

Québec

Piqûre : le point de vue des moustiques

Volume 38, numéro 9
Juin 2000, 4,35 \$

PER

J-69

BNQ

Science



www.cybersciences.com

12 clés

pour améliorer votre

performance

et réussir votre sortie de

plein air



Le golf vire au vert



**Pétrole :
dernier service**



#183

Envol de poste - publications - Enregistrement n° 08024, 525, rue Louis-Pasteur, Boucherville, Québec, Canada J4B 8E7

Un régime pour les vacances

Les Québécois optent de plus en plus pour des vacances actives. Cyclotourisme, canot, randonnée pédestre, escalade, voile, baignade, camping ou jogging sont maintenant souvent inscrits à leur programme estival. C'est tant mieux, depuis le temps que l'on nous invite à jouer dehors !

Mais si cela tranche avec la vie sédentaire à laquelle plusieurs d'entre nous s'astreignent 48 semaines par année, on remarque que ces vacances « pour se mettre en forme » exigent une diète particulière. Un régime bien différent de ce que l'on consomme dans la vie quotidienne sous l'empire des cols blancs.

D'abord parce que la pratique d'une activité sportive peut modifier le métabolisme de base. D'entrée de jeu, c'est ce que souligne notre journaliste Catherine Dubé. Au point qu'il faut même éviter d'être trop à l'écoute de son corps (pour emprunter un cliché en vogue chez les hédonistes *New Age*). Ainsi, ce n'est pas parce que vos 70 kilos et votre 1,70 mètre n'ont pas encore soif qu'il ne faut pas leur donner à boire; ce n'est pas parce que votre cerveau vous envoie un signal de désir chocolaté qu'il faut lui répondre. Et si on pense recourir aux suppléments vitaminés, il y a lieu de noter que rien ne vaut une alimentation abondante et variée. Vous avez bien lu : abondante.

Bref, c'est un régime bien inhabituel que nous impose le grand air ! Mais il rime avec quelque chose : la discipline ! Même en vacances ? Au fond, c'est peut-être ça qui est inhabituel. Dans ce cas, il reste peut-être à comprendre ce qui nous conduit le reste du temps à adopter — souvent malgré nous — un régime alimentaire débridé et « fastfoodien ».

Nouveau départ

Les articles que vous lisez dans *Québec Science* ont au préalable suivi un long processus de lecture, de relecture et de corrections. Vous avez certainement entr'aperçu quelques coquilles mais c'est si peu à côté de l'immense boulot qui est abattu afin de vous livrer des textes au minimum intéressants et au mieux, captivants. Ce travail Natalie Boulanger en a été complice pendant près de huit ans. Avec zèle et talent. C'est notamment elle qui devait composer avec les caprices des auteurs tout en anticipant ceux des lecteurs. Il faut aujourd'hui lui dire merci pour ce professionnalisme dont elle nous a fait bénéficier. Car Natalie a décidé de relever de nouveaux défis, comme on dit. Ces nouveaux employeurs ont de la chance. Nous en sommes déjà envieux.

Raymond Lemieux



Actualités



6 La mère de nos plantes

Une minuscule algue microscopique de nos étangs vient de nous révéler son âge génétique : entre 1 et 1,5 milliard d'année. Un record.
par Joël Leblanc

8 Astres en liberté

Étoiles poids plume ou planètes supergéantes ? Treize astres découverts dans le nuage d'Orion mystifient les astronomes.
par Vincent Sicotte



10 L'épreuve du temps

Vingt objets qui symbolisent notre XX^e siècle seront scellés dans le sous-sol du Vieux-Montréal. Les archéologues pourront les redécouvrir dans 100 ans. À quoi penseront-ils alors ?
par Marie-Pier Elie

14 Deux temps, trois mouvements



16 Planète ADN 1,6 % de différence : c'est énorme

par Jean-Pierre Rogel

Chroniques



40 Dimension cachée
Tombé dans l'oeil
par Raynald Pepin

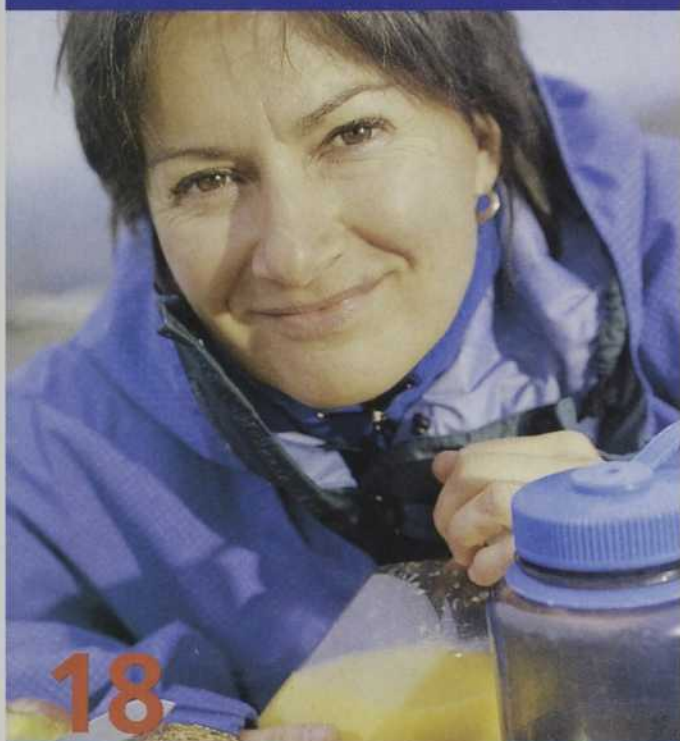
42 Internet
Branché pour vrai
par Philippe Chartier

45 Jeux
par Jean-Marie Labrie

44 Science et culture
● **Archéologues du dimanche**
● **Pour en finir avec le zoocentrisme biologique**



Alimentation



18

12 clés pour améliorer votre performance et réussir votre sortie de plein air

Il y a maintenant une diététique de la performance et du plein air. Elle tient en quelques principes que les cyclistes, randonneurs, campeurs et plaisanciers gagnent à connaître. L'aboutissement de plusieurs années de recherche en physiologie et en nutrition.
par Catherine Dubé

34 On pique ou on pique pas ? Le point de vue du moustique.

Pas facile de les aimer, ces maringouins. Ce n'est pas une raison pour ne pas mieux les connaître. Un entomologiste réputé nous propose un ouvrage qui manquait à la bibliothèque de tous les chalets québécois. En voici un extrait.
par Jean-Pierre Bourassa



CAP SUR LE FUTUR

5^e épisode



Pétrole : dernier service

25 L'ère du pétrole tire à sa fin. Oui mais par quoi remplacera-t-on l'or noir ?
par Louise Desautels

30 Le golf vire au vert

Objet de culte, le *green* doit être traité aux petits oignons. Tendu tous les jours, irrigué constamment mais aussi généreusement aspergé de pesticides et de fertilisant. Ce qui n'est pas sans conséquences pour l'environnement. Une tendance : certains clubs cherchent maintenant à se faire plus écolos.
par Normand Grondin





Le Québec, une poubelle ?

« Il ne faut pas se surprendre si la police verte a de moins en moins d'importance au Québec », nous fait remarquer Jean-François Petit de Gatineau après avoir lu notre reportage *Série noire pour policiers verts* (avril 2000). « Considérant que les amendes données aux entreprises sont maintenant

déductibles d'impôts, que la faute commise ait été évitable ou non, à quoi bon en distribuer alors ? À cause de son désir d'attirer des multinationales ici, le Québec est devenu une poubelle mondiale de choix (on offrira même des subventions aux entreprises qui veulent venir nous polluer : création d'emploi oblige). »

Ordinateurs fous

« Les savants vont-ils penser à se garder un bouton reset ? », demande une lectrice effarée à la lecture de notre texte sur les ordinateurs presque vivants. « N'est-ce pas apeurant ces ordinateurs (...) ? Les histoires d'humains contrôlés par des ordinateurs fous, (...) presque nazis comme en ont imaginé les écrivains de science-fiction, n'est-ce pas ce qui risque d'arriver ? » avance-t-elle tout en ajoutant un « merci pour vos excellents

articles ! J'évolue en connaissances à chaque fois, je devore vos chroniques ».

Microbe

Une erreur s'est glissée dans le texte de Catherine Dubé (*Bactéries : Service 1 heure*) dans l'édition d'avril 2000. Dans le tout dernier paragraphe nous aurions du lire « staphylocoque résistant à la méthicilline », au lieu de « staphylocoque résistant à la pénicilline ».

Question de chimie

Louise Campeau du groupe Seréna Saguenay-Lac-St-Jean tient à apporter une nuance concernant l'article : *La vie secrète de bébé* (avril 2000). Il y est écrit : « ... très acide, la glaire cervicale est impitoyable : son travail consiste à éliminer un à un les indésirables : champignons, virus, bactéries... et spermatozoïdes ! » C'est tout en réalité, nous rappelle-t-elle, « il y a beaucoup moins de chances que des spermatozoïdes vivants rejoignent les trompes après l'ovulation qu'avant l'ovulation. (...) Une fois l'ovulation passée, la glaire cervicale épaisse et forme une sorte de bouchon gélatineux que les spermatozoïdes peuvent difficilement pénétrer (...) On peut aussi constater des changements chimiques, en particulier dans la teneur en sucre et en sels minéraux. » Tout en notant le dynamisme et l'humour qui rendent l'article fort intéressant, Suzanne Parenteau, médecin à Montréal prend soin d'ajouter que « la glaire n'est jamais acide. En dehors de la période pré-ovulatoire, elle est moins alcaline, mais encore alcaline. C'est l'ensemble du milieu vaginal qui est acide et remplit les fonctions faussement attribuées à la glaire (...) ».



Nous acceptons de temps à autre de communiquer notre liste d'abonnés à des organismes et des entreprises quand nous croyons que leurs produits ou services peuvent intéresser nos abonnés. Cependant, les demandes qui nous sont adressées sont acceptées avec parcimonie à la lumière de la bonne réputation des requérants et de l'intérêt des produits et services qu'ils offrent. La plupart de nos abonnés apprécient ce service. Si vous ne souhaitez pas que votre nom figure sur cette liste, faites-le-nous savoir par écrit en nous indiquant votre nom, votre adresse ainsi que votre numéro d'abonné.

Des commentaires ?

Vous pouvez nous faire parvenir vos commentaires et suggestions à l'adresse suivante.

Québec Science

3430, rue Saint-Denis, bureau 300
Montréal (Québec) H2X 3L3
Téloc. : (514) 843-4897

Adresse électronique

courrier@QuebecScience.qc.ca

Québec
Science
www.CyberSciences.com



Publié par
La Revue Québec Science
3430, rue Saint-Denis, bureau 300
Montréal (Québec) H2X 3L3
courrier@QuebecScience.qc.ca

DIRECTION

Directeur général : Michel Gauquelin
Directeur de l'administration : Marc Côté
Adjointe administrative : Nicole Lévesque

RÉDACTION

Redacteur en chef : Raymond Lemieux
Ont collaboré à ce numéro : Jean-Pierre Bourassa, Philippe Chartier, Louise Desautels, Catherine Dubé, Marie-Pier Elie, Normand Grondin, Jean-Marie Labrie, Joël Leblanc, Raynald Pepin, Sophie Payeur, Jean-Pierre Rogel et Vincent Sicotte

Photos/illustrations : Louise Bilodeau, Marc Cuadrado, Christian Fleury, Patrick McDonnell, Pierre-Paul Pariseau, Rémy Simard
Correction : Luc Asselin

PRODUCTION

Direction artistique : François Émond
Séparation de couleurs, pelliculage électronique et impression : Interweb

COMMERCIALISATION

Diffusion et promotion : Hélène Côté
Distribution en kiosques : Messageries Dynamiques

ABONNEMENTS

Tarifs (taxes incluses)	Au Canada	À l'étranger
1 an (10 numéros)	41,35 \$	54 \$
2 ans (20 numéros)	71,26 \$	95 \$
3 ans (30 numéros)	98,87 \$	139 \$
À l'unité	5,00 \$	Non disponible
Groupe (10 ex./même adresse)	37,60 \$	Non disponible

Pour abonnement et changement d'adresse

QUÉBEC SCIENCE
Service des abonnements
525, rue Louis-Pasteur, Boucherville (Québec) J4B 8E7

Pour la France, faites votre chèque à l'ordre de : Rowecom France, Rue de la Prairie, Villebon sur Yvette, 91763, Palaiseau cedex, France
Québec Science, magazine à but non lucratif, est publié 10 fois l'an par la revue Québec Science. La direction laisse aux auteurs l'entière responsabilité de leurs textes. Les manuscrits soumis à Québec Science ne sont pas retournés. 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.

Abonnement par internet

CyberSciences.com/abonnement

ABONNEMENTS ET CHANGEMENTS D'ADRESSE

Tél. : (514) 875-4444 Téloc. : (514) 523-4444

PUBLICITÉ

Carole Martin
cmartin@quebecscience.qc.ca
Tél. : (514) 843-6888 Téloc. : (514) 843-4897

RÉDACTION

Tél. : (514) 843-6888 Téloc. : (514) 843-4897

Dépôt légal : Bibliothèque nationale du Québec
Premier trimestre 2000, ISSN-0021-6127
Répertorié dans *Repère* et dans l'*Index des périodiques canadiens*.
© Copyright 2000 - La Revue Québec Science

Imprimé sur papier contenant 50 % de fibres recyclées et 40 % de fibres désencrées (post-consommation)

Québec Science reçoit l'aide financière du ministère de la Culture et des Communications (Programme Revues de vulgarisation scientifique et technique) et du gouvernement du Canada (Programme Sciences et Culture Canada)

Gouvernement du Québec
Ministère de la Culture
et des Communications

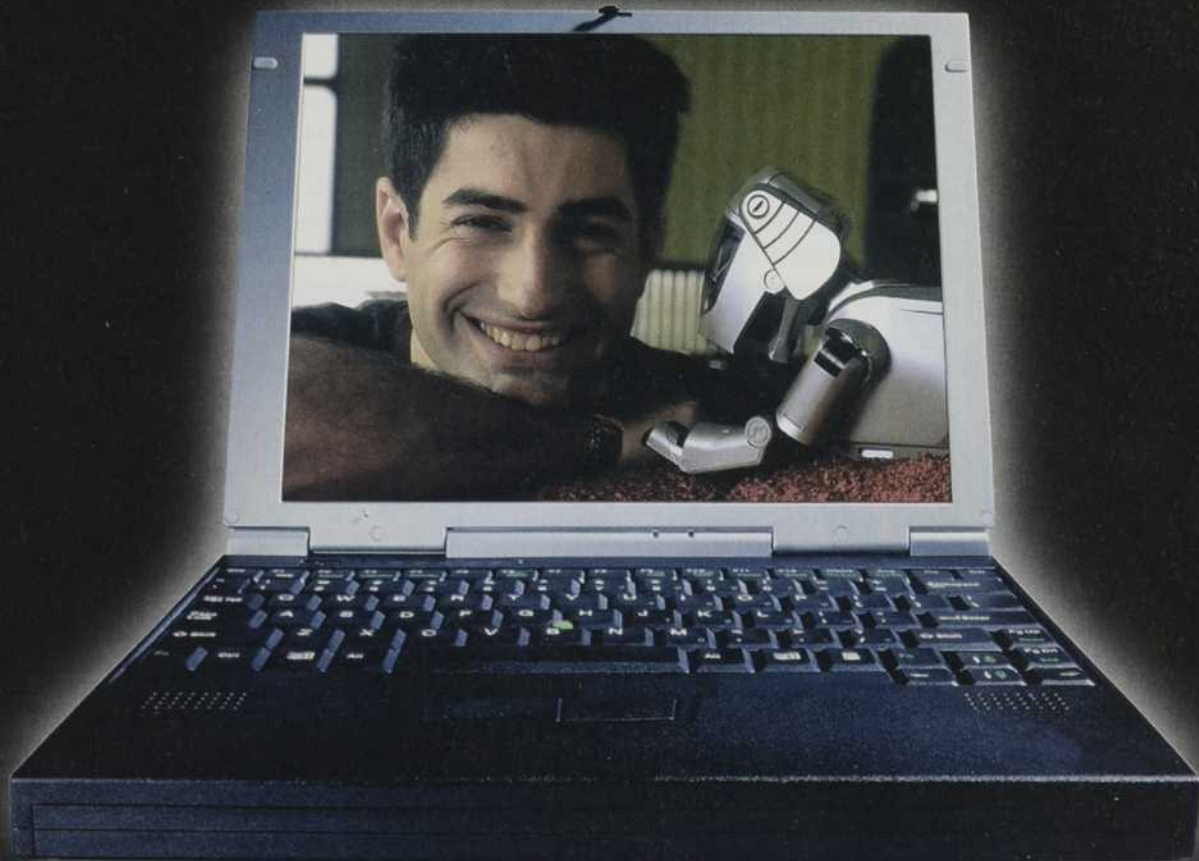
Membre de : The Audit Bureau
CPPA

MAGAZINES DU QUÉBEC

Le contenu de ce magazine est produit sur serveur vocal par l'Audiotèque pour les personnes handicapées de l'imprimé.
Téléphone : Québec (418) 627-8862, Montréal (514) 393-0103

La revanche des nerdZ

à votre écran



animée par **Patrick Masbourian**

Du lundi au jeudi **19 h**

Rediffusion **12 h**

www.ztele.com



la télé
du **futur**

Actualités

La mère de nos plantes

Les paléontologues traquent les hommes-singes. Les phytologues, les algues unicellulaires. La quête des origines de l'homme marque davantage l'imagination, mais la recherche des ancêtres végétaux n'a rien à lui envier.

par Joël Leblanc

Trois chercheurs de l'université Laval ont trouvé le moyen de chamberder l'arbre généalogique des végétaux.

Monique Turmel, Claude Lemieux et Christian Otis, du département de biochimie et de microbiologie de Laval, ont dévoilé dans la revue *Nature* les charmes de *Mesostigma viride*, la plus ancienne plante verte connue. Ce n'est pas rien.

Cette minuscule algue microscopique, petit unicellulaire vivant dans les étangs, renferme dans son ADN certains des secrets les mieux gardés de l'évolution.

Le groupe des plantes vertes se divise en deux sous-groupes : les streptophytes, comprenant les plantes terrestres et un groupe d'algues vertes étroitement apparentées (les charophytes), et les chlorophytes, comprenant le reste des algues vertes. Jusqu'à maintenant, aucune algue verte n'avait été placée avant la divergence des deux lignées évolutives distinctes. Et comme les algues vertes les plus primitives présentent des différences morphologiques considérables, la nature de l'ancêtre unicellulaire des plantes vertes était encore inconnue.

« Nous avons démontré,

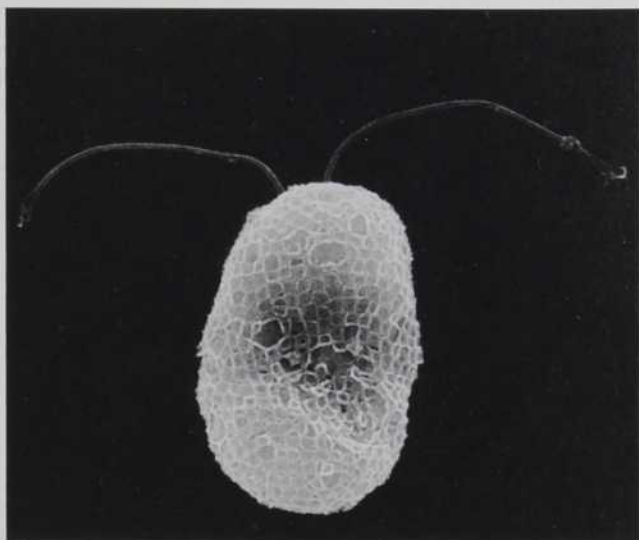


Louise Blodgett

Les chercheurs Monique Turmel, Claude Lemieux, Christian Otis tiennent en éprouvette *Mesostigma viride*, une algue microscopique venue du fond des âges.

explique Claude Lemieux, que *Mesostigma viride* ne faisait partie ni des streptophytes, ni des chlorophytes, et qu'en fait son apparition avait eu lieu avant la divergence des deux lignées. Nous sommes donc en présence d'une algue qui nous laisse voir de quoi avait l'air les premières plantes vertes. Un fossile vivant en quelque sorte. »

Quel est-il, l'âge de cette plante ? Les plus vieux fossiles d'algues vertes connus, les tasmanites, sont datés de 800 millions d'années. Ces algues sont des chlorophytes, ce qui veut dire qu'à cette époque, la divergence avait déjà eu lieu, tout comme l'apparition de la petite algue vedette qui nous intéresse. « Scientifiquement parlant, poursuit Claude Lemieux, nous sommes tenus de dire, faute d'autres preuves, qu'elle a au moins 800 millions d'années. Toutefois, dans les faits, il ne serait pas étonnant qu'elle ait plus de un milliard d'années ! »



Mesostigma viride telle que vue au microscope à balayage. On remarque que la cellule possède deux flagelles et que sa surface est recouverte d'écaillles.

Bien sûr, les chercheurs de Laval ne sont pas les seuls à œuvrer dans ce domaine. Des équipes américaine, suisse et britannique mènent des travaux semblables. Mais les trois Québécois se sont démarqués par leur méthode d'analyse. C'est l'ADN chloroplastique qui les intéresse. Dans la cellule végétale, les chloroplastes, petits organites assurant la photosynthèse, sont dotés d'un ADN qui leur est propre, en partie indépendant du reste de la cellule, qui, elle, a son propre ADN nucléaire. Les mutations qui peuvent survenir dans l'ADN des chloroplastes, tant qu'elles ne nuisent pas à la photosynthèse, sont sans effet sur la survie

de la cellule et peuvent donc être conservées. De génération en génération, de telles mutations s'accumulent dans les différentes lignées évolutives. Plus il y a de différences entre l'ADN chloroplastique de deux groupes, plus ceux-ci sont génétiquement éloignés, et plus leur séparation remonte à loin. Ce principe est bien connu et est utilisé depuis quelques années pour tracer les arbres phylogénétiques.

