



Abe Frajlich - Sigma / Publiphoto

action entre les gènes (l'apparence physique) et l'environnement. Thomas J. Bouchard, qui a reconnu ce problème, apporte une interprétation très différente : « Les jumeaux élevés séparément tendent à créer un environnement similaire, et l'impact de ces expériences est le produit des influences génétiques. »

On ne peut passer sous silence les conséquences sociales et politiques des conclusions des études sur les jumeaux, en particulier celle du Minnesota sur les jumeaux élevés séparément, qui a été largement diffusée dans les grands médias. Selon un article publié par l'Institute for Social Analysis, en Malaisie, l'étude américaine a déjà été utilisée par le premier ministre de Singapour pour appuyer la politique eugénique de sélection des époux, promue par son gouvernement.

RECHERCHES LOURDES DE CONSÉQUENCES

Les révélations troublantes d'un historien des sciences, Barry Mehler, spécialiste de l'histoire de l'eugénisme, démontrent que les recherches sur les jumeaux peuvent servir des causes politiques. De 1981 à 1988, l'étude du Minnesota sur les jumeaux élevés séparément a reçu près de 700 000 \$ du Pionner Fund, un organisme américain dédié à l'amélioration raciale. « Le Pionner Fund a toujours été intéressé à prouver la thèse des déterminismes biologiques, affirme M. Mehler, et c'est pourquoi il appuie financièrement les études sur les jumeaux. Ces gens veulent des appuis scientifiques, pour démontrer que l'intelligence, l'homosexualité, les tendances criminelles sont d'origine génétique. »

Parmi les principaux bénéficiaires du Pionner Fund, on retrouve le psychologue Arthur Jensen, connu pour un article très contesté, écrit en 1969 dans la *Harvard Educational Review*, où il écrivait que le QI des Noirs était inférieur de 15 points à celui des Blancs. Il s'appuyait à l'époque sur les recherches de Cyril Burt, qui affirmait que les écarts de QI sont dus pour 80 % au patrimoine génétique, un déterminisme biologique contre lequel on ne peut lutter. L'anthropologue et éditeur Roger Pearson a lui aussi reçu des fonds de cet organisme. Un article du *Wall Street Journal*, en 1984, révèle qu'il est un ancien

militant de groupes néonazis et de ligues anticommunistes, désavoué pour ses positions extrémistes ! Dans un livre publié récemment, *Race, Intelligence and Bias in Academe*, Pearson consacre un chapitre entier à dénoncer l'historien des sciences Barry Mehler, l'accusant d'être contre l'hérédité, marxiste et à la solde des juifs...

« Ces gens ont engagé des détectives privés, rétorque l'historien. Ils sont en possession de mes plans de cours. Il est clair que, où que j'aille, ils enregistrent mes communications. Ce livre, explicitement eugénique, a été préfacé par l'un des plus éminents psychologues britanniques, Hans Eysenck. » Les chercheurs qui s'intéressent à l'hérédité des comportements ne sont pas tous racistes ou en faveur de programmes eugéniques ; nombre d'entre eux veulent tout simplement démontrer que notre patrimoine génétique modèle notre identité et nos comportements. Devant la controverse qui divise encore les partisans de l'environnement et ceux de la génétique, les dirigeants politiques et les acteurs sociaux doivent rester prudents. La divulgation des résultats de ces recherches sans tenir compte d'analyses indépendantes a de trop lourdes conséquences pour la société.

Les recherches actuelles en génétique humaine permettront de dresser un profil héréditaire de plus en plus précis des individus. Les études sur les jumeaux, qui démontrent pour certains traits, comme l'intelligence, les maladies mentales, l'alcoolisme, l'agressivité, qu'une part importante de nos gènes détermine ces comportements, vont permettre d'élaborer des plans de prévention individuelle. Malgré tout, il sera toujours impossible de déterminer si les gènes qui nous prédisposent à un comportement agiront effectivement au cours de notre vie. Ce profil héréditaire risque plus de devenir un fardeau qui ouvre la porte à toutes les discriminations. On aura peur d'adopter ou de faire un enfant avec une personne dont les gènes la prédisposent à la dépression ou à une autre maladie courante. On pourrait aussi recourir plus souvent à la peine de mort, convaincu que le comportement criminel est inné et qu'une enfance malheureuse n'a pas d'effet à long terme sur l'accusé. □

être jumeau et se ressemblent peut-être davantage. De plus, ils ont la possibilité d'exagérer leurs similarités dans les entrevues personnelles avec les chercheurs. « D'autant plus, affirme M. Beckwith, que la publicité entourant l'étude de l'Université du Minnesota mettait l'accent sur des comportements similaires ridicules entre les jumeaux identiques élevés séparément, comme le fait de porter des chapeaux de cow-boys ou sept bagues aux doigts, ou bien de tirer la chasse d'eau deux fois de suite. »

Et, si les règles de l'art avaient été respectées à la lettre, quant au choix des échantillons de jumeaux élevés véritablement séparément, ce que l'on ne sait pas encore, un autre argument vient nous faire douter de la validité de ces recherches. Les jumeaux identiques, de par leur ressemblance physique, auront tendance à être traités pareillement par la société. Les personnes que l'on considère très belles partagent des expériences communes, tout comme celles qui sont très laides. Les expériences dues à l'apparence que partagent certains individus, des obèses, des gens de couleur, des handicapés, apportent la preuve que la ressemblance entre les jumeaux aide à créer un environnement similaire, malgré qu'ils vivent séparément. Jonathan Beckwith affirme que l'environnement similaire créé par une apparence identique relève de l'inter-

DES CACHALOTS DANS L'ESTUAIRE !

Par René Caissy

**L'énorme tête du cachalot,
qui rompt avec les lignes hydrodynamiques habituelles
des cétacés, et les profondeurs exceptionnelles
qu'il peut atteindre en plongée
le démarquent nettement des autres cétacés.**

Le fleuve Saint-Laurent a décidé-ment un côté exotique. Avec ses requins du Groenland et autres espèces arctiques qui fréquentent les eaux profondes à la hauteur du Saguenay, ses poissons-castors, véritables fossiles vivants, ses bélugas, exceptionnels sous nos latitudes, on dirait que le fleuve collectionne les espèces insolites. L'été dernier, pour perpétuer la tradition, il a même reçu... Moby Dick !

Durant l'été 1991, certains passagers des croisières d'observation de baleines ont pu photographier des cachalots à la hauteur de Tadoussac. Immortalisé par le célèbre roman d'Herman Melville, le plus gros des odontocètes (baleine à dents) n'avait jamais été rapporté vivant dans l'estuaire du Saint-Laurent. Par ailleurs, la majorité des observations faites dans le golfe concernaient des animaux échoués.

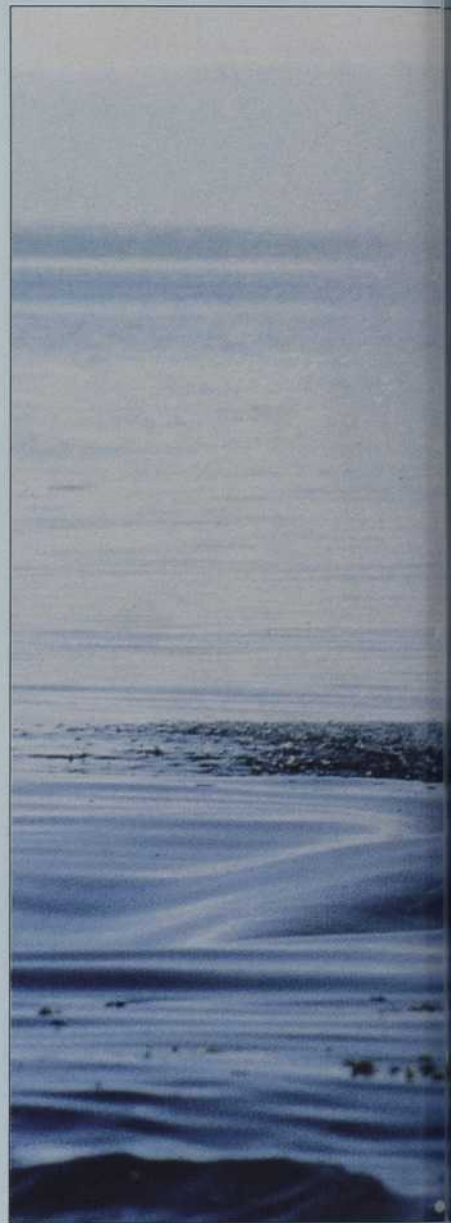
Pour les biologistes et naturalistes du milieu marin, cette visite impromptue de cachalots dans le Saint-Laurent revêt un intérêt particulier. C'est que derrière ces 35 tonnes de chair et de sang se cache un mammifère qui se distingue des autres cétacés, tant par la morphologie que par le comportement.

D'abord, il y a le rostre de l'animal. Situé à l'avant du crâne des baleines à dents et formé d'une masse de lipides, ce « melon » démesuré atteint chez le cachalot le poids d'un éléphant ! Le cachalot se distingue encore des autres cétacés par les profondeurs exceptionnelles qu'il peut atteindre et par son incroyable autonomie de plongée. Des capitaines de baleiniers d'autrefois rapportent qu'un animal harponné pouvait dérouler plus de 800 brasses (près de 1 000 mètres) de corde à la verticale, pour ne réapparaître qu'une heure et demie plus tard...

Même si on ignore les motifs qui incitent le champion des abysses à fréquenter les eaux relativement peu profondes d'un estuaire, sa présence à l'intérieur d'un site d'observation permet d'en apprendre davantage sur ce mammifère particulier, de connaître l'étonnante physiologie qui se cache derrière le mythe vivant qu'est le cachalot.

UN VISITEUR INUSITÉ

Fondateur du groupe de recherche et d'éducation sur le milieu marin (GREMM), Robert Michaud en aurait



beaucoup à raconter sur les baleines du Saint-Laurent. Ce matin du 18 mai 1991, le biologiste, qui regardait vers le large à partir de sa résidence de Grandes-Bergeronnes, a vu la main de Dieu ! « C'est, rapporte-t-il, l'expression que les chasseurs d'autrefois utilisaient lorsqu'un cachalot, avant de plonger, soulevait très haut sa queue dans les airs. Cela m'a confirmé qu'il s'agissait d'un cachalot. »

En présence de deux amis, Robert Michaud observait une baleine depuis plusieurs minutes, à environ quatre km de la côte. « Avec la réflexion à la surface de l'eau, l'image dans le télescope n'était pas très nette. Je ne pouvais



Robert Michaud, GREMM

toutefois m'empêcher de penser, ou de rêver, qu'il s'agissait d'un cachalot. » Outre l'immense nagoire caudale exhibée par l'un des animaux (ils étaient deux) avant de plonger, il y a eu aussi le temps de plongée, que M. Michaud évalua à 30 minutes et qui confirma son intuition. Les rorquals bleu, rorquals communs ou bélugas, que le biologiste est habitué de côtoyer, ont des temps de plongée plus modestes.

Depuis 1984, le GREMM s'intéresse à la dynamique des populations de rorquals communs et de bélugas qui fréquentent le secteur de Tadoussac. Les animaux répertoriés se voient attribuer un nom ; c'est ainsi que l'un des

cachalots nouveau venus a été nommé Tryphon.

Les cachalots, vus en couple au début et à la fin de l'été, puis, individuellement pendant la forte saison, ont été l'objet d'observations sporadiques de mai à septembre. Robert Michaud croit que ces cachalots sont des jeunes mâles : « Tryphon était apparemment un mâle, peut-être un mâle juvénile. Sa taille est un premier indice. Chez les cachalots, les femelles atteignent 10 à 12 mètres de longueur, tandis que les mâles peuvent mesurer jusqu'à 18 ou 20 mètres. Nous avons évalué la longueur de Tryphon à environ 13 mètres. Le second indice provient de leur mode de vie, de leur

organisation sociale. Les femelles, généralement accompagnées de jeunes, dépassent rarement le 40^e parallèle. Les mâles, quant à eux, en dehors de la saison de reproduction sont plus solitaires et s'aventurent souvent plus loin au nord. »

LE MELON DU CACHALOT : UNE VOCATION QUI SE CHERCHE...

Le melon du cachalot a fait couler beaucoup d'encre. Et pour cause ! Au 19^e siècle, l'huile qu'il recèle entre dans la fabrication de l'encre d'imprimerie ! À l'époque cette huile, appelée sperma-

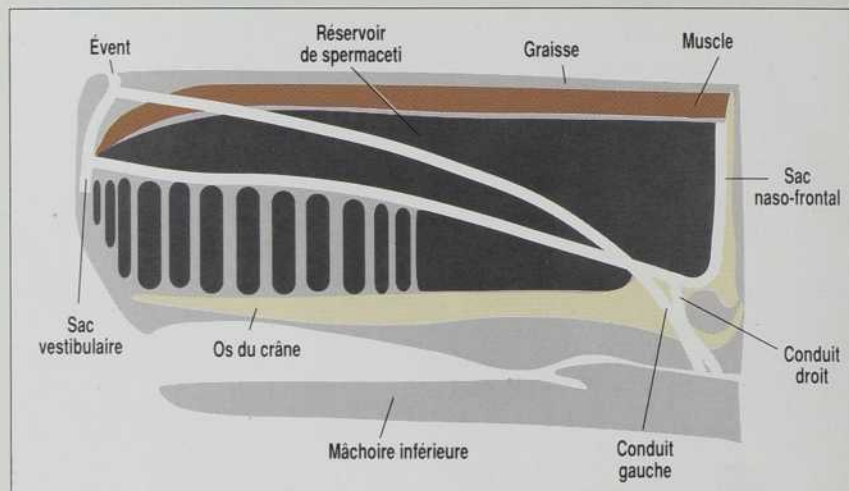
ceti ou blanc de baleine, est aussi utilisée dans les mécanismes d'horlogerie, dans la lubrification des machines à haute vitesse, ou encore comme composante d'explosifs dans l'industrie militaire, etc. Mais, outre son rôle économique évident, cet immense réservoir, qui contient près de quatre tonnes de lipides, a-t-il une vocation biologique particulière ?

L'huile du melon fut d'abord confondue avec le sperme de l'animal par des naturalistes du 18^e siècle ! Encore aujourd'hui, on désigne cette huile sous le nom de « spermaceti ». L'animal a également conservé le nom vernaculaire de *Sperm whale*, en anglais.

On suggère encore que l'huile contenue dans le melon a la propriété de fixer l'azote. Mais l'hypothèse la plus admise veut que le melon soit impliqué dans l'émission de sons destinés à fournir à son propriétaire une image acoustique de l'environnement obscur où il évolue. À ce sujet, des chercheurs ont déjà supposé qu'un cachalot pourrait, grâce à cet organe, émettre des fréquences basses capables d'assommer les calmars géants, lesquels figurent occasionnellement au menu du cachalot.

Au début des années 70, Malcolm Clark, de l'Université Plymouth en Angleterre, émet l'hypothèse que le melon du cachalot pourrait servir d'organe hydrostatique et permettre à l'animal d'accorder sa densité avec celle du milieu. À Durban en Afrique du Sud, où des compagnies baleinières chassaient toujours les cétacés, Clark aura l'occasion de disséquer l'immense masse grasseuse. Entouré de muscles et de tissu conjonctif, l'organe de spermaceti se présentait comme une sorte de réservoir contenant environ quatre tonnes d'huile.

Le blanc de baleine était constitué d'un mélange complexe de cire et de triglycéride. Or, pour Clark, l'intérêt biologique de cette huile fut révélé par ses propriétés thermiques : liquide à 33°, le blanc de baleine commence progressivement à se figer lorsque la température descend en deçà de 31°. En se solidifiant, la masse de lipide devient plus dense et occupe un volume moindre. Puisqu'un corps immergé qui a cette propriété subit une poussée moindre, on comprend les avantages que le contrôle



D'après Clark, 1978

Les organismes aquatiques, qui possèdent des mécanismes leur permettant de contrôler leur densité à des niveaux supérieurs ou inférieurs à la densité du milieu, peuvent descendre et remonter des profondeurs en ne dépensant que peu d'énergie. C'est bien cette dernière fonction « d'organe hydrostatique » que Clark attribua au melon du cachalot. Nette-ment démesuré, ce melon compose la majeure partie de la tête de l'animal, laquelle atteint le tiers de la longueur totale du corps. Les os du crâne ne représentent que 12 % de la masse de l'organe, alors que le reste des tissus qui composent le melon compte pour 88 %.

L'organe de spermaceti se divise en deux sections : une enveloppe fibreuse très résistante constitue le réservoir, à l'intérieur duquel se trouve le spermaceti proprement dit. À partir de l'unique évent du cachalot (situé sur la gauche et vers l'avant de la tête), deux conduits nasaux s'enfoncent au cœur du spermaceti. À sa sortie du crâne, le conduit gauche longe le réservoir jusqu'à l'évent ; c'est principalement ce conduit nasal qui achemine l'air aux poumons au cours des séquences de ventilation. Le conduit droit, pour sa part, s'élargit à sa sortie du crâne, formant une cavité appelée sac naso-frontal, puis, longe l'enveloppe du spermaceti jusqu'à une autre cavité, le sac vestibulaire, qui débouche également dans l'évent.

Chez un mâle adulte, le melon peut contenir jusqu'à quatre tonnes de spermaceti. Cette huile, qui possède des propriétés lubrifiantes exceptionnelles, est composée de cires et de tryglycérides. Liquide à 33 degrés et plus, cette masse de lipides commence à se figer à des températures inférieures. En se contractant, le spermaceti devrait gagner en densité et perdre en volume ; or, conformément au théorème d'Archimède qui dit que tout corps immergé qui a cette propriété subit une « poussée » moindre, le cachalot peut donc gagner les

profondeurs sans qu'en souffrent ses réserves énergétiques.

