

LE WAP • STATISTIQUES ET DÉCISIONS • LES LASERS • LES AMÉRINDIENS



Pour la Science

■ POUR LA

SCIENCE

NOVEMBRE 2000

édition française de
**SCIENTIFIC
AMERICAN**

www.pourlascience.com



*Robots et
chirurgie*

**La route
des émeraudes**

Canada : \$ 8,75 / Belgique : 277FB / Suisse : 11FS

M 2687 - 277 - 38,00 F



BLOC-NOTES

de Didier Nordon

TRIBUNE DES LECTEURS

POINT DE VUE

Nouvelle université

par Yves Michaud

SCIENCE ET ÉCONOMIE

Un marché incomplet

par Ivar Ekeland

SCIENCE ET GASTRONOMIE

En culotte courte

par Hervé This

PRÉSENCE DE L'HISTOIRE

Le magnétisme grenoblois

par Pierre Averbuch

PERSPECTIVES SCIENTIFIQUES

■ Nouveaux cousins de l'archéoptéryx
■ Planètes volantes ■ La perception saunore

■ Un an après... tempête d'insectes ravageurs
■ Un macaque géomètre ■ La sélection robotique
■ Déformation professionnelle ■ Vache folle : révision à la baisse des risques ■ Le terrier du poulpe

LOGIQUE ET CALCUL

Mathématiques et philosophie

par Jean-Paul Delahaye

IDÉES DE PHYSIQUE

Le droit au mélange

par Bernard Cabane et Sylvie Hénon

ART ET SCIENCE

La sphère à cornes

par Adrien Douady et Loïc Mangin

ANALYSES DE LIVRES

■ *Un chimiste au passé simple*, de Jean Jacques
■ *Coléoptères phytophages d'Europe*, de G. du Chatenet
■ *Biologie et physiologie animales*, de R. Wahner et W. Gehring
■ *Physiologie animale*, sous la direction de Roger Eckert
■ *L'invention des populations : biologie, idéologie et politique*, sous la direction d'Hervé Le Bras.

Certains d'entre vous ont reçu leur numéro de *Pour la Science* d'octobre avec un retard très important. Nous vous prions de bien vouloir nous en excuser. Ce retard, indépendant de notre volonté, était dû à une grève des transporteurs qui a perturbé l'expédition des revues à nos abonnés.

Deux encarts d'abonnement entre les pages 18 et 19, un encart broché service lecteurs et une carte d'abonnement entre les pages 98 et 99. Cédérom Infonie collé page 51.

Chaque mois, retrouvez le sommaire complet de la revue **en ligne** avec pour chaque article une bibliographie et un complément d'information.

www.pourlascience.com

Le WAP

Votre futur compagnon numérique 28

par Fiona Harvey

Pour créer un réseau Internet sans fil, des ingénieurs construisent des réseaux qui traitent rapidement des quantités considérables de données et des dispositifs de poche qui exploitent les ressources du réseau Internet actuel.



Les promesses et les risques du WAP 34

par Karen Bannan

Pressenti comme un standard de communication entre les téléphones cellulaires et le réseau Internet, le système WAP a déjà des concurrents.



Le saut de la troisième génération 40

par Leander Kahney

Le débit des transmissions de données augmente avec les générations de téléphones mobiles. Le déploiement des réseaux de troisième génération implique de grandes avancées techniques. Oui, mais lesquelles?



À cœur battant 46

par Cornelius Borst

Les chirurgiens opèrent aujourd'hui le cœur, mais ils n'ont plus à l'arrêter.



Comment rationaliser les décisions 52

par John Swets, Robyn Dawes et John Monahan

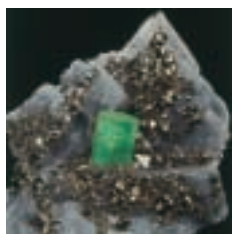
Des outils mathématiques d'aide à la prise de décisions améliorent les diagnostics en médecine ou dans l'industrie.



La route des émeraudes anciennes 58

par Gaston Giuliani, Michèle Heuzé et Marc Chaussidon

Grâce à une sonde ionique, on détermine aujourd'hui la provenance des émeraudes sans les détériorer.



M. VardHorizon

Une sélection naturelle de la culture 66

par Susan Blackmore

Les comportements et les idées copiés par imitation de personne à personne – les mêmes – semblent avoir contraint les gènes humains à faire de nous ce que nous sommes aujourd'hui.



Les premiers Américains 76

par Sasha Nemecek

On découvre en Amérique des outils fabriqués par des peuples indigènes vieux de plus de 14 000 ans. Ces découvertes révèlent le mode de vie des premiers Amérindiens.



L'origine des Amérindiens 82

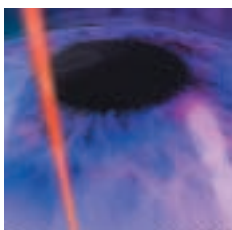
par Sergio Pena et Fabrício Santos

Les études génétiques du chromosome Y montrent que les premiers Amérindiens sont venus de Sibérie centrale.

