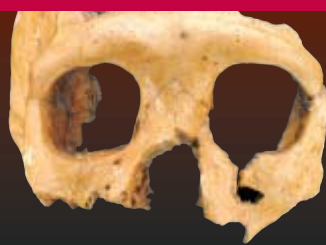


Septembre 2001

Édition française de Scientific American

La formation de l'Atlantique Nord

Nos ancêtres cannibales



Les biofilms



L'Univers de Lemaître



Canada : \$ 8,95 / Belgique : 285FB / Suisse : 11,20FS

M 2687 - 287 - 39,00 F



BLOC-NOTES

de Didier Nordon

3



SCIENCE ET ÉCONOMIE

Pitié pour les troisièmes!

par Ivar Ekeland

5

TRIBUNE DES LECTEURS

6

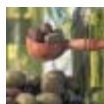


POINT DE VUE

Plus fort que l'astrologie, la gènologie!

par André Langaney

8



SCIENCE ET GASTRONOMIE

Huile d'olive et santé

par Hervé This

10

PRÉSENCE DE L'HISTOIRE

Un mathématicien mort sous la torture

par Gérard Tronel

12

PERSPECTIVES SCIENTIFIQUES

18



■ Narines des dinosaures ■ Attention, l'ombre va avoir un accident! ■ Tendre calcaire et vieilles gravures ■ Stalagmites sous-marines ■ Les visions de la pythie ■ Trous noirs et sursauts gamma ■ Une mite exceptionnelle ■ La biodiversité ■ La panique modélisée ■ Une sexualité de survie ■ L'homme à face plate ■ Cerveau et pesanteur ■ Les aurores à protons ■ Un trou dans la banquise



LOGIQUE ET CALCUL

L'enfer des paris

par Jean-Paul Delahaye

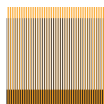
98

ÉNIGMATH

Entrez dans le quadrille

par Dennis Shasha

103



ART ET SCIENCE

Les moirés de Vasarély

par Loïc Mangin

104



IDÉES DE PHYSIQUE

La plongée sous-marine

par Roland Lehoucq, Jean-Michel Courty

106



ANALYSES DE LIVRES

108

■ *Lamarck, genèse et enjeux du transformisme 1770-1830*, de Pietro Corsi ■ *Le Soleil, le génome et Internet. Les révolutions scientifiques et leurs instruments*, de Freeman Dyson ■ *Introduction à la psychologie du sport*, de Karine Bui-Xuan ■ *Rencontres entre artistes et mathématiciennes. Toutes un peu les autres*, de T. Chotteau, F. Delmer, P. Jakubowski, S. Paycha, J. Peiffer, Y. Perrin, V. Roca, B. Taquet

Nos ancêtres, les cannibales

30

par Tim White

Les preuves de cannibalisme sont rares, mais il est désormais avéré que cette pratique est ancrée dans notre histoire. On en a découvert des preuves en Europe, notamment en France, et en Amérique.

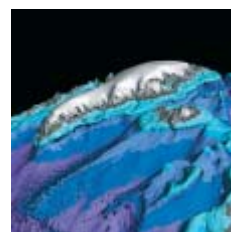


La naissance de l'Atlantique Nord

38

par A. Braun et G. Marquart

Longtemps, la dorsale qui sillonne l'Atlantique a hésité, avant de s'orienter vers le Nord-Ouest de l'Islande. L'altimétrie satellitaire et la tomographie sismique nous révèlent comment.

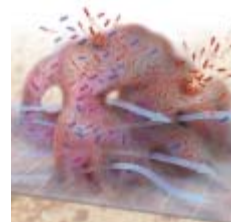


Les biofilms

48

par B. Costerton et P. Stewart

Des bactéries organisées en films résistent aux antibiotiques et aux défenses immunitaires. Les microbiologistes étudient ces communautés bactériennes pour trouver des moyens de lutte plus efficaces.



L'Univers de Georges Lemaître

54

par Dominique Lambert

Georges Lemaître fut l'un des fondateurs de la théorie du Big Bang. Nombre de ses intuitions, qu'il défendit parfois contre Einstein lui-même, se sont révélées d'une portée fondamentale.



2 encarts d'abonnement entre les pages 16 et 18, encart broché service lecteurs et carte d'abonnement entre les pages 96 et 97.
En couverture : A. Braun ; données : Smith et Sandwell, GTOPO30, IBCAO ; reconstitution 3-d : Deutsches Fernerkundungsdatenzentrum ; DLR oberpfaffenhofen

Histoire démographique et génétique du Québec

62

par Alain Gagnon, Hélène Vézina et Bernard Brais

Grâce aux registres paroissiaux anciens, les démographes ont reconstitué la généalogie des Québécois dont les ancêtres étaient venus de France.



La lumière ralentie

70

par Lene Verstergaard Hau

Des expériences où la lumière est ralentie, voire même arrêtée, ouvrent la voie, notamment, à de nouvelles méthodes de communication optique et à la simulation de trous noirs en laboratoire.