Les mécanismes biologiques qui pourvoient aux ajustements hydrostatiques du spermaceti sont assez simples à comprendre, une fois que l'on adopte l'hypothèse de Clark. Pour refroidir son spermaceti et pouvoir piquer vers les abysses, le cachalot doit pouvoir dissiper de la chaleur. Parce que l'eau de mer est plus froide que sa température corporelle, l'animal perd des calories par conduction passive à travers son épiderme. Mais, pour accélérer le processus, un système artério-veineux – présent chez tous les cétacés, pour la régulation de la température interne – parcourt l'organe de spermaceti.

Pour figer encore plus vite son spermaceti, le cachalot peut, à partir de son évent, laisser entrer l'eau de mer à l'intérieur du sac vestibulaire, du conduit nasal droit, puis du sac naso-frontal ; cette cavité, longue de cinq mètres et remplie d'eau froide, permettrait de libérer rapidement la chaleur et d'augmenter progressivement la densité du spermaceti. À l'inverse, pour remonter des abîmes, le cachalot doit générer suffisamment de chaleur pour léquifier son spermaceti. Il y parviendrait grâce à ce même complexe artério-veineux. Le volume du spermaceti augmentant avec sa liquéfaction, la poussée d'Archimède se charge de ramener l'animal en surface.

La possibilité d'exercer un contrôle de sa propre flottabilité n'est pas uniquement réservée au cachalot. Chez les poissons osseux, c'est la vessie natatoire qui joue le rôle d'organe hydrostatique. Issu à l'origine d'une évagination du pharynx, cet organe d'entreposage des gaz permet au poisson de modifier sa densité et de se maintenir ainsi aux profondeurs voulues. Chez les insectes, tels les dytiques, un dispositif analogue à la vessie natatoire, présent dans le rectum, permet à ces organismes de se déplacer allègrement dans un plan d'eau.

hydrostatique confère aux organismes aquatiques. Cette adaptation permet au cachalot, en l'occurrence, de descendre à de grandes profondeurs et d'en remonter en limitant le plus possible les dépenses d'oxygène (voir l'encadré).

Les vertus hydrostatiques que Clarck prêtait à l'immense tête du cachalot sont évidemment hypothétiques, et certaines critiques furent formulées à l'endroit du chercheur. Sans réfuter le fait que le refroidissement du spermaceti peut modifier la flottabilité du cachalot, des chercheurs doutèrent cependant des mécanismes que Clarck invoquait à ce sujet. D'après ces chercheurs – qui appuient leurs allégations sur l'étude d'un fœtus de cachalot –, il n'existe aucun mécanisme qui permette l'entrée d'eau dans la narine droite de l'animal. De plus, pour eux, la proposition de Clarck selon laquelle des mécanismes de vasodilatation permettent le refroidissement de l'organe de spermaceti n'est pas plus recevable ; puisque la circulation sanguine qui irrigue la tête du cachalot n'est pas isolée du reste du corps, une chute de température à ce niveau devrait provoquer un refroidissement global de l'animal, ce qui n'est pas souhaitable chez un homéotherme.

Mais dans l'éventualité où, comme Clarck le suggère, l'organe de spermaceti pourrait remplir plus d'une fonction, toutes ces hypothèses (du moins

les plus sérieuses) ont de la valeur – ne serait-ce que pour nous faire prendre conscience de la diversité des moyens qui s'offrent aux animaux pour s'affranchir des contraintes dictées par le milieu...

VINGT MILLE LIEUES SOUS LES MERS...

Dans *Vingt mille lieues sous les mers*, de Jules Verne, les passagers du sous-marin *Nautilus* parviennent à observer des formes de vie à plus de 14 000 mètres sous la surface. Même s'il excède de 3 000 mètres la profondeur réelle des abîmes océaniques, le célèbre auteur de science-fiction est cependant plus près de la réalité que le biologiste anglais, Edouard Forbes, qui à la même époque, au milieu du 19^e siècle, estime qu'il n'y a plus de vie possible au-dessous de 550 mètres !

À cette époque où le milieu scientifique accorde des valeurs modestes aux limites de la vie ou à la profondeur des océans, des témoignages vont peu à peu bouleverser les anciennes conceptions. C'est ainsi qu'au milieu du 19^e siècle des compagnies d'entretien de câbles télégraphiques sous-marins découvrent des crustacés et autres formes de vie fixés à des câbles remontés du fond, à plus de 1 000 mètres de profondeur. Ou encore, en 1932, l'équipe du navire câblier *All-America* pêche une baleine

qui est venue s'empêtrer dans un câble, par 1 050 mètres de fond. Des rapports de compagnies d'entretien de câbles rapportent six autres cas de baleines qui se seraient coincées sous des câbles situés entre 900 et 1 100 mètres de profondeur. À chaque fois, le spécimen est identifié comme étant le *Physeter macrocephalus*.

Plus récemment, grâce aux développements des sonars, des chercheurs ont pu suivre des cachalots au-delà de deux mille mètres de profondeur. En 1969, au sud de l'Afrique, Malcolm Clarck analyse le contenu stomacal d'un cachalot et y trouve les restes de deux *Scymnodon*, des requins benthiques (qui vivent sur le plancher océanique). Or, l'analyse bathymétrique à l'endroit de la capture du cachalot révéla 3 193 mètres !

Les plongées à plus de 1 000 mètres représentent cependant des cas d'exception et sont surtout effectuées par des mâles d'un certain âge. La majorité des cachalots plongent à moins de 400 mètres pour moins de 15 minutes.

Des études effectuées en 1985 dans les eaux côtières des Galapagos ont révélé qu'entre février et avril de cette année-là, les cachalots plongeaient toujours jusqu'à 420 mètres, ce qui est très près de la profondeur où la concentration d'oxygène est minimale.

Ce sont probablement des motifs d'ordre alimentaire qui incitent le cachalot à se tenir ainsi dans une strate pauvre en oxygène. En effet, des études ont démontré que la densité de calmars tend à s'accroître à des niveaux où l'oxygène dissous est en faible concentration. Les chercheurs suggèrent qu'en se tenant à ces niveaux précis les calmars peuvent ainsi échapper à la majorité de leurs prédateurs naturels, rendus amorphes en raison du faible taux d'oxygène. Or le cachalot, qui fait ses provisions d'air à la surface, ne se trouve pas affecté par le manque d'oxygène, et jouit ainsi de l'exclusivité de ce réservoir alimentaire particulier.

CINQ MINUTES D'OXYGÈNE POUR 90 MINUTES DE PLONGÉE

Le cachalot détient, avec la baleine à bec (*Hyperoodon ampullatus*), le record du temps de plongée : la littérature



Robert Michaud, GREMM

Les cachalots, de mœurs pélagiques, fréquentent rarement la zone côtière. C'est plutôt dans l'Atlantique, au large du plateau continental, qu'ils sont observés.

scientifique contemporaine rapporte le cas d'un cachalot qui aurait plongé pendant près de 82 minutes ; une autre observation mentionne un temps de 90 minutes.

Les naturalistes ont longtemps soutenu que les cétacés possédaient un volume pulmonaire énorme, ce qui expliquait selon eux les performances de ces animaux en apnée. On sait aujourd'hui que les poumons du cachalot, d'une capacité de 1 000 litres, représentent moins de un pourcent de la masse totale de l'animal. Par ailleurs, nos poumons qui, toute proportion gardée, sont plus volumineux que ceux du cachalot, nous confèrent une autonomie de moins de deux minutes...

Bien qu'ils soient réduits, les poumons des cétacés sont plus efficaces que les nôtres, plus aptes à utiliser la majorité des molécules d'air prélevées à l'extérieur. Leurs bronches, et même les petites bronchioles de moins de un millimètre, possèdent des petits muscles, ou sphincters, qui isolent l'air dans l'alvéole et empêchent que la pression ambiante ne repousse l'air constamment dans la cavité pulmonaire. De plus, une grande quantité de fibres myoélastiques parcourent les poumons des cétacés, les rendant capables de subir la pression des profondeurs sans que les contraintes mécaniques n'altèrent la structure de leurs tissus.

Une autre adaptation intéressante des cétacés concerne les moyens grâce auxquels ils s'exemptent de la maladie des caissons, ou embolie gazeuse. Ces termes décrivent les symptômes que ressent un plongeur au moment où les gaz, qui ont diffusé dans les tissus et le sang au cours de la descente, redeviennent gazeux – et de surcroît dangeureux – au cours de la remontée. Contrairement au plongeur, qui doit respecter des temps d'arrêt à différents paliers, pour permettre aux gaz, tel l'azote, de retourner aux poumons, où ils seront éliminés, les cétacés, dont le cachalot, reviennent des abysses et y retournent sans cérémonies.

Mais si, à l'instar des humains, l'air inspiré par le cachalot contient son pourcentage d'azote, par quel mécanisme ce dernier s'exempte-t-il des effets néfastes que ce gaz peut provoquer ? L'hypothèse la plus admise veut que les cétacés ne souffrent pas de la présence de l'azote

parce qu'ils n'en emportent qu'une petite quantité à chaque descente. Les baleines n'étant pas obligées, comme les humains, de renouveler constamment leur air au cours de la plongée, elles absorbent, toute proportion gardée, moins d'azote.

Les cachalots sont réputés avoir des cycles de ventilation relativement longs. Cette activité vise, d'une part, à payer la dette d'oxygène accumulée au cours de la plongée précédente et, d'autre part, à constituer des réserves pour la plongée suivante. Ces séquences de ventilation, qui concernent l'aspect mécanique de la respiration, ont pour but ultime la respiration cellulaire, activité au cours de laquelle la cellule utilise l'oxygène pour dégrader des molécules alimentaires et générer de l'ATP (de l'énergie).

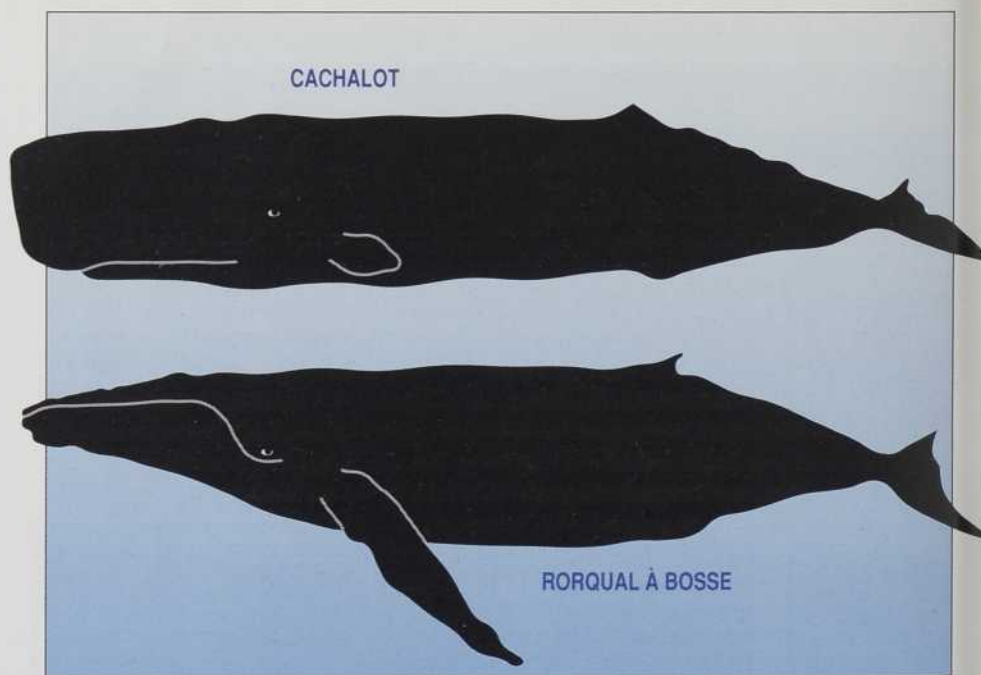
LA DETTE D'OXYGÈNE

Les cellules des baleines, à l'instar de celles des autres mammifères, obtiennent l'oxygène par l'intermédiaire de pigments respiratoires, l'hémoglobine et la myoglobine. On retrouve ces protéines, qui doivent leur affinité pour l'oxygène au fait que leurs acides aminés s'organisent autour d'un atome de fer (demandeur d'oxygène), respectivement dans le sang et dans les muscles.

Des études ont démontré qu'il existe une relation entre la quantité totale de sang d'un organisme et ses besoins en oxygène. Par exemple, en raison de son mode alimentaire, qui le contraint souvent à des plongées profondes et de longue durée, la quantité de sang que recèle un cachalot devrait représenter un fort pourcentage du poids total de l'animal.

En 1979, une équipe du Oregon State University Marine Science Center, profite de l'échouage massif de 41 cachalots pour procéder à l'évaluation du volume plasmatique (volume occupé par les cellules sanguines) et à l'estimation du poids corporel total d'un individu. Le volume sanguin d'une jeune femelle a ainsi pu être évalué à près de 20 % de son poids corporel total. En comparaison, le sang des humains représente autour de huit pourcent du poids corporel.

La chair des baleines, quant à elle, n'est pas rouge mais pratiquement noire. Cela est dû au fait qu'elle est saturée de myoglobine, un pigment respiratoire qui mobilise près de 50 % de l'oxygène total qu'un cachalot emporte au cours d'une plongée. Dès qu'elle a quitté les alvéoles pulmonaires, où elle a fixé l'oxygène, l'hémoglobine va transmettre ce dernier à la myoglobine. Celle-ci



Par son énorme tête et par sa forme générale, qui rompt avec les lignes hydrodynamiques des autres cétacés, le cachalot est décidément une baleine à part...

s'accapare de l'oxygène en raison de son affinité plus élevée pour ce gaz à des pressions moindres.

Grâce à l'autonomie que confère la myoglobine aux tissus, et grâce à la possibilité qu'ont certaines cellules de fonctionner en anaérobiose (sans oxygène) pendant un certain temps, le cachalot cesse pratiquement d'irriguer certaines parties de son anatomie au cours de la plongée. Grâce à des phénomènes de vasoconstriction localisée, la tension artérielle est cependant maintenue dans certains secteurs du système circulatoire ; les organes qui ne peuvent accuser de dette en oxygène, tels le cœur et le cerveau, reçoivent ainsi un apport sanguin constant.

Malgré l'efficacité des mécanismes qui pourvoient à la mise en réserve de l'air (tel l'hyperventilation) et malgré une distribution économique du gaz vital vers les secteurs stratégiques de son organisme, le cachalot a pratiquement épuisé ses réserves après moins de dix minutes de plongée. Comment expliquer dans ce cas les durées de 90 minutes dont la littérature fait mention ? La dégradation des sucres sans oxygène (glycolyse anaérobiose) est particulièrement sollicitée chez les baleines. En se branchant sur cette « voie de secours », le cachalot peut encore améliorer son temps de plongée.

La glycolyse anaérobiose produit une quantité d'acides organiques et autres déchets dont l'accumulation est généralement néfaste aux organismes. Or, au cours de l'évolution, les cétacés ont hérité d'adaptations leur conférant une tolérance accrue à la présence de ces déchets. Par exemple, des mécanismes de vasoconstriction des muscles empêchent le relâchement de l'acide lactique dans le sang. Cette adaptation est capitale car, relâchés en grande quantité dans le sang, l'acide lactique et autres produits de même nature provoqueraient une accélération des battements du cœur, ce dernier cherchant à purifier son système circulatoire.

L'accélération du rythme cardiaque n'est pas souhaitable, chez les baleines, car, en accélérant le pompage du sang

vers les poumons, le ventricule droit ne ferait que s'épuiser, compte tenu de la pression qui règne dans les poumons.

Au contraire, c'est une diminution du rythme cardiaque (bradycardie) qui permet aux cétacés de maximiser leur temps de plongée. Les premières expé-



riences touchant la physiologie de la plongée (travaux de Bert, 1870) portaient justement sur ce réflexe inné qu'ont tous les mammifères, y compris l'homme, de ralentir leur rythme cardiaque dès qu'ils sont immergés. Plus tard, en 1899, Pierre Richet administrait à un canard une drogue (atopine) qui eut pour effet d'accélérer ses pulsations cardiaques ; le chercheur constata alors que l'oiseau refusait de plonger pour se nourrir.

DES CACHALOTS DANS L'ESTUAIRE : RENVERSANT !

En somme, le trait commun de toutes les adaptations physiologiques des cétacés est qu'elles leur permettent de résoudre le paradoxe suivant : comment tirer le meilleur parti d'un habitat marin lorsque notre statut de mammifère nous contraint à prélever l'air du milieu aérien ? Chaque espèce aborde différemment ce dilemme, mais dans chaque cas les adaptations particulières reflètent les habitudes de vie de l'espèce en question. Par exemple, l'été, la majorité des espèces migrent vers les pôles où les zones d'upwelling drainent une quantité im-

portante d'engrais océaniques vers la surface et contribuent à l'entretien d'une faune riche à ce niveau. La majorité des cétacés s'alimentent dans ces zones de faibles profondeurs et, conséquemment, se satisfont d'une autonomie de plongée modeste.

Les caractéristiques uniques du cachalot, pour leur part, ont permis à ce dernier d'occuper un habitat différent. Grâce à ses attributs biologiques uniques (tel l'organe de spermaceti), le cachalot est devenu le seul « mammifère abyssal », l'exploitant exclusif d'une niche écologique interdite aux autres cétacés.