Lasers à impulsions ultracourtes 86

par John-Mark Hopkins et Wilson Sibbett

Les lasers dont les impulsions ne durent que quelques milliardièmes de nanoseconde se sont imposés dans plusieurs domaines scientifiques et techniques.



L'historien tente de répondre à des questions simples : qui, où, quand, comment ? Ainsi les pierres précieuses, qui ornent depuis l'Antiquité les couronnes et les bijoux des familles régnantes et des riches marchands, sont sources d'interrogations : d'où viennent-elles, quand ont-elles été trouvées, comment les orfèvres les ont-ils travaillées, comment les émeraudes s'échangeaient-elles ?

La recherche historique a longtemps été confinée à l'interprétation des textes et à l'examen du style des œuvres, à des fins de datation et d'identification géographique. Il en est tout autrement aujourd'hui grâce à l'analyse physico-chimique fondée sur la diversité géologique. Les caractéristiques accessoires acquises lors de la formation des gemmes, leurs impuretés et leurs inclusions, permettent d'identifier leur provenance et de suivre leur itinéraire historique. Après avoir reconstitué les climats passés, les mouvements des roches, l'histoire de la Terre depuis sa formation, l'analyse isotopique retrace aujourd'hui les goûts de l'époque et les techniques des artisans. Tout cela grâce à des «imperfections» qui constituent l'intérêt et le principal (voir *La route des émeraudes anciennes*, pages 58 à 65). Et ces analyses délicates portent sur des quantités si minimes que l'examen n'endommage en rien l'objet d'étude.

Qu'apporte la philosophie aux sciences ? Certainement un questionnement scientifique qui dépasse les seules considérations morales que les philosophes à la mode présentent aujourd'hui avec des platitudes enrubannées. La philosophie a posé les bonnes questions, les sciences, notamment la logique mathématique, ont apporté des réponses. Sur l'infini, par exemple, les mathématiques ont enrichi et renouvelé le discours philosophique ; la philosophie classique, pense le logicien, celle de Kant par exemple, est trop contrainte par sa volonté de se limiter à une vision «interne» et de bon sens. Les sciences n'ont pas ces œillères, la réalité imposant un élargissement des concepts.

La logique et la théorie de la complexité apportent des résultats troublants : les démonstrations utiles sont les plus simples ! Cela justifie-t-il la paresse du cancre ? Vous devinez la réponse, mais vous pourrez lire les détails de l'argumentation dans l'article de Jean-Paul Delahaye, *Mathématiques et Philosophie*, pages 100 à 105.

Philippe BOULANGER



BLOC-NOTES

DIDIER NORDON

L'âne, le singe et la tortue

En science, comme chez La Fontaine, l'animal est une source de métaphores spectaculaires. Il y a toute une ménagerie. Le chat de Schrödinger, le serpent de Kekulé, le limaçon de Pascal, l'âne de Buridan, la tortue de Zénon d'Élée... Certaines métaphores sont dépourvues de nom d'inventeur. Ainsi, l'effet papillon, qui remonte à une conférence prononcée en 1972 par le météorologue Edward Lorenz. L'origine d'une autre métaphore zoologique anonyme, plus ancienne que cette dernière, commence à se perdre, celle du singe dactylographe : laissé seul avec une machine à écrire sur les touches de laquelle il frappe au hasard, jamais un singe ne tapera *Hamlet*. On peut tenir cet événement pour impossible, même si sa probabilité est, en toute rigueur, non nulle.

Selon Pierre Guiraldenq, le singe dactylographe apparaît en 1914 dans un livre sur le hasard dû au mathématicien et homme politique Émile Borel (1871-1956). Laissons aux érudits le soin de dire si la paternité de l'image revient à Borel ou s'il a eu des prédécesseurs. L'essentiel, quant à nous, est d'avoir évoqué Borel en cette solennelle année 2000, laquelle marque – événement rare et même unique – le 129^e anniversaire de sa naissance.



Le devoir de mémoire

La prolifération des articles scientifiques pose d'énormes problèmes. Le plus grave est l'impossibilité pour un chercheur de se tenir au courant de ce qui se passe dans sa propre discipline.

Une mesure simple ferait cesser cette situation préjudiciable : que nul n'ait le droit de publier un article de physique s'il n'a pas lu et compris tous les articles de physique déjà publiés. Tous, car il en va de l'unité de sa discipline. Exigence analogue en chimie, en biologie, en mathématiques... Vu le stock impression-

nant d'articles actuellement disponibles, les chercheurs en auront pour au moins dix ans à ne rien faire d'autre que lire. C'est un long délai, mais cela leur apprendra à ne pas avoir étudié leurs leçons au fur et à mesure. Mauvais élèves ! Alors, et seulement alors, ils retrouveront le droit de publier. Mais la même condition restera exigée d'eux : avoir lu tous les articles de leur spécialité avant d'en ajouter un nouveau. Cela les contraindra à un rythme de publication enfin raisonnable. On pourra recommencer à penser les sciences comme étant en progrès, et non comme étant une explosion, un éparpillement incontrôlé.