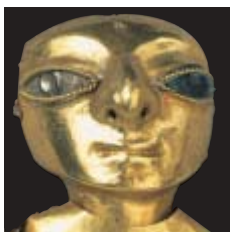


Or et céramiques des Andes du Nord

78

par Jean-François Bouchard

Depuis quelques années, les archéologues ont enfin accès à la nécropole équatorienne de Tuma-co-La Tolita, et reconstituent l'histoire des Amérindiens qui y ont prospéré vers le début de notre ère.



Le son des timbales

86

par A. Chaigne, P. Joly et L. Rhaouti

Quels phénomènes physiques déterminent la qualité musicale d'un son? Pour le savoir, les acousticiens élaborent de nouvelles techniques de simulation des vibrations de l'instrument et de l'air.



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

Georges Lemaître, créateur de l'Univers

Les questions ont parfumé les pensées de notre enfance : comment flottent les astres de la voûte étoilée? Qu'existait-il avant que la Terre existe? Et, évidemment, qui nous a créés? Mathématiciens, physiciens et cosmologistes ont précisé ces questions... Avant l'abbé Georges Lemaître, les scientifiques observaient et s'interrogeaient sur les changements dans l'Univers ; avec Lemaître, l'Univers, en tant qu'entité, est devenu objet d'études (voir *L'Univers de Georges Lemaître*, pages 54 à 61). Est-il plus notable discontinuité épistémologique?

L'explosion des connaissances en physique dans les années 1920 a fourni les outils – mécanique quantique, relativité générale – pour cette remontée dans le temps. Il n'empêche : il fallait une énorme confiance dans les lois de la physique pour penser qu'elles s'appliquaient en des temps si éloignés (ils ne pouvaient l'être plus). L'Univers est ainsi passé d'un ensemble vague à un objet d'études caractérisé par des propriétés, objet sur lequel il était possible de raisonner physiquement. Lemaître émet l'idée que l'Univers est en expansion et que, pour connaître ses premiers instants, il suffit de dérouler l'histoire à l'envers. De surcroît, raisonne Lemaître, les traces de passé ne sont jamais totalement effacées et il doit exister des reliques de la création, quand l'Univers était l'atome primitif qu'il avait imaginé. Notre bon abbé s'est trompé dans l'identification des rayonnements fossiles, témoins des premiers instants, mais il importe peu : des erreurs, permettent – la démarche est habituelle – prédictions et vérifications expérimentales, qui cernent de plus près la vérité.

Le Big Bang n'est pas une invention américaine, mais l'idée lumineuse d'un prêtre belge qui a aussi ouvert les réflexions sur le futur. Si l'Univers est né, il a un avenir sur lequel nous nous interrogeons encore, selon les voies tracées par Lemaître. Les questions de l'enfance n'ont pas toutes été résolues, mais depuis 1927, nous examinons notre Univers comme une vivante personnalité.

PHILIPPE BOULANGER



BLOC-NOTES

DIDIER NORDON

La dynastie des Ing

Mon living donnant sur un dancing, je dors peu. Je compense grâce au training autogène. Sitôt levé, mon timing se déroule selon un planning précis. D'abord, footing, jogging et body-building pour être super-top lors de mon prochain trekking. Ensuite, un rapide brushing, car je dois me présenter smart à ma holding, spécialisée dans le consulting international et le lobbying. Qu'importe si le parking est plein : je fais du rolling. Monté dans le building, j'écoute le briefing du managing, participe à un brain-storming avec l'ingéniering, surveille les mailings, vérifie les listings... Un vrai zapping! Cependant, le time-sharing informatique n'est pas pour moi. Que voulez-vous, je ne suis pas né dans le cocooning, je ne suis pas adepte des strings et autres piercings. Autrement dit, je date du baby-booming : le surfing, je n'ai pas le feeling pour.

Je déplore ce perpétuel subbooking. Hélas, ce qui me manque est indigne de mon standing. J'hésite à le dire. Allons, soyons courageux! Voici mon outing. Oui, je l'avoue, j'aimerais m'accorder, par-ci par-là, un petit siesting.



Recrutement impossible

Charlatan est, en soi, une profession. Une profession utile, puisqu'il s'agissait d'aller dans les foires arracher les dents pourries qui voulaient bien s'y présenter. Comme l'arrachage est toujours pénible, un charlatan digne de ce nom doit savoir prononcer les phrases qui promettent monts et merveilles au patient.

Qu'est-ce alors qu'un charlatan au sein de la corporation des charlatans (charlatan au carré)? Pour le dire autrement, quand déclarera-t-on qu'un charlatan est un charlatan? Est-ce quand, pratiquant la profession divinement bien, il sait non seulement vendre du vent, mais encore en vendre alors qu'il n'y en a pas, bref parvient

à convaincre le patient que telle dent, saine en réalité, doit être arrachée? Est-ce au contraire quand, indigne de sa profession, c'est-à-dire scrupuleux jusqu'à l'excès, il n'ose pas arracher une dent pourtant menaçante?