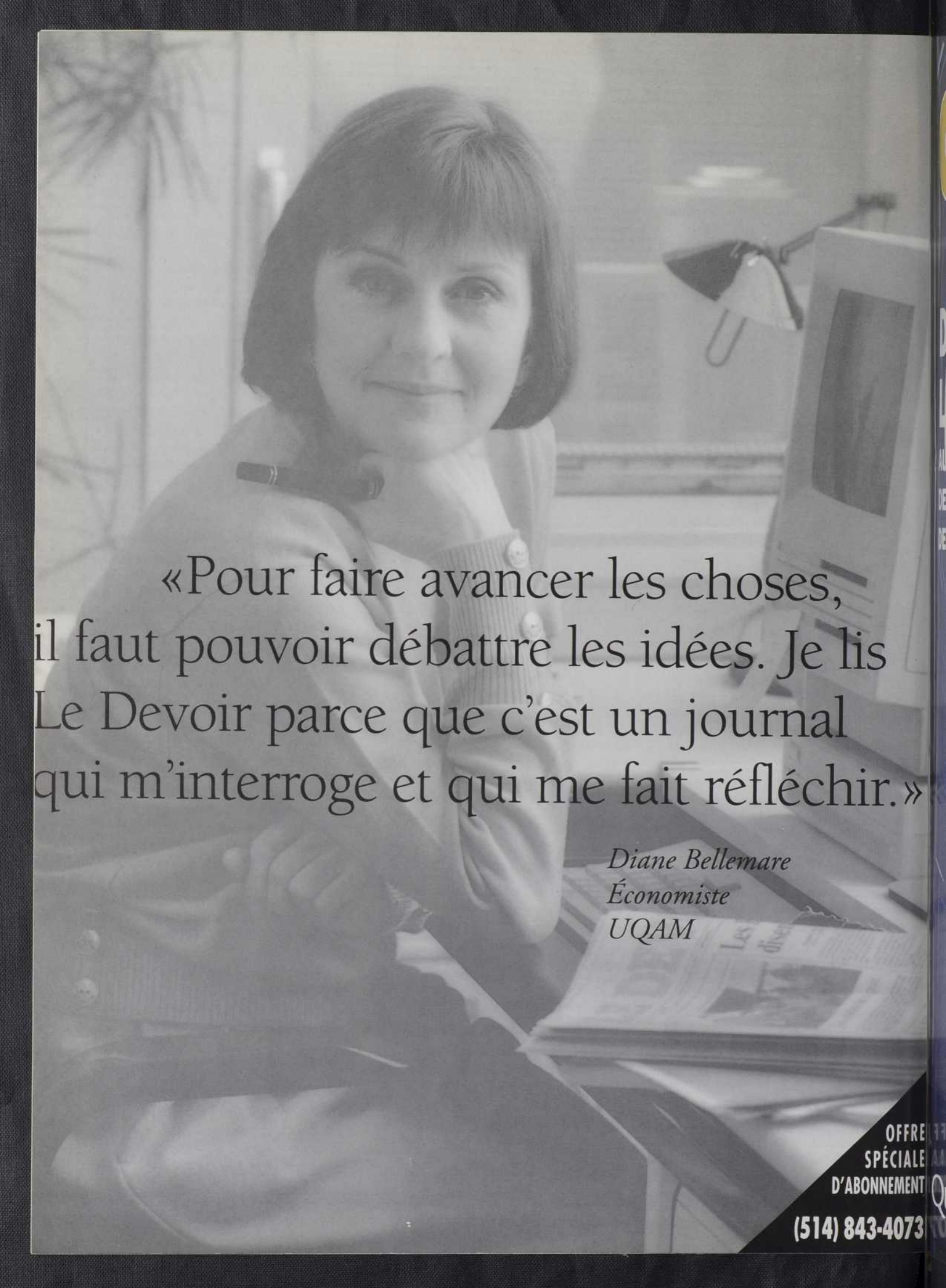
Mais des observations inusitées, comme celles de l'été 1991 dans l'estuaire du Saint-Laurent, viennent parfois bouleverser nos notions de « cétologie ». Comment un animal aux mœurs pélagiques se retrouve-t-il dans les eaux relativement peu profondes d'un estuaire ? « Comme toujours, dit Robert Michaud, les observations inusitées soulèvent des questions intéressantes, mais les réponses sont plus rares. On peut penser que des motifs d'ordre alimentaire ont incité Tryphon à s'aventurer dans un nouveau type d'habitat. Il a vraisemblablement trouvé ici une bonne source de nourriture. Et puis, si Tryphon est effectivement un juvénile, son incursion dans l'estuaire n'est pas vide de signification. Chez les mammifères, il n'est pas rare que des « adolescents » s'aventurent en dehors des sentiers battus. »

Le cachalot développe-t-il une fidélité au site d'alimentation ? Le nom de Tryphon pourrait-il s'ajouter à la liste des Grand-Galot, Éclair, ou U2, rorquals communs bien connus de l'équipe du GREMM, qui, eux, reviennent pratiquement tous les étés depuis 1984 ? C'est à souhaiter, répond Robert Michaud. □

Pour en savoir plus :

COHAT, Y., 1986. *Vie et mort des baleines*, 224 pages.

FONTAINE, P.-H., 1988. *Biologie et écologie des BALEINES de l'Atlantique nord*, 185 pages.



«Pour faire avancer les choses,
il faut pouvoir débattre les idées. Je lis
Le Devoir parce que c'est un journal
qui m'interroge et qui me fait réfléchir.»

Diane Bellemare
Économiste
UQAM

OFFRE
SPÉCIALE
D'ABONNEMENT

(514) 843-4073

LE MAGAZINE QUÉBEC SCIENCE

UN BON AMI!

Un ami qui vous renseigne sur l'actualité scientifique nationale et internationale qu'elle soit en provenance du monde anglophone ou du monde francophone, du Nord comme du Sud, qu'elle soit reliée aux sciences physiques comme aux sciences humaines;

Un ami qui prend soin de vous en vous présentant un regard humain et critique sur les développements scientifiques et technologiques d'intérêt;

Un ami qui vous enrichit en vous procurant, à vous et aux vôtres, des pratiques fidèles de lecture, en accroissant vos connaissances et en élargissant vos horizons sur la francophonie et sur le monde.

ABONNEZ-VOUS

Vous recevrez 10 numéros du magazine *Québec Science* par année.

OU MIEUX,

DEVENEZ MEMBRE

DE LA FONDATION QUÉBEC SCIENCE

Vous recevrez 10 numéros du magazine *Québec Science* par année.

Vous bénéficierez d'avantages financiers exceptionnels sur une foule de produits et services annoncés dans le magazine *Québec Science* ou dans son catalogue.

Vous supporterez le développement des connaissances scientifiques chez les jeunes et contribuerez à la relève.



T A R I F S		AU CANADA SEULEMENT	
	MEMBRE DE LA FONDATION Prix avec taxes	ABONNÉ RÉGULIER Prix avec taxes	
3 ans	145,58 \$ *	78,58 \$	<input type="checkbox"/>
2 ans	105,62 \$ *	56,62 \$	<input type="checkbox"/>
1 an	59,36 \$ *	32,36 \$	<input type="checkbox"/>

POUR LES TARIFS À L'ÉTRANGER, VOYEZ EN PAGE 5 DE CE MAGAZINE

Chèque Mandat postal Visa MasterCard

Libellez votre chèque ou mandat postal à l'attention de *Québec Science*

N° de carte _____

Date d'expiration _____

Signature _____

Veuillez m'inscrire comme membre de la *Fondation Québec Science* (Tarif MEMBRE seulement)

Veuillez m'inscrire comme abonné régulier

Je suis déjà abonné, je veux devenir membre de la *Fondation Québec Science*

Je désire seulement recevoir le *Catalogue des avantages*

NOM _____ PRÉNOM _____

ADRESSE _____ APP. _____

VILLE _____ PROVINCE _____

CODE POSTAL _____ SEXE: M F TÉLÉPHONE _____

* Je désire un reçu de charité pour la portion *don* de mon paiement

Détachez et expédiez à QUÉBEC SCIENCE, C.P. 250, Sillery, Québec, G1T 2R1 Téléphone: (418) 657-3551 poste 2854 • Télécopieur: (418) 657-2096

LE MAGNÉSIUM L'OR BLANC DE L'INDUSTRIE AUTOMOBILE

Par Claire Gagnon

Les alliages entre l'aluminium et le magnésium sont peut-être avantageux, mais cela ne fait pas pour autant de ces deux métaux des alliés naturels, sur le marché. Le magnésium a encore beaucoup de chemin à parcourir avant de déloger son grand concurrent.

Un nouveau venu refait surface dans le monde des matériaux industriels : le magnésium. Ce poids plume, le plus léger des métaux usuels, voudrait bien, pour certaines applications de la technologie métallurgique, voler la vedette à l'aluminium, à l'acier, au zinc et même aux plastiques composites. Une mine d'or pour l'industrie automobile, qui promet le plus fort potentiel de croissance dans les applications commerciales du matériau. Mais ce métal léger s'avère lourd à lancer. Le développement des marchés avance à pas de tortue. Avec l'établissement d'un important producteur primaire et d'un laboratoire de calibre international dédié à l'étude de ce matériau, le Québec occupe une position privilégiée pour relever le pari du magnésium.

C'est d'abord grâce à sa légèreté que le magnésium vaut son pesant d'or. À volume égal, il est 30 % moins dense que l'aluminium et fait le quart du poids du zinc. À volume égal, l'acier pèse 4,3 fois plus. Et puis, son rapport poids-

résistance est supérieur à celui des métaux concurrents. Les vertus du métal blanc argenté attirent de plus en plus l'attention de l'industrie du transport. « En ce qui concerne les applications structurales, le marché de l'automobile est en voie de devenir le plus grand consommateur de magnésium », reconnaît l'ingénieur Guy Vaillancourt, de la Direction générale des industries chimiques et des matériaux, du ministère de l'Industrie, du Commerce et de la Technologie du Québec (MICT). La raison ? Une plus grande sensibilisation face à l'économie d'énergie, et des lois anti-pollution de plus en plus sévères.

UN DÉPART INCERTAIN

C'est que la réduction du poids du véhicule équivaut à une moindre consommation de carburant et, par ricochet, à une diminution des émissions polluantes. Gilles Couturier, de la Division des minéraux non ferreux, du ministère de l'Énergie, des Mines et des Ressources

du Canada, fait le calcul. « Une réduction de poids de 113 kg permet d'économiser un mille au gallon (0,35 km au litre). En d'autres mots, une baisse de 10 % de la masse entraîne un gain d'énergie de l'ordre de 5 %. » Une mesure qui en vaut la peine. C'est ainsi que les gouvernements américains, japonais et européens vont de l'avant et imposent des normes de plus en plus exigeantes. Par exemple, la nouvelle réglementation japonaise prévoit réduire de 35 % le poids des véhicules d'ici les dix prochaines années.

En théorie, l'utilisation maximale des pièces en magnésium pourrait alléger le véhicule de 180 kg ! Mais l'industrie automobile est loin du compte. En 1991, entre deux et trois kilogrammes, seulement, de magnésium entraient dans la fabrication des voitures nord-américaines. Cela est minime, comparé au contenu de l'aluminium, qui est environ de 70 kg par véhicule. Le magnésium ne fait pas le poids. Comment expliquer que ce métal, connu depuis le début du siècle, continue d'être boudé



Institut de la technologie du magnésium.

par l'industrie, alors que, sous plusieurs aspects, il surclasse les performances de son plus proche concurrent ?

Les débuts sont pourtant prometteurs. En temps de guerre, on a recours au magnésium pour des équipements militaires de haute priorité. En 1921, Louis Chevrolet est le premier fabricant à introduire des pistons en alliage de magnésium dans la voiture de course, qui remporte la victoire cette année-là. Mais la plus belle percée du métal dans les applications automobiles demeure la célèbre « Coccinelle » de Volkswagen, conçue en 1933. La « voiture du peu-

ple » contient environ 18 kg de magnésium, dans les culasses des moteurs. Au plus fort de sa popularité, dans les années 70, la petite voiture allemande consomme annuellement 40 000 tonnes de magnésium primaire (soit près de 20 % de la production mondiale actuelle !). Puis, les applications structurales du magnésium accusent un net recul, avec la lente disparition de ce modèle – la seule ligne de montage encore existante, celle de Mexico, n'utilise plus que trois à quatre mille tonnes de magnésium par an, et elle cessera ses opérations en 1993-1994.

UN VIEUX PRÉJUGÉ

Il y a deux raisons à ce faux départ, indique Guy Vaillancourt du MICT. « Le prix élevé du métal, par rapport à l'aluminium, et le nombre restreint de sources d'approvisionnement. » Ce dernier point n'a pas affecté le fabricant allemand, le pays étant à l'époque un des premiers producteurs de magnésium, et les réserves intérieures suffisant amplement à la demande. Le premier facteur a cependant pesé lourdement dans la balance, alors que l'escalade des coûts devait amener le prix du magnésium à quadrupler, entre 1973 et 1986.

Le magnésium a une autre faiblesse, qui a longtemps limité l'expansion de son usage : son problème de corrosion. Un défaut aujourd'hui éliminé, souligne l'ingénieur Nicolas Fantetti, de l'Institut de la technologie du magnésium (ITM), laboratoire situé dans le parc technologique du Québec métropolitain. « Depuis les dix dernières années, explique M. Fantetti, les progrès technologiques, dans le développement de nouveaux alliages de haute pureté, ayant une très faible teneur en fer, en cuivre et en nickel, ont permis de produire un métal offrant une résistance à la corrosion comparable à celle des alliages d'aluminium. Cette propriété a également été améliorée avec une nouvelle technologie de moulage. Le procédé de fusion sous atmosphère utilise un gaz protecteur, l'hexafluorure de soufre, pour faire barrière à l'oxydation, alors que la technique traditionnelle des sels fondants contaminait les pièces et réduisait leur résistance à la corrosion. »

Un vieux préjugé a également freiné l'utilisation du magnésium, ajoute Anne Martineau, directrice du développement des affaires de l'ITM. « Si ce métal peut brûler au seul contact de l'humidité de l'air, explique-t-elle, ce n'est pas le cas d'une pièce coulée, comme plusieurs pensent encore. Il y a risque d'inflammation pendant le processus de fabrication, lorsque le magnésium est en fusion, et lors de la transformation avec les résidus d'usinage. Mais, lorsque les procédures de sécurité sont bien appliquées, l'inflammabilité du magnésium ne présente plus de danger. »

PRÊT POUR LE DÉCOLLAGE

Le contexte défavorable à l'utilisation du magnésium a aujourd'hui changé, et le métal suscite de nouveau l'intérêt depuis ces dernières années. Jacques Drolet, du ministère de l'Industrie, du Commerce et de la Technologie du Québec, dresse le portrait : « D'abord, les développements technologiques ont amélioré les propriétés du magnésium. Et, ces dernières années, la production accuse un surplus par rapport à la demande. » Reste la question des prix, supérieurs à l'aluminium (à cause, principalement, des coûts plus élevés de production). Un problème relatif, fait

valoir Nicolas Fantetti. « Même s'il est plus élevé, le prix du magnésium demeure concurrentiel à celui des autres métaux, d'abord grâce au rapport volumétrique. Mais ce sont surtout les nombreuses propriétés de mise en forme du métal qui, en bout de ligne, rentabilisent l'affaire. » La liste des avantages est longue. La cadence de production des pièces en magnésium est jusqu'à 25 % plus rapide que pour l'aluminium, ce qui est dû notamment à un plus bas degré de chaleur latente de solidification. Les vitesses d'usinage normales sont dix fois supérieures à celles de l'acier et deux fois plus grandes que celles de l'aluminium. En outre, la durée de vie des matrices en acier utilisées pour le magnésium est jusqu'à deux fois plus longue que celle des matrices pour le moulage sous pression de l'aluminium. Ce qui fait dire aux fabricants que, même si le rapport entre le prix du magnésium et celui de son concurrent était du double (ce qui est le cas à l'heure actuelle), le coût de fabrication de certaines pièces demeure concurrentiel à celui de l'aluminium.

Aujourd'hui, un marché prometteur est en attente, celui de l'industrie automobile. Gilles Couturier expose les perspectives d'avenir. « Au cours de la pro-

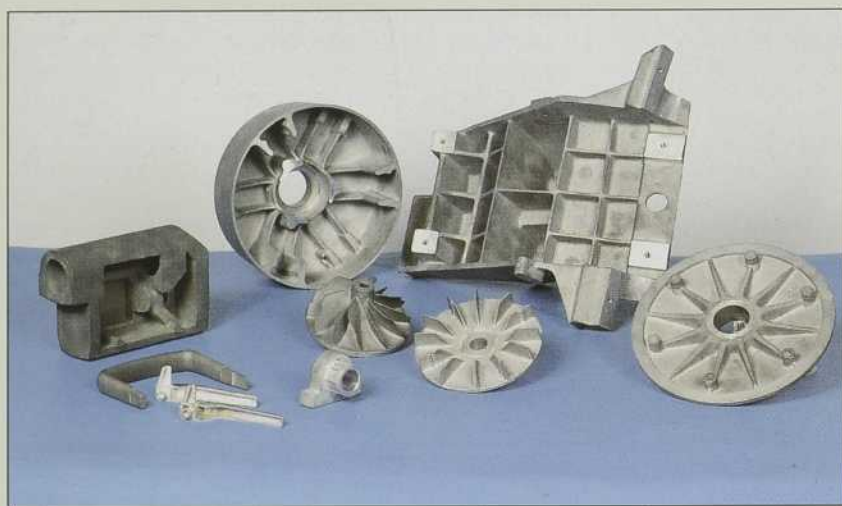
chaine décennie, le secteur des pièces coulées sous pression pour l'industrie de l'automobile devrait connaître la plus forte croissance de toutes les applications du magnésium. La consommation est passée de 21 000 tonnes, en 1982, à 30 700 tonnes, en 1991, et devrait dépasser les 70 000 tonnes d'ici cinq ans. » L'Association Internationale du Magnésium parle d'une augmentation annuelle de l'ordre de 10 %.

Cette fois-ci, le décollage semble réussi. L'on s'attend à ce que l'industrie automobile américaine et japonaise devienne le plus gros consommateur de pièces en magnésium. En 1982, pas un seul modèle de voiture nord-américaine ne contenait de magnésium : aujourd'hui, l'industrie en consomme de 13 000 à 14 000 tonnes par année. Selon l'Association japonaise des fabricants d'automobile, le contenu en magnésium des véhicules nippons passera de 1 kg, en 1989, à 5 kg, en 1995, et à 40 kg d'ici l'an 2000. Les plus grandes réductions de poids sont attendues du côté des colonnes de direction, des cloisons des tableaux de bord et des boîtiers d'embrayage. Les couverts de valves s'avèrent une autre application populaire, le magnésium ayant la propriété d'amortir les vibrations.