Tous les remèdes ont des effets secondaires imprévus et néfastes, sauf celui préconisé ici, ça, à coup sûr il ne sera jamais appliqué...



À qui la science profite-t-elle ?

Pour avoir cru et proclamé que la science était sur le point de tout connaître, les savants scientifiques de la fin du XIX^e siècle (Berthelot, Kelvin...) suscitent aujourd'hui la moquerie. L'histoire a montré combien leur position était naïve en même temps qu'arrogante. Champions de la modestie, nous estimons quant à nous que jamais notre savoir ne viendra à bout des mystères du monde. Et nous nous en félicitons : il restera toujours quelque chose à chercher.

Notre position n'est ni plus ni moins fondée que celle des scientifiques. On ne peut pas plus prouver qu'il restera toujours de l'inconnu qu'on ne peut prouver le contraire. Décider de cette question est affaire non de science mais d'idéologie. Or, par un aspect au moins, la position actuelle est moins saine que celle du XIX^e siècle. À force de nous réjouir d'avoir toujours quelque chose à découvrir, nous



en arrivons à adopter une conception pour ainsi dire frivole de la science. Exemple. Lorsque des mathématiciens commentent une démonstration récente, ils la jugent bonne si elle ouvre de nouveaux champs de recherches, mais stérile si elle clôt un problème sans susciter de nouvelles questions. Stérile, oui, même si le problème qu'elle règle était fameux et avait fait « sécher » longuement la profession ! Qu'est-ce à dire, sinon que le seul intérêt d'un résultat réside dans le fait qu'il occupe les chercheurs ?

Dans leur enthousiasme, les savants du XIX^e siècle étaient plus respectueux du savoir. Espérer, grâce à la science, connaître un monde sans mystère, c'est accorder à cette dernière un statut autrement plus élevé que d'en faire un divertissement pour chercheurs.

Le lion, superbe et paresseux

Devinette. Un lion marche dans la savane. Par hasard, son chemin vient à croiser celui d'une antilope. Que se passe-t-il ?

Réponse. Rien.

Ce que je dis là n'est pas pour avoir assisté à la scène, mais pour en croire un livre d'Yves Christen, *Le peuple léopard* (Michalon, 2000). En effet, l'antilope court plus vite que le lion. Le lion sait que, s'il attaque, il perdra son énergie sans aucune chance d'attraper sa proie. Et l'antilope sait que le lion le sait. Elle se contente d'émettre un cri d'alarme. Le cas échéant, elle continue de brouter sous les yeux du lion. Renoncer à son repas serait stupide et périlleux – affamé, on court moins vite – alors qu'un lion repéré n'est pas un danger. Elle sait jusqu'où elle peut le laisser approcher. Un fauve ne peut déguster une antilope bien fraîche que s'il la surprend. Selon Yves Christen, les calculs et les supputations des intentions de l'autre exigés par la chasse – de la part du prédateur comme de la part de la proie – sont une preuve éclatante de l'intelligence animale.



TRIBUNE DES LECTEURS

Vive le sucre sucré!

Didier Nordon (voir *Pour la Science*, mai 2000) discute la pertinence de la proposition «même dépourvu de saveur sucrée, le sucre resterait un ingrédient de base en industrie alimentaire» (Revue Sucre info service, décembre 1999), qui, j'en conviens (et cela d'autant plus aisément que j'en suis l'insigne auteur!), frise l'aphorisme. Mais depuis quelques années, la réalité de la science a dépassé la fiction. Le vertige de cette affirmation n'est certes pas métaphysique, mais il est certainement psychophysique.

En effet, les recherches en chimioréception de la saveur sucrée ont fort logiquement recours à des composés sucrés, dont le saccharose, mais elles font aussi appel à des inhibiteurs plus ou moins spécifiques de cette saveur dans le but de modéliser les relations du type «structure/activité».

Parmi ces inhibiteurs, le sel de sodium de l'acide paraméthoxy-propanoïque, substance isolée à l'origine des graines de café vert, a fait l'objet d'un développement commercial et de brevets d'application – en association avec le sucre – dans différents produits alimentaires.

Pour ces applications, l'objectif est de maintenir une concentration de sucre importante à des fins technologiques (conservation par diminution de l'activité de l'eau, effet sur la texture, apport de masse, etc.) ou nutritionnelles (substitution des matières grasses, densité énergétique élevée pour aliments de l'effort) tout en réduisant la saveur sucrée perçue à un niveau acceptable.

Dans ce cas précis, le sucre «perd» apparemment son goût tout en gardant sa valeur technologique (réactions de Maillard comprises!). En d'autres termes, nous perdons un sens commun, mais l'affirmation sujette à caution retrouve (un peu) le sien.