Le recrutement objectif des charlatans se révèle impossible. Boni de Castellane ne pensait pas autrement : il n'imaginait pas faire partie d'un club qui aurait l'incongruité de l'accepter pour membre.

La coïncidence fait le hasard

Vous marchez sur les Champs-Élysées. Dans la foule qui déambule, vous croisez Dupont. Vous ne le connaissez pas, il ne vous connaît pas, tout est banal, rien ne se passe.

Vous marchez sur les Champs-Élysées. Dans la foule, vous croisez Martin. Vous vous jetez dans ses bras : «Toi ici! Si je m'attendais à ça! Depuis 20 ans que nous ne nous étions vus, quel hasard extraordinaire!»

Étrange. La probabilité de croiser Dupont et celle de croiser Martin sont *a priori* égales. Or, la première rencontre passe inaperçue et la seconde semble marquée par l'intervention inopinée du hasard, et surprend. La notion de hasard est subjective. Il n'y a de hasard qu'à partir du moment où un homme s'étonne.

Un théorème de Bourbaki

Avoir des idées est plus facile que les mettre en ordre. Un auteur pourra passer des mois entiers à intervertir et réintervertir les chapitres au sein de son livre, les paragraphes au sein des chapitres, les phrases au sein des paragraphes, les mots au sein des phrases – voire les lettres au sein des mots! Parfois, la catastrophe naît d'un geste infime : il restructure un bref passage et voilà soudain que tout l'ensemble est, une fois de plus, à reconstruire. Inévitablement, vient un moment où l'auteur se désespère. Et si ce processus était divergent? Et si cette effrayante combinatoire était destinée à ne jamais connaître de fin?

Non. Un heureux théorème de Bourbaki affirme que le processus de réarrangement converge toujours vers un état stable : il s'arrête nécessairement au bout d'un temps fini. À vrai dire, Bourbaki n'a pas démontré son théorème, mais il l'a utilisé copieusement et avec succès, ce qui revient au même. Comme on sait, Bourbaki était un auteur collectif. Or le processus de réarrangement, qui a déjà grande



Matys

peine à satisfaire un auteur unique, n'a plus aucune chance de converger s'il y a plusieurs auteurs. Jamais ils ne se mettront d'accord. Alors, quand les bourbakistes en avaient pardessus la tête de s'entre-injurier, quand ils ne supportaient plus de voir le dix, vingt ou trentième projet de rédaction du même volume, ils arrêtaient le jeu, envoyaient le tout à l'éditeur dans l'état où ça voulait bien se trouver, et considéraient que c'était parfait comme ça.

Que les auteurs en proie aux affres de la mise en ordre de leurs idées se rassurent. Leur supplice connaîtra une fin. Théorème : toute écriture de texte converge au sens de Bourbaki.

On note les correcteurs

Lorsque les candidats à un concours sont nombreux, leurs copies sont réparties entre plusieurs correcteurs. La pratique pose problème : comment éviter qu'un candidat soit avantagé ou lésé selon le correcteur sur lequel il tombe? Avec la foi dans les statistiques qui fait sa force, l'Administration a un credo simple : que les moyennes des notes mises par les divers correcteurs soient à peu près égales, et aucune injustice n'aura été commise.

Du coup, chaque correcteur vit dans la hantise d'être repéré comme trop généreux, ou trop sévère, par rapport à ses collègues. Car il est alors soumis à la procédure dite «d'harmonisation», qu'on pourrait appeler de façon moins élégante, mais plus réaliste, «art d'éviter de faire des vagues» : on lui demande de reprendre ses corrections pour essayer de se rapprocher de la moyenne générale. Tâche supplémentaire et combien ennuyeuse!

Moralité. Les candidats rêvent d'être au-dessus de la moyenne. Leurs examinateurs, plus modestes, rêvent d'être pile dedans.





J.-M. Thiriet

Pitié pour les troisièmes!

IVAR EKELAND

Les marchands offrent des options qui tirent parti des caractéristiques secrètes de leurs clients, lesquels en profitent aussi. Tout est bien.

On n'est pas dans la tête d'autrui : vous voyez ce que je fais, vous écoutez ce que je dis, vous lisez ce que j'écris, mais vous ne savez pas ce que je pense. Cette constatation paraît d'une affligeante banalité, propre tout au plus à alimenter des réflexions métaphysiques sur le sujet pensant. Il n'en est rien : elle a des conséquences sur l'activité humaine, et les économistes modernes ont le mérite de l'avoir enfin mise au centre de la théorie.

Examinons un exemple simple. Voici que je m'établis comme assureur automobile. Au terme d'une étude statistique poussée, je constate que les mauvais conducteurs ont plus d'accidents que les bons, et j'établis donc deux tarifs, l'un pour les bons, l'autre pour les mauvais, calculés de manière à me laisser un modeste bénéfice. Voici donc que le premier client se présente, et je lui pose donc la question : «J'ai deux tarifs, l'un pour les bons conducteurs et l'autre pour les mauvais. Êtes-vous bon ou mauvais conducteur?»