En plus du développement des alliages, l'ITM s'intéresse à la conception de prototypes et aux technologies du métal en fusion et de moulage, et offre des services d'ingénierie de produits.

L'ALUMINIUM ET LE MAGNÉSIUM : FRÈRES ENNEMIS ?



Institut de la technologie du magnésium

Le secteur du magnésium est aujourd'hui au même stade que l'aluminium à ses débuts, dans les années 40. Assistera-t-on à une lutte à finir entre ces deux poids plume de la métallurgie ? On pense que non. D'abord, le magnésium a une trop longue pente à remonter. Sa production mondiale atteint à peine 421 000 tonnes... celle de son concurrent, 19 millions de tonnes. Nicolas Fantetti, de l'Institut de la technologie du magnésium, perçoit une relation de complémentarité plutôt que de concurrence entre les deux métaux. « Chacun répond à des besoins spécifiques de l'industrie. Par exemple, le magnésium est tout désigné pour certaines composantes électroniques et des communications mobiles, car il a l'avantage de faire écran aux champs électromagnétiques et aux radiofréquences. Mais il ne pourra jamais se substituer complètement à l'aluminium. (C'est plutôt un métal de niche.) »

Et puis, poursuit Christian Van Houtte, président de l'Association des producteurs d'aluminium, « les deux métaux sont des alliés naturels, qui ont besoin l'un de l'autre ». L'aluminium

entre dans la composition des alliages de magnésium, et l'inverse est aussi vrai. En fait, l'industrie de l'aluminium est le principal client du magnésium. C'est que la plus importante application de ce métal, qui gruge 51 % de sa consommation, est son utilisation comme agent d'alliage à l'aluminium, dont il améliore les propriétés mécaniques et la résistance à la corrosion. Cet alliage est surtout utilisé pour les canettes de boissons gazeuses. La deuxième utilisation en importance est celle des applications structurales, surtout des pièces coulées sous pression. L'industrie métallurgique vient en troisième place. La haute affinité du magnésium pour le soufre est exploitée dans les procédés de désulfuration de la fonte et d'affinage de l'acier, pour en faire des matériaux plus flexibles. Puis, en dernier lieu, se classent les divers usages où l'on retrouve le magnésium comme agent réducteur, dans la production de titane, dans la fabrication de produits pharmaceutiques, ou encore sous forme d'anodes pour la protection cathodique des gazoducs et des chauffe-eau. Un métal vraiment polyvalent.

Le mouvement est bien amorcé. Aujourd'hui, les dispositifs de protection pneumatique (coussins d'air) des modèles Ford contiennent environ 2 kg de magnésium, ce qui permet des économies de poids de l'ordre de 50 %, alors que Toyota produit un volant en magnésium. Les nouvelles éditions augurent bien pour l'avenir du métal léger. La voiture de sport Dodge Viper 1992 contient environ 5 kg de pièces en magnésium. Le moteur North-Star V-8,

de la nouvelle Cadillac de General Motors, en renferme 7 kg, tout comme la version 1994 de la camionnette Aérostar de Ford. Et les luxueuses européennes suivent la mode. La structure en magnésium des sièges avant de la très chic Mercedes-Benz pèse 8,4 kg (la même pièce, si elle était fabriquée en acier, pèserait 35 kg !). La cloison du tableau de bord de la sedan V-8, de la société allemande Audi, contient 4,2 kg du même métal, et Volvo songe à fabri-

quer des portes d'aluminium et de magnésium, de 13 kg plus légères.

LE MAGNÉSIUM MADE IN QUÉBEC

« Pour assurer la bonne croissance de ce marché potentiel, l'industrie automobile doit avant tout reposer sur un approvisionnement stable en magnésium », met en garde Anne Martineau, de l'Institut de la technologie du magnésium. Le Québec a accueilli, en 1989, un joueur important de l'industrie. Norsk Hydro, un conglomérat industriel d'origine norvégienne, engagé dans les domaines de l'énergie, des métaux et des produits chimiques (le plus important producteur d'engrais au monde et le premier fournisseur d'aluminium d'Europe), a implanté un complexe de production du magnésium à Bécancour. D'une capacité de 45 000 tonnes, l'entreprise est le principal producteur canadien. Et, en théorie, elle pourrait bien faire du Canada le deuxième fournisseur de magnésium des pays occidentaux, juste derrière les États-Unis. En effet, le plan d'expansion de la compagnie prévoit faire passer sa capacité de production à 240 000 tonnes (un volume colossal, qui équivaut à la consommation actuelle de magnésium à l'échelle mondiale !).

Mais, entre les prévisions et la réalité, il y a une marge. Ces beaux projets d'expansion sont pour le moment mis sur la glace, alors que les États-Unis ont imposé de lourds droits à l'exportation du magnésium québécois (voir l'encadré « Le libre échange... à sens unique »). Et, ce qui n'aide en rien, le prix du magnésium est à la baisse, depuis trois ans, à cause d'un surplus de production, par rapport à la demande, et de la lente reprise économique. Résultat : l'usine de Bécancour ne fonctionne plus qu'à la moitié de sa capacité (20 000 tonnes). « La capacité dormante sera remise en service dès que le marché le permettra », assure Pierre Messier, vice-président aux Affaires juridiques et corporatives de Norsk Hydro.

Un autre projet intéressant est dans l'air, au chapitre de la production du métal primaire. Le Centre de technologie Noranda a mis au point un procédé d'extraction du magnésium à partir des résidus d'amiante (terrils de minerai

de serpentines). Une bonne idée, pour éliminer ces « montagnes » qui profilent le paysage de la région de Thetford Mines (350 à 400 millions de tonnes de résidus). Mais le projet Magnola, qui prévoit une production annuelle de 50 000 tonnes, est en suspens. Le partenaire Lavalintech, passé aux mains de Benvest Capital, s'est désisté. « Minéraux Noranda est à la recherche de partenaires pour l'aider à financer ce projet. Et compte tenu de la situation économique, nous ne prévoyons pas aller de l'avant avant d'avoir obtenu l'assurance d'un tel financement », avoue David Rodier, responsable des activités de Noranda dans le secteur du magnésium.

« Mis à part un approvisionnement constant, l'industrie de la transformation devra aussi compter sur des programmes de recherche et développement intensifs, pour faire face à la croissance explosive des marchés », indique Jacques Drolet du MICT. Là encore, le Québec a marqué un point important avec la création de l'Institut de la technologie du magnésium et l'établissement prochain d'une chaire industrielle de recherche sur la métallurgie physique du magnésium, avec le duo Université Laval-ITM.

Né des efforts des gouvernements canadien et québécois, et de l'entreprise privée, l'ITM est un centre de recherche indépendant (on vise l'autofinancement d'ici 1994) et sans but lucratif. Son terrain de recherche couvre la scène internationale, indique Anne Martineau. « Nous cherchons à promouvoir l'expansion des marchés, à l'échelle mondiale, pour les applications du magnésium à travers la recherche technologique de pointe. Plus de 90 % de nos projets visent des sociétés étrangères provenant de l'Europe, de l'Asie, de l'Océanie et de l'Amérique du Nord. » Parmi les clients de l'ITM figurent des producteurs primaires, des représentants de l'industrie de transformation et de l'automobile, comme Chrysler, GM, Honda, Mazda, Mitsubishi et Nissan.

« Nos recherches sont vraiment axées sur les besoins de l'industrie », souligne

Mme Mihriban Pekguleryuz, dans les laboratoires de l'ITM, lors de la préparation d'une analyse de microstructure par métallographie.

Lorsqu'en 1989 Norsk Hydro s'installe à Bécancour, deux stratégies guident son choix : l'accès au marché nord-américain (les États-Unis sont les plus grands consommateurs de magnésium) et un approvisionnement en électricité à la fois sûr, abondant et parmi les plus économiques au monde (les procédés de production du magnésium, tout comme ceux de l'aluminium, sont extrêmement énergivores). Mais cette dernière tactique pourrait bien lui coûter cher. Le ministère du Commerce américain considère que le contrat à risques partagés négocié avec Hydro-Québec, qui permet de payer environ 60 % du taux industriel de l'électricité, est une forme déguisée de subvention. Ce « privilège », en plus d'autres programmes de moindre envergure, tel celui de la Société de développement industriel, ont mené à l'imposition de droits compensatoires, fixés à 32,9 %. Et ce n'est pas tout. Les autorités commerciales américaines ont accusé la filiale québécoise de dumping et ont imposé un droit de douane additionnel de 32,7 %. Au total, une surtaxe douanière de 66 %. « Ce qui, à toute fin pratique, ferme la porte au marché américain », résume Pierre Messier, vice-président aux Affaires juridiques et corporatives de Norsk Hydro.

La compagnie se défend bien d'avoir profité de privilèges particuliers. « Nos prix de vente correspondent à ceux du marché mondial, explique M. Mercier, et la pratique des contrats à risques partagés, de nature purement commerciale, a cours partout dans le monde, dont aux États-Unis, principalement pour les alumineries. » Dans le

milieu, on qualifie l'affaire de « véritable chasse aux sorcières ». On reproche à l'unique plaignant, le producteur de magnésium américain MagCorp, qui a déposé sa requête devant le département américain du Commerce, de représenter à peine 22 % de la production américaine et de prétendre, malgré tout, parler au nom de toute l'industrie. Au contraire, fait valoir Christian Van Houtte, président de l'Association des producteurs d'aluminium, « les producteurs américains de magnésium et d'aluminium (ce dernier étant le plus gros consommateur de magnésium) ne sont pas favorables à l'imposition de droits de douane. » C'est que les enjeux sont importants. « Ils craignent qu'en provoquant une diminution artificielle de la production, une telle mesure ne bouleverse les prix et crée un impact négatif sur la croissance globale des marchés du magnésium. »

Le gouvernement du Canada prétend que la décision américaine va à l'encontre des règlements du GATT. Les gens du milieu crient à l'injustice : « C'est le libre-échange... à sens unique. » Mais les jeux ne sont pas encore faits. La Commission du commerce international des États-Unis continue son enquête sur les accusations de dumping et de subventions. Sa décision finale est attendue pour le 6 juillet 1992. Dans le cas d'un verdict défavorable, Norsk Hydro pourra toujours présenter une requête en appel, devant le Tribunal du commerce international, à New York. En attendant, la situation crée un climat d'incertitude auprès des utilisateurs de magnésium. Et c'est tout le secteur qui en souffre.



Institut de la technologie du magnésium

Anne Martineau. Le développement de nouveaux alliages vient en tête de liste de ces besoins. Mihriban Pekguleryuz, chef de groupe de l'ingénierie des matériaux de l'ITM, étudie la question. « Nous cherchons à diversifier l'éventail des alliages, encore très restreint (90 % des pièces moulées font appel au traditionnel alliage de magnésium-aluminium-zinc). » Mme Pekguleryuz estime que le potentiel des alliages a à peine été révélé.

LE PLUS GRAND SECRET

Son équipe explore présentement une nouvelle avenue de recherche passionnante : les micro-alliages. « L'ajout d'infimes quantités (moins de 1 %) de métaux, le strontium et le calcium par exemple, permet d'éliminer le problème de micro-porosité des alliages et d'améliorer leur ductilité. » Les chercheurs de l'ITM sont également en train de mettre au point des nouveaux alliages, dont la combinaison magnésium-étain-plomb-strontium-calcium présente l'avantage de résister aux très hautes températures (plus de 150 degrés Celsius), idéal pour les composantes de moteurs de voiture. Les matériaux composites s'avèrent un autre terrain de recherche intéressant. « Ce type de matériau, une matrice de magnésium renforcée de fibres de céramique, combine deux propriétés à la fois : la légèreté et la résistance. Ces exigences spécifiques répondent aux besoins de l'industrie automobile et, surtout, de l'aérospatial. »

Difficile d'en savoir plus long sur ces recherches de pointe. La technologie développée par les chercheurs de l'ITM demeure la propriété exclusive des membres corporatifs et des clients. Et, là-dessus, le laboratoire de Québec applique une politique très rigoureuse. Par exemple, les ingénieurs japonais qui, lors de notre visite, sont en train de suivre un stage de formation sont retranchés dans des locaux spéciaux. « Nous sommes le seul laboratoire à poursuivre des recherches aussi poussées sur la technologie du magnésium. Il nous faut préserver la confidentialité de nos contrats », indique Anne Martineau.

Le laboratoire de Québec ne s'intéresse pas qu'au développement des alliages. Ses projets touchent autant à l'ingénierie de produits qu'à la conception de prototypes et aux technologies du métal en fusion et de moulage. Mais, comparés à l'état de l'avancement des recherches sur les métaux concurrents, ces travaux sont encore embryonnaires. Et, remarque Gilles Couturier, « entre la recherche appliquée, la conception sur la table à dessin et la fabrication finale d'une nouvelle pièce, il y a plusieurs années de travail ». L'industrie devra se montrer patiente avant de voir largement répandu l'usage de cet or blanc. □

TÉLÉ-UNIVERSITÉ

L'UNIVERSITÉ À DISTANCE

POUR ACCROÎTRE OU APPRONFONDIR VOS CONNAISSANCES SCIENTIFIQUES

UN CERTIFICAT EN SCIENCE ET TECHNOLOGIE ACCESSIBLE PARTOUT AU QUÉBEC

Pour mieux comprendre le monde qui vous entoure, trois domaines s'offrent à vous :

- les sciences de la matière et de la terre
- les sciences de la vie et de l'environnement
- les sciences de l'information et de la communication

DES ÉTUDES À DOMICILE : UNE FORMULE RECONNUE

- plus que des cours par correspondance
- pas seulement des cours télévisés
- programme sanctionné par l'Université du Québec

CONDITIONS D'ADMISSION

Avoir 22 ans ou plus **ou** détenir un diplôme d'études collégiales (DEC) en formation professionnelle.

INSCRIPTION CONTINUE

POUR PLUS D'INFORMATIONS

- Québec : (418) 657-2262
- Montréal : (514) 522-3540
- autres régions : 1-800-665-4333 (sans frais)

LA COMPÉTENCE PROFESSIONNELLE S'ACQUIERT AUSSI À DISTANCE



Université du Québec
Télé-université



LA VIE A DES HAUTS ET DES BAS

Nous en avons tous fait l'expérience à un moment ou à un autre. Votre santé mentale dépend dans une large mesure de la façon dont vous vivez ces hauts et ces bas. Il faut savoir trouver le juste milieu entre le travail, les loisirs, les responsabilités et les activités personnelles. On peut vivre un déséquilibre de temps à autre mais votre santé mentale vous permettra de vous maintenir en équilibre en tout temps.



Tâchez de trouver le juste équilibre dans votre vie.

L'ASSOCIATION CANADIENNE POUR LA SANTÉ MENTALE



L'ÉPAVE

UN ROYAUME SUBMERGÉ

Par Pierre D'Amour

Nos fonds marins regorgent de trésors,
pas seulement historiques, mais aussi biologiques.
Ainsi, toutes ces épaves, dont de nombreuses barges méconnues,
contribuent à l'établissement de plusieurs espèces marines.

Kevin Crissman est un passionné de l'histoire, surtout quand celle-ci est ensevelie sous des mètres d'eau glauque, quelque part dans le lac Champlain, dans l'État du Vermont. Kevin est un archéologue avec une spécialisation particulière, les artefacts sous-marins. Émule d'Indiana Jones, l'hiver il ronge son frein en donnant des cours à la prestigieuse Texas A & M University, où il occupe une chaire professorale. L'été, il repart à l'aventure, multipliant les plongées, à la recherche de l'histoire nautique américaine et canadienne.

Le programme de recherches archéologiques du gouvernement du Vermont a débuté en 1983. À cette époque, un relevé du fond du lac Champlain a été fait à l'aide d'un sonar à balayage latéral, un instrument capable de rendre fidèlement une image détaillée des fonds marins. Près de 150 épaves ont été répertoriées. Le travail du professeur Crissman est d'étudier en détail les épaves et, par la suite, de les rendre accessibles aux plongeurs sportifs. Ainsi sont révélés 300 ans de l'histoire maritime améri-

caine, française et britannique, dans toute sa tragique beauté pour les téméraires qui s'aventurent sous les flots.

DES APPRENTIS SCIENTIFIQUES

Les expéditions du professeur Crissman n'ont rien d'extravagant ou d'ésotérique. Par une belle journée de juillet, je me suis rendu au quai principal de Basin Harbour, station balnéaire un tantinet huppée, juste au sud de Burlington.

L'empilade de sacs de plongée et les bouteilles d'air comprimé, soigneusement couchées sur le quai, suggèrent davantage la sortie d'un club de plongée sportive qu'un rassemblement de scientifiques. Le bateau de l'équipe fait penser aux vieux rafiots qui hantent les eaux douteuses de certains ports de mer, du genre qui s'adonne davantage à la contrebande qu'à la recherche historique. Quant aux « gars » qui m'examinent depuis le pont arrière du bateau, ils ne « font » pas archéologues non plus ; costauds, tee-shirts aux imprécations diverses, casquettes portant John Deere



et Quaker State écrits en grosses lettres sur le devant. Un doute m'assaille : suis-je bien au bon endroit ?

La conversation qui s'engage aura tôt fait de dissiper mes appréhensions. Je découvre un groupe animé de la ferveur et de l'enthousiasme qui habitent l'amateur. Il s'agit de plongeurs qui ont fait de l'archéologie sous-marine un loisir scientifique.