« Habituellement, explique Monique Turmel, les scientifiques comparent les espèces sur la base des différences trouvées sur quatre ou cinq gènes. L'intérêt de nos travaux, c'est que nous nous sommes attaqués à 53 gènes, communs à 10 espèces provenant des différents groupes : plantes terrestres, chlorophytes, algues rouges, cyanobactéries, et, bien sûr, *Mesostigma viride*. » L'analyse statistique, qui a demandé deux semaines de calcul à un superordinateur Cray, a donné des résultats solides

comme un chêne : fiables à 98,9 %, beaucoup plus que tous les précédents travaux pour lesquels seulement quelques gènes étaient étudiés. « Lorsqu'on utilise peu de gènes, explique Claude Lemieux, on ne parvient pas à identifier suffisamment de caractères indépendants, ce qui peut conduire à des conclusions erronées. »

« Rien n'empêche de trouver d'autres plantes encore plus anciennes dans les prochaines années, précisent Monique Turmel et Claude Lemieux. *Mesostigma viride* était connue et décrite depuis 1899; il y a sûrement d'autres espèces qui attendent qu'on leur trouve leur bonne position phylogénétique. » ●

Environnement Canada / Environment Canada

FAITES VOTRE PART!
Du 4 au 10 juin 2000

Semaine canadienne de l'environnement

Choisissez le transport en commun.
Moins d'autos se traduisent par une meilleure qualité de l'air et une meilleure santé.

Célébrez la Journée de l'air pur Canada
le 7 juin 2000

www.ec.gc.ca
ou composez le 1.800.668.6767

Plantez des arbres!
Pour enjoliver vos collectivités et assainir l'air.

Rendez-vous au travail en vélo!
Vous contribuerez à réduire les effets des changements climatiques.

2000

Canada

Plantez des arbres • Covoiturez • Télétravaillez • Voyagez en autobus • Prenez votre vélo • Marchez

Astres en liberté

Dans la Nébuleuse d'Orion, les astronomes ont découvert 13 planètes qui échappent à un principe admis : une planète doit orbiter autour d'une étoile.

par Vincent Sicotte

Splendeur du ciel nocturne située à 1 600 années-lumière de la Terre, la Nébuleuse d'Orion est un nuage de gaz et de poussière où des étoiles sont en train de naître. Plus de 90 % de celles-ci se sont formées il y a moins de un million d'années. De vrais poupons, comparées à notre Soleil vieux de cinq milliards d'années. Mais Patrick Roche, astronome à l'université d'Oxford, vient de découvrir dans la constellation une centaine de naines brunes — des étoiles manquées — et surtout 13 planètes qui flottent librement dans l'espace.

« Ce relevé de la **Nébuleuse d'Orion**, le plus sensible jamais



réalisé, visait à étudier les étoiles les moins brillantes de ce nuage, explique Patrick Roche. Ces étoiles peu brillantes constituent une clé pour comprendre des détails, encore imprécis, de la formation des étoiles. » L'observation a été réalisée grâce au télescope à infrarouge du Royaume-Uni situé au sommet du Mauna Kea, à Hawaï. L'infrarouge permet de pénétrer l'abondante poussière de la Nébuleuse, et de faire apparaître les objets peu brillants. C'est là que l'astronome a constaté que 13 objets



Pierre-Paul Pariseau

semblaient être ni des étoiles, ni des naines brunes, ni des planètes telles qu'on les connaît.

Rappelons qu'une planète tourne toujours autour d'une étoile; la Terre et les huit autres planètes de notre système, par exemple, tournent autour du Soleil. Par définition, une étoile irradie, c'est-à-dire qu'elle émet de la lumière à la suite de réactions nucléaires. La planète, beaucoup moins massive, n'émet pas de lumière. Entre les deux, on trouve des naines brunes, trop grosses pour être des planètes mais trop petites pour être des étoiles.

Grâce au relevé d'Hawaï, les chercheurs ont mis en évidence plus d'une centaine de points très peu brillants. « Comme la distance d'Orion est bien connue, nous avons pu déduire les masses de ces objets », explique l'astronome anglais. Une centaine d'entre eux ont une masse inférieure à 8 % de celle du Soleil, et correspondent ainsi à la définition de naines brunes. Elles ne sont pas assez chaudes

pour que se déclenchent les réactions nucléaires qui les feraient briller autant qu'une étoile, mais parviennent à brûler du deutérium (de l'hydrogène lourd) pendant quelque temps. Cela leur permet de briller faiblement. Pressenties par la théorie dès 1963, les naines brunes — qui, en passant, sont plutôt rouges — ont été observées pour la première fois en 1995. Depuis, elles se comptent à la douzaine.

Certains objets semblent trop peu massifs pour aspirer même au stade de naine brune que l'on fixe à 13 fois la masse de Jupiter. Patrick Roche et ses collaborateurs ont déniché 13 de ces astres dans le nuage d'Orion, la plus « légère » faisant huit fois la masse de Jupiter. Comment les classer : étoiles poids plume ou planètes supergéantes ? « Ce sont des planètes qui se forment comme des étoiles », dit l'astronome d'Oxford. Elles ne gravitent pas autour de soleils, mais flottent librement

dans l'espace. Elles se sont vraisemblablement formées par l'effondrement radial d'une poche de gaz, à la façon des étoiles. D'autres recherches seront nécessaires pour déterminer si la limite inférieure enregistrée (huit fois la masse de Jupiter) est due à la sensibilité limitée des appareils, ou si elle est une caractéristique intrinsèque de ces objets.

Comme elles sont encore jeunes, tout juste sorties du creuset cosmique, ces planètes dégagent encore de la chaleur provenant de l'effondrement initial. Leur température est de 2 700 °C, alors que celle de Jupiter est d'environ 100 °C. C'est cette chaleur qui les fait apparaître sur le cliché infrarouge. « Elles refroidiront lentement pendant une centaine de millions d'années, jusqu'à "s'éteindre" complètement », précise l'astronome.

Chose certaine, ces objets peu brillants (planètes et naines brunes) entrent dans la composition de la fameuse masse sombre, qui forme l'essentiel de la matière de l'Univers. Dans quelle mesure ? Pour le nuage d'Orion, le nombre de naines brunes et de superplanètes serait comparable à celui des étoiles, mais, comme elles sont respectivement de plus petite taille, elles totalisent beaucoup moins de masse. « Si cet amas est représentatif, les planètes géantes et les naines brunes ne constituent pas une grande part de la masse sombre de l'Univers », affirme l'astronome. ●

Bungee pour l'esprit!

Plongez tête première dans un tourbillon d'innovations, d'aventures et de découvertes au nouveau centre iSci. Pour tous les âges et pour tous les goûts, iSci vous invite à découvrir, de façon amusante, le monde captivant de la science et de la technologie. Venez jouer avec la science au centre iSci.

- Trois salles d'EXPOSITIONS scientifiques interactives
- Un cinéma IMAX®
- Un cinéma interactif IMMERSION, en première canadienne
- Des boutiques, des restaurants, des promenades et des places publiques

(514) 496-ISCI 1 877 496-ISCI
www.isci.ca

Le nouveau centre iSci
au Vieux-Port de Montréal

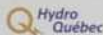


Sciences · Divertissements · Boutiques · Restos

Canada



BOMBARDIER



L'épreuve du temps

Dans les entrailles du musée d'archéologie et d'histoire de Montréal (Pointe-à-Callière), 20 objets sont enfouis pour les 100 prochaines années. Ils constituent la collection Mémoire du XX^e siècle, que nos descendants redécouvriront le 17 mai 2100. Les archéologues du futur auront alors un aperçu de ce qui a façonné nos modes de vie, changé notre façon de penser, influencé l'évolution de notre société. Ces 20 objets sauront-ils traverser les années sans en ressortir trop dénaturés ? Ça reste à voir. Mais on peut toujours imaginer le sort ou la mutation qui les attend.

par Marie-Pier Elie



Chrysler 1953

Ampoule électrique

Le petit filament de tungstène aura fait son temps. Pourquoi, au fait, se limiter à une source lumineuse quand la lumière peut jaillir de partout ? On songe déjà à des murs générateurs de photons, grâce auxquels l'intensité de l'éclairage sera modulée selon l'ambiance désirée, de l'obscurité absolue au blanc éblouissant.

Automobile

Y renoncer, même pour les considérations environnementales les plus nobles ? Une utopie ! Après avoir goûté au petit confort et au sentiment de puissance que procure la conduite de son « bazou », l'être humain est décidément accro. Nos poumons ne s'en porteront heureusement pas plus mal : dans 100 ans, toutes les réserves de pétrole étant épuisées, les moteurs fonctionneront à l'électricité, ou carburgeront à l'hydrogène.

Avion

Le supersonique ? Dépassé ! Le ciel sera peuplé d'avions hypersoniques qui voleront au-delà de la stratosphère à Mach 10, soit plus de 10 000 kilomètres à l'heure. Pour aller n'importe où à la surface de la Terre, il ne faudra pas plus de deux heures.

Béret bleu des Nations Unies



Béret bleu porté pendant une mission de paix à Chypre en 1964. Don du major Robert Girard.

La paix sera toujours l'idéal à atteindre, aspiration intemporelle de l'humanité. Le béret bleu demeurera toujours de mise.



utemps

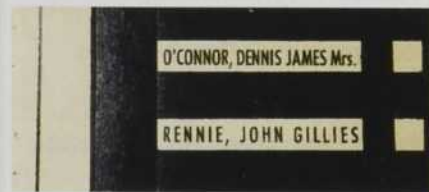
Hélice en bois utilisée sur de petits avions et des moteurs à essai, fabriquée au début des années 70.



Bouteille de Coke

Les dirigeants de Coca-Cola ont déjà commis l'erreur une fois au milieu des années 80 avec le nouveau Coke. On ne les y reprendra plus. Faire subir une quelconque transformation à la forme typique de la bouteille de Coke ? Jamais dans 100 ans...

Bulletin de vote



Les votants de 2100 rigoleront en évoquant leurs ancêtres qui élisait leur député en mettant une croix sur un petit bout de papier sans même montrer une carte d'identité. Ils devront, quant à eux, se faire reconnaître avec une puce personnalisée implantée dans la paume de leur main, puis remplir le bulletin de vote électronique à même leur ordinateur... Les plus conservateurs pourront toujours se rendre à l'un des rares bureaux de scrutin.

Appareil photo

Au grand désespoir des puristes, le numérique risque de l'emporter haut la main sur la bonne vieille pellicule. Les plus fortunés pourraient même bénéficier d'une révolutionnaire *camérétine*, dérivée de l'œil électronique ayant mis plusieurs chiens guides au chômage. Minuscule, elle serait implantée en permanence derrière la rétine et pourrait être reliée à une imprimante à haute résolution par un tout petit fil branché directement dans le cortex visuel. Les photos seraient ainsi plus vraies que nature.



Casque de guerre

Nul besoin de casque pour prendre part aux conflits totalement informatisés que se livreront les quelques grandes puissances du monde à l'aube du XXII^e siècle. L'armée recrutera des pirates de grand talent pour « bombardier » les systèmes informatiques et plonger instantanément un pays dans



l'anarchie. Mais, à l'occasion, l'instinct prendra le dessus et poussera les soldats à dépolir leurs vieux casques pour aller faire gicler un peu de sang.

Charte des droits de l'homme

Elle perdra un peu de son prestige au profit de sa jeune consœur, la Charte du génome humain. On se questionnera beaucoup moins sur les droits de l'individu pour mieux définir ceux du zygote et de l'embryon. Surtout, on tentera d'établir certaines limites en ce qui concerne les manipulations génétiques et leurs multiples dérivés.

te caméra nestique Brownie, Kodak, date de 4-1916.



Michel Lambert



Modèle de ciné-caméra 8 mm Brownie de Kodak, années 50.

Cinéma

Le *surround* poussé à l'extrême : les sensations seront perçues tant de l'extérieur que de l'intérieur. On associera désormais à chaque film non seulement des images et du son, mais aussi des odeurs, goûts et sensations physiques bien précises, grâce à des électrodes qui stimuleront les zones adéquates du cerveau. Le rêve de Daniel Langlois à la puissance 10...

Fusée



Deux tuiles de la navette spatiale faisant partie du système de protection thermique.

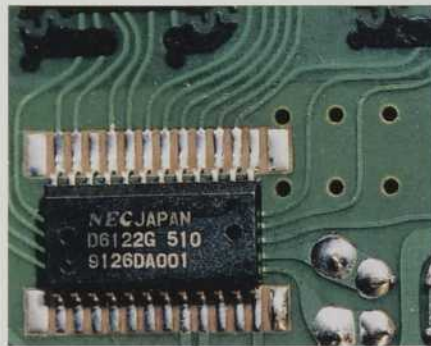
Elles céderont progressivement la place à des navettes de plaisance qui assureront hebdomadairement la liaison Terre-Lune, en plus d'effectuer quelques périples annuels sur Mars, histoire de ravitailler les colons installés là-bas. Grâce à leurs moteurs ioniques plus performants, on envisagera une première mission vers les lunes de Jupiter, la nouvelle planète à la mode, d'ici 2200.

Photos: Michell Lambert

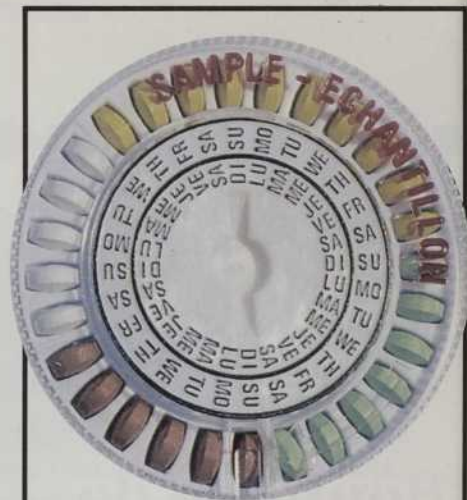
Jeans

Au XIX^e siècle, c'était un banal mais robuste pantalon d'ouvriers agricoles. Le XX^e siècle en a fait un vêtement chargé de symbole. Et il le sera encore, 100 ans plus tard. Peut-être le vainqueur le plus probable de cette épreuve du temps, de par sa nature même... Les chimistes s'acharneront toujours à concocter LE produit permettant d'obtenir instantanément cet aspect délavé, juste assez usé mais pas trop... Peine perdue, seul le temps y parvient.

Machine « ordinatrice »



Difficile d'imaginer l'avenir d'un appareil au passé si bref et à l'ascension aussi fulgurante. Tous les objets de la vie quotidienne de la fin du XXI^e siècle s'ordinatriseront-ils ? Aura-t-on des brosses à dents, des appareils d'éclairage, des sacs à main dotés d'intelligence artificielle ? Chose certaine, les ordinateurs du futur — optiques, moléculaires ou biologiques — auront autant à voir avec ceux d'aujourd'hui que les Pentium avec le tout premier Altair.



La pilule contraceptive Triphasal-28 arrive sur le marché en 1970 et devient la pilule la plus vendue dans le monde.

Pilule contraceptive

La pilule anticonceptionnelle est peut-être l'innovation qui a le plus révolutionné les mœurs du XX^e siècle. L'avenir réside-t-il maintenant dans l'ovulation sur commande ? Dès qu'elles seraient en âge d'avoir des relations sexuelles, les jeunes filles recevraient une petite piqûre bâillonnant les hormones responsables de l'ovulation pour les années à venir.

Et si l'appel du ventre survient ? Il n'y a qu'à se faire prescrire la nouvelle pilule « ovulatoire ». Quelques heures seulement après la prise de cette pilule, l'œuf à féconder sort de sa cachette. Quant à la fameuse pilule pour hommes, on l'attendra sans doute encore longtemps...



Antibiotique (pénicilline)

Les lois de la sélection naturelle jouant en leur faveur, de plus en plus de bactéries pathogènes développeront une résistance aux antibiotiques. Seule solution : la découverte de molécules ayant des techniques de combat radicalement différentes. En explorant à fond le patrimoine génétique des indésirables à éliminer, on finira bien par identifier un gène contrôlant leurs fonctions vitales. À partir de là, il suffira de créer par synthèse chimique LA molécule qui ira perturber leur ADN. Adieu *penicillum notatum* !

Radio

Toujours pratique dans nos voitures pour mieux supporter les embouteillages. Comment pourrait-il se démoder ?



Radio-lampe fabriquée au Canada en 1940 par la compagnie Mitchell. Sa forme inusitée rappelle celle d'un obus.

En 1960, la compagnie Philco Ford mettait sur le marché son modèle de télévision *Space-Age*.



Télévision

Elle continuera à abolir l'espace et le temps, cette boîte à images vénérée par les deux tiers des Terriens. Seulement, à force de croisements, on l'aura quelque peu dénaturée. Hybride combinant les avantages qu'offrent l'image numérique, l'autoroute électronique et la retransmission par satellite, ni ordinateur ni simple récepteur, elle fera exploser les frontières de l'interactivité.

Téléphone

Comme il aura l'air archaïque, ce téléphone au fil spiralé ! Le téléphone du XXI^e siècle sera mobile ou ne sera pas. Tellement mobile qu'il pourrait fort bien être intégré au tissu de nos vêtements, grâce à la miniaturisation de puces qui gagneront sans cesse en puissance. Et, espérons-le, nous aurons enfin droit au fameux téléphone-écran sur lequel on fantasme depuis des décennies.

Vaccin

À peine aura-t-on élaboré le vaccin antisida tant attendu qu'une panoplie de nouvelles maladies infectieuses feront leur apparition. Des virus qui parasitaient habituellement les animaux se seraient-ils transmis à l'homme ? La xénotransplantation pourrait en être la cause...

Sac à déchets

De plus en plus d'ordures, de moins en moins d'espace pour les entasser... Les plus optimistes diront que d'ici 100 ans, tous se seront convertis au recyclage et au compostage, rendant obsolète l'utilisation du sac poubelle.



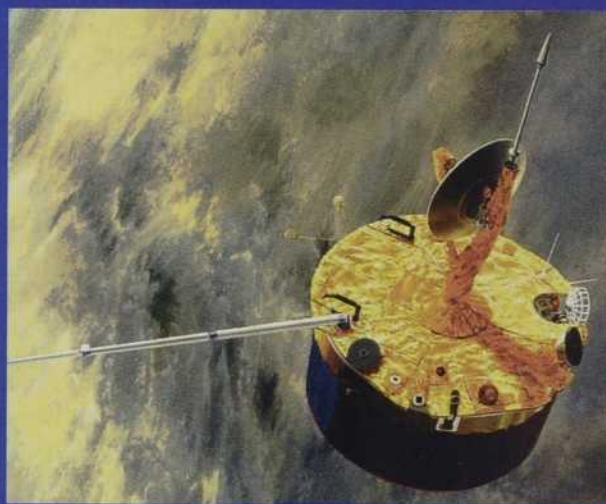
Luvu, entendu

« La possession d'une culture scientifique exige bien davantage que de devenir une sorte d'encyclopédie vivante dans un champ professionnel donné, affirme Robert Nadeau, professeur et directeur du département de philosophie de l'Université du Québec à Montréal. Cela exige de savoir sortir de son domaine de spécialité pour s'ouvrir à des questionnements d'un autre ordre, qui concernent en particulier les limites du savoir acquis; cela exige d'apprendre à raisonner en suivant des chemins qui ne mènent généralement pas à la détention de certitudes rassurantes; cela exige, tout compte fait, d'avoir du jugement, ce qui est bien plus que d'avoir des connaissances. » Robert Nadeau applaudit la décision de la France, en février dernier, de rendre obligatoires les cours de philosophie des sciences pour les futurs étudiants en génie, médecine et sciences. Il se demande « si le Québec ne gagnerait pas, lui aussi (...), à inculquer un peu de philosophie des sciences à ses ingénieurs, à ses médecins, bref à tous ses futurs scientifiques ».

**12 000
abonnés
lisent les
nouvelles du
bulletin de**

**www.
CyberSciences.com**

Murmure extrasolaire

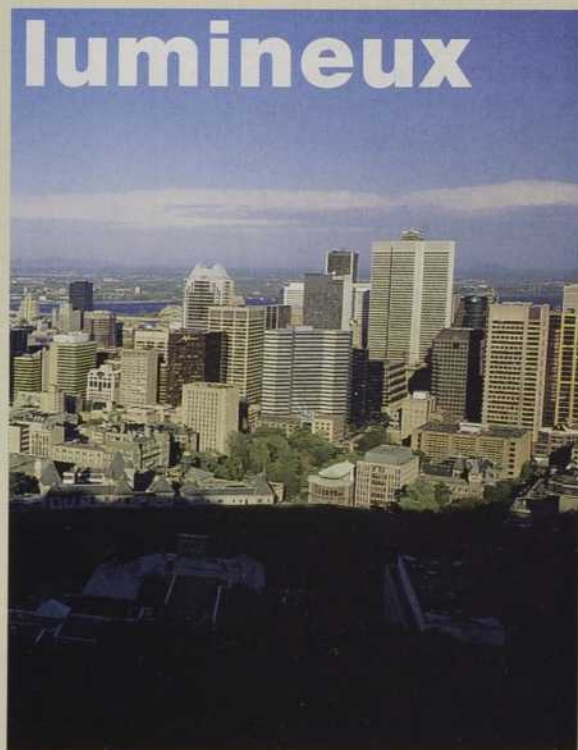


Les antennes de la NASA ont reçu, en février dernier, un signal de l'espace. Un vrai ! Était-ce E.T. ? Non, plutôt *Pioneer 10*, la sonde en partance pour les étoiles, qui agitait son mouchoir blanc faiblement (le murmure capté avait une puissance de 0,3 milliardième de trillionième de watt !). Lancée en mars 1972, la vaillante petite sonde a été la première à traverser la ceinture d'astéroïdes, le champ magnétique de Jupiter, et l'orbite de Pluton. À 11 milliards de kilomètres, elle est maintenant deux fois plus éloignée que Pluton, et s'enfonce désormais dans l'espace interstellaire. Durant le

prochain million d'années, *Pioneer 10* visitera une dizaine d'étoiles, en arborant à qui veut la voir une plaque vissée sur son flanc, conçue par Frank Drake et Carl Sagan, qui décrit son système planétaire d'origine, ainsi que ses habitants qui, semble-t-il, vivent encore tout nus.

Les ciels lumineux

À quel endroit du Québec le ciel est-il le plus clair ? À Montréal ! Des chercheurs d'Environnement Canada ont répertorié les villes canadiennes où le ciel est le plus souvent dégagé, c'est-à-dire avec moins de 10 % de nuages. Parmi les villes québécoises, **Montréal** est en tête de liste, avec un ciel sans nuages (ou presque) **16,7 %** du temps. Les autres ciels québécois les moins fréquentés par les nuages sont ceux de **Baie-Comeau** (15,9 % du temps sans nuages), **Val-d'Or** (15 %), **Sept-Îles** (13,9 %), **Kuujuarapik** (13 %), **Québec** (12,5 %) et **Kuujuuaq** (11,8 %). Le toit le moins nuageux du Canada se situe au Nunavut, à Eureka : les habitants de cette ville jouissent d'un ciel clair 30 % du temps.