Notez bien que dans beaucoup de pays, où les compagnies d'assurances sont en concurrence, il leur est interdit de se communiquer les dossiers des clients. La situation que je décris, si elle n'est pas applicable en France, où les gens traînent leur *bonus* ou leur *malus* avec eux, n'en est pas moins réaliste. Qui, dans ces conditions, répondrait qu'il est mauvais conducteur et réclamerait le tarif élevé? Aussi devrais-je donc assurer tous mes clients au prix que j'avais calculé pour les bons conducteurs ; je perdrais de l'argent et je devrais relever les primes l'année suivante, amenant ainsi le départ de quelques bons conducteurs qui ne veulent pas payer pour les mauvais. Je me retrouverais avec une clientèle composée uniquement de mauvais conducteurs.

Supposons maintenant qu'au lieu d'interroger directement le client sur ses capacités de conducteur, je lui pose la question suivante : «J'ai deux tarifs : l'un avec une franchise élevée et une prime basse, l'autre avec une franchise basse et une prime élevée. Lequel choisissez-vous?» Si ces montants sont bien calculés, les clients se répartiront en deux populations. Si les montants des primes sont bien

calculés, les bons conducteurs, ou ceux qui se jugent tels, choisiront le premier contrat (prime basse), et les mauvais le second (franchise basse). Ce calcul est délicat, car il faut que chacun des contrats soit avantageux pour la population à laquelle il est destiné, sans le devenir pour l'autre, mais enfin il est possible. Le résultat est que chacun, dans son propre intérêt, me dira la vérité, les bons conducteurs qu'ils sont bons, ce qui n'a rien d'extraordinaire, et les mauvais qu'ils sont mauvais, ce qui est plus remarquable, non par des mots, mais par le contrat choisi.

Si l'ensemble des deux contrats que l'assureur propose permet d'atteindre ce résultat, on dit que ces contrats sont révélateurs (ou incitatifs), et l'assureur détermine alors, parmi tous les contrats révélateurs, le plus avantageux pour lui (qui lui rapportera le plus d'argent). Ses possibilités de gain ne sont pas illimitées car, s'il matraque trop les clients, ils iront s'assurer ailleurs et il y a donc un meilleur contrat révélateur. Celui-ci a des propriétés intéressantes.

On constate, par exemple, qu'il faut faire des conditions particulièrement avantageuses aux bons conducteurs pour qu'ils ne soient pas attirés par le contrat proposé aux mauvais. En d'autres termes, si l'on pouvait lire sur les visages qui conduit bien et qui conduit mal, l'assureur changerait ses contrats d'une façon qui n'affecterait pas les mauvais conducteurs, mais où les bons conducteurs seraient assurés à un «juste prix» moins avantageux pour eux que celui dont ils bénéficient en l'absence d'information. En d'autres termes, ceux-ci, du fait qu'ils sont seuls à savoir qu'ils sont bons et qu'ils peuvent prétendre qu'ils sont mauvais, touchent une rente dite «informationnelle».

On pourrait penser que ce genre de considérations est typique du néolibéralisme actuel et du souci d'extraire des poches des consommateurs jusqu'au dernier centime, mais l'on se tromperait. Les racines de cette théorie se trouvent en France, et même dans le débat sur le service public à la française, entamé depuis deux siècles et toujours d'actualité.

La première étude sur les contrats révélateurs est le mémoire que Léon Walras adresse en 1875 à Jules Ferry, alors ministre des Transports, comme contribution au débat sur la nationalisation des chemins de fer. Dans ce mémoire, Walras, qui devait passer à la postérité comme le fondateur de la théorie de l'équilibre général, explique la politique tarifaire des compagnies de chemin de fer et, notamment, l'existence des trois classes pour les voyageurs, à la lumière de ce qui n'est pas encore la théorie des contrats révélateurs. En fait, dit-il, dans un français admirable : «Les compagnies considèrent, à tort ou à raison, le prix moyen de 7,06 centimes (au kilomètre), prix assez voisin de celui de 7,5 qui est le prix des Secondes, comme étant le prix de bénéfice maximum ; mais elles ne veulent pas négliger d'accepter plus des voyageurs disposés à payer plus, ni même refuser d'accepter moins des voyageurs décidés à ne pas payer tant.»