Notre destination est une touffe d'herbe habillée de quelques sapins, appelée pompeusement Diamond Island



Robert La Salle

sur la carte de navigation du lac Champlain. Une fois en route, le professeur Crissman m'explique pourquoi son équipe compte seulement deux professionnels, pour une demi-douzaine d'étudiants, de courtiers d'assurances et de mécaniciens. « L'archéologie sous-marine, dit-il, est une discipline relativement nouvelle. Elle remonte en fait à une quarantaine d'années tout au plus et n'a pas eu le temps de vraiment développer les traditions plus contraignantes qu'on retrouve en physique, par exemple.

De plus, c'est une science qui se pratique, pour une large part, sans le recours à un outillage complexe. Alors, si vous êtes un plongeur débrouillard, recherchant un objectif précis pour vos sorties, l'archéologue sous-marin peut certainement vous trouver du travail. »

BEAUCOUP DE TRAVAIL POUR UNE SIMPLE BARGE

Travail, le mot est faible. Tout au long de la journée l'équipe, divisée en deux

groupes de quatre, donnera au bateau l'aspect d'une fourmilière. Chaque groupe fera deux plongées, exécutant des tâches précises. Un premier groupe s'affaire à produire une encyclopédie imagée de l'épave ; pendant que deux plongeurs enregistrent, centimètre par centimètre, l'apparence de la carcasse sur bande vidéo, les autres photographient des pièces importantes, sous différents angles.

À peine sont-ils revenus à la surface que l'autre groupe s'immerge, emportant

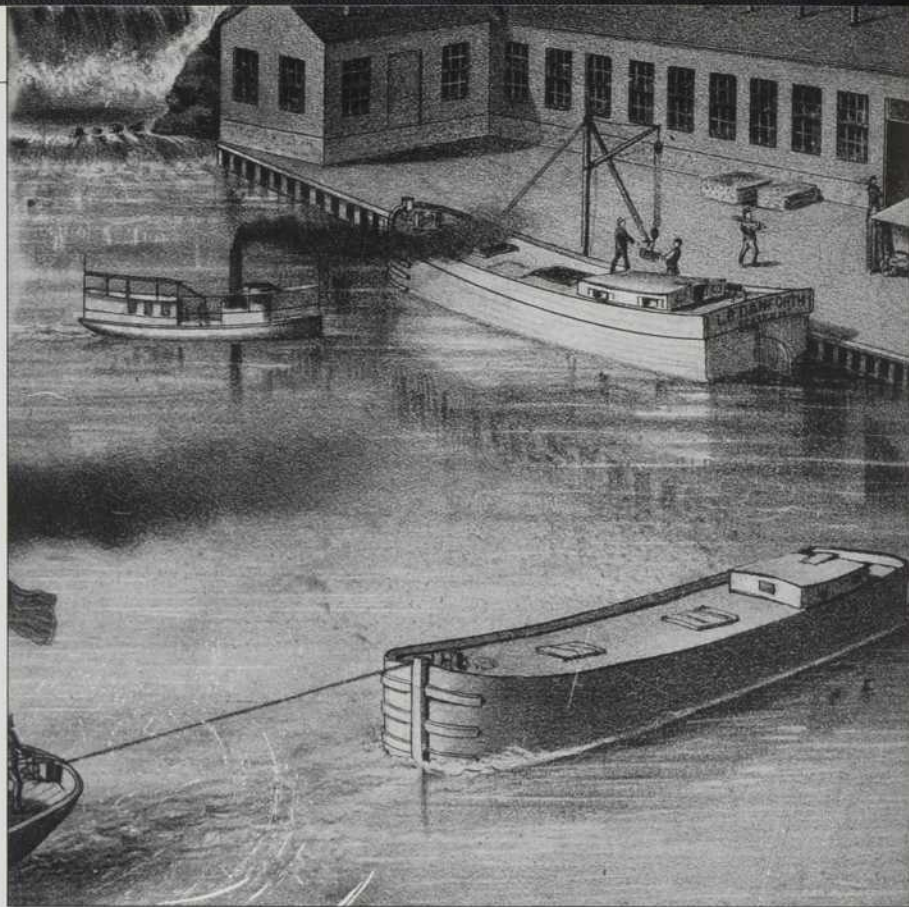
galons et crayons. Le galon sert à déterminer les dimensions de l'épave et du champ de débris qui l'entoure. En plus d'établir les distances, un des plongeurs consulte rigoureusement sa boussole afin de préciser l'angle de repos de l'épave et du champ de débris par rapport à la position de plongée et à la carte marine. Les crayons ? Ils sont maniés par ceux qui manifestent un talent d'artiste. Ces Picasso produisent des croquis représentant chaque partie de l'épave. Une attention spéciale est apportée aux détails des pièces d'équipements, à la charpente et aux divers articles qui composent le champ de débris. Chaque pièce est tracée sur de minces feuilles de kevlar, un plastique qui accepte bien le crayon, même sous l'eau. Ici aussi il faut bien situer chaque artefact dans son ensemble. L'objectif de tout ce travail est de bien assimiler la disposition des lieux, afin de pouvoir reconstruire le trajet et les derniers moments de l'embarcation.

Et ce n'est qu'un début. Il faudra deux mois de travaux intensifs afin de documenter et de classer tous les artefacts selon leur importance et leur position sur le fond. Certains seront remontés à la surface et subiront des examens plus poussés en laboratoire, afin de déterminer leur composition et les effets de leur immersion prolongée. Par la suite, ils seront redescendus au fond et replacés au même endroit, et dans la position exacte qu'ils occupaient avant d'être repêchés. Entre-temps, l'épave elle-même sera quadrillée, à l'aide de cordages afin de procéder à une étude minutieuse de l'ensemble, section par section.

À la fin de cet exercice, on aura glané d'importants renseignements sur les notions d'architecture navale de l'époque et sur les habitudes de vie de l'équipage et on pourra élucider la question du point de départ probable de l'embarcation, ainsi que de sa destination et des circonstances entourant son naufrage.

L'HISTOIRE DES SANS-HISTOIRES

Bien sûr, le programme mené par le professeur Crissman a permis de localiser des épaves importantes. Entre autres,



Au milieu du 19^e siècle, quelque 5 000 barges comme celles qu'on peut voir sur cette gravure de l'époque, naviguaient sur la rivière Hudson, le Lac Champlain et le Richelieu, pour relier New-York et Saint-Jean-sur-Richelieu.

celles qui ont participé au véritable baptême de feu de la marine américaine, à la bataille de l'île Valcourt en 1775. On a aussi découvert une pièce unique, un traversier propulsé par des chevaux, qui a fait les pages du prestigieux *National Geographic Magazine*. Toutefois, la grande majorité des épaves qui jonchent le lac Champlain et la rivière Richelieu sont des barges, comme celle de Diamond Island.

À l'été de 1870, cette barge a passé sa dernière nuit de service ballottée par l'assaut incessant des vagues écumeuses qu'un vent violent avait soulevées sur le lac Champlain. Partie depuis la région de Barré, dans le sud du Vermont, elle était remorquée vers Saint-Jean-sur-Richelieu pour livrer un chargement de granite. Les amarres la reliant à son remorqueur ont cédé, et la malheureuse s'est brisée sur le récif devant la petite butte de Diamond Island.

Bien que cette barge ait coulé il y a 120 ans, sa cargaison ainsi que plusieurs pièces métalliques, comme les cabestans, demeurent étonnamment intacts. L'eau froide et peu oxygénée du lac – même par seulement dix mètres de fonds – ralentit le processus de dégra-

dation. Le lac agit comme une immense chambre froide, préservant le bois et le métal contre les ravages du temps. Seul le va-et-vient des glaces saisonnières, qui a disloqué plusieurs pièces importantes, aura eu raison de l'embarcation.

Les barges ont connu leur apogée au milieu du 19^e siècle. À ce moment-là, pas moins de 5 000 barges congestionnaient la rivière Hudson, le lac Champlain et le Richelieu, pour relier New-York et Saint-Jean-sur-Richelieu – un nombre plus important, à l'époque, que les flottes marchandes américaines de l'Atlantique et du Pacifique réunies ! Ce trafic apportera la prospérité à Saint-Jean et à Montréal. Si bien que ces barges seront responsables de la création du premier chemin de fer nord-américain, entre Saint-Jean et Laprairie, en 1836. Fait plus important, ce commerce effacera peu à peu les cicatrices laissées par la guerre de 1812 entre le Canada et les États-Unis.

Le professeur Crissman décrit les barges comme les camions-remorques de leur époque. Mais ce n'est pas vraiment leur aspect commercial qui l'intéresse, c'est plutôt le mystère historique qui les entoure. « Il est facile de faire l'étude d'un navire de guerre. Son

design était assez standard, et son équipage faisait partie d'une caste bien étudiée et documentée. Mais les barges sont muettes. Les dernières ont persisté sur le lac Champlain et sur le Richelieu jusqu'aux années 50 de notre siècle, mais rien n'a survécu de leur histoire. »

Comme les Mayas et les Olmèques, les milliers de personnes qui ont vécu et travaillé sur ces barges représentent une civilisation perdue. C'est trop souvent le lot des gens sans histoire. Tout reste à découvrir, des techniques de construction jusqu'aux us et coutumes des familles qui ont passé la presque totalité de leur vie à caboter sur le parcours New-York-Saint-Jean. L'hiver, amarrées les unes aux autres, ces barges formaient de véritables villages flottants. Tristement aujourd'hui, les seuls indices disponibles sont les quelques vestiges submergés qui sont parvenus jusqu'à nous.

MI-MOINE, MI-DÉTECTIVE

Le travail de reconstitution commence bien avant que les plongeurs n'aient touché l'eau. Dans le cas de la barge de

Diamond Island, il aura fallu deux ans de recherches documentaires, dans les archives de l'État, les registres d'assureurs, les livres d'histoire locaux et autres sources d'information, pour établir sa biographie. Ce travail est le lot d'Art Kohn, qui n'a pour toutes références qu'un bac en droit et un amour indéfectible de la plongée et de l'histoire, qui l'a poussé à fonder le Lake Champlain Maritime Museum à Basin Harbour. L'hiver, pendant que son copain le professeur Crissman s'époumone devant ses étudiants, Art Kohn s'isole dans un petit coin de sa maison qui lui sert de bureau. Là, entouré de montagnes de notes, de livres et de bibelots nautiques de toutes sortes, Art remonte les filières qui lui permettent de donner des noms et un début d'histoire aux reliques qui dorment au fond du lac Champlain.

« Deux années, ce n'est pas long », explique-t-il. La plupart du temps, les épaves ciblées par le sonar à balayage latéral n'apparaissent pas dans les registres maritimes de l'État. Il faut donc analyser systématiquement les archives des compagnies de transport maritime qui

ont œuvré dans la région, de part et d'autre de la frontière. « Je me sens mi-moine, mi-détective. L'hiver je sors peu, si ce n'est pour aller à Burlington ou à Montréal fouiller les registres des archives. Mais lorsqu'on trouve enfin et qu'on peut vérifier la validité de nos recherches sur le terrain, il y a un tel sentiment d'exaltation... C'est une drogue », avoue-t-il avec un clin d'œil espiègle.

Au-delà de l'enquête, Art Kohn est motivé par un objectif plus concret : redonner à l'histoire une dimension actuelle. C'est ainsi que la pièce centrale de son musée ne se trouve pas dans la salle d'exposition, mais dans une grange, juste à côté. Utilisant des techniques déduites à partir des études menées sur les épaves du lac Champlain, Kohn et une équipe de bénévoles s'affairent à achever la construction d'une réplique fonctionnelle et grande nature du *Philadelphia*, une barque de guerre coulée lors de la bataille de l'île de Valcourt en 1775. Seuls les arbres ayant des branches épaisses, en forme de « L », peuvent être utilisés pour les membrures. Les techniques des chantiers navals des 17^e et 18^e siècles ne permettaient pas de plier le bois à la forme désirée. Pas de clous non plus, le *Philadelphia* n'aura que des chevilles de bois pour affronter les états d'âme parfois violents du lac Champlain.

S'agit-il d'un projet farfelu, pour mordus seulement ? « Au contraire, répond Art Kohn, nous sommes à construire une machine pour voyager dans le temps. Lorsque les visiteurs passent par la grange et font le tour de notre barque, ils fouinent, ils touchent aux membrures, ils questionnent les ouvriers et prennent même le maillet pour enfoncer une cheville ou deux. Ils s'immiscent ainsi dans la vie de leurs ancêtres, la touchent du doigt et revivent concrètement un moment crucial de l'histoire de l'Amérique. »

Le *Philadelphia* larguera ses amarres cet été, pour faire une tournée du lac Champlain et de la rivière Richelieu, s'arrêtant à Saint-Paul-de-l'île-aux-Noix, Saint-Jean et Sorel, un messenger historique venu ressusciter un épisode trépidant de l'histoire américaine.

Et Kevin Crissman d'ajouter : « Le fruit de nos recherches peut paraître



Robert La Salle

Les épaves ont aussi une fonction biologique. Elles serviront de structures d'ancrage pour certains organismes marins, de refuge ou d'aire d'alimentation pour les autres.

intangibles ou inutiles. Même si nous ne cherchons pas le remède miracle du cancer, nous voulons tout de même trouver quelque chose d'important, un sens à notre devenir collectif. Sans une connaissance approfondie de notre histoire, nous n'aurons aucune idée des motivations profondes qui gouvernent nos actions d'aujourd'hui. Comment saurons-nous où nous allons, si nous ne savons pas d'où nous venons ? » La question est rhétorique, mais le regard intense et inquiet de mon interlocuteur fournit une réponse on ne peut plus éloquente...

UN TRÉSOR ÉCOLOGIQUE

L'importance des épaves dans le milieu naturel va bien au-delà de leur valeur historique. Ce sont également de précieux trésors écologiques.

Imaginez la scène. Il est tard, la nuit est sans lune, opprimante. Vous êtes dans un stationnement, à la recherche de votre voiture. Soudain, vous entendez le bruit de pas sourds et urgents, quelque part derrière vous. Vous accélérez, les pas aussi ! Anxieux, vous scrutez désespérément l'horizon opaque, à la recherche de cette structure familière qu'est votre auto. Enfin la voilà ! D'un geste vif, vous enfoncez la clé dans la serrure, ouvrez la portière, vous assoyez et la refermez vite derrière vous. Ouf, sauf !

« L'épave remplit essentiellement la même fonction que la voiture dans le stationnement. Pour la faune marine, une épave peut être à la fois un refuge, un lieu de rencontre et un incubateur, selon la période de l'année et le type d'organisme dont il s'agit. » La personne qui me résume si candidement la fonction écologique des épaves est le Dr John Ashley Downing, responsable du laboratoire de biologie d'eau douce de l'Université de Montréal.

Ainsi, explique le Dr Downing, les organismes marins sont constamment à la recherche de structures pour s'ancrer, se cacher ou se réfugier. Dans les eaux douces du continent, l'épave agit comme un récif de corail en eau salée. Elle rassemble la faune dans un microcosme qui concentre l'activité et les occasions de reproduction ou d'alimentation des espèces.

Mais il y a une différence majeure entre les épaves des eaux douces du nord

et celles des mers du sud : ici, la vie suit un cycle qui se répète à chaque changement de... saison.

Il y a en effet deux saisons, dans les rivières et les lacs du Canada, la chaude et la froide. L'hiver, la vie bat au ralenti. Mais dès que le soleil du printemps réussit à percer la carapace glacée de nos cours d'eau, la photosynthèse reprend. La faune et la flore marines, qui sont poikilothermes – c'est-à-dire sensibles à la température de l'eau –, réagissent immédiatement et s'animent d'une vie nouvelle.

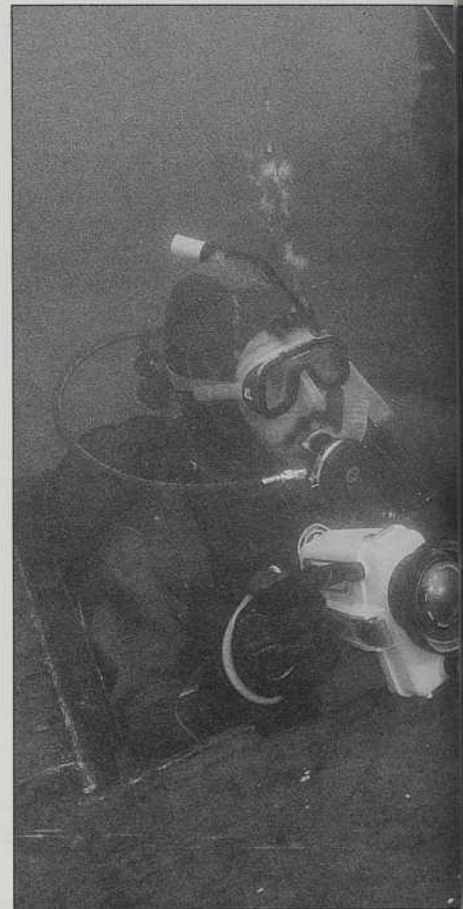
L'ordre d'apparition de la vie sur une épave est immuable. D'abord il y a les bactéries, qui sont suivies de près par les algues. Tout ce monde s'agglutine aux planches de la coque et à tous les autres substrats exposés au courant et à l'eau. Ce sont les algues qui recouvrent l'épave d'un duvet brunâtre, produit de leur photosynthèse marine particulière.

Au bout d'un mois, les plantes marines unicellulaires et les organismes protozoaires, comme les ciliés et les flagellés, apparaissent, attirés par l'abondance du festin accroché à la carcasse du bateau. Un autre mois, et c'est au tour des diatomées et autres plantes et herbes marines, qui habilleront rapidement l'ensemble de la structure. Elles annoncent l'arrivée des larves d'insectes, des écrevisses et des poissons, qui composeront la clientèle régulière de ce lieu de fréquentation subaquatique, pour le reste de la saison chaude.