LE CHIFFRE DU MOIS

66 C'est le nombre total de satellites qui seront bientôt désintégrés. Ces satellites qui gravitent à une altitude variant entre 700 et 800 kilomètres de la Terre étaient la propriété d'Iridium, un ambitieux système de télécommunications mis sur pied en janvier 1999. Les téléphones d'Iridium permettaient de joindre les coins les plus éloignés et les moins équipés du globe. Mais voilà que le coût élevé du système (3 000 dollars le téléphone et près de 7 dollars américains par minute d'utilisation), combiné au développement exponentiel des réseaux terrestres de téléphonie cellulaire, ont eu raison de la technologie.

Le stress de la mémoire



Marc Cuadrado



La fiabilité des témoignages en cours de justice pourrait être remise en question. La cause : une hormone, le cortisol, sécrétée dans des moments de stress accru. En administrant à leurs sujets des doses de cortisol semblables à celles sécrétées lors de stress intenses, des chercheurs ont démontré que le stress perturbe la mémoire de recouvrement. C'est la dernière phase du processus de mémorisation, par laquelle les données s'incrudent dans la mémoire à long terme. Lorsque le processus de recouvrement échoue, les données sont accessibles peu après l'apprentissage mais sont vite oubliées. Aussi, 24 heures après avoir mémorisé une liste de 60 noms, avec un taux de cortisol comparable à celui d'un grand stress, les sujets ont été incapables de se rappeler ce qu'ils avaient retenu la veille. Ce qui explique pourquoi ceux qui étudient à la dernière minute échouent à leurs examens...



L'avez-vous vue ?

Son nez en forme de trompe et sa carapace molle sans écailles ne « trompent » pas : c'est la tortue molle à épines. Si vous la rencontrez cet été, comptez-vous chanceux. On en dénombre tout au plus une centaine actuellement au Québec. Les aménagements qui bordent les rives et les activités aquatiques lui font la vie dure. Son site de prédilection est le lac Champlain, mais elle a également été observée près des rivières Richelieu, Yamaska et des Outaouais, ainsi que du lac des Deux-Montagnes, ceux de Saint-François, Saint-Louis et Saint-Pierre. L'été dernier, un groupe de 50 observateurs bénévoles a été formé pour intensifier la recherche sur la seule tortue à carapace molle au Québec. Vous voulez signaler une observation ? (450) 928-7607, poste 310.

Michel Beaudoin/MICP

Météo 2000

Les prévisions pour l'été 2000 ? Du temps chaud... et des rayons ultraviolets plus agressifs. Des données récoltées récemment par Environnement Canada annoncent une importante diminution de l'ozone entre mai et août 2000. Selon les informations recueillies par les satellites et les stations de mesure, l'ozone au-dessus du Canada sera de 6 % inférieure à la normale. Ce printemps, des scientifiques canadiens, européens, russes, japonais et américains ont constaté que la couche d'ozone arctique, à 18 kilomètres de la Terre, avait diminué de 60 %. La conséquence principale de l'amincissement prévu dans les mois à venir : une augmentation de 7 % de l'intensité des rayons ultraviolets. N'oubliez pas chapeaux et lunettes en sortant.



J. Cundy/Publiphoto



Pilote de ligne, un métier dangereux

Les rayons UV sont connus comme étant la cause principale de cancer de la peau. Des chercheurs de l'université de Reykjavik (Islande) viennent de démontrer que ce type de cancer atteint en moyenne un taux 10 fois plus élevé chez les pilotes de ligne que dans la population en général. Les pilotes volant au-dessus de cinq fuseaux horaires ou plus remportent la palme avec des risques 25 fois plus élevés que la moyenne. Qu'est-ce qui peut expliquer une telle fréquence de cancer de la peau chez ce groupe de travailleurs ? Si le style de vie, incluant les bains de soleil, est à considérer, on soupçonne surtout le dérèglement des rythmes circadiens. La mélatonine, l'hormone impliquée dans les cycles de l'éveil et du sommeil, pourrait donc avoir un rôle à jouer dans les mécanismes d'apparition du cancer de la peau.



1,6 % de différence : c'est énorme

par Jean-Pierre Rogel

Retour d'une dure journée de travail, « zapping » paresseux devant la télévision... Je tombe sur un de ces grands documentaires animaliers qui propose un total dépaysement. Images fascinantes de chimpanzés dans la jungle africaine, rassemblements familiaux, séances d'épouillage, gros plans de faces et de mains. De manière prévisible, le narrateur s'émerveille de nos ressemblances anatomiques avec les chimpanzés, et de leurs comportements « si humains ». Il enchaîne en expliquant que la meilleure preuve de notre étroite parenté avec les chimpanzés vient des comparaisons entre notre ADN et celui des grands singes. Selon ces études, l'homme et le chimpanzé ont en commun entre 98,4 % et 99 % de leur ADN; l'homme et le gorille, 97 %; l'homme et l'orang-outan, 96 %. D'un point de vue génétique, nous serions donc « quasiment identiques » aux chimpanzés.

À ce point d'un argument si répandu qu'on le rencontre aussi bien dans les documentaires animaliers que dans les conversations de salon, je rue dans les bran-cards, la « zappettite » aiguë me démange. Bien sûr que cette similitude au plan moléculaire est fascinante ! Bien sûr qu'elle constitue un des mystères de l'évolution ! Mais pourquoi ne pas retourner cet argument et en voir la face cachée : 1,6 % de différence... c'est énorme ! Sur un génome qui compte quelque trois milliards de bases, cela fait 48 millions de bases, ce qui est assez conséquent. Traduit en nombre potentiel de gènes, cela signifie que nous avons plusieurs centaines de gènes différents.

Pour le moment, ces gènes qui nous distinguent des chimpanzés, nous ne les connais-

sons pas. Les études, dites d'hybridation d'ADN, qui ont livré les fameuses statistiques de 98,6 % ou 99 % sont plutôt frustrées; elles reviennent à comparer des points de repère sur l'ensemble du génome. Il

panzé, il n'y a donc que quelques dizaines de gènes de différence... mais quels gènes ! Ils sont à l'origine d'un cerveau deux fois plus gros, d'un langage superbement évolué, d'une sensibilité à des maladies



est possible que plusieurs des différences d'ADN ne concernent pas la partie du génome qui contient les gènes, mais la partie vide de gènes, le *junk-DNA*. Néanmoins, on a de bonnes raisons de penser qu'il existe au moins quelques dizaines de gènes spécifiques à l'homme. Pour les trouver, il faut comparer le séquençage du génome humain avec celui du chimpanzé, ce qui, aussi bien techniquement que pour des raisons de coût, n'était pas envisageable jusqu'ici, mais devrait l'être au cours des prochaines années.

Entre l'homme et le chim-

panzé, il n'y a donc que quelques dizaines de gènes de différence... mais quels gènes ! Ils sont à l'origine d'un cerveau deux fois plus gros, d'un langage superbement évolué, d'une sensibilité à des maladies différentes, d'une capacité inégalée à apprendre, à se souvenir, à être ému et à vivre en société. Des gènes extraordinaires qui expliquent pourquoi les humains — et eux seuls — inventent des ordinateurs, rient aux éclats en regardant un film de Charlie Chaplin et savent (parfois) cuisiner des *osso buco* ou du *chow-mein*. Même s'ils sont peu nombreux, ces gènes qui nous rendent humains sont qualitativement très importants. Ce sont surtout des gènes de structure et des gènes de développement. En particulier, des gènes qui contrôlent le synchronisme du

développement, par exemple en allongeant la période de croissance du cerveau, et donc en permettant un cerveau plus complexe.

Quelque part sur la route de l'évolution, il a bien dû se produire des mutations, pour que la grosse tête nous pousse et que nos bébés, mal figolés à la naissance par rapport aux petits chimpanzés, acquièrent cet extraordinaire potentiel de croissance. Bien entendu, ces mutations sont apparues sur plusieurs millions d'années; elles correspondent donc à des gènes qui ont subi une forte pression sélective dans l'évolution. Ce raisonnement suggère d'ailleurs une stratégie pour « aller à la pêche » des gènes qui nous rendent distinctement humains. Il s'agit

de cibler les gènes qui subissent le plus la pression évolutive. Depuis trois ans, une entreprise privée du Colorado, GenoPlex, suit cette voie. D'autres groupes de recherche sont aussi sur la piste, à partir de fonds publics. Un autre pactole en vue ? Jusqu'ici, la pêche n'a pas donné grand-chose, mais on espère un jour découvrir ainsi les secrets de ce qui nous rend humains.

Non ! un instant ! Ne plongeons-nous pas une fois de plus dans le réductionnisme génétique, en postulant que tout s'explique par les gènes, et par eux seuls ? Après tout, nous différons des chimpanzés par une poignée de gènes, certes, mais aussi et surtout par notre manière de mettre en œuvre ce programme génétique — une manière qui tient à la culture. Salut, chimpanzé, tu as droit à mon respect... et vive la différence ! Toi, tu vis dans la jungle, et moi, je regarde des documentaires à la télé. ●



Rien ne nous échappe.

Copernic. Le logiciel intelligent qui fait travailler simultanément les meilleurs moteurs de recherche. Téléchargez votre version gratuite sur www.copernic.com

Copernic.com

Bonne bouffe, grand



Le carburant de la performance sportive, ce sont les glucides. Mais pas besoin de recourir à de pseudo-produits miracles. Voici 12 notions indispensables aux sportifs et aux amateurs de plein air.

par Catherine Dubé

1 La pratique régulière d'une activité sportive modifie le métabolisme de base.

À cause de sa masse musculaire plus importante, le sportif de haut niveau peut avoir un métabolisme de 5 % à 15 % plus rapide que les personnes sédentaires. Il mange donc en conséquence. La ration quotidienne normale d'environ 2 000 calories peut facilement atteindre 3 000 et plus chez l'athlète. « Je mange le plus possible », dit le joueur de soccer professionnel John Limniatis. Chanceux...

Ce phénomène ne se limite pas aux grands sportifs. Après quelques jours d'activités inhabituelles, le métabolisme d'une per-

sonne en vacances commence à se modifier. Évidemment, si elle cesse toute activité physique dès qu'elle est de retour au bercail, son métabolisme retrouvera son rythme initial. De plus, pour éviter d'engraisser, elle doit renoncer aux portions permises pendant l'expédition de vélo !

L'entraînement accroît aussi l'efficacité avec laquelle le corps utilise l'énergie disponible. « Une personne qui s'entraîne utilise davantage d'énergie provenant de ses réserves de lipides et économise ainsi le glycogène, qui équivaut à de l'essence super pour notre organisme », explique Angelo Tremblay, directeur du département de kinésiologie de l'université Laval.

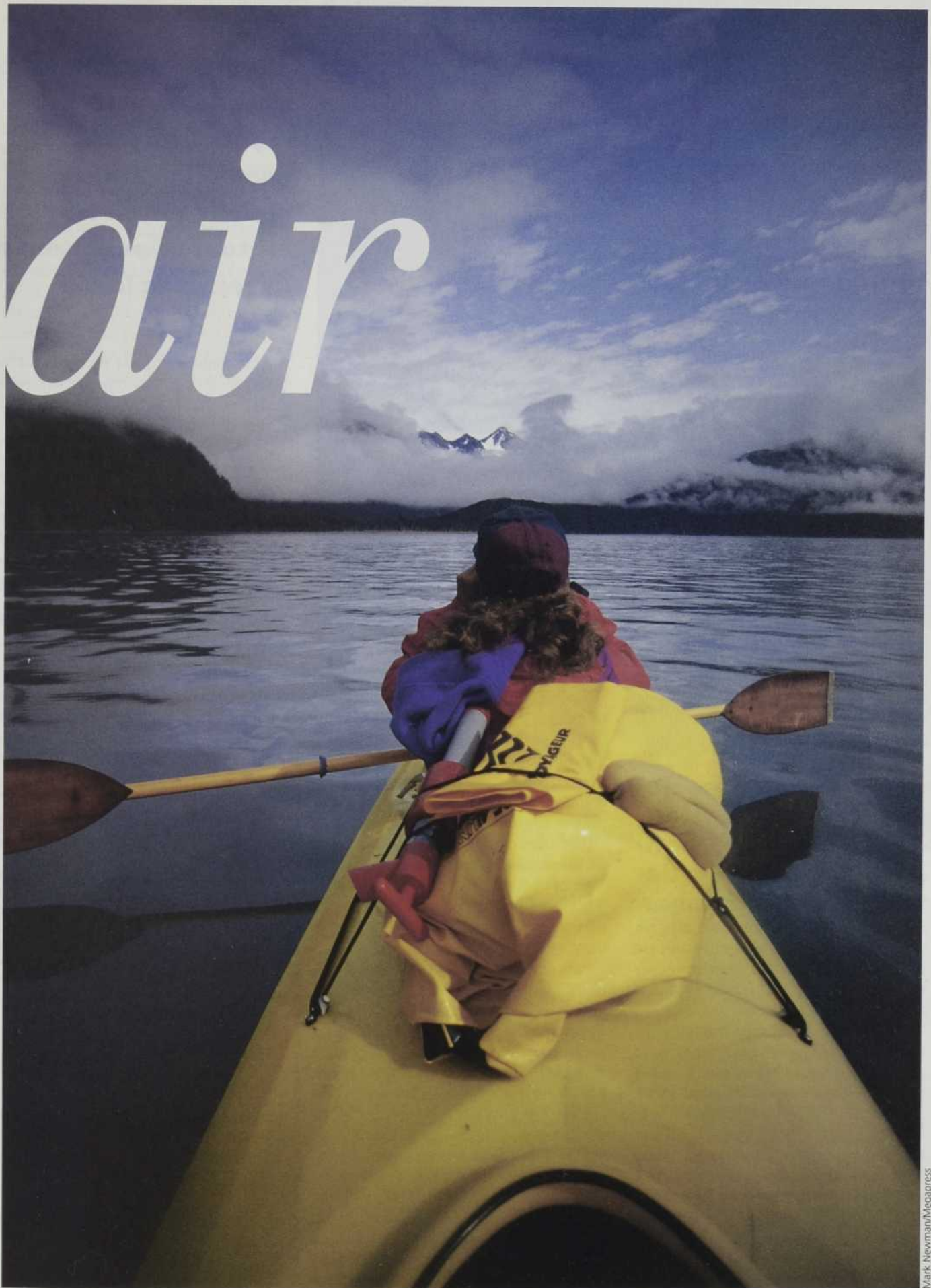
Après un certain temps, la vascularisation augmente, tout comme le rythme cardiaque, ce qui contribue aussi à mieux alimenter les cellules en nutriments et en oxygène.

2 Plus le moment de l'activité approche, plus il faut manger léger.

Les athlètes avertis consomment leur dernier repas plusieurs heures avant la compétition. De cette façon, l'énergie n'est pas détournée vers la digestion et ils évitent l'inconfort d'un estomac plein.

Bien sûr, le sportif du dimanche peut se permettre de manger moins longtemps avant le début d'une randonnée. Mais pendant son excursion, il mangera souvent de petites quantités de nourriture plutôt qu'un gros repas au milieu de la journée. « On peut prendre une collation aux heures », suggère la nutritionniste Odile Dumais, auteure de *La Gastronomie en plein air*, où elle livre des

l'air



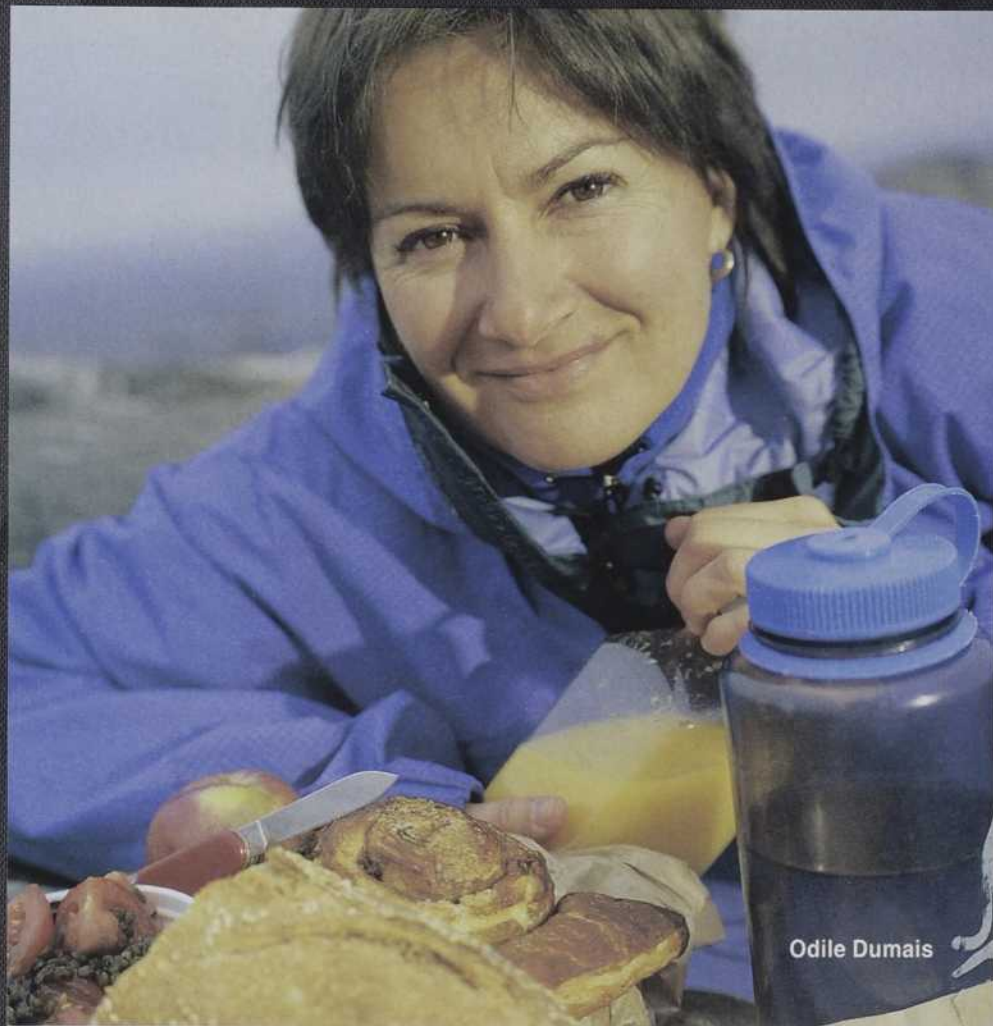
itive,
de
es.

ment
é ap-
us il
er.

our dernier
compéti-
n'est pas
ils évitent

he peut se
ramps avant
s pendant
de petites
et un gros
On peut
s, sagette
mure de La
à l'ère des

Mark Newman/Megapress



Odile Dumais

idées éprouvées au cours de ses nombreuses expéditions. Dans son sac, on peut apporter des aliments légers et nutritifs comme de la salade de riz, du thon en boîte, un sandwich au végé-pâté, des légumes, des fruits, etc.

3 Pendant une activité de plein air, il faut penser à boire, bien davantage qu'à manger.

Les jours de match, John Limniatis, un vétérinaire de l'Impact de Montréal, commence à boire une heure ou deux avant le premier botté. « Pendant la partie, je bois chaque fois que je peux entre les jeux. »

Pour éviter les problèmes, nous devrions tous l'imiter et prendre quelques grandes gorgées aux quarts d'heure, que l'on soit à pied, en vélo ou en canot. D'ailleurs, s'il y a un consensus parmi les nutritionnistes et les entraîneurs, c'est bien celui-là : il faut boire avant, pendant et après l'activité. Surtout, ne pas attendre de ressentir la soif, car jusqu'à 2 % du poids corporel peut s'évaporer en sueur avant que le cerveau sonne l'alarme... C'est que près des trois quarts de l'énergie contenue dans les aliments s'envole sous forme de chaleur et seulement 25 %

demeure disponible pour les muscles.

Quand la consommation d'énergie augmente avec l'activité physique, la chaleur produite à l'intérieur des cellules par la combustion des nutriments s'accroît proportionnellement. C'est pour éviter que la température augmente trop que cette chaleur est drainée par les liquides du corps jusqu'à la peau où elle est évacuée.

Bien avant d'être néfaste pour la santé, la déshydratation influe sur la performance. Avec la transpiration, le volume sanguin diminue, ce qui perturbe le système de transport de l'oxygène et des nutriments vers les muscles.

Par temps chaud, il peut suffire d'une heure d'activité pour que notre corps expulse jusqu'à deux ou trois litres d'eau sous forme de transpiration. « Comme l'organisme ne peut pas absorber beaucoup plus de un litre d'eau à l'heure, il faut boire régulièrement pour éviter que le déficit ne puisse plus être comblé », dit Natalie Lacombe, diététiste et chargée de cours en kinésiologie à l'Université de Montréal.

Et que mettre dans sa gourde ? Pour une activité ne dépassant pas une heure et demie, de l'eau tout simplement. Le but de l'opération étant de se réhydrater, il vaut mieux que l'eau passe le plus vite possible dans l'intestin, où elle est absorbée. Quand un

S'il y a un consensus parmi les nutritionnistes c'est de rappeler qu'il faut boire avant, pendant et après une activité physique. Surtout ne pas attendre de ressentir la soif.

liquide contient trop de sucre, un jus de fruits par exemple, il séjourne trop longtemps dans l'estomac et ne remplit pas aussi efficacement son rôle.

4 Durant une randonnée de plusieurs heures, les boissons énergisantes comme Gatorade ou Energizer peuvent être utiles.

Comme leur concentration en glucides tourne autour de 6 % à 7 %, elles sont plus rapidement assimilées que le jus, qui en contient 15 %. On peut bien sûr boire de l'eau, mais la dose de glucose apportée par

Les lipides

Pour assurer le métabolisme de base quand le corps est au repos, l'organisme utilise principalement les lipides comme source d'énergie. C'est là une formule gagnante sur le plan énergétique, car un gramme de lipides contient deux fois plus d'énergie qu'un gramme de glucides ou de protéines.