Pour finir, je vous rejoins sans retenue pour clamer à vos côtés : vive le sucre sucré!

Philippe REISER, CEDUS, Paris

Darwin dans l'Histoire

L'influence de Darwin sur la science moderne (voir *Pour la Science*, septembre 2000) est indéniable. On ne doit pas pour autant oublier l'œuvre de ses prédécesseurs, car lui aussi en eut.

Ernst Mayr, à propos de la Théorie de l'évolution, fait tout commencer avec Darwin : il en a «fondé», «créé», «introduit» toutes les composantes. Toutefois, dès la fin du XVIII^e siècle et au début du XIX^e, les idées bouillonnent et l'on débat sur l'histoire de la Terre et l'origine de la Vie.

S'il était vrai que jusqu'à Darwin, tout le monde croyait à la stabilité des espèces, on peut se demander pourquoi Cuvier se donnait déjà tant de mal, dès 1830 et même dès 1800, pour combattre l'idée de la transformation des espèces, que E. Mayr considère comme «la conception moderne de l'évolution» et comme un des principaux «apports» de Darwin. Cuvier n'avait pas attendu Darwin (et pour cause, il était mort avant!) pour juger que cette idée était peut-être «la plus superficielle et la plus vaine de toutes celles que nous avons déjà eu à réfuter», que «parmi les divers systèmes sur l'origine des êtres organisés, il n'en est pas de moins vraisemblable que celui qui en fait naître successivement les différents genres par des développements ou des métaphores graduelles», et que le soutenir aboutirait à «réduire à rien toute l'histoire naturelle, puisque son objet ne consisterait qu'en des formes variables et des types fugaces».

S'il était vrai que pour Lamarck, l'évolution a un but, pourquoi a-t-il enseigné le contraire? «C'est une véritable erreur que d'attribuer un but, une intention à la nature dans ses opérations. Elle n'en saurait avoir, puisqu'elle n'est point une intelligence, un être particulier».

S'il était vrai que Lamarck se figurait l'histoire de la vie comme une «évolution linéaire» pourquoi l'a-t-il représentée par un «tableau» (phylogénétique) «de la formation des animaux» avec de nombreuses ramifications?

S'il était vrai que le concept de l'hérédité des caractères acquis est uniquement lamarcien, on peut se demander ce qui a pu pousser Darwin à proclamer que personne n'avait fait autant que lui en faveur de l'hérédité des caractères acquis par l'usage et le non-usage.

S'il était vrai que Darwin avait tout inventé de la Théorie de l'évolution, comment expliquer qu'une grande partie des naturalistes de l'époque, à commencer par son maître et ami Lyell, aient pu s'exclamer lors de la publication de *L'Origine des espèces* : «c'est du Lamarck»?

Darwin certes, mais n'oublions pas que sa théorie n'est pas née du néant, mais repose sur l'œuvre de ses prédécesseurs.

Goulven LAURENT, Brest

Des extinctions

Dans l'article de Claude Babin et Mireille Gayet (voir *Dossier Pour la Science*, juillet 2000), du reste exhaustif et embrassant toutes les hypothèses les plus récentes émises sur les diverses extinctions ayant jalonné l'évolution de la Vie, j'aimerais revenir sur un point particulier concernant l'extinction du Trias supérieur, il y a environ 215 millions d'années.

Ce point particulier pourrait passer pour un détail, mais il a en fait son importance lorsque l'on argumente sur les crises qui ont touché l'évolution de la Vie. Il fait en effet (et par extension) référence à l'exploitation de bases de données qui utilisent parfois des termes erronés pour désigner des groupes d'animaux ou de végétaux, que l'on ne va pas forcément vérifier dans une littérature abondante et dispersée.

Lorsque C. Babin et M. Gayet parlent du «net recul des amphibiens» au cours du Trias supérieur, ils ont raison, mais avec un argument faux – l'«extinction des labyrinthodontes» – pour deux raisons : la première est que le terme «labyrinthodonte» (littéralement, «à dent montrant une dentine plissée» pour désigner les amphibiens fossiles) est désuet. Créé en 1850, il n'est plus guère utilisé aujourd'hui, ce type de dent étant également présent chez certains poissons.

Les auteurs pourraient rétorquer qu'il en va de même pour le terme actuellement retenu de «stégocéphale» («dont la tête est composée de plaques»), valable aussi pour certains poissons et créé 18 ans plus tard. Certes, mais ce dernier a tout de même un avantage sur l'autre : il fait référence aujourd'hui à un groupe bien défini (c'est-à-dire monophylétique) comprenant tous les amphibiens fossiles (même si ceux-ci n'avaient pas grand chose à voir avec nos batraciens actuels), et c'est donc lui qui aurait dû être usité...

Cette remarque n'est pas, comme on pourrait le croire, une simple question de vocabulaire : on a vu (trop) souvent (même si ce n'est pas le cas ici) des courbes montrant en fait des extinctions «gommées» ou, au contraire, «exagérées» en fonction des noms de groupes utilisés.