LA VIE QUI BAT... EN BAS

Sur le squelette sombre et silencieux du *Conestoga*, un cargo qui a brûlé en 1921, à quelques mètres de la rive, à Cardinal, une trentaine de kilomètres à l'est de Cornwall, en Ontario, la vie marine du fleuve Saint-Laurent se rassemble dans toute sa diversité. Je file entre les amas de tuyaux et de membrures de ce monument aux premiers lacquiers, en compagnie d'un écologiste amateur, Pierre Lavigne. C'est le seul plongeur que je connaisse qui emporte sur le site de plongée une copie de l'édition originale de *La flore laurentienne* du frère Marie-Victorin, dédiée par l'auteur !

Rapidement et en dépit d'un courant appréciable, on découvre dans le



Conestoga un oasis de vie au milieu d'un fonds plat et sablonneux. « Ici, m'expliquera plus tard mon camarade, la structure a permis à la vie de prendre pied en la protégeant du courant. » Ancrée dans une fente du bois de la coque, ce qui ressemble à une pièce de tissu délavé – pas plus grosse que l'ongle du petit doigt – se balance comme un drapeau fouetté par un grand vent. Pierre Lavigne l'identifiera plus tard comme un sac de phrygane, petit insecte ailé qui, à l'état larvaire, étend son fourreau dans le courant pour « pêcher » le plancton qui compose sa diète. Dans les amoncellements de tuyaux, de chaînes et d'engrenages qui représentent ce qui reste de la timonerie, nous rencontrerons des carpes allemandes, des perchaudes et même une anguille, toutes à la recherche d'un refuge ou d'un repas. Vers l'avant, sous une planche de la cale, nous observerons un cimetière de colimaçons. Nous y plongeons nos mains gantées, comme dans un coffre au trésor témoignant de la richesse de cette épave. Quelques achigans



Au Québec, on attend encore un programme d'étude et de mise en valeur de ce patrimoine englouti que sont les épaves.

pement de la faune et de la flore. » L'implantation de telles structures artificielles, fait-il remarquer, pourrait être un moyen de remplacer les herbiers, éliminés pour faire place à la navigation.

Plusieurs expériences en ce sens sont menées actuellement, tant en mer qu'en eau douce. Au large de la côte floridienne, le gouvernement américain a fait couler plusieurs vieux cargos, qui servent à favoriser la régénération de la barrière de corail, ravagée par les assauts de plongeurs sportifs trop gourmands au cours des vingt dernières années. Au Canada, on tente la même expérience sur la côte Ouest, à Lion's Bay dans le détroit de Howe, juste au nord de Vancouver.

LE QUÉBEC SANS POLITIQUE DE CONSERVATION

Il existe différents programmes d'étude et d'interprétation pour la mise en valeur des épaves de la côte Est. Celui de l'État du Vermont est sans doute le plus articulé. En plus de l'étude archéologique, le Department of Parks and Recreation publie des dépliants à l'usage des curieux et des plongeurs. Ces publications donnent les coordonnées exactes de l'épave, son histoire et, pour les plongeurs, quelques règles de conduite sécuritaire. Chaque épave est balisée à l'aide de chaînes et de bouées aisément repérables, pour faciliter la plongée.

En Ontario, le programme en vigueur fait davantage appel au bénévolat des amateurs. Un groupe restreint d'archéologues du ministère du Tourisme et des Loisirs parraine les efforts de diverses sociétés historiques, dont la plus importante est SOS (Save Our Shipwrecks - Sauvons nos épaves). Les chapitres de la SOS sont concentrés surtout le long du fleuve Saint-Laurent et dans les Grands Lacs. Guidés par les spécialistes, les scientifiques amateurs font presque tout le travail de débroussaillage et de relevé sur le terrain. SOS publie également des brochures portant sur les épaves répertoriées, ainsi qu'un bulletin à l'intention des membres. De

plus, l'organisme prépare des cartes plastifiées pour chaque site de plongée, afin de permettre aux plongeurs sportifs de faire de l'interprétation sur place.

Au Québec, malheureusement, il n'y a aucun programme pour favoriser l'étude ou la préservation des épaves gisant dans nos eaux. Le seul organisme, sur le territoire québécois, qui soit habilité à s'occuper des épaves est la garde-côtière, de qui dépend le service du receveur d'épaves. Au Québec, le receveur d'épaves est Michel Demers, lequel est très clair quant à ses obligations. « Si une épave n'est pas réclamée par son propriétaire après un an, je peux la mettre en vente. » Il existe une politique de prise de possession et de revente, mais pas de mise en valeur historique au Québec, affirme-t-il.

Le cas du célèbre *Empress of Ireland*, le superbe bateau-sœur du *Titanic* qui a coulé au large de Rimouski, en 1915, faisant plus de mille morts, est exceptionnel. Seules les conditions de plongée abominables (il gît par 35 mètres de fond, dans le plus fort du courant arctique de l'estuaire) l'ont préservé du vandalisme des chasseurs de souvenirs. « *L'Empress of Ireland* est encore la propriété du Canadien Pacifique, c'est à eux de s'en occuper », explique simplement M. Demers.

Pour la plupart des navires qui ont sombré dans nos eaux, l'histoire, hélas ! en est une de pillage éhonté, qui nous prive d'une partie importante de notre héritage collectif. Dans le Richelieu, par exemple, les épaves de barges disparaissent planche par planche au fil des ans. Même que quelques farceurs ont cru bon de décorer une de ces barges d'une cuvette de toilette...

C'est en faisant des découvertes aussi désolantes que les paroles du professeur Crissman me reviennent à l'esprit : « Comment saurons-nous où nous allons, si nous ne savons pas d'où nous venons ? » Si nous ne faisons pas un effort pour préserver ces artefacts, nous abîmerons définitivement cette page maritime de notre livre d'histoire collectif, rien de moins. Nous aurons également détruit des sites qui contribuent aux cycles de vie de nos plans d'eau. Nous aurons, en somme, spolié nos propres trésors historiques et écologiques. □

Robert La Salle

à petite bouche tourneront autour de nos têtes pendant l'exercice, question de profiter, si possible, de nos largesses.

L'impact naturel du *Conestoga* ne se limite pas uniquement au fond du fleuve. Dans le parc gazonné qui longe la rive devant l'emplacement de l'épave, une volée de bernaches a élu domicile pour l'été. Pierre Lavigne me fait remarquer qu'elles se nourrissent des plantes aquatiques qui poussent sur la partie avant du navire, lesquelles affleurent la surface sur une dizaine de mètres.

Rien ne se perd, dans le monde marin, qui est le plus extraordinaire des recycleurs. Les scientifiques connaissent d'ailleurs fort bien ce pouvoir de régénération et tentent de l'exploiter depuis au moins un demi-siècle.

Le Dr Pierre-Paul Harper, biologiste marin à l'Université de Montréal, estime que l'ajout accidentel d'une structure artificielle, dans un habitat marin dénudé, peut être une bonne chose. « Dès que vous immergez une structure, vous ajoutez un environnement colonisable, une surface très favorable au dévelop-

Un jardin botanique en miniature

Texte et photographies de Benoît Prieur

**Une amoureuse de la nature
a fait de l'héritage paternel un véritable coin de paradis.
Ce qui était autrefois un simple champ est maintenant devenu un superbe jardin à l'anglaise,
où poussent plus de 3 000 espèces de plantes.**

Le jardinage est souvent considéré comme un loisir... parfois comme une corvée. Mais chez certains jardiniers et jardinières, pour qui l'observation et la connaissance de la nature sont devenues des nécessités vitales, il peut presque s'élever au rang de science. C'est le cas de Monique Noël, une passionnée de L'Ancienne-Lorette, en banlieue de Québec, qui, à 72 ans, est l'auteure d'une véritable symphonie florale dédiée à la nature québécoise. Un éminent botaniste, le frère Marcel Blondeau, estime qu'on retrouve, dans ce jardin de 35 000 mètres carrés, plus de 3 000 espèces et variétés de plantes, cultivées et indigènes : arbres, arbustes, plantes vivaces, bulbes de printemps et d'automne. La flore laurentienne y serait très bien représentée. Selon des ornithologues

de Sainte-Foy qui visitent le jardin quotidiennement, une centaine d'espèces d'oiseaux seraient passés au moins une fois par ce magnifique havre de verdure et de fleurs.

SOUS-BOIS NÉ D'UN CHAMP

Tout a commencé il y a plus de trente ans, après que la sœur de Monique Noël, Pauline, eut hérité de la ferme paternelle. « Une fois qu'elle a eu vendu une partie du terrain, nous avons constaté que des entrepreneurs étaient en train d'arracher les arbres du petit bois, explique Monique. Nous avons un attachement profond pour ce petit bois, depuis notre plus tendre enfance. Nous nous sommes dit : il faut le sauver. Un par un, à la brouette, nous avons déménagé les arbres, deux ou trois de chaque essence. »

Monique et Pauline ont placé les conifères autour du terrain, pour couper les vents et créer un microclimat. Puis elles ont planté un nouveau sous-bois avec les feuillus et quelques pins. Pour l'animer, elles y ont installé des fleurs sauvages et des fougères. « Malheureusement, les arbres n'avaient que 60 cm de hauteur, se souvient Mme Noël, et ils ne faisaient pas beaucoup d'ombre. Alors nous avons planté cinq saules pleureurs, en nous disant qu'ils allaient faire de l'ombre assez vite. Aujourd'hui ils sont morts, mais ils ont bien joué leur rôle. »

Il fallait aussi enrichir le sol en matière organique et le rendre acide. Pas question de faire pousser les fougères dans de la terre grossière. « Quand on installe une plante quelque part, prévient notre jardinière, il faut analyser son environnement pour la mettre dans les



1



2



3

Des couleurs en toutes saisons.
*Scène d'automne (1), herbes du marécage (2),
 hémérocailles en été (3)... Monique Noël
 est assurée d'une symphonie de couleurs
 tout au long de l'année.*

meilleures conditions possibles. Nous avons vidé des sacs et des sacs de tourbe et de feuilles mortes, qu'on ramassait partout. Nos amis en apportaient des quantités. »

Chaque fois que les deux sœurs taillaient des arbres et des arbustes, elles gardaient les branches et en bordaient les allées du sous-bois en guise de matière organique. Leurs voisins en apportaient aussi et ajoutaient à leur don végétal des bûches que Monique Noël disposait un peu partout, comme dans la nature.

Aujourd'hui, il y pousse de façon naturelle des fougères et de la mousse, dont les spores étaient restées dans la terre que son père avait défriché. Il y a des lichens, aussi, et des champignons, venus naturellement. À chaque essence son champignon. « J'en ai des verts, des turquoises, des rouges, annonce fièrement Mme Noël. Et puis, il y a les polypores, qui poussent sur les bûches que j'ai mises à pourrir là. »

DÉMÉNAGER UNE TOURBIÈRE

Dans sa collecte de plantes, Monique Noël a souvent été aidée par des étudiants. « Un jour, se rappelle-t-elle, l'un d'eux me téléphone et m'apprend que des entrepreneurs sont en train de passer à travers une tourbière naturelle, pas loin d'ici, et de détruire toutes les plantes. Il est venu me chercher, nous avons attelé une remorque à l'arrière de l'auto et nous sommes partis à la rescousse. »

Au retour, les sauveteurs ont mis les plantes à l'ombre, les ont recouvertes de sacs de papier. « Puis je me suis demandé comment diable reconstituer une tourbière, raconte notre passionnée. J'ai consulté mes livres et j'ai trouvé quelque chose dans le chapitre des jardins suspendus. Une tourbière, c'est un peu un jardin suspendu. »

Elle a creusé un trou, en a recouvert le fond et les côtés d'une grosse toile de plastique, qui n'avait pas pour seul rôle de retenir l'eau ; elle devait aussi empêcher le calcium contenu dans la glaise de remonter dans la tourbe et de risquer une diminution de l'acidité, laquelle est indispensable à la survie des plantes de tourbière. Ces plantes, parmi lesquelles figure la sarracénie pourpre, carnivore, ont parfaitement survécu.



Reconstituer une tourbière. Les plantes de tourbière, dont la sarracénie illustrée ici, ont parfaitement survécu dans le milieu reconstitué par Mme Noël.

DU MARÉCAGE À LA PINÈDE

Il était une fois un marécage, à quelques minutes de marche, où Pauline et Monique aimaient se promener, écouter les oiseaux et les grenouilles, admirer les herbes et les saules. Un jour, un bonhomme arrive et décide de se construire une immense bâtisse, en plein milieu du marécage.

« Il pleuvait ce jour-là, raconte Monique Noël. Tant pis ! Ou plutôt tant mieux ! Ma sœur et moi nous sommes regardées en disant : l'étang, on le refait chez nous. Nous sommes allées chercher deux ou trois plants de chaque herbe et des iris des marais. Nous les avons déposés à côté du cabanon, en attendant. Puis, sous l'œil affolé de nos voisins, nous avons creusé jusqu'à la glaise. Il fallait planter vite. » Avec la terre retirée, pour creuser l'étang, les deux sœurs ont surélevé la plate-bande voisine et y ont planté une pinède. En même temps que les plantes, elle ont apporté dans l'étang des têtards, devenus grenouilles depuis. À part les insectes, ce sont les seuls animaux présents autour de l'étang. Monique Noël avait bien pensé à des couleuvres, mais elles auraient mangé les grenouilles, qui

n'auraient pas pu, alors, se régaler des insectes.

Monique Noël a connu peu d'échecs dans ses tentatives de transplantation. À tel point qu'un botaniste, maintenant professeur à l'école secondaire privée Mont-Bénilde de Sainte-Angèle-de-Laval, le frère Marcel Blondeau, s'est servi de son jardin comme lieu d'expérimentation. Il lui disait : « Je suis bien savant pour identifier les plantes, mais, pour le reste, je vous laisse faire. »

Le frère Blondeau a rédigé plusieurs fascicules sur la flore des régions éloignées du Québec, pour l'Université Laval de Sainte-Foy. Il a été chargé de faire l'inventaire des plantes de ces régions, que le frère Marie-Victorin n'avait pas répertoriées. Il les amenait avec beaucoup de sol, au jardin de L'Ancienne-Lorette, et Monique Noël s'appliquait à les planter dans un milieu semblable.

TOUR DU JARDIN, TOUR DU PAYS

« J'ai ici des plantes de la Gaspésie, précise-t-elle, de Fort Chimo, de Mingan, des Cantons de l'Est, de partout. Même des Alpes françaises. Plusieurs fois, le

frère Blondeau apportait ici des spécimens qu'il n'avait encore jamais observés. »

Pour reproduire le milieu idéal des plantes, Mme Noël a fait preuve de beaucoup d'imagination. « Il y a beaucoup de chaux en Gaspésie, observe-t-elle. J'ai commencé par faire des monticules de pierres, puis j'ai envoyé dedans de la terre bien ordinaire, que j'ai copieusement couverte de chaux. J'ai bien mélangé. Toutes les plantes sont ou bien appuyées sur une pierre ou bien calées entre deux. Elles ne pourraient pas vivre autrement. En plus de leur apporter de la chaux, les pierres leur donnent de l'humidité et de l'ombre. Il faut les planter du côté qui les cache du plein soleil, l'après-midi. Regardez, dans la nature, à côté des pierres, les plantes sont deux fois plus grosses qu'en plein soleil. »

Bordant le coin de la Gaspésie se trouve le coin des plantes alpines. Elles poussent dans de la terre que notre jardinière a étendue autour de vieux morceaux de fondation, enfouis là pour la chaux contenue dans le ciment.

« Comme ce n'est pas moi qui ai ramassé les plantes à Mingan, continue-

t-elle, il a fallu que j'imagine leur environnement d'après ce que je voyais dans les reportages. J'ai appris que les plantes de Mingan sont les mêmes que celles des Montagnes Rocheuses. Tout ça pour dire que mes graines de plantes de Mingan, je les fais venir de Colombie-Britannique. »

En façade, le terrain a été remonté jusqu'en haut des fondations avec du gros gravier rond, mélangé à du sable rouge. Les plantes qui vivent là aiment les endroits graveleux. « J'ai beaucoup de plantes de la Malbaie, fait remarquer Mme Noël, où les montagnes sont graveleuses comme ici. Les lis y poussent bien parce qu'ils ne supportent pas d'avoir de l'eau sous les pieds. Les genévriers réussissent bien et les iris barbus aussi, sans compter les genêts, qui forment des grosses touffes jaunes en été. »

OBSERVATION ET RESPECT DU MILIEU

Monique Noël prend toujours le temps d'étudier l'environnement avant d'ins-

taller une plante. Dans son sous-bois, elle observe avec soin, pendant plusieurs jours, l'alternance de soleil et d'ombre et détermine exactement l'emplacement idéal.

« À certains endroits du sous-bois, relate-t-elle, j'ai planté des mélèzes, parce que leur ombre est moins noire que celle des épinettes. Les plantes qui poussent complètement à l'ombre sont rares, il leur faut des éclaircies. C'est, pour elles, la seule façon de recevoir l'eau de pluie. »

L'immense pelouse, qui relie les plates-bandes de ce jardin d'inspiration anglaise, est naturelle. On y retrouve les herbes de la prairie paternelle et les plantes sauvages qui poussaient à travers, il y a déjà plus de trente ans. Si elle a l'air si moelleuse et soignée, c'est que sa propriétaire la coupe régulièrement à environ huit centimètres de hauteur, sans y ajouter le moindre engrais chimique.

Aucun engrais non plus sur les plates-bandes. « Je mets des feuilles mortes partout, à la grandeur du jardin en automne, indique Mme Noël. Les gens m'en apportent. C'est mon fertilisant naturel. Sur les plantes à grosses fleurs, comme les pivoines et les astilbes, je mets du fumier de mouton. »

Comme on peut s'en douter, les pesticides ne sont pas admis dans le jardin de L'Ancienne-Lorette. Les oiseaux se chargent de dévorer les insectes, tellement que les perce-oreilles n'osent même pas s'aventurer sur le terrain. Merles et carouges se régalaient aussi des limaces qui, selon Monique Noël, sont les pires ennemis de son jardin.