C'est cependant une autre histoire quand vient le temps de fournir un effort intense, car les lipides ne sont pas très doués pour fournir rapidement de l'énergie. Sur ce terrain, les glucides l'emportent haut la main. Lorsqu'on veut courir, sauter ou dribbler, ce sont les réserves de glucides qui sont requises en priorité, car ces nutriments sont capables de synthétiser beaucoup plus rapidement l'adénosine triphosphate (ATP).

L'ATP permet d'utiliser l'énergie des aliments. En d'autres mots, c'est l'intermédiaire obligé entre la bouffe et ce qui fait bouger nos muscles. Chacune de nos cellules en contient une petite réserve.

Une molécule d'ATP est composée d'une

une boisson énergisante est un carburant de choix pour les muscles. Les boissons contiennent plus de 8 % de glucides (8 g par 100 ml), comme *PowerAde* et *All Sport*, ont pour leur part le même effet que le jus. Ils demeurent trop longtemps dans l'estomac pour réhydrater efficacement. On peut presque les considérer comme une collation liquide plutôt que comme un moyen de se réhydrater ! Il vaut donc mieux les boire après l'entraînement.

Les boissons énergisantes contiennent aussi des sels minéraux, principalement du sodium et du potassium. Grâce à leur charge électrique, leurs atomes régulent la quantité et la répartition des liquides dans l'organisme, ainsi que les échanges à travers la paroi des cellules, en plus d'être nécessaires à la contraction musculaire. En général, ils ne sont pas évacués en grande quantité par la transpiration; l'organisme s'ajuste et diminue la concentration en minéraux de la sueur quand l'équilibre risque d'être compromis. La nutritionniste Odile Dumais affirme tout de même avoir déjà vu des traces de sels sur les vêtements de sportifs au sortir d'épreuves exigeantes. Selon elle, l'absorption d'un jus de légumes, par exemple, peut aider à reconstituer les réserves après un effort soutenu.

5 Manger du chocolat ne donne pas un surplus d'énergie.

Juste avant l'activité, il n'est plus temps de

voir à combler les réserves d'énergie. C'est même une fort mauvaise idée que de se jeter sur des sucreries au dernier moment. Le taux de glucose dans le sang montera effectivement, puisqu'il s'agit d'une source de glucides simples, mais quand la grande quantité d'insuline produite pour le chasser se mettra de la partie, le taux de glucose sanguin risque d'être encore plus faible qu'au début. Résultat : hypoglycémie et baisse d'énergie, tout le contraire de l'effet recherché.

6 Ce que l'on a mangé durant les heures et les jours précédant l'activité peut influencer la performance.

Fournir un effort soutenu afin d'obtenir un bon résultat exige que les réserves de glucose (stockées dans les muscles sous forme de glycogène) soient à leur maximum. Si elles viennent à s'épuiser, c'est la panne sèche. Il n'y a pas 56 façons d'assurer ces réserves : manger des pâtes, du riz, des légumineuses, bref, des glucides. « Dans une alimentation équilibrée, la proportion de calories provenant des glucides doit être d'au moins 55 % », dit Odile Dumais. Pour les athlètes, elle grimpe à 60 % ou 65 %, parfois 70 %. Les lipides doivent se limiter à 30 % et même moins, autant pour les athlètes que pour Monsieur et Madame Tout-le-monde. Les protéines, qui favorisent la régénération des

muscles, sont proportionnellement moins nécessaires : entre 10 % et 15 % de l'alimentation suffit (voir l'encadré).

7 Une alimentation abondante et variée rend inutile le recours aux suppléments de vitamines et de minéraux, même pour la plupart des athlètes de haut calibre.

Une alimentation variée contient toutes les vitamines dont nous avons besoin en quantité suffisante. Et puisque nous sommes portés à manger davantage quand nous faisons de l'activité physique, nous ingérons alors une plus grande quantité de vitamines.

Certains groupes peuvent toutefois présenter des risques d'insuffisance. C'est le cas des athlètes qui s'astreignent à des régimes draconiens pour respecter les critères esthétiques de leur discipline, comme les gymnastes. Les nutritionnistes recommandent alors une multivitamine plutôt qu'un simple supplément, pour ne pas rompre le fragile équilibre entre ces éléments.

La carence en fer est la plus fréquemment observée chez les athlètes. Comme le fer est un constituant de l'hémoglobine, responsable du transport de l'oxygène dans les globules rouges, cette carence a un effet direct sur la performance sportive.

L'énergie de la performance

base d'adénosine et de trois phosphates. Ces liaisons chimiques contiennent de l'énergie. Quand l'organisme en a besoin, que ce soit pour respirer, digérer ou courir, il brise une liaison chimique de l'ATP; en perdant un groupement de phosphates, l'ATP libère de l'énergie. Le « déchet », heureusement recyclable, de ce processus est l'adénosine diphosphate (ADP).

C'est ici que les glucides, protéines et lipides de l'alimentation entrent en jeu : la combustion de ces nutriments en présence d'oxygène, au cœur de chaque cellule, permet de synthétiser de nouveau l'ATP à partir de l'ADP. Et le cycle recommence.

Les glucides, si utiles pour le sportif à cause de leur rapidité à refaire de l'ATP, sont stockés dans l'organisme sous forme de glycogène, une grosse molécule contenant 100 000 unités de glucose, d'abord dans le foie où est entreposée la réserve en glucose du cerveau, un organe qui en a absolument besoin pour fonctionner mais qui est incapable d'en stocker. Quand les besoins du foie sont comblés,

les glucides résiduels sont transportés par le sang jusqu'aux muscles, où ils sont soit utilisés immédiatement, soit stockés sous forme de glycogène pour être utilisés plus tard. S'il reste encore des glucides inutilisés, le surplus est converti en triglycérides et stocké avec les graisses.

Au début de l'effort, le glycogène constitue l'essentiel du carburant utilisé. Mais les réserves de glycogène ne sont pas illimitées, et pas transférables non plus — les muscles sont très égoïstes sur ce point, ceux qui sont moins sollicités ne partageant pas leurs réserves.

Pour prévoir le coup, l'organisme remet donc progressivement les lipides à contribution au bout de 5 à 15 minutes d'activité. Si l'activité demande une dépense énergétique constante, l'organisme continuera de produire de l'énergie par la combustion d'un mélange de lipides, de glycogène des muscles et de glucose se trouvant dans le sang. Ce glucose provient soit de glucides que l'on vient de manger, soit du foie. Plus généreux que les



muscles, ce dernier partage ses réserves au besoin et peut même transformer des protéines ou des lipides en glucose par des processus biochimiques complexes.

Mais si on augmente subitement la cadence, en faisant un sprint ou en grimant une pente à vélo par exemple, la proportion de glycogène utilisée sera encore une fois augmentée. « C'est pour cette raison que, pour maigrir, il est préférable de faire une activité à moins haut régime, mais plus longtemps, car on pige ainsi dans les graisses », explique la nutritionniste Odile Dumais.

La carence en fer est fréquemment observée chez les athlètes. Comme le fer est un constituant de l'hémoglobine, responsable du transport de l'oxygène dans les globules rouges, ce manque a un effet direct sur la performance sportive.

L'hypothèse la plus largement acceptée aujourd'hui pour expliquer cette situation est la suivante. Quand l'activité est intense, une quantité accrue de sang est propulsée avec force dans les vaisseaux sanguins. Une certaine quantité de globules rouges ne résistent pas au choc contre la paroi des vaisseaux, explique la diététiste Mélanie Olivier, assistante de Marielle Ledoux, une professeure de nutrition de l'Université de Montréal qui étudie ce phénomène depuis de nombreuses années. Une solution : prendre de la vitamine E. « Elle améliore la plasticité des globules rouges, qui se brisent alors moins facilement », note Mélanie Olivier.

La viande rouge demeure la source de fer la plus facile à absorber par la muqueuse intestinale. Presque le quart du fer consommé sous cette forme est absorbé, contre seulement 3 % ou 4 % du fer contenu dans les végétaux, à cause de sa forme plus complexe. La vitamine C aide à briser les liens chimiques de ce fer d'origine végétale et en facilite l'absorption. Il est donc conseillé de manger des aliments contenant de la vitamine C avec tout repas riche en fer. Surtout les végétariens.

8 Après une activité sportive, le corps ne continue pas à « brûler » des graisses.

L'an dernier, Angelo Tremblay a voulu mettre cette idée à l'épreuve. Avec d'autres chercheurs de l'université Laval, il a évalué l'influence qu'aurait sur la dépense énergétique le fait de combler le déficit d'énergie en mangeant tout de suite après l'exercice. Pour y arriver, ils ont comparé de façon très précise la dépense énergétique de deux groupes de quatre hommes pendant trois jours, en mettant les sujets en réclusion dans un calorimètre. Les premiers avaient fait

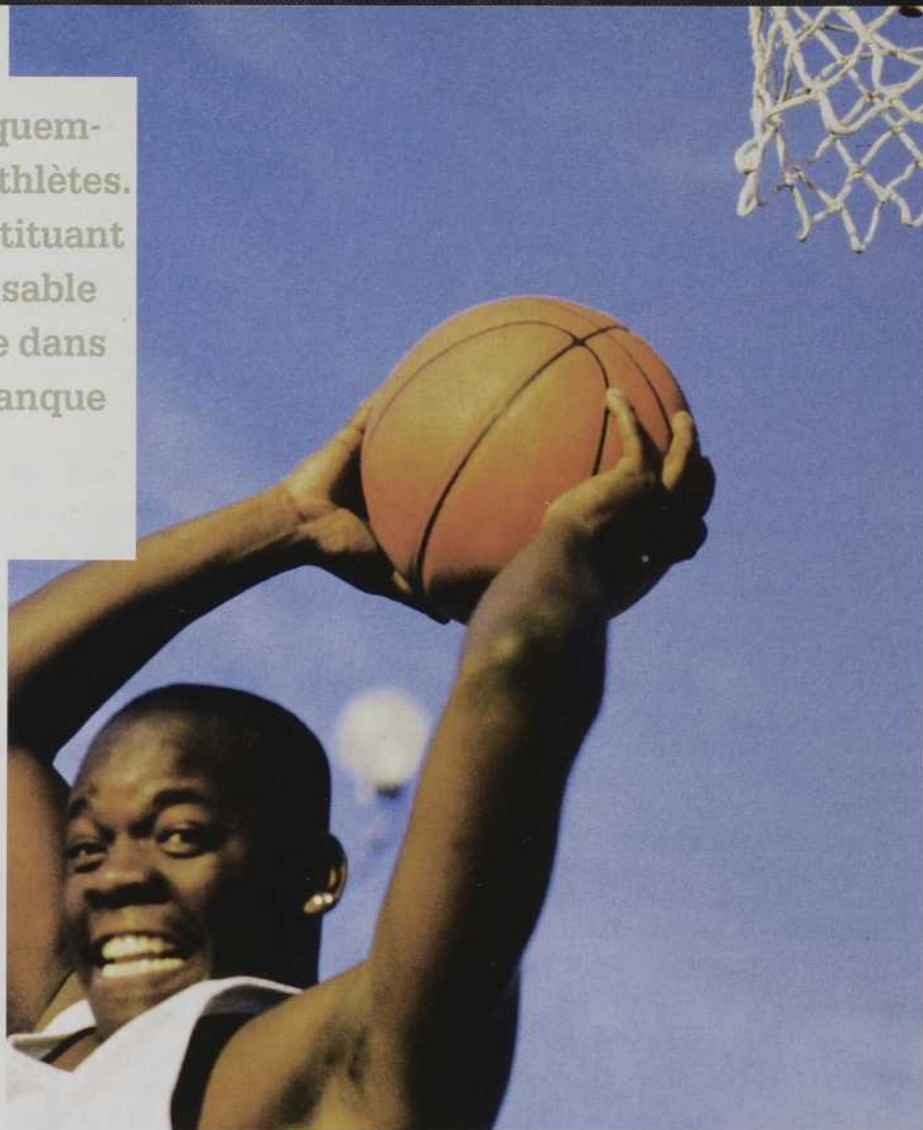
une heure d'activité sportive, puis avaient consommé un lait frappé contenant la quantité très exacte de glucides et de lipides qu'ils venaient de brûler, avant de pénétrer dans le calorimètre. Les seconds constituaient le groupe témoin et n'avaient pas fait d'activité, ni consommé de lait frappé. Pendant trois jours, on a noté pour chacun d'eux la quantité d'oxygène consommé et de dioxyde de carbone produit, ce qui permet de calculer la dépense énergétique. Résultat : aucune différence entre les deux groupes ! En d'autres mots, si on remplace les calories dépensées au cours d'un exercice en mangeant immédiatement après, on ne continue malheureusement pas à brûler plus de graisses. Pour que cet effet de l'exercice ait lieu, il faut vraiment être en déficit de substrats énergétiques.

Pourtant, le métabolisme augmente réellement quand on s'entraîne pendant un certain temps. Il faut dire que les sujets de l'expérience avaient soutenu une intensité moyenne durant l'exercice précédant la réclusion dans le calorimètre, soit 50 % du VO_2 max (le VO_2 max représente le taux maximal d'oxygène consommé par un indi-

vidu). « Peut-être qu'une activité à plus forte intensité aurait eu un résultat différent », nuance Angelo Tremblay. En imposant une activité d'intensité moyenne à leurs sujets, les chercheurs voulaient simplement refléter la réalité ! En effet, une étude réalisée à l'université Laval il y a deux ans auprès de personnes suivant un programme d'amalgissement avait montré que, lorsque les gens ont la liberté de choisir l'intensité à laquelle ils s'entraînent, les hommes le font en moyenne à 71 % de l'intensité maximale, tandis que les femmes le font à 52 %.

9 Il faut privilégier les féculents non raffinés comme les céréales et le pain complets.

Ils sont riches en glucides complexes et constituent donc un excellent moyen de refaire ses réserves de glycogène. Le riz brun, les pâtes complètes, le granola et le muesli, ainsi que les fruits frais ou secs, les légumes et les légumineuses sont aussi de



Quels mondes rêvez-vous de créer?



NOUVELLES FORMATIONS

**Animation 3D et effets visuels
en cinéma et télévision**

**Design et animation 3D
en jeux vidéo**



Centre NAD

514 288-3447

www.nad.qc.ca

Formation haute performance

très bonnes sources de glucides complexes. Tout ce que les diététistes nous disent de manger pour être en santé quoi ! Ces aliments non raffinés contiennent aussi des fibres ainsi que les minéraux et les vitamines qui contribuent au métabolisme des glucides.

La farine raffinée, les pâtes blanches et les desserts constituent par contre des glucides beaucoup moins intéressants. Ces glucides simples nécessitent moins de transformation digestive et font grimper le taux de glucose dans le sang davantage que les glucides complexes. L'organisme produit alors plus d'insuline pour faire pénétrer tout ce glucose dans les cellules. Le glucose sanguin, un excellent carburant, est alors disponible moins longtemps.

Les glucides simples sont bien sûr utilisés au même titre que les glucides complexes pour fabriquer des réserves de glycogène. Il ne suffit pas de les éliminer de l'alimentation, il faut les remplacer par des glucides complexes.

10 On peut manger des pâtes — faites de farine intégrale — sans remords, surtout si on est actif.

« Ce ne sont pas les pâtes qui font engraisser, c'est ce que l'on met dessus », dit Odile Dumais. Les athlètes, en tout cas, ne se privent pas du bon vieux spaghetti. Avant les compétitions, les sportifs de haut niveau mettent à profit la capacité de l'organisme de « surstocker » les glucides à la suite d'une privation. Quelques jours avant la compétition, ils s'entraînent au maximum pour épuiser leurs réserves de glycogène, et durant les deux ou trois derniers jours avant l'événement, ils adoptent une alimentation hyperglucidique pour refaire le

plein. « Les muscles peuvent alors stocker jusqu'à deux fois plus de glycogène qu'au départ », explique Angelo Tremblay. C'est le « principe du yoyo » bien connu des gens qui adoptent un régime amaigrissant très pauvre en calories, puis qui retrouvent soudainement leur poids initial. Comme si l'organisme s'adaptait pour ne plus jamais souffrir d'un déficit.

Il n'est évidemment pas nécessaire de se soumettre à une telle discipline avant une fin de semaine de vélo ! Car suivre une diète hyperglucidique n'est pas de la tarte. Comme un gramme de glucides ne fournit que quatre calories, comparé aux neuf calories d'un gramme de lipides, il faut en absorber deux fois plus. Pas évident quand on est en randonnée en forêt et que l'on doit traîner sa nourriture sur son dos !

« Dans des situations extrêmes, comme les expéditions dans le Grand Nord, au cours desquelles les sportifs brûlent chaque jour parfois jusqu'à 7 000 calories, les nutritionnistes leur suggèrent de boire une demi-tasse d'huile pour arriver à atteindre la quantité de calories nécessaires... » mentionne Natalie Lacombe.

11 Une semaine ou deux de camping nous autorisent à être plus permissif sur le sel.

Parce que nous avons une alimentation moins diversifiée, il faut s'assurer une source suffisante de sodium. C'est le moment de faire usage de sauces en sachet et de bases de soupe — habituellement très salées — pour agrémenter pâtes et riz. « En plus d'assurer un apport suffisant en minéraux, cela permet d'améliorer la saveur des plats. Quand on fait du plein air, c'est important de manger avec appétit. Le moral des troupes se trouve dans l'assiette », souligne Natalie Lacombe.

Quand on passe deux semaines dans les bois, on peut se permettre un autre écart aux règles habituelles de la nutrition : ajouter quelques cuillerées de jus en cristaux à l'eau. Durant ces séjours dans la nature, on compte habituellement sur l'eau d'un lac ou d'une rivière que l'on a obligatoirement dû filtrer et dont le goût n'est pas toujours apprécié. Pour s'assurer d'ingérer suffisamment de liquide, le jus en poudre peut être d'un grand secours. Comme la quantité de fruits et de légumes que l'on peut transporter est limitée, les cristaux de saveur deviennent une source de vitamine C.

12 Un café n'est pas un péché. L'alcool, par contre, tu n'abuseras pas.

Il faut se souvenir que l'alcool contient beaucoup de calories peu utiles sur le plan énergétique. En plus, il déshydrate. En général, les athlètes ne boivent pas.

Le café, par contre, n'est pas un péché dans le monde du sport. Au contraire ! La caféine peut améliorer la performance, au point que le CIO l'a classée substance interdite à très forte dose. Avec modération, le café améliore la concentration et stimule le métabolisme des lipides, ce qui permet d'économiser le glycogène et d'améliorer d'autant l'endurance. Il s'agit simplement de se souvenir que cette boisson déshydrate elle aussi et qu'il n'est pas indiqué d'en boire après un repas riche en fer, parce que la caféine nuit à son absorption, tout comme le thé d'ailleurs.

Mais au déjeuner ou une heure avant l'effort, pas de problème ! Comme de nombreux athlètes, John Limniatis prend toujours un café 45 minutes avant ses matchs de soccer. La prochaine fois que vous vous ferez un café en camping, savourez-le donc sans remords ! ●

Laissez-vous raconter... la terre

Laissez-vous raconter... l'eau

sur l'île Sainte-Hélène

MUSÉE STEWART AU FORT DE L'ÎLE SAINTE-HELENE

Visite combinée

26 \$ famille

12 \$ adulte

7,50 \$ étudiant (7 ans et +)

Biosphère Canada

(514) 861-6701

(514) 283-5000

CAP SUR LE FUTUR

5^e épisode



Pétrole dernier service

Le bond soudain du prix de l'essence présage le tarissement des puits de pétrole. Les voitures sont loin du jour où elles resteront à sec, mais il faut bien l'évoquer. La Terre se portera-t-elle mieux quand ses habitants se chaufferont, se déplaceront et s'éclaireront à l'électricité ? Rien n'est moins sûr.

par Louise Desautels



Capteurs solaires installés en Australie.

Un tollé a accueilli en mars la hausse d'un tiers du prix de l'essence. On n'a encore rien vu. Il faudra déboursier bien plus, dans une trentaine d'années, quand auront été pompées à sec les dernières nappes pétrolifères facilement exploitables. Alors surviendra la fin du moteur à explosion. « Au cours de ce siècle, nous quitterons l'âge du pétrole pour aller vers celui du tout-électrique », jure Gaétan Lafrance, chercheur à l'INRS-Énergie et matériaux.

Mais ce tout-électrique ne fera pas disparaître la pollution. Les centrales dépendent en grande partie de la combustion d'énergies fossiles.

Le marché de l'électricité, de moins en moins réglementé, favorise plutôt le gaz naturel, un combustible polluant qui sera épuisé avant la fin du XXI^e siècle. Aux États-Unis, même le charbon suscite un regain d'intérêt. Le kilowattheure est devenu une marchandise. « Dans ce contexte, les nouvelles énergies sont pour le moment désavantagées, puisque ce que les acheteurs

d'électricité en gros demandent à une source n'est pas d'être propre, mais seulement de produire l'électron à un prix concurrentiel », soutient Jean-Thomas Bernard, directeur du Groupe de recherche en économie de l'énergie et des ressources naturelles (GREEN) à l'université Laval. Parcs éoliens, capteurs solaires et piles à combustible n'en poursuivent pas moins leurs timides percées.

Il faut se rappeler que le passage à une économie basée sur l'électricité a été stimulé par la crise provoquée par les revendications des pays producteurs de pétrole en 1973. La hausse soudaine du prix du brut avait coïncidé avec une plus grande prise de conscience quant aux préoccupations environnementales. L'électricité est aujourd'hui au centre du vigoureux secteur des services et de la « nouvelle économie »; ne serait-ce qu'avec l'informatique. Toutefois, elle est toujours pratiquement absente du transport routier, qui repose à 99 % sur le pétrole.

« Dans les années 60, on a cru que le nucléaire répondrait à tous les besoins, rappelle Gaétan Lafrance. Aujourd'hui, on a renoncé à identifier une source miracle.



L'électricité de demain sera toujours produite par une diversité de sources primaires : charbon, gaz, eau, vent, soleil. » Selon Jean-Thomas Bernard, à court terme, le nucléaire est même appelé à disparaître. « Dans le monde, il n'y a présentement aucune centrale nucléaire en construction », observe-t-il. Les questions de sécurité sont bien sûr responsables de ce recul : les accidents, comme celui de Tchernobyl, et le casse-tête des déchets radioactifs ont miné la confiance. Le dépassement des coûts de production n'a pas aidé.