La deuxième erreur est plus grave, car elle est relative à des données qui, hélas, ne sont apparemment pas mises à jour. Les stégocéphales ne se sont jamais éteints au Trias supérieur. Les tétrapodes primitifs ont certes connu un «recul» pendant cette crise (pour reprendre le terme de C. Babin et M. Gayet), mais ils l'ont passée tant bien que mal. On connaît en effet des stégocéphales dans le Crétacé depuis les années 1960 et dans le Jurassique depuis bientôt dix ans!

J.-Sébastien STEYER,
Muséum national d'histoire naturelle, Paris

Écrivez à *Pour la Science* vos réactions, vos commentaires et vos réflexions sur l'actualité scientifique et vos relations avec la science. L'adresse de *Pour la Science* sur Internet est : tribune@pouirlascience.fr. Découvrez d'autres contributions de lecteurs sur le site Web www.pouirlascience.com.



Nouvelle université

YVES MICHAUD

L'Université de tous les savoirs connaît un succès que même les plus optimistes n'osaient envisager. Cette université d'un nouveau type fera-t-elle évoluer l'enseignement ?

L'université de tous les savoirs est cet ensemble de 366 leçons (une leçon par jour pendant toute l'année 2000) qui présente un panorama du savoir actuel. Jean-Jacques Aillagon, président de la Mission pour la célébration de l'an 2000, avait d'abord voulu fonder une «université populaire», ouverte à tous, qui mettrait en contact direct les plus grands spécialistes, savants et penseurs, et ce qu'on appelle sans trop savoir ce que cela signifie le «grand public». Le succès a largement dépassé nos attentes : 500 personnes, en moyenne, ont fréquenté, chaque jour, l'amphithéâtre Painlevé du Conservatoire national des arts et métiers ; soit plus de 150 000 auditeurs, sans compter les 500 à 1000 personnes qui consultent les leçons sur l'Internet (www.telerama.fr).

Ce succès est plein d'enseignements sur la façon dont les sciences sont communiquées au public. Tout d'abord, nombreux sont ceux qui veulent comprendre les sciences. Certes, quelques uns de nos auditeurs viennent seulement rêver, mais notre public, qui se renouvelle beaucoup avec les thèmes abordés, est très souvent un public déjà qualifié, qui vient s'informer des avancées et des recherches, voire un public de jeunes passionnés qui viennent nourrir leur vocation scientifique.

Ainsi, malgré les efforts des journaux, revues, collections de vulgarisation, les besoins du public restent incomplètement satisfaits. Les canaux de diffusion, notamment télévisuels, sont les grands absents de la transmission du savoir, même quand ils y ont prétendument vocation. Que n'avons-nous pas entendu quand nous préparions le projet : proposer des leçons était ridicule à l'époque du débat et du zapping, il fallait absolument choisir des vedettes médiatiques, il fallait faire simple, accessible à «n'importe qui». Toutes ces préventions se sont révélées être des préjugés : on ne fait jamais de vulgarisation «pour n'importe qui» ; la plupart des personnes sont fatiguées des zappings, des «ça se discute», des «on en parle». Quant aux vedettes médiatiques, leur notoriété est relative et elle ne sert qu'à rassurer le petit monde des

médias qui imagine qu'il invite des gens connus parce que... lui-même les connaît.

J'ai été frappé, jusqu'à en être ému parfois, par l'extrême disponibilité du monde scientifique et technique pour cette aventure, y compris quand certains ne donnaient pas cher du projet. L'immense générosité des scientifiques tient-elle à la nature même de leur engagement «pour la science»? Ou au sens qu'ils peuvent avoir d'une dette civique envers ceux qui financent leurs recherches, d'une volonté démocratique de communiquer et de faire valoir les connaissances et leurs enjeux? L'effort, toutefois, est surtout frappant dans les sciences «dures», plus «généreux» que les domaines des sciences humaines.

L'exposé des connaissances et des démarches effectives est décalé par rapport aux programmes scolaires et universitaires. Nous avons eu la chance (parce que nous devons établir un programme sur toute une année) de procéder de manière largement transdisciplinaire, selon l'ordre dynamique de la recherche et non selon l'ordre des programmes. Pour moi qui ai longtemps enseigné l'épistémologie aux philosophes, ce contact renouvelé avec l'activité scientifique telle qu'elle se fait a bouleversé des représentations si lourdement académiques qu'elles en avaient vidé la connaissance de tout intérêt. Nous avons vu constamment le rôle structurant des mathématiques, la place exceptionnelle de l'instrumentation et des montages expérimentaux, et le rôle de l'analogie.