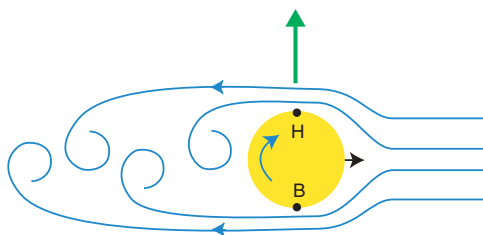
Quand Walras écrit, les compagnies sont privées, mais cela ne change rien : dans la logique du Service public, l'État propriétaire cherchera à ce que les voyageurs qui peuvent payer plus subventionnent ceux qui ne peuvent pas payer tant. Ne pouvant connaître la déclaration de revenus des voyageurs lorsqu'ils retiennent leur place, la SNCF atteint le même résultat en leur proposant aussi des premières ou des secondes. Laissons, pour terminer, la parole à Walras :

«De là l'institution des trois classes distinctes et les grands efforts qu'elles font pour accentuer, d'une part les avantages de la 1^{re} classe, et, d'autre part, les désavantages de la 3^e. Quand on réclamaient jadis à si grands cris la fermeture des voitures de 3^e classe par des vitres, quand on réclame aujourd'hui leur chauffage en hiver, et qu'on se plaint à ce propos de la dureté des compagnies, on ne saisit pas leur vrai mobile. Si les voitures de 3^e classe étaient assez confortables pour que beaucoup de voyageurs de 2^e classe et quelques-uns de 1^{re} y allasent, le produit net total, tel qu'il se compose d'après la théorie du monopole, serait abaissé. Et voilà tout!»

TRIBUNE DES LECTEURS

Je la «liffe» ou je la «coupe»?

Il me semble que l'article de Mickael Dickinson *Le vol des insectes* (voir *Pour la science*, août 2001) comporte une erreur. Un joueur de tennis qui «coupe une balle» (il lance la balle en avant et la fait tourner en même temps dans le sens inverse des aiguilles d'une montre) ne voit pas sa balle s'élever, tel que le montre la figure 7 de l'article, mais descendre. Pour la voir s'élever, le joueur doit la «liffer», c'est-à-dire la lancer en la faisant tourner dans le sens des aiguilles d'une montre. La raison en est l'effet Magnus. Durant sa course, la balle est suivie d'un sillage turbulent constitué de tourbillons tournant alternativement dans un sens et dans un autre (tourbillons de Kármán, voir la figure ci-dessous). Quand la balle est en rotation dans le sens indiqué sur la figure, la vitesse relative de la balle par rapport à l'air (somme de la vitesse de l'air et de la vitesse tangentielle de la balle) est plus grande au point *H* qu'au point *B*. Or d'après le théorème de Bernoulli, la pression d'un fluide est d'autant plus petite que la vitesse du fluide est grande. La pression



en *H* est donc inférieure à la pression en *B* et cette différence crée une force de portance dirigée vers le haut (flèche verte). Cet effet est utilisé pour propulser des navires où les voiles sont remplacées par des cylindres tournants.

Roland MORISOT,
Boulogne-Billancourt

Miroir, mon beau miroir, dis-moi...

Dans *La naissance de la vie* (voir *Pour la science*, juin 2001), Robert Hazen rappelle que toute molécule se trouvant dans une certaine configuration spatiale peut exister dans une autre configuration qui est l'image de la première dans un miroir. L'une des configurations est dite «gauche» et l'autre «droite». Selon R. Hazen, la prédominance dans les organismes vivants d'acides aminés «gauches» par rapport aux «droits» serait le fruit du pur hasard. Or dans l'article, on présume que la sélection des variétés gauche et droite des acides

aminés se fait via les faces de cristaux où les acides se seraient assemblés. Les faces de cristaux, elles aussi, existent dans deux configurations, images l'une de l'autre dans un miroir. Puisque les deux versions des cristaux peuplent la nature en proportions égales, pourquoi n'en est-il pas de même pour les acides aminés? Le hasard me paraît difficilement responsable. Pourquoi ne pas envisager que de chaque côté du miroir vivent deux mondes aux lois dissemblables? À un moment donné, une molécule «droite» n'aurait pas été aussi efficace à remplir une certaine tâche que son homologue gauche et la sélection naturelle, faisant son œuvre, aurait brisé le miroir.

Aurélien DUPRÉ,
Nantes

Réponse de Robert Hazen

J'ai deux raisons pour soutenir l'hypothèse du hasard pur. D'abord, pour toute réaction chimique qui mène à une prédominance de molécules gauches devant les droites, il existe le même mécanisme de l'autre côté du miroir qui conduit au résultat opposé. Ensuite, même dans le cas où un camp l'aurait emporté devant l'autre à un moment de l'histoire de la Terre, au cours des temps géologiques, cette hégémonie se serait nécessairement éteinte.

Arche perdue ou Saint-Graal?

Très honoré d'être cité dans *Pétra, Une capitale aux confins du désert* (voir *Pour la science*, août 2001), je dois cependant vous signaler une erreur commise dans l'évocation de mes aventures. S'il est vrai que mes pérégrinations m'ont conduit jusque dans l'ancienne cité de Pétra, la motivation que vous me prêtez est erronée. J'y recherchais, non pas l'Arche d'Alliance comme vous l'avez écrit, ce coffre de bois qui aurait contenu les tables de la loi reçues par Moïse sur le mont Sinaï, mais le Saint-Graal, la coupe dans laquelle Jésus aurait bu le vin de sa dernière Pâques et qui aurait servi à recueillir le sang de la crucifixion.