Cette désaffection envers le nucléaire



John Mead/Science Photo Library

Parmi les diverses sources déjà capables de produire à bon compte de l'électricité, le Québec mise évidemment sur l'eau. Actuellement, l'hydroélectricité comble 40 % de tous nos besoins énergétiques, avec ses 37 mégawatts de puissance installée. Il semble peu probable que, après celui des chutes Churchill, de nouveaux grands barrages ajoutent à cette production. L'opposition populaire est forte, les pays industrialisés ne privilégient plus les mégacentrales de production. De plus, la rentabilité d'un nouveau barrage, aux prix de vente actuel des kilowattheures, n'est pas assurée, ici comme ailleurs, observe Jean-Thomas Bernard. La plupart des pays riches misent donc sur les installations en place pour fournir le gros de l'électricité et construisent de petites centrales pour répondre aux nouvelles demandes.

La production aura donc de plus en plus tendance à être répartie sur le territoire, à se rapprocher des lieux de consommation. Au Québec, pense-t-on encore aux petits barrages, malgré le fiasco économique (pertes de 75 millions de dollars pour Hydro-Québec, selon la commission Doyon) de ceux qu'on a érigés dans les années 90 ? « Je n'en vois pas l'utilité ici puisque nous sommes encore en situation de surplus énergétique », fait remarquer Manon Lacharité, responsable du dossier de l'énergie à Action réseau consommateur. « Même si le Québec poursuivait dans cette voie, il faudrait garder une vision modeste, assure Jean-Thomas Bernard : en harnachant tous les cours d'eau intéres-

(CH₄), une molécule qui contribue aussi à l'effet de serre. Son prix d'achat actuel lui permet de faire compétition au pétrole. L'un des avantages du gaz réside dans sa grande disponibilité : les sous-sols de très nombreux pays en contiennent de bonnes réserves (épuisement prévu pour 2100) et, depuis quelques années, les gazoducs se sont multipliés un peu partout. Par exemple, la plupart des régions du Québec sont désormais desservies. Et cela, sans vraiment que personne ne s'y oppose. « Pour acheminer le gaz naturel de l'Île de Sable, située au large de la Nouvelle-Écosse, jusqu'à Boston, un nouveau gazoduc vient d'être construit à travers quatre États du Nord-Est américain, rapporte Jean-Thomas Bernard. J'ai été renversé de voir que toutes les autorisations ont été obtenues facilement et rapidement. »

On peut aussi souligner les 133 tours des nouveaux parcs éoliens de Matane et de Cap-Chat, en Gaspésie qui font rêver les écologistes. Avec ses 100 mégawatts de puissance, ce projet illustre parfaitement la percée de l'énergie éolienne dans le monde : le secteur connaît une croissance annuelle de plus de 22 % depuis 1990. L'Inde, l'Espagne, le Danemark, l'Allemagne et les États-Unis dominent la scène, mais la Chine vient aussi d'inaugurer un parc éolien de 24 mégawatts en Mongolie-Intérieure. Selon l'Association européenne d'énergie éolienne (EWEA), le vent pourrait fournir 100 000 mégawatts en l'an 2020.

Au Québec, le projet gaspésien, baptisé Le Nordais, est complété depuis décembre dernier. Et aucun autre n'est prévu, malgré l'intérêt suscité dans les régions isolées, venteuses et alimentées en électricité par des centrales thermiques polluantes, comme les îles de la Madeleine ou Blanc-Sablon. « Il manque deux choses pour que de nouveaux projets surgissent, avance Marie-Josée Gagnon, vice-présidente d'Axor, le promoteur du Nordais. D'abord un programme d'achat d'électricité par Hydro-Québec. Puis, de la part du gouvernement fédéral, une équité fiscale avec les producteurs de pétrole. » Elle rappelle que le potentiel éolien du Canada est considérable : 4 500 mégawatts. « La filière éolienne va certainement s'y établir au cours des prochaines années, croit-elle. Mais si nous ne développons pas notre expertise locale, des compagnies étrangères viendront mener les projets à notre place. »

Ce mode de production d'électricité a connu une spectaculaire chute du prix du kilowattheure, pour atteindre 0,088 dollar américain en Europe et même 0,058 dollar canadien dans le cas du parc Le Nordais. Par comparaison, Hydro-Québec achète présent-

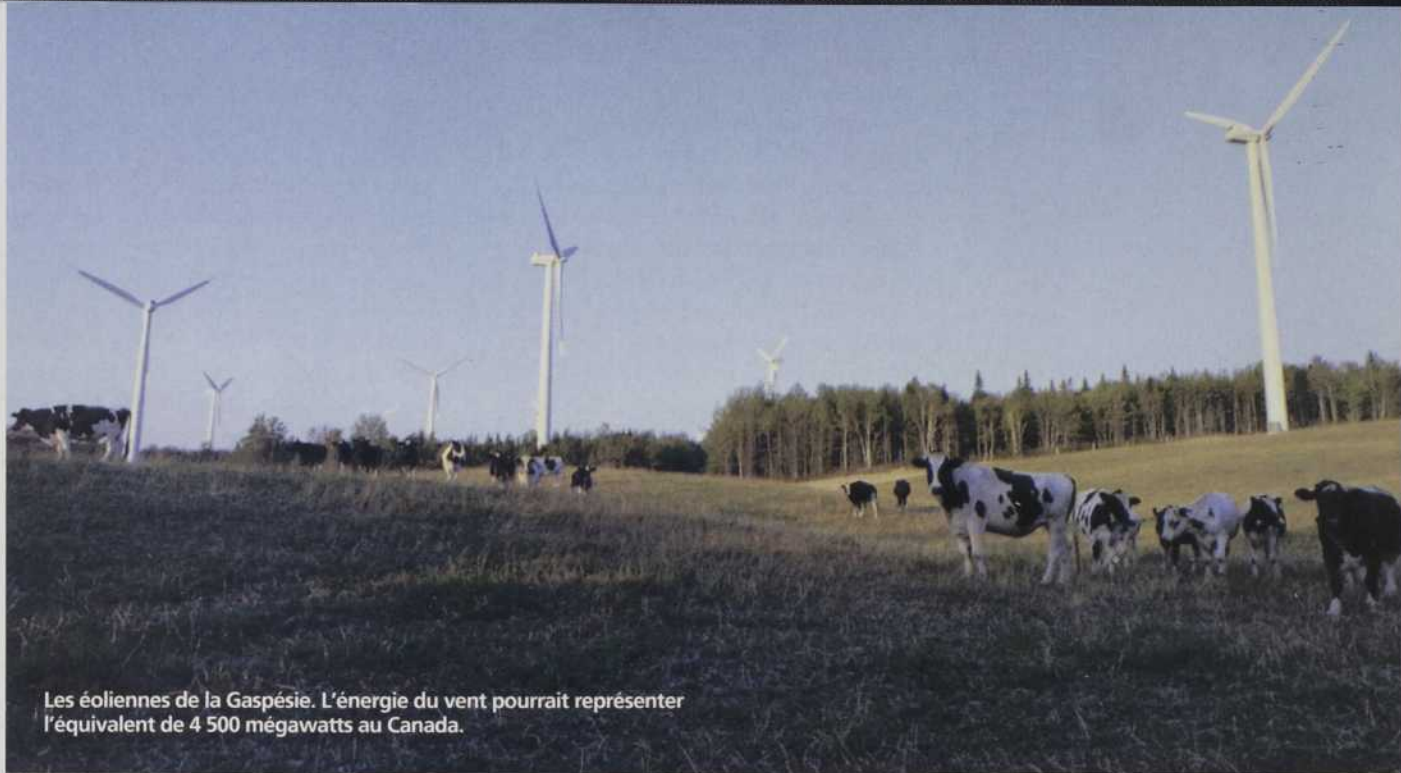
Gaétan Lafrance de l'INRS-Énergie : « Au cours de ce siècle, nous quitterons l'âge du pétrole pour aller vers celui du tout-électrique. »

pourrait n'être que temporaire. Mais Jean-Thomas Bernard pense que la Chine, pour éviter un recours toujours plus grand au charbon polluant, se laissera peut-être tenter par les ventes à rabais des techniques nucléaires, canadiennes ou autres. Quant à Gaétan Lafrance, il parie que lorsque la prochaine grande crise pétrolière surviendra, d'ici 20 ou 30 ans, la filière nucléaire prendra un second souffle. « À long terme, peut-être vers 2100, la fusion nucléaire (et non la fission comme c'est le cas actuellement, NDLR) assurera une partie de nos approvisionnements en électricité », prédit-il.

sants, on ne pourrait produire plus de 500 mégawatts. »

L'avenue de la cogénération lui semble plus prometteuse, considérant la cinquantaine d'usines de pâte et papier réparties sur le territoire. Chacune pourrait ainsi produire quelque 100 mégawatts. Le gaz naturel serait au cœur de l'opération.

Pour le moment, le gaz est le combustible fossile qui bénéficie le plus de la nouvelle tendance vers une production décentralisée. Même s'il s'avère moins polluant que le charbon ou le pétrole, le gaz naturel émet en brûlant sa part de CO₂, en plus du méthane



Les éoliennes de la Gaspésie. L'énergie du vent pourrait représenter l'équivalent de 4 500 mégawatts au Canada.

tement l'électricité produite depuis peu par le petit barrage de la rivière Chaudière à 0,055 dollar canadien. Les promoteurs de l'énergie éolienne font également valoir la complémentarité de l'éolien et de l'hydroélectricité. Un couplage permet de conserver plus d'eau derrière les barrages pendant les périodes de grands vents. Le talon d'Achille de l'éolien, l'impossibilité d'emmagasiner l'électricité produite lorsqu'il vente en prévision des périodes sans vent, se trouve ainsi compensé.

« Je pense que l'énergie éolienne ne pourra jamais occuper une très grande place dans le bilan global, juge de son côté Gaétan Lafrance. Entre autres solutions pour l'électrification des pays du Sud, l'énergie solaire me semble plus prometteuse. » Pour sa part, Manon Lacharité constate que l'éolien et le solaire, en plus de diversifier les sources d'électricité dans les pays riches, constitueraient un choix intéressant pour les pays qui n'ont pas de grandes lignes de transport, en permettant une production électrique locale. Elle semble idéale pour les habitations isolées. La filière solaire a bénéficié d'intéressantes avancées technologiques au cours des dernières années. Mais tant qu'on ne calcule pas les coûts réels de production des autres sources d'électricité (perte d'écosystèmes et pollution), son coût de revient ne peut faire compétition à celui des carburants fossiles.

L'énergie solaire, facile à exploiter à petite échelle, pourrait favoriser l'avènement de la « facturation inversée ». Une résidence ou un pâté de maisons pourrait ainsi se transformer en produc-

teur d'électricité, s'approvisionnant d'abord à même ses panneaux solaires. Ses surplus de production seraient ensuite vendus sur le réseau à certains moments de la journée, et ses déficits comblés en achetant des kilowattheures du distributeur. Cette formule exige cependant du réseau national un système capable de gérer toute l'information de production, de distribution et d'utilisation. Le compteur d'Hydro-Québec devra connaître toute une métamorphose.

La facturation inversée est également évoquée dans le cas de la pile à combustible pour usage domestique. Mal nommée, cette technologie permet non pas d'emmagasiner, mais bien de produire de l'énergie, sans combustion; elle pourrait marquer le premier pas vers la mise au rancart du moteur à explosion. Les habitants de la Montérégie ne peuvent imaginer la crise du verglas en 1998 sans le vacarme des génératrices. La pile à combustible, une génératrice silencieuse, est faite d'une superposition de cellules électrochimiques qui font réagir l'oxygène avec l'hydrogène.

Avec cette pile, le problème de pollution ne se pose pas plus que lors de la fabrication de l'hydrogène, un gaz obtenu par électrolyse de l'eau. Les récents modèles de piles possèdent d'ailleurs leur propre composante de traitement de carburant, le gaz naturel par exemple, permettant d'obtenir l'hydrogène sur place. Le rendement du carburant (40 %) est bien supérieur à celui d'un moteur conventionnel (20 %) et limite d'autant les émissions de CO₂, selon Michel Dostie, ingénieur au Laboratoire des technologies électrochimiques d'Hydro-Québec. Si on produit

l'hydrogène avec l'énergie éolienne, la boucle verte est bouclée : plus de pollution.

La pile à combustible a de l'avenir dans les transports : on annonce l'arrivée des premières automobiles pour 2003. Mais elle trouve aussi des niches dans les secteurs résidentiel, commercial et industriel. Depuis peu, un édifice new-yorkais tire toute son électricité d'une telle pile. La compagnie Ballard, sur la côte Ouest canadienne, développe de son côté une pile de 250 kilowatts destinée à la petite industrie. « La quincaillerie coûte encore cher, mais l'utilisation est bon marché, observe Michel Dostie. Dans certains États américains, où le client paie jusqu'à 15 cents le kilowattheure, ce pourrait être un bon investissement. » Lorsqu'elle sera fabriquée sur une échelle commerciale, une pile capable de rendre une résidence autonome en électricité (10 kilowatts) se détaillera environ 10 000 dollars américains. Plusieurs piles à combustible font déjà l'objet de projets pilotes et certains modèles seront commercialisés d'ici la fin de l'année.

D'autres techniques vertes attendent sur les tables à dessin : les usines marémotrices, la géothermie pourraient se concrétiser d'ici quelques décennies. Mais peu d'entre elles ont le potentiel des « négawatts » de l'économie d'électricité. Tantôt projetée à l'avant-scène, tantôt reléguée aux oubliettes, l'efficacité énergétique fait miroiter des gains importants de mégawatts à l'échelle de la planète.

« On a tendance à oublier que ce que les gens veulent, ce ne sont pas des kilowatts, mais du confort, de l'éclairage ou de la mobilité »,

rappelle Philippe Dunsy, expert-conseil en énergie d'Outremont. Autrement dit, personne ne cherche à dépenser davantage en énergie, mais seulement à améliorer ses conditions de vie. Devant un tel constat, l'efficacité propose deux avenues : améliorer le rendement des appareils électriques et abandonner certains comportements énergivores.

La partie est loin d'être gagnée. Au fil des décennies, les procédés industriels ont amélioré leurs performances énergétiques, mais les usines ont augmenté leur production. Nos frigos et nos automobiles sont devenus beaucoup moins énergivores, mais nous achetons désormais de plus gros frigos, et voyageons dans de plus grosses automobiles, plus souvent et sur de plus longues distances... Le mode de vie nord-américain pèse lourd dans la balance. En 1999, chaque Canadien consommait le double de l'énergie requise par un Français ou un Suédois, et 20 fois plus qu'un habitant de l'Inde.

« Jusqu'ici, l'efficacité énergétique a tout de même réussi à briser la règle des années 60 qui voulait que pour 1 % d'augmentation du PIB d'un pays, on observe 1 % d'augmentation de la demande en énergie », se réjouit Philippe Dunsy. Dans les pays de l'OCDE, le ratio serait aujourd'hui de deux pour un. En 1994, Hydro-Québec a établi le poten-

tiel d'économie d'énergie du Québec à 20 terawattheures, soit l'équivalent de la croissance de la demande sur 15 ans ! Mais la société d'État a, depuis, abandonné ses efforts en ce sens. La responsabilité incombe à plusieurs acteurs, juge Philippe Dunsy. Aux consommateurs qui ont le devoir de réduire leur gaspillage et de préférer, lorsqu'ils peuvent se le permettre, les appareils les moins énergivores. Aux entreprises et aux gouvernements, qui doivent soutenir la recherche d'efficacité, financer des programmes d'économie d'énergie (isolation des bâtiments, éclairage performant, etc.) et favoriser l'étiquetage des produits en fonction de leur demande d'énergie. L'aménagement du territoire, qui a encouragé l'étalement urbain, fait également partie de la donne.

La déréglementation de l'électricité nuira-t-elle aux économies d'énergie ? Oui et non, répond Philippe Dunsy. Les fournisseurs d'électricité auront désormais comme unique objectif de vendre toujours plus de kilowattheures. Mais, dans le secteur industriel aux États-Unis, on a vu apparaître de petites compagnies qui offrent une expertise en efficacité énergétique à différentes usines en retour d'un partage des économies sur la facture d'électricité. Une situation qui peut difficilement s'appliquer

à une seule résidence à la fois.

Cette déréglementation, qui se répand en Europe et en Amérique du Nord, entraîne dans son sillage la décentralisation de la production et la multiplication des courtiers en énergie. Elle favorise également l'abandon de filières expérimentales, comme on l'observe actuellement en Allemagne où l'énergie éolienne amorce un déclin. Après la multiplication des joueurs, viendra la seconde étape : un peu comme dans le modèle de la téléphonie, le marché aura tendance à se consolider. « D'ici quelques années, estime Jean-Thomas Bernard, je crois que seules cinq ou six grandes compagnies domineront le secteur mondial de l'électricité. » Cette poignée de sociétés seront alors bien placées pour imposer leurs prix et négliger les clients des régions isolées, moins rentables. Les lois antimonopole serviront davantage à l'avenir.

Sites Internet à visiter

Association européenne d'énergie éolienne
www.ewea.org

Information américaine sur les piles à combustibles
www.fuelcells.org

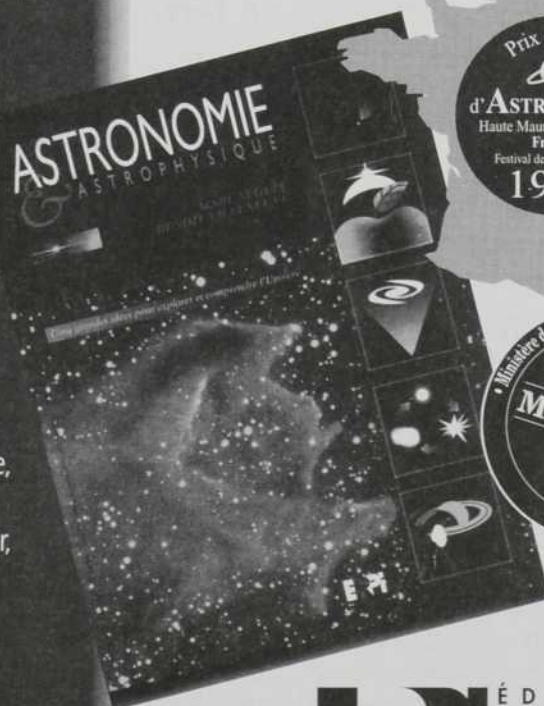
Agence québécoise d'efficacité énergétique
www.aee.gc.

ASTRONOMIE & ASTROPHYSIQUE

Marc Séguin ■ Benoît Villeneuve

C'est à une fascinante odyssée à travers l'espace et le temps que vous convie cet ouvrage d'introduction à l'astronomie et à l'astrophysique. Des sphères de cristal des anciens Grecs à l'Univers en expansion de la théorie du Big Bang, des observations mésopotamiennes au télescope spatial Hubble, de la découverte de sphéricité de la Terre à l'exploration robotisée des confins du système solaire, de la chute de la pomme de Newton à l'anéantissement du temps à la surface d'un trou noir, ce livre présente l'histoire de l'astronomie et ses découvertes récentes.

Dans toutes les bonnes librairies
550 pages
450 illustrations et photographies en couleurs
Index analytique



ERPI ÉDITIONS
DU RENOUVEAU
PÉDAGOGIQUE INC.

5757, RUE CYPHOT, SAINT-LAURENT (QUÉBEC) H4S 1R3
TÉLÉPHONE: (514) 334-2690 • TÉLÉCOPIEUR: (514) 334-8470
COURRIEL: information@erpi.com

1829

Le golf vire au vert

Objet de culte, le *green* doit être traité aux petits oignons. Tendu tous les jours, irrigué constamment mais aussi généreusement aspergé de pesticides et de fertilisant. Ce qui n'est pas sans conséquence pour l'environnement. Une tendance : certains clubs cherchent maintenant à se faire plus écolos.

par Normand Grondin

Un terrain de golf naît chaque jour aux États-Unis. Vingt-cinq millions de joueurs fréquentent 20 000 terrains de golf et les champions des tournois de la PGA font l'objet d'un culte. Ces magnifiques îlots d'herbe tendre d'un vert éblouissant et d'une texture presque surnaturelle fascinent.

Un vert de tournoi professionnel coûte 30 000 dollars à construire, presque autant en entretien chaque année, et peut être détruit en quelques heures à cause du mauvais temps ou d'une maladie. Tous les surintendants de golf craignent d'ailleurs comme la peste les champignons microscopiques, comme la « moisissure des neiges » ou le fameux « dollar spot », dont les vilaines taches brunes peuvent défigurer leur bijou en quelques

heures. « Je surveille l'état de santé de mes verts avant la rosée, chaque jour, sept jours sur sept, durant toute la saison, explique Ron Rainville, surintendant du Club de golf du lac Brome, en Estrie. C'est la seule façon de limiter les dégâts en cas de maladie. »

Pour un vert efficace, qui permettra à la balle de rouler en ligne droite et en douceur, le gazon doit être traité aux petits soins. Il faut le tondre tous les jours, l'irriguer constamment, le protéger du froid, des maladies, des parasites, des insectes nuisibles et, bien entendu, des centaines, voire des milliers de sportifs qui les piétinent tous les jours.

Le *green* résulte d'un savant dosage de trassage et d'entretien. Un vert classique est fait d'un système de drainage recouvert de pierre concassée, d'une couche de sable et



d'un terreau de 40 centimètres d'épaisseur composé d'un mélange de sable (80 %) et de terre noire (20 %) tamisé jusqu'à le rendre aussi fin que du poivre moulu. Pour recouvrir le tout, on utilise, surtout dans les régions nordiques, une variété de gazon connue sous le nom d'agrostide. C'est le fameux *bent grass*, ce gazon résistant et aussi dru que la tête fraîchement rasée d'un soldat, et dont la semence est aussi petite qu'un grain de sel.

C'est dire tout les soins dont on entoure les verts en Amérique du Nord. Une douzaine d'universités américaines offrent des programmes de formation de surintendants, et plusieurs centres de recherche — dont un à l'université Laval, à Québec — s'intéressent spécifiquement à l'amélioration des dizaines de cultivars de gazon existants. Quant au livre référence en matière d'entretien des terrains de golf en Amérique du Nord, c'est une brique de 10 centimètres d'épaisseur !