Sous un angle différent encore, le contenu des conférences a joué un autre rôle. Il faudrait être vraiment naïf pour croire que même un très grand physicien ou un très grand chimiste pourra transmettre sa science en 50 minutes d'exposé. Ce qu'il peut faire, en revanche, c'est, en collaboration avec les autres conférenciers, fournir au public les éléments d'une réflexion contradictoire et dialectique. De ce point de vue, l'Université de tous les savoirs a parfaitement rempli son rôle de forum démocratique de réflexion sur les connaissances actuelles et sur leurs enjeux. Nous n'avons

jamais eu la prétention de dire aux auditeurs ce qu'il fallait penser de la vache folle, des organismes génétiquement modifiés, de la pollution par les métaux lourds, du clonage thérapeutique, des thérapies géniques ou de l'interception des télécommunications par satellite, mais le public a plusieurs fois manifesté que nos conférenciers, à eux tous, donnaient les éléments indispensables pour que chacun se fasse une opinion.

Bien d'autres leçons ont été tirées de l'expérience en cours. Tout d'abord, les meilleurs vulgarisateurs semblent être ceux qui connaissent parfaitement leur domaine et qui prennent du plaisir à y travailler : il y a une gourmandise de la connaissance. Deuxièmement ce ne sont pas les personnes qui «passent (le plus) à la télévision» qui font les meilleurs conférenciers. Troisièmement, à force de «petits séminaires» et de débats convenus, de cours en petits groupes, certains de nos orateurs ne savent plus parler devant 500 personnes et ils sont soudain pris de trac. Le public, lui, ajuste très exactement ses applaudissements à la qualité de la performance.

Certaines disciplines souffrent d'un handicap par manque de culture du public : la chimie ou le droit, par exemple. En outre, il y a toujours, en France, une réticence à parler de techniques, de matériaux, alors même que chacun a un avis tranché sur les dangers qu'ils font courir. Chez des économistes, on aimerait trouver l'effort héroïque et généreux de pédagogie que l'on trouve chez les spécialistes de physique quantique, de supraconductivité ou de microscopie en champ proche.

L'année 2000 n'est pas terminée, et d'autres leçons suivront, mais une question me préoccupe : l'Université saura-t-elle profiter des enseignements de l'Université de tous les savoirs ?

Yves MICHAUD, professeur de philosophie à Paris 1, est responsable du projet Université de tous les savoirs (UTLS), organisé par la Mission pour la célébration de l'an 2000.



Un marché incomplet

IVAR EKELAND

En pouvant acheter des bons d'essence à prix fixé et valables une certaine durée, tout le monde serait gagnant. Le marché ainsi complété éviterait peut-être les troubles sociaux.

Pourquoi les stations-service ne vendent-elles pas des bons de dix litres de carburant valables un mois ? Vous auriez le choix : soit faire le plein et payer l'essence (ou le gazole) au prix affiché, soit aller à la caisse et acheter, pour un prix un peu supérieur, cinq bons de dix litres qui seraient périmés un mois plus tard.

Les avantages d'un tel système sautent aux yeux. Vous êtes automobiliste et vous craignez une hausse du prix de l'essence ? Inutile d'aller remplir vos jerricans ou de stocker le carburant dans votre baignoire : achetez d'avance votre consommation du mois. Vous êtes transporteur routier, et un client vous demande une livraison de Paris à Madrid, à effectuer dans trois semaines ? Vous acceptez, mais vous lui facturez, non pas le prix du gazole à la pompe aujourd'hui, mais le prix de bon de gazole, et vous vous empressiez d'acheter dès aujourd'hui la quantité de bons nécessaire.

Que de désordres évités : l'existence (de bons) précéderait l'essence. Plus de barrages sur les autoroutes ni aux abords des villes, plus de dépôts d'essence bloqués. Ces bons existeront pour diverses échéances, un, deux ou trois mois par exemple, et les transporteurs pourront conclure des contrats à effet différé en se garantissant contre les hausses des prix. Bien sûr, le bon à trois mois coûte plus cher que le bon à un mois, qui sera plus onéreux que le prix à la pompe : la différence de prix est le coût de la garantie, d'autant plus chère qu'elle s'étend loin dans le temps. Un contrat conclu aujourd'hui pour un transport qui n'aura lieu que dans dix semaines sera négocié sur la base du prix du bon à trois mois. Le moment de la livraison venu, le transporteur présentera à la pompe les bons qu'il aura achetés au moment de la conclusion du contrat, et le tour sera joué.

Le transporteur et le client sont contents, parce qu'ils sont débarrassés des mauvaises surprises : l'opération financière est bouclée à la signature du contrat, et chacun sait exactement à ce moment-là ce que cela lui coûte et ce que cela lui rapporte. Mais, m'objectera-t-on, il faut bien

que quelqu'un perde dans cette histoire ? Si ce n'est ni le transporteur ni son client, il faut donc que ce soit l'émetteur des bons ?

Eh bien non, et c'est toute la magie de la finance moderne. Examinons la question du point de vue de l'émetteur. Bien entendu, une simple station-service ne se livrera pas à ce jeu : ce sera plutôt le rôle d'une grande compagnie pétrolière, qui tirera avantage du fait que ses bons seront valables sur tout son réseau de distribution. Pour ne pas perdre d'argent, et même pour en gagner, elle disposera d'une panoplie de mesures.

