



Pour la Science

■ POUR LA

SCIENCE

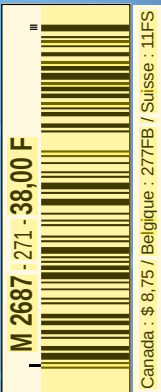
Mai 2000

édition française de
**SCIENTIFIC
AMERICAN**

www.pourlascience.com

*Les fourmis
sont des modèles
pour les robots*

**L'intelligence
collective**



BLOC-NOTES

de Didier Nordon



JEU-CONCOURS

Propriétés inévitables

par Pierre Tougne

TRIBUNE DES LECTEURS



POINT DE VUE

Big brother et IRM

par Yves Burnod



PRÉSENCE DE L'HISTOIRE

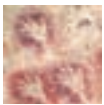
Le statut de l'animal : ni homme ni objet

par Georges Chapouthier

SCIENCE ET GASTRONOMIE

Les quenelles

par Hervé This



PERSPECTIVES SCIENTIFIQUES

■ Peintures pariétales à Bornéo ■ Diabète sucré
■ Tempête à zéro degré ■ Nucléosynthèse légère

■ Détection gamma sensible ■ L'art du mélange

■ Les neuropuces



VISIONS MATHÉMATIQUES

Le troupeau du soleil

par Ian Stewart

LOGIQUE ET CALCUL

Des nombres à la lettre...

par Jean-Paul Delahaye

IDÉES DE PHYSIQUE

De la lumière plein les yeux

par Roland Lehoucq et Hervé Dzitko



ANALYSES DE LIVRES

■ Des causes et des signes des maladies aiguës et chroniques, édité et commenté par Mirko Grmek

■ Les maladies dans l'art antique, de M. Grmek et D. Gourevitch

■ Histoire de la pensée médicale en Occident, sous la direction de Mirko Grmek

■ Détergents et produits de soins corporels, de Louis Ho Tan Taï

■ Le monde des tourbières et des marais, sous la direction

d'Olivier Manneville

■ Le principe de précaution. Rapport au Premier ministre, de Philippe Kourilsky et Geneviève Viney

■ Tout ce que vous vouliez savoir sur la génétique, de M. Brookes

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, un céderom Infonie collé en page 35.



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

5

6

7

8

10

14

16

100

102

108

110

Pourquoi aller sur Mars

26

par Glenn Zorpette

L'objectif principal des missions sur Mars est la recherche de la vie. Cet objectif justifie-t-il l'envoi d'astronautes?

Comment aller sur Mars

30

par George Musser et Mark Alpert

Les solutions techniques pour aller sur Mars sont nombreuses. La difficulté sera de choisir la meilleure.

Un direct pour Mars

38

par Robert Zubrin

Comment réduire les coûts de l'envoi d'astronautes sur la planète rouge.

Mars via ses lunes

42

par Fred Singer

Phobos et Deimos, satellites de Mars, pourraient être des bases intermédiaires à partir desquelles on explorerait la planète rouge.

Un autobus entre les planètes

44

par James Oberg et Buzz Aldrin

Grâce aux techniques d'assistance gravitationnelle, les coûts des trajets entre la Terre et Mars seraient considérablement réduits.

Un moral jusqu'au ciel

48

par Sarah Simpson

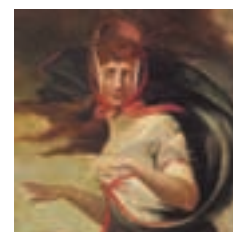
Suffit-il d'avoir l'«éttoffe des héros» pour garder le moral durant les longs voyages interplanétaires?

La biologie des phobies

50

par Arne Öhman

Les réactions de peur, telles l'accélération du rythme cardiaque, l'augmentation de la tension artérielle ou l'immobilisation, sont activées par divers stimulus, avant même que ceux-ci ne soient consciemment identifiés.



Expansion et recul des forêts équatoriales

58

par Dominique Schwartz

L'homme est-il un prédateur des forêts? Une reconstitution de la progression et du recul des forêts et des savanes équatoriales a nuancé cette accusation.