Cependant, à la différence de son cousin, le

gazon des résidences, le gazon des terrains de golf, et celui des verts en particulier, subit un stress très intense. Le citadin tond sa pelouse une fois par semaine à environ six centimètres du sol; le *green*, lui, est rasé quotidiennement à moins de cinq millimètres du sol. Pour cette raison, on doit le fertiliser régulièrement (en moyenne, à toutes les deux semaines). Il faut aussi le protéger à l'aide de fongicides, d'herbicides et d'insecticides. C'est normal. Après tout, il s'agit d'une véritable monoculture de graminées, au même titre que l'orge, le maïs ou le blé.

Les fertilisants et pesticides (le nom générique qui regroupe les herbicides, fongicides et insecticides) ont leur contrepartie. On s'interroge depuis plusieurs années sur l'impact environnemental de l'utilisation de ces produits sur le demi-million d'acres de tourbe et de boisé qui recouvrent les golfs d'Amérique du Nord. Est-ce que les eaux de surface, les eaux souterraines, la faune et la

flore sont affectés par ces pesticides ? Et les golfeurs eux-mêmes ?

Les verts de golf sont de véritables éponges à pesticides. Aux États-Unis, on en épand en moyenne cinq fois plus sur un mètre carré de gazon de golf que sur la même surface de terre cultivée. On arrose massivement, souvent de manière préventive, si bien que les gazons deviennent littéralement dépendants de leur dose régulière de pesticides. En fait, malgré les apparences, ce n'est pas parce qu'un *green* est bien vert et très dru qu'il est en santé. Au contraire, il a de fortes chances d'être dans le même état qu'un patient aux soins intensifs : dès qu'on le débranche, il rend l'âme.

Il s'agit en quelque sorte d'un cercle vicieux. Après un certain nombre d'arrosages de pesticides, l'équilibre biologique du sol est rompu lorsqu'une partie des micro-organismes responsables de la production des substances fertilisantes naturelles sont élimi-



Le citadin tond sa pelouse une fois par semaine à environ six centimètres du sol; le *green*, lui, est rasé quotidiennement à moins de cinq millimètres du sol. Pour cette raison, on doit le fertiliser régulièrement.

W. Kunz/MégaPress

nés. L'herbe a alors besoin d'un apport en fertilisants synthétiques. De l'azote et de la potasse, notamment, deux substances qui aident à faire allonger les racines afin d'aider la plante à puiser l'eau dans le sol. Or, les fertilisants chimiques contribuent à acidifier la terre et à tuer les vers et les autres organismes vivants qui aèrent le sol. Si bien que ce sol devient trop compact et trop acide... La boucle est bouclée : il faut alors encore plus de fertilisant pour nourrir et soigner le gazon.

Une vaste étendue du même couvert végétal risque également d'attirer de grandes quantités d'insectes nuisibles pour le gazon. Pour les combattre, on utilise des insecticides, dont l'une des propriétés est de tuer sans trop de discernement les mauvais comme les bons insectes, qui ne tardent pas à se montrer résistants au traitement de choc qu'on leur fait subir. On estime d'ailleurs que des centaines d'espèces d'insectes nuisibles pour le gazon ont développé une forme ou une autre de résistance génétique aux pesticides. Résultat ? Pour venir à bout de ces supermangeurs d'herbe, il faut bien entendu augmenter les épandages et les concentrations d'insecticide.

En bout de ligne, le gazon devient dépendant de sa diète chimique.

« Dans l'état actuel des choses, il n'y a pas d'alternative véritable à l'utilisation des fertilisants et des pesticides, si on veut conserver une qualité convenable de gazon sur un vert de golf, constate Julie Dionne, chercheur au centre de recherche en horticulture de l'université Laval. Heureusement, le problème environnemental est moins sérieux au Canada qu'aux États-Unis. Notamment, parce que les saisons de golf sont plus courtes et la surface totale de gazon à *green* est beaucoup moins importante. Mais surtout les risques de maladie sont moins élevés en raison des températures plus fraîches et du nombre limité d'insectes nuisibles. »

Julie Dionne, comme bien d'autres, croit cependant qu'une partie du problème du golf... ce sont les golfeurs eux-mêmes ! « Les gens s'attendent à jouer sur des verts et des terrains parfaits, comme ceux qu'ils voient à la télé durant les grands tournois. Mais ça n'a pas de sens : dans certains cas, les propriétaires ont manucuré leur terrain pendant un an afin d'être prêts pour le tournoi. En plus



Le golfeur professionnel Tiger Wood. Les amateurs rêvent de jouer sur des terrains de qualité comparable à ceux où s'exercent les pros.

Mégapress

de coûter une fortune, c'est très dur pour l'environnement. »

« Il y a toute juste 10 ans, on utilisait encore les pesticides et les fertilisants à tour de bras, reconnaît Jacques Hébert, surintendant du Club de golf du Château Montebello dans l'Outaouais. Aujourd'hui, les clubs sont mieux renseignés et le personnel d'entretien mieux formé. »

Il y a plusieurs raisons qui expliquent ce revirement. D'abord, les fertilisants et les insecticides sont très coûteux. Et puis, l'image du sport se ressent des campagnes des écologistes contre l'utilisation massive de ces produits. Les associations nationales et locales de surintendants tentent maintenant de sensibiliser leurs membres à la nécessité de réduire les épandages. « Il faut cesser de travailler uniquement sur une base préventive, de traiter nos verts "juste au cas où"... », insiste Jacques Hébert.

Au club du Château Montebello, on est ainsi parvenu à réduire de 35 % à 40 % la quantité de fertilisants épandus ces dernières années avec une série de techniques somme toute relativement simples. « On utilise des variétés de gazon encore plus tolérantes au froid et au stress, des aérateurs de sol mécaniques plus efficaces et de plus en plus d'engrais naturels, par exemple le fumier de dinde composté et la poudre d'os. Les engrais naturels donnent un second souffle à la vie organique du sol et permettent de réduire les risques de maladie. »

Au lac Brome, Ron Rainville prend la température de l'air et du sol tous les jours sur

le terrain. Certaines maladies du gazon ne se développent qu'après un nombre relativement précis de nuits très chaudes ou très froides. En évaluant correctement les risques, il traite le terrain uniquement lorsque toutes les conditions de la maladie sont réunies. « C'est habituellement la différence entre une dose simple et une double dose de fongicide », explique-t-il.

Le club utilise également une variété d'agrostide d'un vert très foncé. C'est bien connu, les golfeurs ne jurent que par les *green* parfaitement verts. Pour maintenir la couleur du gazon, il faut l'arroser constamment. En utilisant la variété « Providence », naturellement plus foncée que les autres, on peut diminuer les quantités d'eau nécessaires pour l'arrosage et réduire l'épandage de fertilisants même en période de sécheresse. Les joueurs sont heureux, le gazon s'en porte mieux.

Ces deux terrains de golf québécois ont obtenu récemment le statut de « réserve coopérative Audubon ». Le célèbre groupe de pression américain a mis sur pied depuis plusieurs années un programme destiné à inciter les golfs à améliorer la qualité environnementale de leur territoire (conservation et qualité de l'eau, lutte contre les espèces nuisibles, gestion de la faune et de la flore, etc.). Présentement, seuls 19 des 2 000 terrains de golf canadiens sont certifiés Audubon. Quatre d'entre eux se trouvent au Québec, qui compte un peu plus de 300 terrains.

Pour obtenir la certification Audubon, il

Les personnes les plus exposées sont certainement les techniciens chargés de vaporiser régulièrement les produits. On a relevé de nombreux cas graves de maladie. Mais ils ne sont pas seuls. Les surintendants sont également à risque.

Des chercheurs de l'université d'Iowa ont analysé les données de dossiers de 618 surintendants de golf décédés entre 1970 et 1982. On a observé des proportions anormalement élevées de cancer du poumon, du cerveau, de l'intestin et de la prostate. Bien entendu, il est impossible d'établir un lien direct de cause à effet entre les décès des surintendants et l'exposition aux pesticides. On croit que l'usage intensif du tabac chez les surintendants pourrait expliquer une partie des résultats. Mais les chercheurs étaient suffisamment préoccupés pour leur suggérer de diminuer leur contact avec ces dangereux produits.

faut, entre autres, faire la preuve que le golf a un impact minimal sur la qualité des eaux de surface ou souterraines qui traversent son territoire.

Au lac Brome, par exemple, on a créé autour des points d'eau une zone tampon de 3 à 10 mètres où la pulvérisation de pesticides est interdite en tout temps. On interdit également de pulvériser ou de fertiliser lorsque la météo prévoit des pluies abondantes, afin d'éviter l'infiltration d'agents chimiques dans les eaux souterraines. « Les tests de qualité ont démontré que l'eau du ruisseau qui traverse notre terrain et s'écoule dans le lac Brome ne contient pas de contaminants, explique Ron Rainville. Mais je dois dire que ce n'est pas le cas de tous les terrains de golf de la région. »

L'une des caractéristiques du club, c'est sa faible surface couverte de *bent grass*. Au Club du lac Brome, il n'y a que 4 acres de *bent grass*, de gazon à vert, alors que certains clubs en entretiennent plus de 25 acres. La balle roule mieux, mais il y a un prix à payer : plus de soins, plus d'engrais et plus de fertilisant. Et bien sûr plus de risques pour la qualité des eaux.

L'un des principaux problèmes de l'utilisation massive de pesticides en un même lieu est la possibilité que ces produits se fauflent jusqu'à la nappe phréatique.

Un sol sablonneux va évidemment permettre aux pesticides solubles dans l'eau de s'écouler plus rapidement et plus profondément qu'un sol argileux. Par définition, les verts sont essentiellement composés de sable. Mais de nombreux autres facteurs entrent en jeu : réactivité chimique et durée de vie du produit, quantité et régularité des épandages, processus de pulvérisation, type de sol sous les *green* et dans la région, etc.

Dans une étude réalisée à la fin des années 80 par la section environnementale du Bureau du procureur général de l'État de New York, on a identifié pas moins de 192 différents pesticides sur certains terrains. Une douzaine d'entre eux sont considérés potentiellement cancérigènes par l'Environmental Protection Agency (EPA), la très grosse agence américaine de l'environnement. D'autres peuvent avoir des effets sur le système nerveux, le foie, des reins, la glande thyroïde, le sang, le sperme, le poids des nouveau-nés, etc.

Les pesticides agissent à court terme — empoisonnement ou intoxication —, mais également à très long terme. Il existe de plus en plus d'indices d'un lien étroit entre l'exposition aux pesticides et différents désordres du système immunitaire, ainsi que l'hypersensibilité environnementale (*Multiple Chemical Sensitivity*), respon-

sable de très sérieux problèmes d'allergies.

Les études à ce sujet sont aussi nombreuses que contradictoires. Chaque terrain de golf a ses particularités et chaque chercheur a sa méthodologie. Et il existe d'innombrables recettes de pesticides.

Malgré cela, plusieurs résultats montrent que la situation est sérieuse. Aux États-Unis, les contrôles sont maintenant plus sévères. L'EPA (Environmental Protection Agency) a entre autres créé un programme de contrôle des insectes nuisibles. Les associations de propriétaires de terrains de golf font un gros battage publicitaire autour de leur nouvelle vocation environnementale.

La United States Golf Association (USGA) a investi des sommes considérables dans la recherche sur les pesticides couramment utilisés par ses membres. À l'exception des quelques cas d'abus chroniques, ses chercheurs n'ont observé aucun risque grave de contamination des sols et des eaux par les terrains de golf. Ce que contredisent des études indépendantes.

Au Québec, on attend toujours la concrétisation d'un vieux projet : un code de gestion des pesticides. Reporté à plusieurs reprises, il permettrait de mieux encadrer la vente et la gestion de ces produits. En attendant, quelques rares municipalités ont adopté leurs propres règlements de gestion, comme Hudson, dans la région de Montréal, qui interdit l'utilisation de pesticides sur l'ensemble de son territoire.

Cela dit, Cécile Laverdière, biologiste au service des pesticides du ministère de l'Environnement du Québec, fait remarquer que les pesticides utilisés par les terrains de golf ne représentent que... 1 % de l'ensemble des pesticides répandus sur le territoire québécois (80 % étant consacrés à des usages agricoles). « On ne peut pas comparer notre situation avec celle des Américains », dit-elle. Elle ajoute que les techniciens des terrains sont maintenant mieux formés et les techniques d'épandage plus efficaces.

Plusieurs études récentes indiquent que les golfeurs eux-mêmes courent peu de risque d'être incommodés par les pesticides utilisés sur les terrains. À moins de se rouler sur un *green* fraîchement traité, l'exposition serait trop courte pour être significative. Les expériences sur le terrain indiquent aussi qu'une fois séchés par le soleil, les produits sont difficiles à déloger. Par contre, on déconseille fortement de golfer quelques heures après une pulvérisation (elles se font généralement dès l'aube). Tout comme il faut éviter tout contact direct entre la peau et le gazon. Le *green* est peut-être magnifique mais vous marchez tout de même sur un terrain miné. ●

Le 2,4-D

Après la guerre du Viêt-nam, certains soldats se sont mis à concevoir des enfants handicapés. Beaucoup avaient en commun d'avoir manipulé du 2,4-D, le fameux défoliant *Agent orange*. Le risque que leur femme accouche d'enfants handicapés grimpeait de 70 %.

Le 2,4-D est l'un des herbicides les plus populaires sur les terrains de golf. Il enrayer la croissance cellulaire de la plante en bloquant la circulation des sucres et des éléments nutritifs. La plante meurt progressivement.

Ce produit présente une toxicité modérée à court terme. Par contre, on le soupçonne depuis longtemps d'être cancérigène à long terme. Par exemple, une étude menée au début des années 80 par le National Cancer Institute a démontré que les chiens habitant des maisons où on vaporisait régulièrement le gazon au 2,4-D étaient deux fois plus souvent victimes de cancer que les autres chiens. C'est au contact direct du gazon, puis en léchant leurs pattes, que les animaux s'intoxiquaient.

À l'opposé, Santé Canada a étudié en 1990 deux groupes de fermiers de la Saskatchewan et n'a découvert aucune différence notable concernant les risques liés au cancer entre le groupe d'utilisateurs de 2,4-D et l'autre groupe.

Le 2,4-D peut persister sur une pelouse entre un et trois mois avant d'être décomposé par les bactéries du sol. Il est souvent utilisé en combinaison avec deux autres herbicides, le Mecoprop et le Dicamba (vendu sous le nom de Killlex).

Le Diazinon

Le Diazinon est interdit sur les terrains de golf américains depuis 1990. Des études ont démontré qu'il était responsable de la mort d'un grand nombre d'oiseaux brouteurs, comme les bernaches et les oies.

Ce produit permet de lutter contre à peu près n'importe quel insecte dit nuisible. La mort est causée par la paralysie du système respiratoire. Il persiste durant une période allant de quelques jours, au soleil, jusqu'à un mois, sur les surfaces ombragées, ce qui est suffisant pour permettre aux oiseaux d'en ingérer une quantité importante.

Chez nous, malgré un rapport défavorable du Service canadien de la faune et celui d'un groupe d'étude ontarien, qui sont arrivés substantiellement aux mêmes conclusions que leurs collègues américains, Santé Canada refuse toujours de le bannir des terrains de golf.

Pierre Mineau, chercheur au Service canadien de la faune, rappelle cependant qu'en raison de leur bref passage dans le sud du Canada, les oiseaux sont moins exposés que du côté américain, où ils hivernent souvent sur les terrains de golf. « Pour beaucoup de propriétaires de terrains, les oiseaux brouteurs sont tout simplement considérés et traités comme une nuisance », dit-il.

Le Diazinon est très dangereux pour l'humain. L'intoxication peut se produire par ingestion, inhalation ou absorption cutanée. Il a également des effets importants, même à de très faibles teneurs, sur les insectes aquatiques.

On pique ou



Il s'
év
Ma
l'e
m
par
L
com
des
fait
ma
ret
tit
tic
H
es
ver
cer
sit
car
com
rég
p
pou
d
rap
par
pon
mi
Par
T
des
tra
C
na
fem
un

Ils veulent notre sang ! Et ils piquent tout ce qui bouge. Les vacanciers, évidemment mais aussi tous les autres mammifères, amphibiens, reptiles, oiseaux. Mais pourquoi ces trouble-fête s'acharnent-ils sur nous ? Un entomologiste nous l'explique... tout en osant les réhabiliter. Un extrait de son dernier livre *Le moustique par solidarité écologique* (Les Éditions du Boréal).

par Jean-Pierre Bourassa

On pique pas ?

Le point de vue des moustiques



Le maringouin, mâle ou femelle, se nourrit surtout de sèves et de nectars végétaux. Mais la femelle de certaines espèces doit également recourir à des compléments nutritifs afin d'assurer le développement de ses œufs. Compte tenu du fait que la femelle peut pondre ordinairement jusqu'à 300 œufs au cours de sa vie, cette activité maternelle mobilise une quantité importante de substances nutritives, particulièrement des éléments de protéines. Huit acides aminés sont requis dans ce processus. C'est surtout à partir du sang de vertébrés qu'ils peuvent être obtenus ou, pour certaines espèces, à partir des réserves constituées au cours de la période larvaire. Une carence en acides aminés peut réduire, voire compromettre, la production des œufs. En règle générale, si la femelle n'arrive pas à piquer et à trouver du nectar, tout au moins pour satisfaire ses besoins énergétiques immédiats, elle peut être condamnée à mourir rapidement. Mais il semble que, dans la plupart des cas, elle réussisse tout de même à pondre quelques œufs pour contribuer, même modestement, à la pérennité de son espèce. Par ailleurs, certaines femelles du genre *Toxorhynchites*, incapables de percer la peau des vertébrés à cause de la fragilité de leur trompe, font appel exclusivement aux nectars.

C'est surtout dans les régions plus nordiques que vivent des espèces dont les femelles ne recourent pas nécessairement à un repas sanguin. Cependant, si l'occasion de

piquer se présente, les éléments nutritifs additionnels obtenus peuvent augmenter de façon sensible le nombre d'œufs produits. Il est bien connu que dans les régions nordiques ou subnordiques, la nuisance peut être manifeste, sachant que les femelles profitent de la présence fortuite, parfois rare, d'hôtes les amenant à produire un nombre plus important d'œufs. Ces espèces pour lesquelles le repas sanguin n'est pas obligatoire peuvent partager le même milieu que d'autres qui ont besoin de piquer.

Les femelles appartenant à quelques rares espèces tropicales sont incapables de se nourrir, leurs pièces buccales n'étant pas fonctionnelles. Elles parviennent à développer leurs œufs en puisant uniquement dans les réserves qu'elles ont amassées au cours de leur vie larvaire. Leur production est faible mais suffisante pour générer de nouveaux individus. Dans des conditions difficiles de température ou en l'absence d'hôtes à piquer, ce mode de production des œufs devient important. Après leur accouplement, certaines espèces subissent même une dégradation des muscles de leurs ailes au profit d'une libération de substances essentielles au développement de leurs œufs.

Jeune femelle pas trop sélective recherche compagnon généreux de sa personne...

La recherche par la femelle d'un hôte à piquer débute dans les 24 à 72 heures

suivant son émergence de l'eau. Dans les régions tempérées, la femelle a tendance à ne piquer qu'une fois. Plus au sud, elle va piquer plusieurs fois, ce qui augmente les risques de transmission d'agents pathogènes chez les hôtes retenus.

C'est une combinaison de plusieurs facteurs qui pousse la femelle à s'approcher d'un hôte. Ce processus comporte une phase d'attraction vers cet hôte potentiel et une phase de stimulation qui incitera le moustique à le piquer. Dans un premier temps, la femelle doit repérer à distance les mouvements et les formes d'un hôte, dont elle commencera à s'approcher. Les couleurs entrent alors en jeu. Par exemple, les femelles appartenant au genre *Aedes* des régions tempérées répondent activement aux couleurs allant du bleu à l'orangé, c'est-à-dire aux ondes du spectre lumineux dont la longueur varie entre 480 et 620 nanomètres. Le moustique est aussi en mesure de détecter les radiations infrarouges émanant du corps d'un animal ou d'une personne. Cette perception est particulièrement amplifiée dans le cas d'un rassemblement d'hôtes, comme un troupeau. Cependant, ces radiations thermiques interviennent surtout en second lieu, lorsque la femelle se dirige de façon plus précise vers son hôte. L'attraction pourrait s'arrêter là, sans qu'il y ait piqure, si ce n'étaient les substances chimiques odoriférantes dégagées par l'hôte. Ainsi, un léger courant d'air transportant du gaz car-



Bibite et maringouin

En France, au cours des XIV^e et XV^e siècles, on utilisait le mot *bibet* qui, tiré du latin, se rapporte à l'action de boire, bien évidente chez les moustiques. Ce mot est encore présent dans certaines parties de la Bretagne pour désigner le moustique. Voilà sans doute l'origine des termes québécois «*bibite*», «*bébite*» et «*bebite*» (selon la prononciation) se rapportant aux bestioles en général. Quant à «*maringouin*», il est d'usage courant, alors que «*maringouin commun*» concerne une seule espèce, *Culex pipiens*, rencontrée souvent dans les habitations.

L'origine du mot «*maringouin*» reste énigmatique. Il dériverait d'un mot sud-américain véhiculé par les explorateurs avant d'être adopté par les francophones d'Amérique, notamment au Québec. Il aurait été emprunté à des langues tribales brésiliennes, celles des Tupis et des Guaranis, dont les mots *marvi*, *maruim* et *mbsarigui* étaient accolés à la dénomination de ces insectes. Encore aujourd'hui, au nord du Brésil, on appelle ces derniers *maringouy*. Dans des documents portugais datant de la fin du XVI^e siècle, les mots *marguê* et *maragui* désignaient les moustiques des Amériques. Le mot *maringouy* fut introduit en Nouvelle-France dès le XVII^e siècle. Pierre Pelleprat, missionnaire jésuite au Mexique et dans les Indes occidentales, en fait mention dès 1655. Dans son édition de 1965, le *Dictionnaire français des mots rares et précieux* de l'éditeur parisien Seghers définit toujours *maringouin* comme une «*appellation vulgarisée d'espèces de cousins d'Amérique centrale*».

bonique issu de la respiration pulmonaire favorise le repérage et l'approche finale. C'est par la suite que diverses substances chimiques émises par l'hôte (sueur, ammoniac) interviennent et provoquent la piqure. Ces substances permettent à la femelle de s'orienter avec assez de précision pour trouver son hôte, même en pleine obscurité. (Cela dit, l'action des substances attractives est complexe; par exemple, à partir d'une certaine concentration, la sueur humaine semble provoquer un effet plutôt répulsif.)