Il serait presque inconvenant de parler de cette grandeoureuse de la nature sans parler d'au moins un des innombrables trucs qu'elle a inventés et qui feraient le bonheur de tous les jardiniers. Ainsi, quand elle installe une nouvelle plante dans ses plates-bandes déjà bien garnies, elle l'entoure d'une vieille boîte de conserve rouillée, dont elle a enlevé le couvercle et le fond. Les parois de métal coupent le vent. « Si elle n'était pas rouillée, le soleil se reflèterait sur l'intérieur et brûlerait feuilles et tiges, explique-t-elle. Tandis que la rouille transmet à la plante sa chaleur, sans lui asséner de coup de soleil. La reprise est garantie. » □



Les plantes alpines. Pour procurer à ces plantes la chaux nécessaire à leur survie, notre jardinière a créé pour elles un environnement particulier.

Los juegos olímpicos

par Raynald PEPIN

Ates-vous amateur de sport ? Je ne parle pas ici des masochistes qui suent sang et eau et qui démolissent leurs articulations, mais des vrais amateurs, ceux qui font du sport un loisir scientifique. Ceux qui écoutent les parties des Nordiques et des Expos du début à la fin, qui notent toutes les statistiques, etc.

Si vous l'êtes, comme moi, vous allez probablement passer un peu de temps devant le petit écran cet été. Outre les Expos, on y verra du 25 juillet au 9 août les Jeux Olympiques de Barcelone : le plaisir total. Il fait chaud, on sue avec les athlètes, ça met dans l'ambiance.

La science du sport est un sujet passionnant, mais, en deux pages, il n'est pas question d'en faire le tour. Il va falloir se limiter à l'athlétisme, la discipline reine des Jeux, et même, dans cette discipline, aux sprints et aux sauts en longueur et en hauteur.

À VOS MARQUES ! PRÊTS ? ...

En 1896, lors des premiers Jeux de l'ère moderne, le temps du vainqueur du 100 mètres était de 12,0 secondes. En un siècle, des améliorations considérables ont été apportées à l'entraînement et à l'alimentation des athlètes, ainsi qu'au matériel : piste, souliers, vêtements. En 1936, aux Jeux de Berlin, Jesse Owens fait son pied de nez à Hitler en courant le 100 mètres en 10,3 secondes, sans blocs de départ et sur une piste moins élastique que celles d'aujourd'hui. À Séoul, en 1988, Carl Lewis gagne en 9,92 secondes, avant d'inscrire un nouveau record du monde en 1991 aux championnats d'athlétisme de Tokyo : 9,86 secondes.

Le graphique de la page de droite présente la vitesse atteinte par Lewis en fonction du temps lors de son 100 mètres record (la courbe exacte n'est pas continue : en fait, la vitesse augmente par petits sauts, correspondant à chaque foulée). L'accélération initiale atteint 5 m/s^2 , la moitié de l'accélération gravitationnelle ! La vitesse maximale d'environ 12 mètres par seconde (un fabuleux 43 km/h !) est atteinte entre 5 et 8 secondes ; ensuite la vitesse décroît légèrement durant les 2 dernières secondes. À une telle allure, les talons ne touchent pratiquement pas le sol.

« Entre 30 et 80 mètres, un sprinter n'arrive plus à accélérer et tente seulement de

maintenir sa vitesse », commente Daniel St-Hilaire, entraîneur au club Montréal International (il a entraîné en particulier Alain Métellus et Bruny Surin). « Entre 80 et 100 mètres, il ne peut que tenter de décélérer le moins possible. » En effet, après 8 ou 9 secondes d'effort maximal, les réserves musculaires de carburant « super » (la créatine-phosphate) s'épuisent. Dans les courses plus longues, le corps doit recourir au glucose sanguin pour resynthétiser l'ATP nécessaire à la contraction musculaire.

Pourquoi les sprinters partent-ils penchés, au contraire des coureurs de fond ? C'est que, penché vers l'avant, un coureur peut pousser plus fort sur le sol, sans risquer de se déséquilibrer vers l'arrière. Le coureur a toutefois besoin d'énergie pour relever son centre de gravité.

PARTEZ !

Les sprinters lèvent les genoux en entendant la commande « Prêts ? » et démarrent au coup de pistolet. C'est un contact électrique logé dans le pistolet de départ qui déclenche le chronométrage. Un système vidéo à 100 images par seconde enregistre le départ ainsi que l'arrivée. Celle-ci est aussi détectée avec précision par des cellules photo-électriques. « Des jauges de pression sont intégrées aux blocs de départ, indique Jean-Paul Baert, directeur technique de la Fédération d'athlétisme du Québec. Si la pression dépasse 28 newtons par cm^2 (soit 40 lb/po², ou 2,8 atmosphères) avant le coup de pistolet, le coureur fautif a démarré trop tôt et est responsable d'un faux départ. »

Le 200 mètres se court, tout comme le 100 mètres, en exerçant la puissance maximale tout au long de la course. Comme la distance dépasse la longueur de la ligne droite de la piste, les athlètes partent dans la courbe, avec un décalage tel que les distances à parcourir dans chaque couloir sont les mêmes.

Le rayon de courbure des couloirs augmente de l'intérieur vers l'extérieur de la piste. Cette variation du rayon a un effet non négligeable sur le temps de course. En effet, dans la courbe, la force propulsant le coureur sert en partie à l'accélérer vers l'avant (force tangentielle) et en partie à le faire tourner (force centripète). Plus le rayon de courbure est petit, plus la force centripète doit être



G. Rancinan - Sygma / Publiphoto

Carl Lewis, l'homme le plus rapide au monde, n'a pourtant pas réussi à se qualifier pour les Jeux de Barcelone.

grande. La force tangentielle et la vitesse du sprinter sont alors légèrement plus faibles. Des calculs effectués par deux physiciens américains, Igor Alexandrov et Philip Lucht, montrent que l'athlète courant dans le couloir extérieur gagne environ 0,1 s sur son rival courant dans le couloir intérieur. Dans des courses où la victoire se joue sur quelques centièmes de seconde, cette différence est cruciale.

Selon Daniel Saint-Hilaire, les sprinters considèrent effectivement le virage trop serré dans le couloir intérieur. Pour des raisons psychologiques, ils n'aiment pas non plus courir dans les couloirs extérieurs : partant en avant des autres compétiteurs, ils ne peuvent pas déceler leurs manœuvres. Comme tout le monde ne peut pas courir dans les couloirs du centre, l'attribution des couloirs se fait par tirage au sort.

Bien entendu, la vitesse des coureurs dépend de la résistance de l'air et du vent. La résistance de l'air varie avec le carré de la vitesse du coureur par rapport à l'air. Environ 8 % de l'énergie dépensée par les sprinters sert à vaincre cette résistance.

Les Jeux de 1968, tenus à Mexico à une altitude de 2 300 mètres, ont offert d'excellentes conditions aux sprinters. Avec une densité de l'air réduite de 24 %, la vitesse maximale augmentait d'au moins 1 % à puissance égale. De nouveaux records du monde ont été établis pour les 100 et 200 mètres, masculins et féminins ; il a fallu attendre



sant 2 m/s souffle durant les épreuves des 100 et 200 mètres, du 110 mètres haies (ou 100 mètres haies pour les femmes), du saut en longueur et du triple saut. En effet, avec un vent arrière, la vitesse d'un coureur par rapport à l'air diminue et la résistance de l'air réduite favorise l'athlète; le vent de face a l'effet contraire. Un faible vent de 2 m/s (7 km/h) suffit pourtant à faire gagner près de 0,2 seconde sur 100 mètres, ce qui confère à un athlète un avantage très (trop ?) important.

S'ENVOYER EN L'AIR

Dans le saut en longueur, le saut est mesuré du bord de la planche d'appel jusqu'à l'empreinte la plus proche laissée par le sauteur dans le sable de la fosse. Le pied du sauteur ne doit pas dépasser la planche d'appel, large de 20 centimètres, autrement le saut n'est pas bon. « Le sauteur doit poser le pied d'appel le plus en avant possible avant son envol, commente Daniel St-Hilaire. Mais il ne peut pas regarder la planche en courant, car cela nuirait à sa position de

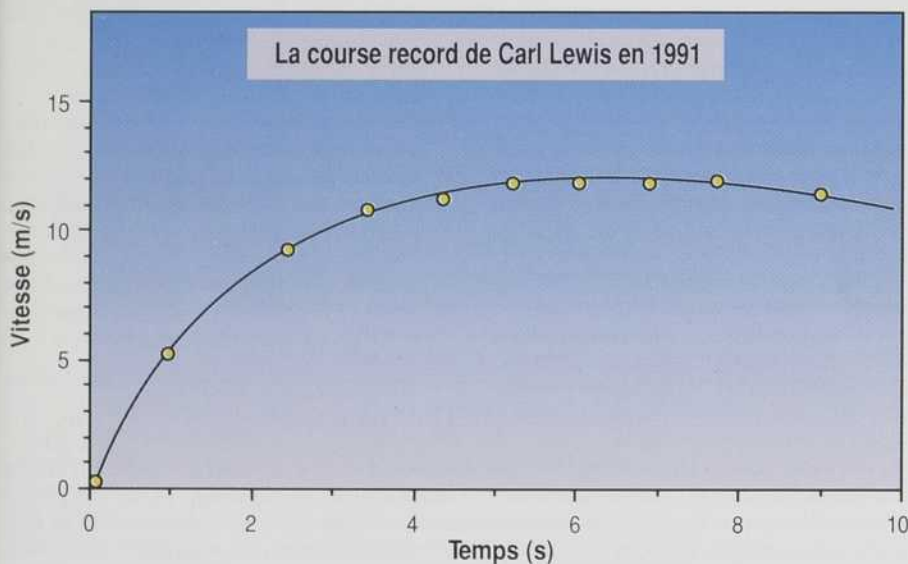
Pourquoi un sauteur continue-t-il à « courir » quand il est dans les airs ? C'est qu'il y a une autre complication. Sa poussée d'appel lui confère une légère rotation, qui tend à le faire piquer du nez; cette rotation réduirait la longueur du saut si elle n'était pas contrôlée. Dans le style dit « hitch-kick », le sauteur transfère la rotation à ses bras et à ses jambes, de façon à garder son tronc stable durant la première moitié de l'envol. Pour que les jambes accaparent une partie de la rotation, elles doivent être allongées quand elles vont vers l'arrière et pliées (comme pour un sauteur de haies) quand elles reviennent vers l'avant. Les bras, eux, font des moulinets.

Un des plus grands exploits athlétiques du siècle est le bond réussi en 1968, encore à Mexico, par l'Américain Bob Beamon, qui a sauté un incroyable 8,90 mètres. La faible densité de l'air a contribué pour une dizaine de centimètres au saut de Beamon, ce qui n'explique pas tout : lors des Jeux de 1972, 1976 et 1980, les meilleurs sauts étaient de 8,24, 8,35 et 8,54 mètres ! La marque de Beamon a tenu jusqu'aux championnats mondiaux de 1991, où Mike Powell a réussi 8,95 mètres.

Au saut en hauteur, le progrès des techniques a aussi conduit à une amélioration des performances. Au début, les sauteurs utilisaient le style en ciseaux : le torse reste vertical et les jambes sont relevées chacune à leur tour pour franchir la barre. Puis est venu le rouleau ventral, dans lequel la face antérieure du corps est tournée vers le bas lors du passage au-dessus de la barre. En gagnant le concours olympique en 1968, Dick Fosbury a popularisé un nouveau style, maintenant utilisé par tous les sauteurs.

Dans le « Fosbury flop », ou saut dorsal, la tête passe la première, le dos frôle la barre et les jambes suivent. « L'avantage du saut dorsal, dit Daniel St-Hilaire, est que le corps du sauteur étant arqué lors du passage au-dessus de la barre, le centre de gravité du corps passe en fait quelques centimètres sous la barre. À détente égale, on peut placer la barre plus haute. » Le Cubain Javier Sotomayor détient le record actuel, avec 2,44 mètres. Ce chiffre ne vous dit rien ? Essayez donc de sauter par-dessus un mur de 8 pieds !

La course d'élan est généralement incurvée à la fin, de façon à arriver tangentiellement à la barre et à bénéficier de la « force centrifuge » (d'inertie, en fait) pour avoir un meilleur élan. L'appel se fait obligatoirement sur une seule jambe. L'autre jambe et les deux bras sont lancés vers le haut et entraînent l'élévation et la rotation du corps. Le dos franchit l'obstacle puis les jambes sont relevées. Évidemment, cette technique n'est possible que depuis qu'on utilise d'épais matelas de mousse pour la réception. Dans une fosse de sable, la réception sur le dos serait plutôt douloureuse.



1988 pour voir de meilleurs temps réussis aux Jeux ! Contrairement aux sprinters, les coureurs de fond étaient désavantagés : avec une vitesse moyenne plus basse, ils profitent moins de la faible résistance de l'air que les sprinters et la disponibilité réduite de l'oxygène gêne nettement leurs performances. En effet, lors d'un 5 000 mètres, 90 % de l'énergie dépensée provient de processus aérobies, et 10 %, de processus anaérobies, alors que la proportion est inverse pour un 100 mètres. Les temps enregistrés à Mexico, pour les 5 000 et 10 000 mètres et pour le marathon, ont été les pires en 12 ans.

Actuellement, un record enregistré n'est pas homologué si un vent favorable dépas-

saut. Le sauteur doit donc courir avec beaucoup de rythme et de régularité pour faire son appel à la bonne place, sans regarder. »

Les sprinters ont souvent du succès au saut en longueur, car un des facteurs contribuant à un bon saut est la vitesse d'envol initiale. Mais la technique est aussi très importante. En inclinant son tronc vers l'avant avant l'atterrissage, l'athlète peut en même temps relever ses jambes : son centre de gravité étant plus bas (d'environ 40 centimètres) lors de la réception que lors de l'envol, la portée du saut s'en trouve allongée. Il faut cependant prendre garde à ne pas retomber sur les fesses quand les pieds touchent le sol !

FAIRE LE PLEIN... DE SOLEIL

Après le rallye Toronto-Montréal de véhicules solaires, qui avait fait tant de bruit (ou si peu...), en août 1989, la piste Sanair, à Saint-Pie, recevait en mai ces silencieux sur roues. Faisant concurrence à la coupe Stanley, la Coupe solaire canadienne attendait une trentaine d'équipes, dans trois catégories : les véhicules à usage quotidien, les véhicules solaires haute technologie et les véhicules électriques haute technologie, les deux



dernières à des vitesses de 80 à 160 km/h. Si la première et la troisième catégorie pouvaient charger leurs batteries sur le réseau électrique, la solaire haute technologie devait se fier à ses seules plaques solaires pour « faire le plein ». Prochaine étape : une course d'avions solaires...

(Communiqué de presse, Coupe solaire canadienne)

DE LA TOURBE, ET QUE ÇA CHAUFFE !

Qui a dit qu'il n'y pas de fumée sans feu ? Des chercheurs de la Société d'ingénierie Cartier de Montréal et de l'Office national de la tourbe du Burundi ne croient plus ce vieil adage et ont décidé que les habitants de ce pays d'Afrique centrale se chaufferaient désormais plus facilement, tout en cessant d'engloutir leurs forêts. Comme le Burundi possède beaucoup de tourbe, les chercheurs ont mis au point le four à carbonisation, qui permet d'éviter la fumée désagréable qui caractérise ce combustible. On mélange la tourbe à des déchets de bois ou à des déchets agricoles, telles les enveloppes des grains de café ou de riz, et on en fait des briquettes semblables à celles de nos grillades. Espérons que ce « charbon de biomasse économique » ne sera pas qu'un pétard mouillé.

(Tijvaux, CRDI, vol. 3, n° 4)



DUR COUP POUR L'ASTROLOGIE

Les amateurs d'horoscope vont en prendre pour leur rhume. Le Dr Jacques Desrosiers, gynécologue, a déterminé que la pleine lune n'influence en rien les naissances. Ses conclusions sont, bien sûr, basées sur des études sérieuses, menées en collaboration avec des chercheurs d'autres disciplines, tels les professeurs Réal Bates, démographe, et Pierre Bastien, astronome. Pourquoi ce mythe de la Lune régulatrice des naissances ? Selon le gynécologue, il serait dû à la fascination qu'exerçait chez nos ancêtres primitifs la parfaite similitude entre le cycle de l'astre des nuits et le cycle menstruel, ou même le cycle de la grossesse, qui dure 280 jours, un multiple de 28...

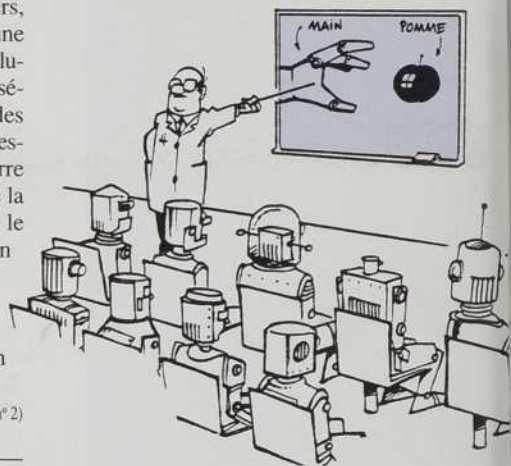
(Recherches à l'Université de Montréal, vol. 7, n° 2)

PLUS D'OISEAUX À TABLE ?

Si vous craignez de ne plus voir d'oiseaux fréquenter vos mangeoires, rassurez-vous. Le biologiste André Cyr a révélé, lors d'une entrevue sur les populations d'oiseaux de mangeoires, que des millions de données, accumulées depuis plus de 20 ans par les ornithologues amateurs et compilées par informatique, montrent que la population aviaire, sur l'ensemble du territoire québécois, n'est pas en déclin. Ce qu'on constate, c'est que certaines espèces sont en augmentation, alors que d'autres diminuent, au gré des migrations saisonnières d'oiseaux, qui fluctuent. Les observations de déclin seraient trop restreintes et isolées pour en tirer des conclusions globales. Un cri d'alerte qui vient de prendre du plomb dans l'aile.