Indiana JONES

La Terre devance la mer

Dans l'article *Les caprices des marées* (voir *Pour la science*, août 2001), Bernard Simon écrit que la pleine mer a toujours un retard sur la culmination de la Lune, c'est-à-dire sur le moment où la hauteur de la Lune au-dessus de l'horizon est maximale, ce qui, en raison de la symétrie du mouvement, doit se produire lorsque la Lune passe au méridien. Or dans l'article *Les danses spatiales*

de la Lune (voir *Pour la science*, juillet 2001), il est dit que le bourrelet solide formé à l'équateur de la Terre par l'attraction de la Lune se produit toujours un peu en avance sur la direction Terre-Lune. Pourquoi les marées sont-elles en retard sur la Lune et le bourrelet solide en avance?

Michel FEUILLÉ,
Franconville

Réponse de Bernard Simon

Le mécanisme des marées terrestres est très éloigné de celui des marées océaniques dans lesquelles les courants jouent un rôle essentiel. En fait, vis-à-vis de la force génératrice de la marée, la Terre réagit comme un corps élastique, tandis que les océans réagissent comme un fluide où des ondes sont produites de manière diffuse en chaque point. La marée observée en un point est le résultat de la superposition de ces ondes qui ont effectué des parcours divers avec les réfractions, diffractions et dissipations associées. On comprend intuitivement, de ce fait, que la marée observée est en retard sur la force génératrice : il faut laisser le temps à ces ondes d'atteindre l'observateur. Ce retard se nomme l'âge de la marée. De par le monde, il est en moyenne d'une quarantaine d'heures, mais varie considérablement autour de cette valeur.

Motifs damassés sur météorites

Je voudrais ajouter quelques compléments à l'article *Le mystère des épées de Damas* (voir *Pour la science*, août 2001). Le phénomène d'exsolution dont se nourrit le métal damassé est un mécanisme général qui, par la ségrégation des différents constituants d'un métal lors du refroidissement, produit des motifs dans le métal. Les figures dites de Widmannstätten que l'on observe sur les sections polies de roches extraterrestres sont le résultat de la ségrégation, à la suite d'un refroidissement lent d'un minerai de fer pauvre en nickel et d'un de fer riche en nickel. L'exsolution se fait encore plus géométrique dans le cas des structures réticulées où l'un des constituants du minéral oriente la répartition de l'autre.

Gérard TEMEY,
Espasy Saint-Marcel

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.



Plus fort que l'astrologie, la génologie!

ANDRÉ LANGANEY

Pour retrouver le passé et prédire le futur, l'examen de l'ADN est la nouvelle charlatanerie.

Un bon créneau commercial consiste à faire croire au bon peuple ravi, de manière non réfutable, ce qu'il désire le plus et que personne n'est en mesure de lui offrir dans l'état actuel des connaissances. «Grandes» religions et sectes vendent ainsi du surnaturel et de l'arbitraire social. Sorcelleries et astrologies vendent du futur, rassurant ou inquiétant selon votre degré de stress ou de dépendance. Le génie des astrologues est de s'être moulés depuis l'Antiquité dans l'autorité abusive de la science pour imposer leur charabia et leur commerce : comment ne pas croire celui qui parle de manière incompréhensible avec tant d'aisance ? Et quand des universitaires doctorisent une voyante, on se demande si le pire reste possible...

Il l'est ! Nos mages et charlatans ne seraient pas allés plus loin que l'information des horoscopes sans l'aide des universitaires. Aussi fallait-il que l'Université vienne au secours des escrocs dépassés par les technologies. C'est fait ! La science la plus médiatisée, la génétique, vient d'y contribuer par deux fois, timidement certes, mais ce n'est qu'un début. Le combat, n'en doutons pas, se poursuivra !

Il y a deux ans, un chercheur inconnu d'une université de troisième zone, aux États-Unis, s'était rendu compte que les angoisses du passé valent parfois celles de l'avenir. En particulier, pour les résilients des communautés meurtries par ce passé, comme les Noirs américains. Beaucoup voudraient savoir de quelle région d'Afrique venaient leurs ancêtres déportés, de quelle ville ou de quel village, quelle était leur religion (nous sommes aux États-Unis !), leur structure sociale (un peu de polygamie pour les plus loustics, un peu d'Islam pour les plus radicaux)... Puisqu'ils veulent le savoir, il faut leur fournir l'information pour un prix acceptable, maximisant le rapport coût-bénéfice – 300 \$ est un bon chiffre. On ouvrit donc un site Internet pour donner ces bonnes nouvelles du passé, moyennant finances. Restait à gérer un détail : l'information personnelle de base. Les lignes de la main et le

marc de café ne faisant plus sérieux, on prit l'ADN, qui apporte une quantité d'informations illimitée, récupérable pour pas cher, en plus ou moins bon état, sur des frottis buccaux ou sur des cheveux. Cela dit, même avec les techniques de séquençage les plus sophistiquées et les plus coûteuses, les biologistes ne peuvent circonscrire l'origine probable d'un sujet qu'à une région très étendue. De plus, la recherche du pays d'origine est quasi impossible quand la personne appartient à un groupe aussi métissé que les Noirs américains ou aussi homogène génétiquement que la famille linguistique Niger-Congo, à laquelle appartenaient presque tous leurs ancêtres africains !