Chez les humains, on accentue souvent cette attraction avec l'ajout de substances parfumées (bien que certains parfums aient des propriétés répulsives) et le port de vêtements aux couleurs foncées. La présence, à proximité des villes et villages, d'animaux domestiques et de centres d'équitation semble attirer plusieurs espèces de moustiques, qui y trouvent des hôtes faciles d'accès, et ce, malgré leur propension à favoriser les milieux forestiers.

Le type d'hôte recherché varie beaucoup d'une espèce à l'autre; il peut parfois lui être très particulier, voire exclusif. Ainsi, si une espèce recherche précisément un amphibien, une autre préférera un reptile, un oiseau ou un mammifère. Dans ce dernier cas, il y a de bonnes chances (pour le moustique!) que l'un de nous soit choisi. L'extension des banlieues dans des zones plus humides et la modification physique d'anciens territoires agricoles, dont l'écoulement naturel des eaux a été ralenti ou freiné, ont accentué les problèmes de nuisance. De plus, la pratique de loisirs en milieu naturel, privilégiée

au cours des dernières décennies, a eu pour effet d'augmenter nos contacts avec les insectes piqueurs.

Dans les efforts qu'elle consacre à la recherche d'hôtes, la femelle semble s'harmoniser relativement bien avec leurs activités. Elle se met en quête d'un hôte surtout dans les heures précédant le coucher du soleil; elle poursuivra l'opération en soirée, voire au cours de la nuit chez certaines espèces. La femelle de plusieurs espèces redeviendra agressive dès l'aube, parfois même en plein jour chez certaines espèces nordiques soumises à de longues périodes de lumière. Il est généralement reconnu que la plupart des moustiques deviennent agressifs lorsqu'il y a entre 30 % et 60 % d'humidité relative et qu'il fait entre 18 °C et 25 °C.

Il est fréquent de se faire piquer même en plein jour lorsqu'on remue la végétation ou lorsque les populations de moustiques sont très denses, pendant certaines journées humides en des saisons où elles sont spécialement prolifiques; l'été québécois de 1994 en est un bon exemple. Les facteurs mentionnés précédemment peuvent agir sur les femelles et les inciter à piquer. La recherche d'hôtes s'inscrit pour les moustiques dans un cycle journalier (ou cycle circadien) précis; ce sont leurs hormones qui les amènent, sur des périodes de 24 heures, à réaliser dans un certain ordre toutes les étapes de leur comportement alimentaire et reproducteur. La recherche et le choix d'hôtes ne se font pas au hasard mais résultent plutôt de stratégies de repérage et d'approche inscrites dans leur code génétique.

Aucune espèce de maringouin ne cherche

En vous abonnant
à Québec Science



cet été, vous recevez une carte-rabais vous donnant droit à une remise de 15 % sur deux entrées dans une sélection de grands centres de découverte du Québec. Les centres participants sont : **Pointe-à-Callière**, le **Biodôme**, le **Planétarium** et le **Cosmodôme** dans la région de Montréal, le **Musée de la Gaspésie**, le **centre Explorama** et la **Station scientifique Aster** dans l'Est du Québec.



Pat Dypold

Avec l'abonnement
à Québec Science,
rabais de 15 %
sur le prix d'entrée
dans les musées et
centres participants



COSMODÔME



Musée d'archéologie
et d'histoire de Montréal

POINTE-À-CALLIÈRE



La Station scientifique de Bas-Saint-Laurent



Centre de Découverte
The Discovery Center



Musée de la Gaspésie

Québec Science vous invite à visiter 7 grands centres de découvertes du Québec

Cette offre prend fin le 28 août 2000. Les cartes-rabais peuvent être utilisées jusqu'au 15 octobre.



Je m'abonne pour



- 1 an (10 n^{os}) 41,35 \$
 2 ans (20 n^{os}) 71,25 \$
 3 ans (30 n^{os}) 98,87 \$

Taxes incluses
Offre valable au Canada seulement
jusqu'au 31 août 2000

et je reçois ma carte-rabais

Nom _____

Adresse _____

ville _____

province _____

code postal _____

téléphone _____

courriel _____

Profession _____

Chèque

Visa

MasterCard

Chèque à l'ordre de Québec Science

N^o de carte _____

Date d'expiration /

Signature _____

Détachez et expédiez à

Québec Science

Service des abonnements : 525, rue Louis-Pasteur,
Boucherville (Québec) J4B 8E7

ou téléphonez au :

(514) 875-4444 ou 1 800 667-4444

ou télécopiez au :

(514) 523-4444

ou par Internet :

www.CyberSciences.com/abonnement

Numéro d'enregistrement de la TPS : R-1335-97427
Numéro d'enregistrement de la TVQ : 1013609086

Québec
Science

Abonnez-vous par Internet : www.CyberSciences.com/abonnement et obtenez un Québec Science additionnel.

à piquer exclusivement les humains. Si certaines d'entre elles semblent avoir effectivement adopté notre environnement immédiat, en pleine nature les femelles cherchent simplement à piquer les animaux qui les entourent. Selon les régions considérées, une espèce peut affectionner plusieurs types d'hôtes. C'est notamment le cas de *Culex pipiens*, qui pique autant les oiseaux que les mammifères, selon leur présence. Il est probable que l'espèce en question cache des sous-espèces, des « races écologiques », témoignant d'efforts soutenus pour diversifier ses sources alimentaires. Le fait demeure que certaines d'entre elles ont tendance plus que d'autres à pénétrer dans les résidences de banlieue ou de campagne et dans les bâtiments de ferme. *Culex pipiens*, qu'on trouve à proximité des villes des régions tempérées et dans ces villes mêmes, et *Aedes aegypti*, qui vit en régions tropicales et subtropicales, en sont de bons exemples.

Piquer, soit ! Mais pas n'importe comment...

Juste avant de se poser sur l'hôte qu'elle a choisi, la femelle agite ses ailes et ses pattes d'une façon particulière. Une fois qu'elle s'est posée sur sa victime, certains récepteurs nerveux situés sur ses tarses

l'amènent à se diriger vers une zone propice à piquer pour se nourrir. Elle s'installe sur l'une des parties de son hôte où la peau est mince et où les capillaires sanguins sont accessibles. Les membres, leurs articulations surtout, se prêtent bien à cette opération. Elle explore le tégument à l'aide de ses labelles (lobes de sa lèvre inférieure) qu'elle ne tarde pas à agiter. Ces structures à l'extrémité effilée sont munies de fins récepteurs sensoriels. Dès lors, une salivation survient à la base de sa trompe; en peu de temps, cette dernière est insérée sans avertissement dans la peau.

Afin de bien apprécier (d'un point de vue scientifique, bien sûr...) le processus par lequel la femelle réussit à se nourrir sur son hôte, il faut se remémorer la configuration des pièces buccales ou se rapporter à leur description.

La femelle tente toujours de choisir sur son hôte un endroit où il lui sera possible de conserver la tête vers le haut; les membres s'y prêtent particulièrement bien. Une fois qu'elle a trouvé un lieu pour la piqûre, elle se porte d'abord sur ses pattes antérieures et moyennes; puis, afin de bien insérer sa trompe dans la peau de sa victime, elle utilise aussi ses pattes postérieures, consolidant alors sa position. La présence de

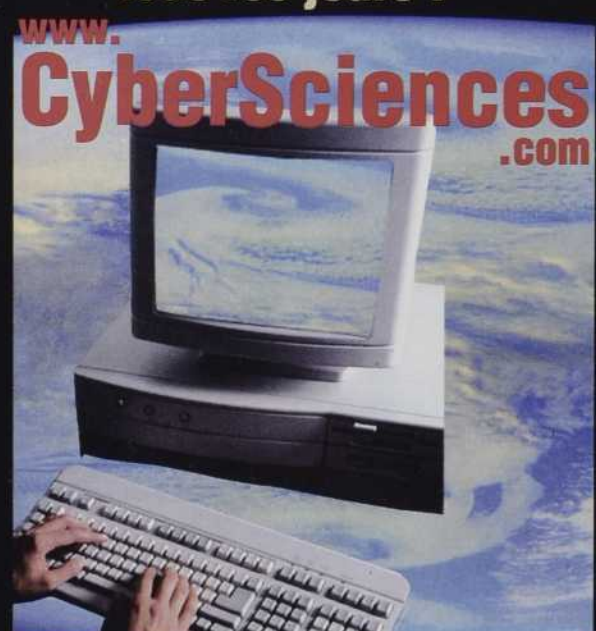
petites griffes et de coussins adhésifs à l'extrémité de ses pattes facilite son emprise. Jusqu'à ce moment, l'hôte est à peine incommodé. Par la suite, sa quiétude risque par contre d'être quelque peu troublée... Le moustique ne tarde pas à percer la peau à l'aide de sa trompe rigide, dont les labelles courbés au contact de l'épiderme guident l'entrée. Une fois sous la peau de l'hôte, la trompe injecte immédiatement de la salive qui servira à la fois de lubrifiant, d'anticoagulant et d'agent dilateur des vaisseaux sanguins convoités. Dès qu'elle a atteint un capillaire, elle procède à l'aspiration du liquide nourricier. Cette opération est facilitée par le faible diamètre et la forme en gouttière de la trompe.

L'aspiration du sang se réalise grâce à deux pompes aux parois élastiques: l'une est à la base de la trompe, donc à l'orée de la bouche, l'autre au début du pharynx. De petits muscles effectuent leur compression, puis leur relâchement ayant un effet aspirateur. À ce moment, la femelle est presque immobile: seule l'extrémité de son abdomen bouge légèrement. La durée du repas varie, d'une espèce à l'autre, de quelques dizaines de secondes à quelques minutes. Rappelons que le sang ne s'accumule pas dans la totalité de l'intestin, mais plutôt dans des diver-

200 000 visites par mois

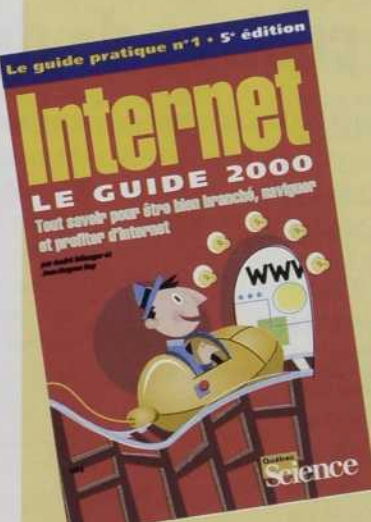
Toutes les nouvelles scientifiques tous les jours !

www.CyberSciences.com



Par l'équipe de Québec Science !

Le guide 2000



- Les 101 sites les plus utiles
- Le magasinage électronique
- La sécurité sur internet

et tout savoir pour être bien branché, naviguer et profiter d'internet

En kiosque maintenant

ticules appartenant à l'œsophage, dont l'expansion peut rejoindre l'abdomen, donnant à celui-ci son gonflement caractéristique. Le retrait de la trompe se fait rapidement, parfois de façon saccadée. La quantité de sang ingurgitée est de 3 µl (microlitres) à 5 µl environ; le poids de la femelle, de quelque 2 mg avant le repas, peut parfois doubler avec le repas sanguin.

Une femelle dérangée durant le prélèvement sanguin ne cherchera généralement pas à piquer de nouveau dans les minutes qui suivent. Des étapes préparatoires à une nouvelle tentative doivent être rétablies et répétées. Elle se reprendra dans les 20 ou 30 minutes suivantes. Il n'est pas rare que plusieurs femelles d'espèces différentes se nourrissent simultanément sur un même hôte; quand il y en a pour une, il y en a pour 100 !

Contrairement à la croyance populaire, le moustique ne meurt pas après avoir piqué. La femelle quitte son hôte pour se diriger lourdement, l'abdomen gonflé et rougeâtre, vers un lieu de repos où elle pourra digérer son repas et assimiler les éléments nutritifs. Elle se pose alors sur une tige ou une feuille, habituellement dans une humidité élevée. C'est là qu'elle complètera le développement de ses œufs. ●

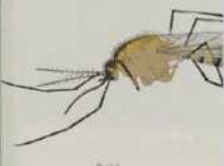
Le Moustique, par solidarité écologique

Jean-Pierre Bourassa

Le Moustique

PAR SOLIDARITÉ ÉCOLOGIQUE

Par Jean-Pierre Bourassa



Les Éditions du Boréal,
236 pages

assainissent les eaux croupissantes des mares, en plus de nourrir grenouilles, oiseaux et petits mammifères. Non seulement Jean-Pierre Bourassa nous convainc-t-il du bien fondé de leur existence, il témoigne de ses connaissances entomologiques en scrutant le moustique dans ses moindres détails : anatomie, reproduction, habitats privilégiés. En prime : quelques conseils pour se faire un peu moins alléchants aux yeux des femelles assoiffées de sang. Bref, comme l'écrit Pierre Dansereau en préface : « Si ce livre n'a pas tout dit sur les moustiques, n'a pas trouvé tous les moyens de les contrôler sans mettre en danger leur survie ni leur rôle écologique, il aura dressé une grille où se situent, les uns par rapport aux autres, tous les aspects de leur vie. »



On ne pourrait pas vraiment se passer des moustiques ! « On a tous rêvé, au moins une fois, d'un été sans maringouins. Comme il serait doux de contempler la nature... sans piqûres ! Mais ce rêve ne tient pas compte d'une donnée essentielle : la nature a besoin d'eux pour se réaliser », nous dit Jean-Pierre Bourassa dans ce livre étonnant où il nous révèle comment ces diptères souvent maudits participent aux grands cycles énergétiques de la nature. Rétablissons les faits : ces petits vampires volants

Où Quand Comment Et surtout... Pourquoi

LE DEVOIR

LISEZ
LE DEVOIR
ET SOYEZ
BIEN INFORMÉ
DE TOUS
LES ÉVÉNEMENTS
QUI MARQUENT
L'ACTUALITÉ !

**Abonnez-vous dès maintenant
afin de ne rien manquer.**

Profitez de notre offre spéciale et recevez le journal du lundi au samedi pour seulement

19⁰³\$*
par mois

Téléphonez dès maintenant au

(514) 985-3355 • 1-800-463-7559
pour l'extérieur de Montréal

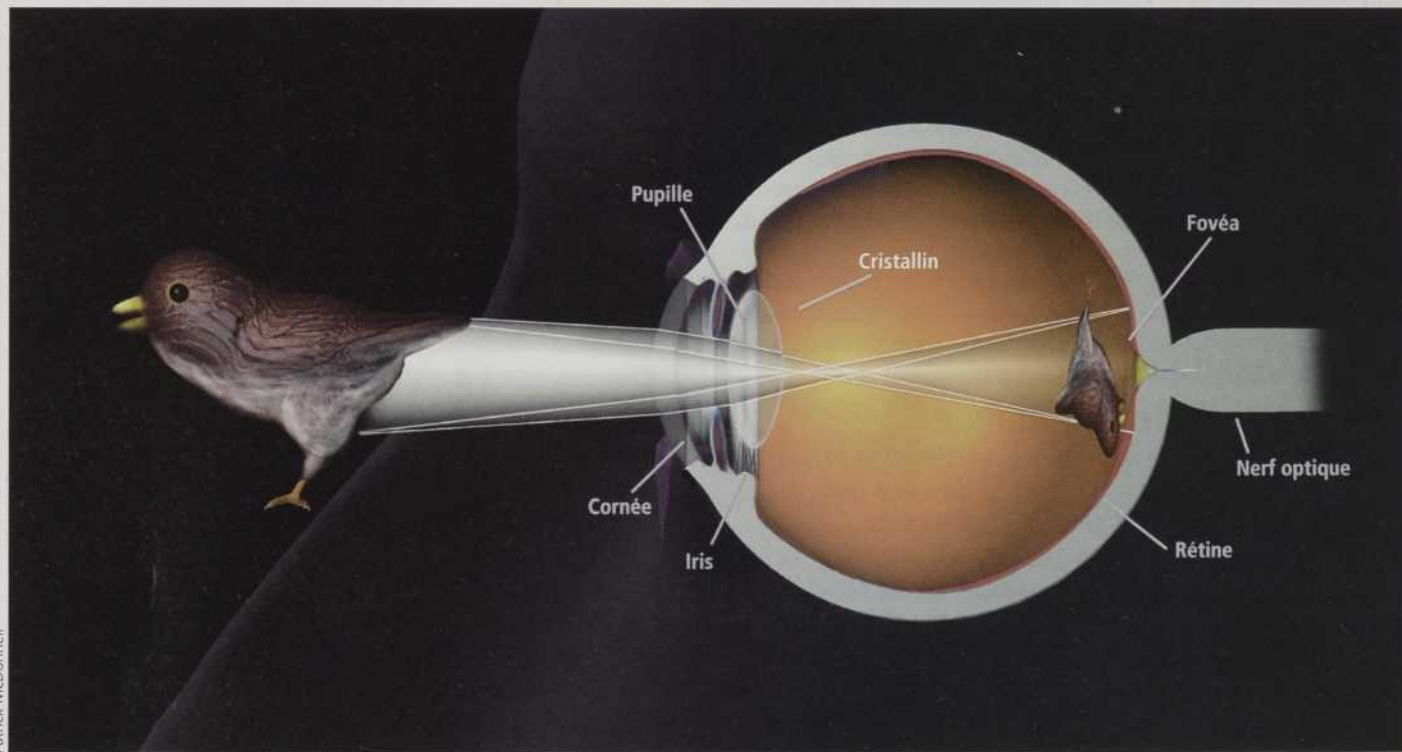
ou par Internet : **www.ledevoir.com**

*Ce prix est basé sur l'abonnement par virement automatique avant les taxes. Cette offre est valide dans les secteurs où il y a distribution par camelot.

par Raynald Pepin

Tombé dans l'œil

Plus performante qu'un appareil photo, la mécanique de l'œil nous en fait voir de toutes les couleurs.



Patrick McDonnell

De façon presque désobligeante, il arrive souvent qu'on compare l'œil à un appareil photo. Il est pourtant infiniment plus rapide que le plus sophistiqué de ces appareils. Par exemple, pour passer du texte à l'oiseau, votre œil prend moins de 0,1 seconde pour sa mise au foyer. De plus, malgré qu'il soit enfermé dans un milieu visqueux, le globe oculaire peut tourner à une vitesse allant jusqu'à 800 degrés par seconde, prouesse impossible à réaliser avec un appareil photo !

Dans ce dernier, la lumière entre au centre du diaphragme, une ouverture réglée pour laisser passer la quantité de lumière adaptée au film. Dans l'œil, la lumière passe par la pupille, le

« trou » noir au centre. L'iris, le cercle coloré de l'œil, comprend des muscles contrôlés par le système nerveux autonome, qui servent à ajuster le diamètre de la pupille à l'éclairage ambiant. Sous un éclairage intense, le diamètre n'est que de deux millimètres; dans la pénombre, le diamètre de la pupille peut passer à plus de sept millimètres (cinq millimètres pour les personnes âgées).

Dans l'appareil photo, l'objectif dévie les rayons lumineux de façon à ce qu'ils soient focalisés sur le film. Pour que l'image soit nette, le photographe ou le mécanisme automatique avancent ou reculent la lentille. C'est ainsi que fonctionnent les yeux des poissons, dont la « lentille », le cristallin, s'éloigne ou se

rapproche de la rétine.

Pour les yeux des humains, il est plus facile que pour les poissons de faire converger la lumière, car elle dévie (est réfractée) lorsqu'elle passe de l'air au milieu aqueux qu'est l'œil. La cornée, la surface courbée de l'organe, agit comme une puissante lentille; près des deux tiers de la réfraction se fait ainsi.

Le cristallin, une lentille gélatineuse constituée de cellules transparentes et large d'environ un centimètre, assure le reste de la déviation nécessaire à la focalisation. Mais au lieu de se déplacer comme celui des poissons, le cristallin change de forme. Par exemple, quand on regarde un objet éloigné, il est sous tension et relativement plat. Quand on regarde un

objet proche, les muscles qui l'entourent se contractent et il prend une forme plus bombée, ce qui fait converger davantage les rayons.

Quand on a la tête dans l'eau, les rayons dévient très peu lorsqu'ils passent par la cornée, et le cristallin ne suffit pas à les focaliser. C'est pourquoi on voit flou, à moins de porter des lunettes de natation ou un masque de plongée. Chez les poissons, le cristallin est plus réfringent et très bombé, presque sphérique; ils arrivent donc à réfracter suffisamment la lumière.

Après avoir franchi le cristallin, les rayons lumineux continuent en ligne droite à travers le milieu aqueux de l'œil jusqu'à la rétine, sa « pellicule photo ». Plus de 50 % des photons (*phôtos* signifie

« lumière », en grec) n'y parviennent pas, car ils sont réfléchis, absorbés ou déviés.

La rétine comporte plusieurs types de cellules nerveuses. La lumière traverse d'abord des couches translucides de cellules « ganglionnaires » et « bipolaires », qui absorbent environ 80 % des photons restants. Puis, la lumière atteint enfin les cellules photoréceptrices, celles qui détectent la lumière; elles sont plus de 100 millions !

Dans une cellule photoréceptrice, un photon est absorbé par une molécule de pigment. L'absorption déclenche une série de réactions chimiques, dont le résultat final est

nerf optique qui va vers le cerveau. Comme les fibres nerveuses du nerf optique ne contiennent pas de cellules réceptrices, l'endroit où elles se concentrent dans le fond de l'œil ne peut pas détecter la lumière : on appelle cet endroit la tache aveugle.

On peut facilement vérifier l'existence de cette zone. Approchez cette page de vos yeux, masquez votre œil gauche et fixez de votre œil droit le X du schéma. Éloignez lentement la page. À une certaine distance, environ 20 centimètres pour l'écart entre le X et le O utilisé ici, le cercle disparaît : son image arrive sur la tache aveugle.

X



de modifier le potentiel électrique de la membrane cellulaire et, enfin, d'engendrer un signal nerveux.

Il existe deux types de cellules photoréceptrices, les cônes et les bâtonnets, nommés d'après leur forme. Les cônes, responsables de la perception des couleurs, sont concentrés dans la partie centrale de la rétine, la fovéa. La lumière d'un objet que l'on regarde directement arrive sur la fovéa. Quand nos yeux bougent rapidement pour observer un nouvel objet, l'image de l'environnement balaie la fovéa (et le fond de la rétine). Nous ne nous en rendons pas compte parce que le cerveau bloque la perception visuelle durant ce bref mouvement.