(Liaison, vol. 26, n° 17)

GRANDEURS ET MISÈRES DE LA ROBOTIQUE



Facile de prendre un objet dans la main ? Parlez-en au robot. Ce simple (!) geste exige de lui une connaissance de son propre emplacement, de la distance à l'objet, des caractéristiques de son bras et de ses articulations, et de l'influence changeante de la gravité sur son mouvement. Il lui faut donc une énorme base de données et une capacité de calcul impressionnante. Le bras humain, lui, n'a besoin ni de l'une ni de l'autre, car le cerveau, au lieu de fonctionner en série, comme un ordinateur, procède en parallèle, confiant à des sous-groupes de neurones des portions de tâche. Pour cela, le cortex cérébral est organisé en colonnes, chacune assurant une tâche simple, menant à un résultat complexe. Une bonne école pour le robot.

(Recherches à l'Université de Montréal, vol. 7, n° 2)

LES 25 CHANDELLES DE L'IRCM

Ce n'est pas tous les jours – ni même tous les ans – qu'on fête un quart de siècle, et l'IRCM (Institut de recherches cliniques de Montréal) entendait bien ne pas laisser passer son 25^e anniversaire inaperçu. Plusieurs des événements prévus à cette occasion unique ont déjà eu lieu, entre autres en mai, mais les mois à venir verront encore quelques activités intéressantes s'offrir au public. Ainsi, le 27 septembre, les laboratoires et les chercheurs de l'IRCM accueilleront la population montréalaise, lors d'une journée portes ouvertes, et le 30 octobre se tiendra un symposium destiné à un public excédant le domaine biomédical, sur le thème : la santé positive. Parions que ces deux activités recevront un accueil...

positif.

(IRCM)



Dans les officines des plus grands laboratoires s'ébauche le monde de demain. Biotechnologies, fusion nucléaire, laser et supraconducteurs sont susceptibles de modifier profondément les façons de produire l'énergie, les aliments ou les objets les plus communs. Dans *Des technologies pour demain*, onze scientifiques français présentent l'état des recherches, leurs principes fondamentaux et les possibles applications industrielles de ces secteurs de pointe. Mais il y a loin de la coupe aux lèvres, et l'ouvrage insiste sur la difficulté de passer du fondement théorique à l'utilisation pratique, et puis à l'application industrielle. Il démythifie ainsi la facilité que laisse entrevoir la presse à grand tirage qui, rapportant régulièrement les percées scientifiques majeures, fait preuve d'optimisme démesuré.



JORLAND, GÉRARD
(SOUS LA DIRECTION DE)

Des technologies pour demain

Coll. « Points Sciences »
Éditions du Seuil, Paris
1992, 270 pages, 13,95 \$
ISBN 2-02-013641-4

Outre la complexité théorique des concepts, il y a surtout la difficile mise en application de ceux-ci. On sait, par exemple, que les propriétés biologiques des protéines ne dépendent pas seulement de la séquence d'acides aminés les composant mais, également, de leur configuration spatiale. Or, avec les techniques actuelles, la représentation exacte d'une protéine (constituée de milliers d'atomes) demande des années de travail. C'est pourquoi, dans certains cas, les biologistes se satisfont de représentations spéculatives. Mais l'amélioration des

techniques de représentation moléculaire a pris une telle importance que les biotechnologies ont vu naître un nouveau secteur de la biologie qui lui est consacré : le génie protéinique.

Dans le cas de la fusion nucléaire, les immenses et coûteuses machines (JET et autres tokamaks) construites pour réaliser le confinement magnétique des plasmas sont un autre exemple éloquent des problèmes de mise en application.

Même si les progrès sont constants, le travail s'effectue encore essentiellement au niveau de la recherche fondamentale, et le transfert des techniques vers l'industrie demeure l'exception. Plusieurs des auteurs de l'ouvrage mentionnent que les avancées technologiques sont beaucoup plus lentes que les progrès scientifiques. Le génie génétique, par exemple, sait synthétiser des substances à fort potentiel commercial pour l'industrie biomédicale, mais ce savoir-faire ne lui permet pas de les fabriquer en quantité importante. De même, le laser, pour être efficace en outillage industriel, exige un total réaménagement des structures de production ; d'où l'hésitation des industriels.

Malgré ces contraintes actuelles, les biotechnologies, la fusion nucléaire, le laser et les supraconducteurs, s'ils tiennent leurs promesses, vont révolutionner le monde.

Grâce aux biotechnologies, la biologie ne se contente plus de décrire et d'expliquer, mais elle invente. L'agriculture, l'agroalimentaire, l'environnement et l'industrie biomédicale seront ses champs d'action. Nées de l'alliance entre la science et l'industrie, les biotechnologies sont, à court ou à moyen terme, le secteur le plus prometteur.

Dans une vision à plus long terme, la fusion nucléaire constitue un enjeu et un espoir considérable, pour l'humanité, par la possibilité qu'elle offre de produire une énergie tout à fait propre et inépuisable. Mais, à moins de découvertes majeures en supraconductivité, on n'envisage pas la construction d'un premier réacteur commercial avant plusieurs décennies.

Enfin, le laser et les supraconducteurs permettent d'entrevoir de profondes transformations des procédés industriels et une puissance décuplée des ordinateurs par l'absence de connexions électriques

(laser) ou par l'usage de connexions à résistance quasi nulle (matériaux supraconducteurs). D'autres applications sont aussi envisagées.

Livre court mais dense, *Des technologies pour demain* montre finalement que le but ultime des nouvelles technologies est de simuler et non plus d'exploiter la nature.

Pierre Tardif



MORAVEC, HANS

Une vie après la vie

Éditions Odile Jacob, Paris
1992, 248 pages, 38,95 \$
ISBN 2-7381-0160-7

Dans quelques centaines d'années, l'espèce humaine, telle que nous la connaissons, sera détrônée par les machines intelligentes qu'elle aura engendrées. *L'Homo sapiens* perdra alors la course à l'évolution au profit de sa descendance artificielle. Telle est la thèse proposée par Hans Moravec dans *Une vie après la vie*. Loin d'être un réquisitoire pour la défense de l'espèce humaine, l'ouvrage verse plutôt dans l'apologie de ce monde « postbiologique » où l'homme n'est cependant pas absent.

L'auteur nous convie à une excursion dans un futur déjà en marche, il est vrai, mais hautement spéculatif. Cherchant à mécaniser le raisonnement pur, les premières recherches sur l'intelligence artificielle dans les années 40 et 50 se sont rapidement butées sur le fait que la pensée est, pour une part importante, tributaire de l'inconscient et de l'intuition dont les mécanismes sont peu connus. La recherche s'est alors orientée vers la modélisation neuronale en tentant de construire des robots dotés de capacités sensori-motrices (vision numérique,

parole, senseurs divers, mobilité) équivalentes à celles d'animaux au système nerveux peu développé (insectes, par exemple). En complexifiant les modèles neuronaux et en raffinant les facultés sensori-motrices des robots, on souhaitait arriver à construire des machines d'intelligence égale à celle des animaux supérieurs et, ultimement, à celle de l'homme.

L'idée inscrite dans cette démarche est que l'évolution des robots suivra un processus semblable à celui ayant conduit à l'homme. Selon l'auteur, à partir d'un certain niveau de complexité, non déterminé, on assistera chez les robots à l'émergence de propriétés nouvelles comme l'esprit ou la conscience d'exister. C'est à ce moment que l'espèce humaine perdra la course à l'évolution puisque son rythme d'évolution est beaucoup plus lent que celui des machines.

Non dénuée d'originalité, l'analogie entre le développement des robots et celui de la vie relève toutefois de la prospective. En effet, l'état actuel des connaissances sur le cerveau humain ne permet pas d'expliquer de façon satisfaisante des phénomènes tels que l'apparition de la pensée, l'imagination, la subjectivité ou l'émotion. En l'occurrence, la construction, dans 40 ans, des premiers ordinateurs dont la complexité sera équivalente aux milliards de neurones du cerveau humain n'autorise pas à croire que ces machines seront dotées de telles propriétés. Verra-t-on surgir la conscience ou la curiosité chez un ordinateur parce que celui-ci est capable de milliards de calculs par seconde ? La question est intéressante mais beaucoup de chercheurs s'accordent à dire que les machines ne seront jamais plus que la somme de leurs composants.

Finalement, quelle place occupera l'homme dans ce monde de robots intelligents ? L'imagination fertile de l'auteur n'entrevoit pas un conflit homme-machine. Au contraire, on assistera plutôt à la fusion des deux espèces.

Ultimement, l'homme robot atteindra l'immortalité grâce à la duplication facile du logiciel lui tenant lieu de cerveau. Science-fiction ? Même Isaac Asimov n'avait pas imaginé un futur aussi fantastique.

Pierre Tardif

LES MYSTÈRES DE LA VIE... ARTIFICIELLE (Guy Paquin)

L'an dernier, 3 000 couples canadiens ont confié à des techniciens la tâche de fusionner leur ovule et leur spermatozoïde. Ils ont eu recours à la fécondation *in vitro* malgré les risques d'échec, de naissance prématurée ou multiple et bien que l'on s'interroge encore sur l'innocuité à long terme de cette intervention. À la veille du dépôt du rapport de la très controversée Commission d'enquête fédérale sur les nouvelles techniques de reproduction, Guy Paquin livre un dossier sur l'état actuel de la technique, son avenir et les questions morales qu'elle n'a pas fini de susciter.

ÉLECTRIQUE : LA VOITURE DE DEMAIN (Stéphane Gagné)

Rien d'autre ne pollue autant les pays industrialisés que l'automobile. Elle est donc devenue une cible de choix des lois anti-pollution. Sous la pression législative, les grands de l'automobile se tournent vers la motricité électrique. L'année prochaine, pour la première fois, ils mettront sur le marché des véhicules électriques à l'intention du grand public. Stéphane Gagné nous décrira les différents modèles offerts... et nous indiquera les limites de cette solution.

L'ART ET LA SCIENCE DES CLOCHES (Raynald Pepin)

Bien des paroisses préfèrent maintenant s'en remettre aux cassettes, aux amplificateurs et aux haut-parleurs, mais la demande pour les authentiques cloches existe toujours. Raynald Pepin nous révèle les secrets de la fabrication du plus gros instrument de musique au monde ... et comment les curés québécois ont été à l'origine d'une technologie innovatrice sur la façon de sonner les cloches.



Adoptez-moi !

Grâce à vous, amis lecteurs, qui achetez ce numéro de *Québec Science* en kiosque et participez au concours, ainsi qu'aux gens de Messageries Dynamiques qui ont la responsabilité de la distribution en kiosque du magazine, moi Flippo le béluga, serai bientôt en mesure de recevoir officiellement mon acte d'adoption. Plus vite vous participerez au concours, plus vite je serai adopté.

GAGNEZ UN SÉJOUR

de 3 jours et 2 nuits pour deux personnes à l'Hôtel Tadoussac et une croisière d'observation des baleines.

Votre geste vous donnera également la chance de gagner une fin de semaine pour deux à l'Hôtel Tadoussac, au cours de laquelle vous aurez l'occasion d'aller observer les baleines à l'embouchure du Saguenay et, qui sait, peut-être d'y apercevoir notre futur adopté !

Si vous avez acheté ce magazine chez un détaillant, remplissez tout simplement le coupon ci-dessous, puis découpez et remettez-lui cette annonce complète (les fac-similés ne sont pas acceptés). Vous serez ainsi automatiquement inscrit au concours.



Estampe du détaillant

Remettez au détaillant qui vous a vendu ce numéro de *Québec Science*

Nom _____

Adresse _____

Ville _____

Code postal _____ Tél. (_____) _____

Cochez si vous désirez des renseignements sur la *Fondation Québec Science*

Route _____

DANSER

à Montréal

Germination d'une histoire chorégraphique

L'ÉVOLUTION HISTORIQUE
DE LA DANSE THÉÂTRALE
À MONTRÉAL,
DE 1930 À NOS JOURS

*Iro
Tembeck*

Alternant successivement ntre le ballet classique et la danse moderne, les traditions chorégraphiques et l'effervescence de l'expérimentation, l'auteure nous fait connaître dans ce livre, les institutions, les individus et les œuvres qui ont marqué la danse artistique montréalaise.

DANSER À MONTRÉAL

Germination d'une histoire chorégraphique

Iro Tembeck

1991, 360 pages

ISBN 2-7605-0659-2

30 \$ (32,10 \$
TPS incl.)



Presses de l'Université du Québec

EN VENTE CHEZ VOTRE LIBRAIRE

ou chez l'éditeur au (418) 657-3551, poste 2860. Télécopieur (418) 657-2096.
Vous pouvez aussi indiquer le nombre d'exemplaires désiré dans la case à côté du prix,
et expédiez cette annonce avec votre paiement aux :

Presses de l'Université du Québec, C. P. 250, Sillery, Québec, G1T 2R1

Nom _____

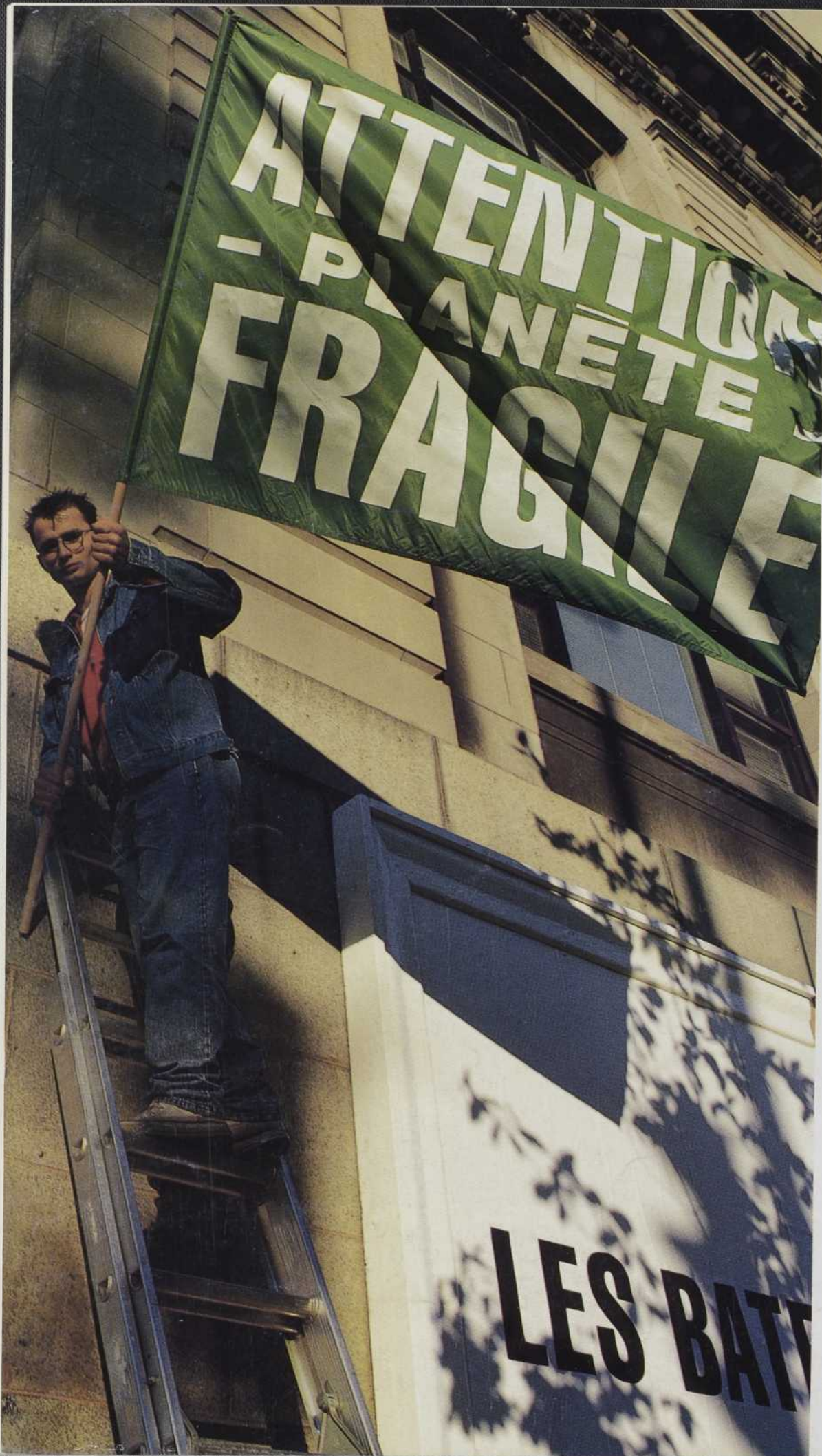
Adresse _____

Code postal _____ Tél. () _____

Chèque Mandat postal Visa MasterCard

Date d'expiration _____ Numéro _____

Signature _____



POUR RÉPONDRE AUX GRANDES QUESTIONS, IL FAUT POSER DE GRANDS GESTES.

Il y a 50 ans, nos prédécesseurs étaient fiers de leurs usines.

Les Québécois aussi. À l'avenir, certaines répondront de plus en plus difficilement aux attentes environnementales.

Dans les prochaines décennies, elles seront démolies ou modernisées. Le processus de reconstruction est enclenché. L'investissement requis: plus de 3 milliards \$. Mais au-delà des dollars, il y a une politique. Non seulement corrective mais préventive. De l'utilisation réfléchie des matières premières et de l'énergie jusqu'au recyclage du produit fini, Alcan s'impose des normes environnementales rigoureuses.

Cette façon d'agir est le propre d'Alcan. Elle trace la voie d'une évolution sensible. Elle est surtout le signe manifeste de son engagement et du sens de la direction qui l'anime.

ALCAN.
UNE FORCE SENSIBLE