Vous concluez donc que le projet annoncé est irréalisable ? Vous ne m'avez pas bien suivi : nous parlons commerce, et l'objectif est de satisfaire le client avec une information qui ne risque pas d'être démentie, même si elle ne figure pas dans son ADN !

Qu'il y ait des escrocs au pays des gangsters, quoi de plus naturel ? Ce n'est pas à Oxford, au Collège de France ou à l'Académie des sciences que des scientifiques joueraient à cela ? Erreur ! Dans votre supermarché vous trouverez la traduction d'un livre de Bryan Sykes, d'un prestigieux institut médical d'Oxford. Il y explique que tout Européen descend d'une seule femme parmi les sept «filles d'Ève». Selon l'auteur, ces dernières descendraient d'un seul lignage maternel venu d'Afrique et qui serait à l'origine de tous les «non-Africains» (concept discutable !). Cette «Ève non africaine» serait elle-même issue de l'hypothétique «Ève africaine» qui aurait, par descendance féminine, transmis l'ADN mitochondrial (un petit chromosome extranucléaire) à toute notre espèce. Que l'ADN mitochondrial ne soit qu'un deux cent millièmes du génome, que la théorie de l'Ève africaine ait été réfutée dans les meilleures revues spécialisées, en 1989, par Laurent Excoffier, puis, deux ans plus tard, par d'autres, ne trouble pas B. Sykes ! Il va jusqu'à préciser les lieux et

dates exacts où vivaient nos plantureuses ancêtres, décrit leurs charmes et caractères répartis selon les stéréotypes de réputations ethniques des habitants actuels de l'endroit. Là encore, un site Internet, pour 200 £ cette fois, vous permet d'envoyer votre ADN à une start-up d'une écloserie d'Oxford, laquelle fournit en retour le roman de votre supposée ancêtre. La préhistoire est «reconstituée» à partir de quelques données archéologiques triviales sur les temps et lieux supposés originels de la pom-pom Ève... et de pas mal d'imagination (feuilletez le livre sans l'acheter si vous ne me croyez pas !).

Vous pensez que ce jeu n'amuse que les midinettes et les clients de la foire du Trône ? Une revue souvent mieux inspirée a fait une couverture très médiatisée sur le sujet, avec photo d'un éminent du Collège de France, secrétaire perpétuel de l'Académie, posant complaisamment avec une ex-Miss France. Dans le texte, chacun retrouvait «son» Ève, mais l'illustration suggérait que le professeur descendait de la belle Ève, montrant que le progrès esthétique n'a rien d'une fatalité !

Il n'y a pas de raison de s'arrêter là et d'écouter les ennuyeux qui expliquent que la reconstitution de l'histoire des populations ancestrales par la génétique est difficile, méticuleuse, et fournit peu de réponses simples aux questions du public. Nos collègues anglo-saxons sont si «héréditaristes» depuis Francis Galton, si convaincus que les gènes déterminent tout de nous depuis Edward Wilson ou Simon LeVay (pères respectifs de la «sociobiologie» et du «gène de l'homosexualité»), que n'importe quelle séquence d'ADN sera supposée aussi prédictrice que les boules de cristal pour faire de nouveaux horoscopes et une «astrologie génétique» beaucoup plus compliquée et impressionnante que les thèmes astraux. On l'appellera génologie, pour entretenir la confusion avec la génétique, et l'avenir promis s'y révélera meilleur produit que le passé imaginé.

André LANGANEY est professeur au Musée de l'Homme et à l'Université de Genève.



Huile d'olive et santé

HERVÉ THIS

On a identifié dans l'huile d'olive les composés qui préviennent les méfaits des agents oxydants.

Si nous ne sommes pas ce que nous mangeons (*Man ist was man isst*, dit l'adage allemand), le fait est là : certaines alimentations sont plus saines que d'autres. À forte dose, les aliments fumés consommés par les populations du Nord de l'Europe favorisent l'apparition de cancers du système digestif, alors que l'alimentation du bassin méditerranéen, riche en huile d'olive, en fruits, en légumes et en poissons, prévient ces cancers, ainsi que les maladies cardiovasculaires.

Ces résultats résultent de l'étude épidémiologique la plus importante jamais conduite sur les relations entre l'alimentation et le cancer : depuis 1992, des chercheurs de dix pays d'Europe collaborent à EPIC (*European Prospective Investigation Into Cancer and Nutrition*), une étude portant sur un demi-million de personnes suivies ! Des prises de sang régulières, stockées dans l'azote liquide pour des analyses ultérieures, les mensurations des sujets enregistrées, ainsi que leur état de santé... À Lyon, en juin dernier, les premiers résultats ont été dégagés : une consommation quotidienne de 500 grammes de fruits et de légumes diminue de moitié l'incidence des cancers des voies aérodigestives, et réduit notablement celle des cancers du côlon ou du rectum ; le tabac et l'alcool ont des effets désastreux sur les cancers des voies aérodigestives supérieures. Ainsi le risque d'un de ces cancers pour quelqu'un qui fume un paquet par jour est huit fois supérieur au risque pour un non-fumeur ; une consommation d'éthanol supérieure à 60 grammes par jour, soit environ 75 centilitres de vin, multiplie par neuf le risque d'un de ces cancers.