D'abord, la fixation du prix des bons. De ce point de vue, la compagnie est dans une position très favorable par rapport aux consommateurs individuels : elle est bien mieux renseignée qu'eux sur l'évolution prévisible des prix du brut, elle est capable de faire des stocks importants quand la conjoncture s'annonce mauvaise, et elle a une assise financière qui lui permet de franchir plus facilement un mauvais cap.

Un petit transporteur routier travaille avec des marges qui rendent insupportable une variation de cinq pour cent du prix du carburant, et il sera prêt à payer comparativement cher une assurance contre ce risque, même si le coût en est très faible (et surtout si c'est le client qui, en définitive, règlera la facture). Si le litre est à 10 F aujourd'hui et a une chance sur dix de passer à 10,5 F dans trois mois, (mais neuf chances sur dix de rester à 10 F), la prime d'assurance à payer pour se garantir contre ce risque est statistiquement de $(0,5 \times 0,1)$ F, soit cinq centimes, ce qui met le bon de un litre valable trois mois à 10,05 F. Les transporteurs le paieront volontiers 10,1, voire 10,2 F, surtout si une publicité bien conçue leur fait surestimer le risque...

En second lieu, la compagnie peut se prémunir contre des variations imprévues du prix du brut par des opérations financières. La flambée des prix du pétrole s'accompagne d'une flambée non moins importante du prix de certaines actions - notamment celles des compagnies pétrolières. Si donc l'on veut se prémunir contre une hausse, on peut (ce n'est qu'un

exemple de couverture parmi d'autres) constituer un portefeuille d'actions dont la valeur suivra la même trajectoire que les cours. Si le prix monte, les consommateurs se présentent aux stations pour faire honorer leurs bons, et la compagnie se voit donc contrainte de leur vendre du carburant à un prix inférieur au cours du jour mais son portefeuille de couverture a pris de la valeur. Si tout est bien calculé, l'argent perdu d'un côté est regagné de l'autre, et l'opération est blanche.

Du point de vue de la théorie économique, il n'y a là rien que de très banal. Le problème du transporteur, c'est qu'il ne peut pas acheter aujourd'hui du carburant livrable dans trois mois, ce qu'un économiste exprimera en disant que le marché n'est pas complet. Le remède à cette situation est de compléter le marché, en créant le produit manquant. C'est ce qu'on dénomme un contrat à terme, et il en existe pour toutes les matières premières, mais à une échelle industrielle : le contrat à terme sur le marché du pétrole brut porte sur mille barils. Tout comme un contrat d'assurance, le rôle de ces contrats est de transférer les risques de ceux qui ne veulent pas les prendre, à ceux qui savent les gérer. Ces contrats sont complètement entrés dans les mœurs de la vie économique, et nous en utilisons tous les jours sans même nous en rendre compte. Le timbre ou le ticket de métro, par exemple, ne portent plus d'indication de prix : mais si demain le prix de la lettre ou du trajet urbain change, ils restent utilisables, et si je crains une hausse, j'en achète d'avance. Cela signifie que ce sont en fait des contrats à terme passés avec l'État ou avec la RATP. Les bons de carburant rendraient le même service et, en plus, permettraient aux compagnies de gagner davantage d'argent. C'est si commode que je reviens à ma question initiale : pourquoi personne ne se préoccupe-t-il de compléter ce marché ?

Ivar EKELAND est professeur à l'Université Paris-Dauphine.



Petit Format/A. Chaumat

En culotte courte

HERVÉ THIS

L'observation des enfants en crèche révèle l'évolution de leurs goûts alimentaires.

Les parents gastronomes font tous entendre la même antienne : leurs enfants semblent n'aimer que les féculents – pâtes, riz, pommes de terre –, les fromages les plus fades et les viandes insipides, tel le blanc de poulet. Pourquoi les enfants commencent-ils leur vie alimentaire par ces aliments fades ? Comment les mettre sur la «voie» ? Psychologues et sociologues pourraient s'interroger sur les motivations biologiques qui poussent les parents à se désoler, mais, aujourd'hui, ce sont des «sensorialistes» qui explorent les choix alimentaires des enfants et l'évolution de ces choix.

L'expérience qui livre aujourd'hui ses premiers résultats a commencé en 1982 et s'est achevée en 1999, dans la crèche Gaffarell de l'Hôpital de Dijon. Elle a porté sur des enfants âgés de deux à trois ans, qui, au déjeuner, choisissaient la composition de leur repas. Avec quelques contraintes, toutefois : parmi les huit aliments proposés figuraient du pain, deux entrées, une viande ou un produit carné ou un poisson, deux légumes ou féculents, deux fromages ; les plats sucrés n'étaient pas mis au menu, en raison de l'attrait présumé pour le sucré : ils étaient réservés au goûter. Les enfants pouvaient se resservir, mais ils n'étaient pas autorisés à prendre plus de trois fois d'un même aliment pendant le même repas. Pour les 25 enfants présents à la crèche, chaque année, les puéricultrices orchestraient et notaient ces libres choix ; les huit plats étaient sur une table, les enfants prenaient ce qu'ils voulaient, et ils pouvaient notamment ne rien manger. Au total, 420 enfants ont été suivis sur 110 repas en moyenne.