Sous l'influence de la lumière, un cône envoie un signal nerveux à une cellule bipolaire, qui le transmet à une cellule ganglionnaire, laquelle modifie sa fréquence d'émission d'impulsions nerveuses. Les axones des cellules ganglionnaires se combinent pour former le

Comme le montre le schéma de l'œil, l'image sur la rétine est inversée par rapport à l'objet. Puisque le cercle se trouve à droite du X, la tache aveugle se trouve donc à gauche de la fovéa dans l'œil droit. On pourrait croire que l'inversion de l'image est un désavantage, mais le cerveau s'est développé en accord avec l'œil et il a appris à coordonner l'image avec ce que les autres sens ou la mémoire déterminent comme étant en haut ou en bas, à gauche ou à droite.

En dehors de la fovéa, il y a moins de cônes et davantage de bâtonnets. Ceux-ci sont plus sensibles que les cônes à la lumière mais ils ne distinguent pas les couleurs. C'est pourquoi dans la pénombre, « tous les chats sont gris ».

Outre ceux déjà mentionnés, l'œil possède un autre avantage sur l'appareil photo. Avec ses paupières qui balaient automatiquement la cornée, il est auto-nettoyant, contrairement à un objectif. Ce n'est que si une grosse poussière nous tombe dans l'œil que tout bascule... ●

À lire en juillet



Seuls dans l'Univers ? Et si c'était vrai ?

E.T. ne répond toujours pas aux nombreux appels. Existe-t-il ? Une chose est certaine, le développement de la vie exige des conditions exceptionnelles. À tel point que notre planète pourrait bien être la seule à répondre à toutes ces conditions, ce que démontrent de récentes découvertes en astronomie.
par Vincent Sicotte

Climatisation : danger !

Il fait trop chaud ? Prudence : les climatiseurs ne sont pas au-dessus de tout soupçon ! Surtout pas dans les hôpitaux publics, nous révèle notre reportage.
par Sophie Payeur

Cap sur le futur, 6^e épisode L'homme en réparation

Le cœur est malade ? Les poumons encrassés ? Les reins mal en point ? L'œil affaibli ? Vos vieux os trop fragiles ? Le génie biomédical vous proposera bientôt des pièces de rechange faites en biomatériaux; ou encore des greffes d'organes animaux. L'homme est-il en train de devenir un simple assemblage de pièces anatomiques destinées à être remplacées ? Un troublant regard sur la médecine de demain.



Les deux visages du Québec.

Un Québec d'enfer ou un paradis sur Terre ? Nous vous proposons deux cartes inédites du Québec. Question de vous aider à choisir vos destinations vacances.
par Marie-Pier Elie

Branché pour vrai

En décembre 1997, une école primaire de Manchester, en Grande-Bretagne, est le théâtre d'une démonstration inédite : 12 ordinateurs branchés à Internet par l'entremise du réseau électrique, au lieu de la ligne téléphonique ou de la fibre optique traditionnelles. D'une simple prise électrique, les machines s'alimentaient en énergie et en données, à un débit de un mégabit par seconde, soit environ 20 fois supérieur à celui d'un modem classique de 56 kilobits par seconde, ce qui se compare avantageusement aux performances du modem câble ou d'un lien LNPA (ligne numérique à paires asymétriques), via le réseau téléphonique.

Cette prouesse technologique — que l'on désigne en anglais sous le vocable de *Powerline Communication* (PLC) ou « courant porteur haut débit » — était présentée par l'opérateur canadien Northern Telecom (1), en collaboration avec la société britannique NorWeb (2). Dès 1998, les deux partenaires avaient conclu des ententes avec des entreprises d'une dizaine de pays pour constituer un bassin de 35 millions d'utilisateurs potentiels. On le devine, la possibilité de transformer un réseau électrique conventionnel en réseau de télécommunication constitue une avenue fort intéressante à plusieurs chapitres.

On pense tout d'abord à l'expansion d'Internet dans les coins du monde où le réseau téléphonique est moins bien développé que le système de distribution électrique. On pense également à utiliser cette technologie comme solution au « problème du dernier mile », c'est-à-dire à la

La bonne vieille prise électrique peut remplir d'autres fonctions auxquelles Thomas Edison n'avait jamais songé. Comme se brancher à Internet.



façon de combler le dernier tronçon entre les réseaux à haut débit de fibre optique et les édifices résidentiels, sans devoir amener la fibre optique ou un autre conduit spécial jusqu'à chaque demeure. En utilisant le câblage électrique existant, la technologie PLC se présente, à première vue, comme un moyen simple et économique d'offrir une connexion à haute vitesse pour les particuliers.

Comment fonctionne donc cette technologie ? Pour transporter l'électricité, on utilise des ondes à basse fréquence (de l'ordre de 50 à 60 hertz). Sans qu'il y ait d'interférences majeures avec ces

ondes, on peut également transmettre des données sur de hautes fréquences (supérieures à un mégahertz). Ce deuxième signal peut véhiculer des appels téléphoniques, des images vidéo et des données en provenance d'Internet. Chez le client, un boîtier spécial démêle le courant électrique et le signal numérique. On dispose ainsi d'une connexion permanente sans monopoliser sa ligne téléphonique !

En théorie, le système semble sans faille, mais en pratique il montre malgré tout quelques faiblesses. Les lignes électriques, on le sait, ont été conçues pour trans-

porter... de l'électricité. Or, les transformateurs électriques, qui servent à faire varier la tension sur le réseau, ont la fâcheuse particularité de brouiller le signal numérique. Par conséquent, la « passerelle » qui relie le réseau électrique à Internet doit être située entre le transformateur et les résidences qu'il dessert. Sinon, il faut déployer un appareillage spécial pour faire passer un

pont au-dessus de chaque transformateur.

Dans la plupart des pays du globe, un transformateur est relié à une centaine de foyers. En Amérique du Nord, y compris au Québec (voir encadré), la proportion est de un

CyberJargon

X-10 : il existe, depuis quelques années déjà, des normes pour la transmission via le réseau électrique. La plus connue est le protocole X-10, propriété de la société américaine X-10 Incorporated. Mis au point pour des applications de domotique, X-10 sert à contrôler à distance divers appareils électriques (éclairage, systèmes de sécurité, chaînes stéréo, etc.). Fonctionnant à très faible débit, les connexions X-10 sont cependant nettement insuffisantes pour se brancher à Internet. Cependant, puisqu'elles opèrent sur d'autres fréquences, les nouvelles technologies sont généralement compatibles avec la vieille norme X-10.
www.X-10.org
www.X-10.com

transformateur pour 10 à 12 foyers. Il peut donc devenir difficile et surtout coûteux de contourner tous ces transformateurs.

En Grande-Bretagne, où Nortel menait ses essais, un problème inattendu s'est aussi posé. Certaines fréquences radio — dont celles de la radio amateur et, plus important encore, du service d'urgence — ont été complètement paralysées. Après enquête, on a découvert que les coupables étaient... les lampadaires de rue. Par pure coïncidence, les lampadaires britanniques avaient exactement la taille et la forme voulues pour servir d'antenne et diffuser allègrement les signaux numériques !

Par conséquent, après deux ans d'efforts, Nortel et son partenaire ont annoncé en septembre 1999 qu'ils abandonnaient leur technologie Digital PowerLine.

Cependant, tous n'ont pas jeté l'éponge. Deux sociétés allemandes, Veba (3) et RWE (4), sont toujours à l'œuvre dans le domaine et comptent même commercialiser, après une période de tests actuellement en cours, un service PLC à grande échelle au cours de l'année 2001. La société suisse Ascom (5) a également annoncé une série de tests qui se tiendra au cours de l'été en Europe, notamment en France, au Portugal, en Espagne, en Italie, en Autriche, en Suède et en Norvège.

De son côté, Media Fusion (6), une société texane, mise sur une technologie légèrement différente : le signal numérique voyagerait par l'intermédiaire des champs magnétiques engendrés par le courant électrique. Selon les concepteurs de cette approche, le signal ne serait pas touché par le problème des

transformateurs et la vitesse pourrait atteindre 2,5 gigabits par seconde ! Encore une fois, la mise en service officielle devrait avoir lieu en 2001... si tout se passe bien.

Malgré l'abandon de Nortel, l'intérêt pour la transmission de données via le réseau électrique semble donc encore bien vivant. Une association, le Powerline Communications Forum (7), qui réunit une cinquantaine d'entreprises de haute technologie et de producteurs d'électricité dans une quinzaine de pays, a été mise sur pied pour défendre et promouvoir le concept.

Même si les producteurs d'électricité tardent encore à devenir fournisseurs d'accès à Internet, la technologie trouve déjà certaines applications pratiques. Dans les foyers où l'on trouve plusieurs ordinateurs, par exemple, il devient rapidement tentant de mettre en place un petit réseau local pour faciliter l'échange de fichiers ou partager l'unique imprimante de la maison. Bref, la création d'une sorte d'« Intranet familial ». Comme chaque prise électrique peut se transformer en prise réseau, il est aisément envisageable, avec la technologie PLC, d'implanter un réseau domestique pouvant s'étendre à toutes les pièces du domicile. Nul besoin, alors, de faire des trous dans les murs et planchers, et de passer des câbles, comme c'est habituellement le cas pour l'installation d'un réseau local traditionnel.

Quelques sociétés, dont Intelogis et son PassPort (8), offrent déjà des produits de ce type qui, selon les revues spécialisées, donnent des résultats assez intéressants. Par contre, ce type de réseau maison peut se montrer sensible aux interférences : un frigo,

Et le Québec ?

Est-ce que Hydro-Québec envisage de devenir fournisseur d'accès à Internet ? « Nous n'en sommes pas encore au point d'envisager l'utilisation de ce type de technologie, du moins dans un avenir rapproché, explique Claudine Aucaut, porte-parole de la société d'État. Mais nous continuons à suivre avec attention les développements dans ce dossier. »

Au Québec, comme dans le reste de l'Amérique du Nord, le ratio moyen de foyers par transformateur est plutôt faible : de 10 à 12 foyers par transformateur en zone urbaine et, en raison de la distance entre les clients, souvent de 1 à 2 seulement en zone rurale. Jusqu'à ce que les transformateurs cessent d'être un obstacle, il sera sans doute difficile et coûteux d'implanter de la technologie PLC sur le territoire québécois.

un climatiseur ou un simple séchoir à cheveux — des « générateurs de bruit domestique », comme les qualifie un expert du magazine PC World (9) — sont en mesure de perturber un réseau PLC.

Cette technologie peut également se révéler intéressante pour tous ceux qui œuvrent à la conception de la « maison intelligente ». Outre le branchement d'ordinateurs et de périphériques informatiques, la connexion par réseau électrique pourrait en effet, à l'instar du protocole X-10 (voir CyberJargon), faciliter le contrôle des divers appareils électriques du logis via l'ordinateur personnel du propriétaire, et cela même à distance.

On pourrait, comme l'avaient imaginé les gens de Nortel avant leur volte-face, attribuer une adresse Internet à chaque prise électrique de la maison et envoyer un courriel à <entree@ma_maison.qc.ca> pour allumer la lampe de l'entrée ou à <alarme@ma_maison.qc.ca> pour enclencher le système d'alarme. Pour ce faire, il faudrait que chaque appareil soit branché à un adaptateur

spécial ou, mieux encore, qu'il soit doté d'un microprocesseur intégré capable de capter les commandes provenant du réseau électrique.

On peut aussi imaginer la pagaille qu'un pirate informatique pourrait s'amuser à semer dans un tel environnement... mais c'est là une tout autre histoire ! ●

CyberRessources

- (1) **Nortel**
www.nortel.com
- (2) **Norweb Telecom**
www.norwebtelecom.com
- (3) **Veba**
www.veba.de
- (4) **RWE**
www.powerlinenet.de
- (5) **Ascom**
www.ascom.com
- (6) **Media Fusion**
www.mediafusionllc.net
- (7) **Powerline Communications Forum**
www.ipcf.org
- (8) **Intelogis**
www.intelogis.com
- (9) **PC World – Comparaison de produits**
www.pcworld.com/shared/printable_articles/0,1440,10723,00.html



Archéologues du dimanche

Un événement inédit : les archéologues invitent le grand public à découvrir leurs lieux secrets... l'instant d'une journée.

par Sophie Payeur

« Si je vous montre 1 000 ossements dans un musée, vous dites : "So what ?" Mais si je vous montre 1 000 ossements dans le lieu où on les a trouvés, ça fait toute la différence. C'est ce

qu'on veut faire avec Archéo-Dimanche », explique Marie-Thérèse Bournival, présidente d'un événement qui n'a pas de précédent au Québec. En effet, pour la première fois, les institutions responsables de leur conser-

vation ouvrent, le 18 juin, leurs portes au grand public.

Archéo-Québec regroupe des organismes de diffusion de l'archéologie québécoise. Avec Archéo-Dimanche, le regroupement veut briser le mystère qui plane sur la discipline archéologique. Comment ? Par des activités inédites, jamais offertes auparavant. Les visiteurs pourront entre autres accéder aux lieux de travail des archéologues, comme les laboratoires de conservation et les sites de fouilles.

Et contempler des trésors du passé québécois qui sont préservés depuis des centaines et des milliers d'années.

« Il y a près de 100 sites voués à l'archéologie au Québec. Beaucoup de gens ne savent pas ça, et peu les fréquentent. Je crois que ça démontre une grande méconnaissance du propos archéologique », observe Marie-Thérèse Bournival.

Le simple fait de parler de l'événement la ravit. Mordue d'archéologie, elle est convaincue depuis des lunes que l'éducation est le meilleur moyen de sensibiliser le public au travail des archéologues. « Pour la plupart des gens, c'est une discipline hermétique. Mais en réalité, l'archéologie est très tangible. Pourquoi cet objet a-t-il été abandonné ici ? Chacun des artefacts est une trace qui nous en dit long sur notre histoire. C'est une

Broche ayant appartenu à un des miliciens qui a perdu la vie lors du naufrage du *Elisabeth and Mary* à Baie-Trinité sur la Côte-Nord en 1690.



Épée en fer et en laiton datant de milieu du XVII^e siècle, provenant tout probablement de la France.



Bouteille de vin provenant d'Angleterre, datant de la deuxième moitié du XVIII^e siècle.





Parcs Canada

Fouilles à fort Lennox.

rencontre privilégiée avec notre passé qu'on propose aux familles. »

Parmi la cinquantaine de lieux accessibles à prix modique, il faut mentionner le ministère de la Culture et des Communications et le Centre de conservation de Québec. Ces lieux, qui se consacrent à la conservation et la restauration des objets mobiliers québécois, déverrouilleront leurs laboratoires pour une visite animée par les spécialistes et conservateurs. Des archéologues de la Maison LeBer-LeMoyne, du Musée de la ville de Lachine, procéderont à des fouilles en direct. Et puisqu'il est aussi question

d'initier les enfants, le « chantier de la petite fouine » sera mis en place au moulin des Jésuites, à Charlesbourg. Un chantier de fouilles à ciel ouvert conçu spécialement pour les enfants.

C'est ni plus ni moins qu'un dépaysement tout près de chez soi que propose Archéo-Dimanche, dans des lieux qu'on peut facilement atteindre à pied, en vélo, en auto, en bateau ou en patins à roues alignées. L'événement se promet bien d'inaugurer une tradition annuelle.

Les photos ont toutes été fournies par le musée Pointe-à-Callière de Montréal.

À l'agenda

Dans plusieurs villes du Québec

Pour connaître les sites accessibles dans le cadre de l'événement Archéo-Dimanche, allez au bureau de Tourisme Québec le plus près de chez vous ou téléphonez à Myriam Degauque : (418) 644-4775. La programmation complète est également décrite sur le site Internet : www.mcc.gouv.qc.ca/reseau-archeo (rubrique : actualités).



Des chiffres et des jeux

par Jean-Marie Labrie

Jeu n° 86 Un partage égal !

◆ Deux frères ont en commun, depuis très longtemps, un bon vin. Avant de se quitter, ils s'entendent pour se le partager également. En plus du petit baril contenant les 12 litres de vin, ils ne disposent que de deux récipients, l'un de 5 litres, l'autre de 7 litres. Comment doivent-ils procéder pour partager également ces 12 litres avec un minimum d'opérations de transvasement d'un récipient à l'autre ?

Jeu n° 87 Êtes-vous un bon détecteur de mensonges ?

Alain, Bernard et Claude ne veulent pas donner leur âge directement.

Alain dit : « J'ai 18 ans, j'ai deux ans de moins que Bernard; j'ai un an de plus que Claude. »

Bernard ajoute : « Je ne suis pas le plus jeune; Claude et moi avons 3 ans d'écart; Claude a 21 ans. »

Claude complète ainsi : « Je suis plus jeune qu'Alain; j'ai 19 ans; Bernard a 3 ans de plus qu'Alain. »

Sachant que chaque jeune homme a menti une seule fois dans les 3 affirmations, trouvez l'âge de chacun.

Jeu n° 88 Un produit remarquable ?

◆ Résoudre l'alpamétique suivant
UN (UN - 1) = ZÉRO

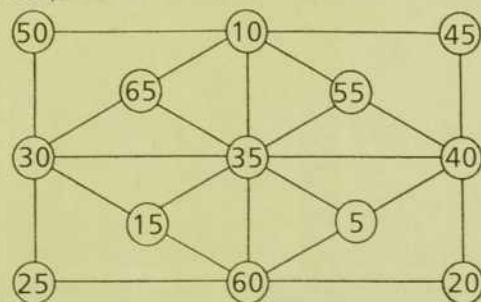
Ici, aucune lettre ne peut être remplacée par le chiffre 1.

Solutions de mai 2000

Jeu n° 84 Un rectangle magique !

La clé pour trouver cette somme est de prendre le multiple au centre de la suite des 13 premiers multiples de 5 : 5, 10, 15, 20, 25, 30, 35, 40, 45, 50, 55, 60, 65 et le mettre au centre du rectangle. La somme doit être 105.

Ce qui donne la solution suivante :



Jeu n° 85 Propriété étonnante !

a) 1^{er} groupement : $934 + 526 + 103 + 18 = 1581$

2^e groupement : $800 + 781 = 1581$

b) 1^{er} groupement : $921 + 617 = 1538$

2^e groupement : $700 + 505 + 333 = 1538$

N.B. : On peut probablement trouver d'autres groupements.

Niveaux de difficulté



débutant



intermédiaire



expert

Pour en finir avec le zoocentrisme biologique

La plante est supérieure à l'animal, prétend Francis Hallé qui signe un véritable manifeste savant pour la libération des végétaux.

par Joël Leblanc

Convaincu de la nécessité de donner aux plantes une place aussi importante que celle qu'occupent les animaux en biologie, Francis Hallé se fait militant pour la réhabilitation des végétaux. Son plaidoyer pour les plantes laisse en tout cas au lecteur un sentiment d'émerveillement.

Chapitre après chapitre, Francis Hallé nous fait pénétrer dans le monde étonnant de la biologie végétale. Il nous dresse habilement, de façon bien vulgarisée, une synthèse des idées révolutionnaires qui

ont été développées dans cette discipline un peu hermétique qu'est la botanique. Cela permet au biologiste, mais aussi au profane que les sciences de la vie intéressent, de voir cette discipline d'un œil nouveau.

On y apprend entre autres que le lamarckisme, déconsidéré par les zoologistes, existe dans la nature. Les plantes ont en effet la capacité de transmettre à leur descendance les modifications génétiques acquises. On a aussi découvert que les échanges de gènes d'un plant à un autre, ou même d'une espèce à une autre, sont possibles et de surcroît fréquents. Pendant que font rage les débats éthiques sur les organismes génétiquement modifiés, les plantes créent en toute simplicité leur propre transgénèse comme elles l'ont toujours fait.

Vulnérable, la plante ? Au contraire, c'est une habile manipulatrice. En faisant dévorer ses fruits, elle utilise l'animal afin d'assurer sa dispersion. Autre perception non conventionnelle : la protéine qui confère au bois

sa solidité, la lignine, est selon l'auteur un déchet métabolique des cellules végétales. Les arbres mettraient donc à profit leurs propres excréments pour s'élever vers la lumière !

Le règne végétal est une véritable merveille pour Francis Hallé, pour qui la plante est supérieure à l'animal : ses cellules sont capables de toutes les fonctions animales, en plus de la photosynthèse, base de la vie. L'auteur rappelle d'ailleurs que si l'humanité ne saurait vivre sans les plantes, ces dernières pourraient très bien se passer de l'humanité.

En dépit de quelques affirmations lassantes faisant la promotion d'une biologie distincte, le livre est à lire; et aussi pour l'ouverture d'esprit qu'il suscite chez le lecteur, afin de l'amener à voir autrement le monde du vivant.

Éloge de la plante par Francis Hallé, Éditions du Seuil, 1999, 340 pages



L'Hebdo de la Mer / été 2000

À voir absolument avec vue sous la mer !

Explorama vous offre une vue **sur** et **sous** la mer. Des îlots et des aquariums ainsi qu'un animateur-interprète vous font visiter la mer d'une manière rarement vue ! Des expériences scientifiques sur différents aspects de la mer vous permettent de mieux explorer et de connaître cette géante !



Nouveau !
Des croisières à saveur scientifique



Idéal pour la famille



Vulgarisation du monde marin



**Lieu privilégié pour les sciences
de la mer**

Explorama
Centre de Découverte
The Discovery Center

 **Développement
économique Canada**
Partenaire principal

1, rue du Quai
Sainte-Anne-des-Monts
418-763-2500
www.explorama.org

LA PULSATION RÉGULIÈRE QUE VOUS
RESSENTEZ AU VOLANT DE LA 300M
NE PROVIENT PAS DES HAUT-PARLEURS.
C'EST VOTRE CŒUR QUI BAT.

Puissance. Performance. Passion. Ces grandes choses qui affectent votre rythme cardiaque sont en fait des caractéristiques de série sur la 300M. Avec un vigoureux moteur V6 de 253 chevaux, la transmission Autostick^{MD} et un intérieur des plus luxueux, vous ne serez donc pas surpris de constater que les accélérations faciles de la 300M peuvent s'accompagner d'une hausse de régime dans votre poitrine. Pour obtenir plus de détails, tapez www.daimlerchrysler.ca.

CHRYSLER



300M



Commanditaire officiel
de l'équipe olympique
canadienne

® Marque officielle de l'Association olympique canadienne.