L'extraordinaire banque de sang qui a été constituée sert aussi à des études plus ciblées. Ainsi, à Heidelberg, Helmut Bartsch et ses collègues du Centre allemand de recherches cancérologiques DKF2 ont cherché à corrélérer la consommation de plusieurs huiles et des modifications de l'ADN dans les globules blancs : ils supposaient, d'une part, que l'auto-oxydation des lipides (le « rancissement ») provoquait la formation de composés réactifs

nuisant aux cellules, et, d'autre part, que ces composés réactifs se liaient à l'ADN, provoquant des mutations qui engendraient *in fine* des cancers.

Les chercheurs allemands ont recupéré le sang de femmes qui participaient à l'étude EPIC et qui continuaient de se nourrir comme à l'habitude : les femmes qui avaient le moins d'ADN modifiés étaient celles qui consommaient le plus de fruits et de légumes. Ainsi le dosage des ADN modifiés est-il un bon test *in vivo* de l'efficacité des antioxydants, tels ceux identifiés dans l'huile d'olive.

Pourquoi cet intérêt pour l'huile d'olive ? Parce que les études épidémiologiques font état d'une incidence réduite des cancers et des maladies coronariennes chez les populations méditerranéennes. Depuis la découverte de cette corrélation, de nombreux facteurs ont été invoqués pour expliquer les bienfaits du « régime méditerranéen » : l'abondance des tannins dans les vins locaux, la diversité de l'alimentation, la faible consommation de produits fumés, la forte consommation de fibres, la consommation notable de fruits et de légumes, la consommation d'huile d'olive... L'huile d'olive est un « bon » produit alimentaire à plus d'un titre : comme les autres huiles, ses molécules majoritaires, les triglycérides, sont composées d'une molécule de glycérol à laquelle se lient trois acides gras. Toutefois, plus de 70 pour cent de ses acides gras sont l'acide oléique, mono-insaturé (avec une seule double liaison entre des atomes de carbone du squelette de l'acide gras), lequel est moins sensible à l'auto-oxydation que les acides gras polyinsaturés, tels que l'acide linoléique de l'huile de tournesol. Or l'oxydation des acides gras polyinsaturés engendre des molécules réactives qui se lient – on le sait par des études *in vitro* – à l'ADN de cellules humaines et qui risquent de favoriser des cancers.

D'autres propriétés de l'huile d'olive expliqueraient son intérêt nutritionnel. À Heidelberg, R. Owen a analysé diverses huiles d'olive à la recherche des composés antioxydants, et a montré que ces pro-

priétés protectrices proviennent aussi de la présence de plusieurs phénols (des molécules contenant toutes un cycle à six atomes de carbone, lié à au moins un groupe hydroxyle –OH).

Lors de la croissance des olives, entre octobre et janvier, les principaux composés phénoliques sont liés à des sucres, mais, lors de la maturation des fruits, des enzymes séparent le sucre des phénols, qui sont libérés. De nombreux phénols ont été identifiés dans l'huile d'olive dont l'hydroxytyrosol et deux « lignanes ». Tous ont de fortes propriétés antioxydantes, et tous sont plus abondants dans les huiles extra-vierges que dans les huiles raffinées.

L'étude de l'auto-oxydation des huiles montre que l'hydroxytyrosol est le composé le plus actif : le peroxyde d'hydrogène (présent dans l'« eau oxygénée »), qui réduit considérablement la viabilité des cellules épithéliales (cultivées) de l'intestin, est complètement inhibé par l'ajout d'hydroxytyrosol. R. Owen et ses collègues ont montré que 18 huiles d'olive extra-vierges et 5 huiles d'olive raffinées avaient ce même effet protecteur, alors que 7 huiles de tournesol ne l'avaient pas. Les composés phénoliques de l'huile d'olive sont des antioxydants puissants.

Les lignanes ont également été étudiés pour leurs effets protecteurs contre les cancers. Ils semblent agir différemment : leur structure, analogue à celle de l'estradiol, en ferait des anti-estrogènes (qui bloquent la prolifération des cellules du sein). L'huile d'olive contient aussi de fortes concentrations de squalène, composé qui est transféré à la peau (le sébum en contient 12 pour cent) et qui agirait contre les cancers de la peau.

La gastronomie incitait à utiliser l'huile d'olive. La biologie confirme que bon goût et hygiène vont de pair.

Prochain rendez-vous France Info et Pour la Science, le 26 septembre, avec la chronique Info Sciences de Marie-Odile Monchicourt.