Aujourd'hui, Sophie Nicklaus et Sylvie Issanchou, du Laboratoire de recherches sur les arômes de la Station INRA de Dijon, en collaboration avec Vincent Boggio, de la Faculté de médecine de Dijon, dépouillent les résultats. Les questions étudiées sont nombreuses : quels aliments ont-ils été consommés ? Les enfants ont-ils des aversions générales pour certains plats ? Comment interpréter les différences de choix entre les plats ? Comment expliquer les variations des choix ? Par des particularités individuelles des enfants ? À ces questions, le dépouillement des données

donne des confirmations et des informations nouvelles.

Tout d'abord, comme le pressentent les parents, les enfants choisissent surtout des féculents et des viandes ; les fromages choisis sont ceux qui ont peu de goût et une texture molle, et rares sont les «amateurs de roquefort» dès l'âge de deux ou trois ans : gastronomes en culotte courte, peut-être, mais pas en couche. Le pain – signe des temps – est le féculent le moins choisi par rapport aux pâtes, au riz ou aux frites. Et les plats les plus consommés sont les frites, les chipolatas, les quiches, les pâtes, le poisson pané, le riz, la purée, le jambon, le bifsteak. Pas de surprise, mais une confirmation quantifiée.

Les choix des viandes, notamment, ont étonné les chercheurs : les enfants font peu de différence entre les viandes, choisissant presque indistinctement le rôti de porc, le dindonneau, le gigot ou les abats. En revanche, pour les légumes (moins souvent choisis que les viandes), les choix sont tranchés : le type de légumes et le type de préparation culinaire déterminent les choix des enfants. Par exemple, l'épinard, qui a si mauvaise réputation parmi les enfants, est pourtant le légume le plus consommé... quand il est nappé de sauce blanche. Les légumes tels que les endives, le chou (cru ou cuit), les tomates ou les haricots verts attirent peu les gastronomes de crèche : apparemment les produits de texture dure et fibreuse (difficiles à mâcher) sont rejetés, de même que ceux dont l'amertume est prononcée.

Pourquoi ces choix des enfants ? Les sensorialistes ont cherché à mettre en relation ces choix avec la valeur nutritionnelle, et ils ont découvert que plus les aliments ont une valeur énergétique notable, plus ils sont choisis (à l'exception des fromages). Doit-on voir dans cette observation une influence encore forte de l'inné, chez les enfants ? On sait que les nourrissons à qui l'on fait goûter des solutions salées, sucrées, acides ou amères font des grimaces de dégoût pour l'acide ou l'amer, et une mimique de plaisir quand ils testent du sucré : ils sont analogues aux singes frugivores, qui associent la saveur sucrée à la présence de sucres,

molécules à haute densité d'énergie, et l'amer aux végétaux qui contiennent des alcaloïdes toxiques. C'est progressivement que l'enfant apprend, plus tard, par conditionnement et par culture, à diversifier son alimentation : le conditionnement est celui qui apparaît, par exemple, quand le cerveau associe satiété et consommation préalable de molécules énergétiques et non sucrées, telles les graisses ; la culture, elle, explique que des enfants même tout jeunes se délectent de mets au goût puissant, que les explications biologiques feraient rejeter.

La deuxième synthèse importante concerne la forte variabilité des choix pour les produits à goût puissant. Aujourd'hui, aucune des variables analysées n'explique cette variabilité : ni le sexe, ni l'allaitement maternel, ni le rang de l'enfant dans la famille, ni son indice de masse corporelle (une mesure de la masse grasseuse, que l'on obtient en divisant le poids par la taille au carré)... On ignore donc encore comment s'expliquent les variations importantes existant d'un enfant à l'autre.

Les choix alimentaires des jeunes enfants ayant été très peu étudiés, il n'est pas étonnant que ces premières études laissent de nombreuses observations inexpliquées. De surcroît, il faudra encore attendre longtemps avant de pouvoir corréler les choix des enfants étudiés aux préférences des adultes que ces enfants deviendront. C'est à ce prix que l'on comprendra les mécanismes de l'apprentissage alimentaire au cours de l'enfance, et que l'on découvrira l'importance des expositions précoces dans les choix ultérieurs, supposée depuis longtemps, mais peu démontrée. L'industrie s'intéresse évidemment aux résultats de ces études : pour offrir des produits qui plairont plus longtemps, elle veut comprendre la dynamique des préférences alimentaires des tout petits.

Prochain rendez-vous France Info et Pour la Science le 29 novembre 2000, avec la chronique Info Sciences de Marie-Odile Monchicourt.