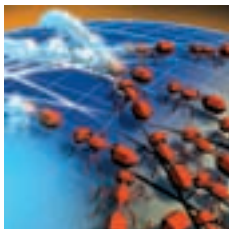


L'intelligence en essaim

66

par Éric Bonabeau
et Guy Théraulaz

S'inspirant des fourmis et des insectes sociaux, des informaticiens ont créé des «agents» qui coopèrent pour résoudre des problèmes complexes.



L'énergie négative

74

par Lawrence Ford
et Thomas Roman

On voyagerait à des vitesses supérieures à celle de la lumière si l'on maîtrisait une forme d'énergie inédite, «négative».



L'horloge biologique

82

par Michael Young

Des horloges internes commandent le métabolisme et les comportements des êtres vivants. On découvre qu'elles fonctionnent de manière analogue chez la mouche, chez la souris et chez l'homme.



Le stockage des gaz à effet de serre

88

par H. Herzog, B. Eliasson
et O. Kaarstad

Pour éviter le réchauffement de la planète, on envisage d'injecter du dioxyde de carbone dans le sol ou dans les océans.



La conquête de Mars

Le 5 juin 1927, neuf jeunes Allemands se réunissent à Breslau pour fonder une société de voyages dans l'espace (*Verien für Raumschiffahrt*). Parmi ces scientifiques romantiques, Wernher von Braun, figure emblématique de l'ingénieur habile qui ne s'embarrassait pas de scrupules idéologiques, avait compris la fascination que l'espace allait exercer sur les responsables politiques. Le dossier de ce numéro traite des différents aspects d'un futur voyage vers Mars (pages 26 à 49).

Les raisons naïves, invoquées par le passé pour légitimer les investissements spatiaux, apparaissent irréalistes. Qui veut aujourd'hui transformer l'espace en un dépotoir où nous évacuerions nos déchets? Qui croit que nous pourrions utiliser les ressources minières des autres planètes? Qui a l'audace de penser que nous pourrions coloniser l'espace pour y vivre? Ce fol espoir, que nous n'osons pas refouler, reste, hélas, hors de portée, car nous n'avons pas su diminuer le coût d'exportation des matériaux hors de la gravité terrestre. Toutefois, les politiques tirent profit de ce rêve pour légitimer leurs fracassantes promesses et déclarations.

Certains prétendent justifier les programmes spatiaux par leurs retombées technologiques dans l'industrie. Cet espoir n'a pas été confirmé : les révolutions technologiques récentes ne sont pas issues des recherches spatiales, à l'exception des satellites de télécommunication.

L'intérêt principal est scientifique, et il est parfaitement justifié. Les progrès des méthodes d'analyse géologique et biologique autorisent une meilleure recherche de la vie sur Mars : si une sorte de vie, à l'organisation encore inconnue, existe, nous avons de bonnes chances de l'identifier. Cette découverte aurait un retentissement intellectuel et des répercussions biologiques incontestables.

Ce qui stimule les scientifiques n'est pas l'utilisation technique de leurs découvertes, mais le prestige que ces utilisations confèrent à leur discipline. Les chercheurs ne s'intéressent aux applications de leur science que dans la mesure où elles servent leur quête de savoir. Les politiques prônent la conquête spatiale, car ils ont le sentiment de faire l'Histoire (les raisons militaires sont moins importantes aujourd'hui).

Et la curiosité, nourrie par un imaginaire ancien, est le moteur de l'intérêt du public. Le consensus sur le spatial est général.

Philippe BOULANGER



BLOC-NOTES

DIDIER NORDON

Boniments, capitale sucre

« Si le sel perd sa force, avec quoi le salera-t-on? » demande la Bible. Cette interrogation en appelle d'autres, aussi naturelles, dont j'ignore pourquoi on ne les examine jamais : continuera-t-on à en mettre dans les aliments? Le cas échéant, comment saura-t-on qu'on en a mis trop?

Face au sucre, le vertige métaphysique est moindre. Car là, on a des réponses. La revue *Sucre info* (n° 23, décembre 1999) écrit en effet : « Même dépourvu de saveur sucrée, le sucre resterait un ingrédient de base en industrie alimentaire. » Présenter de façon aussi carrée la conclusion d'une expérience irréalisable pourra paraître péremptoire, mais le fait est que le sucre joue un rôle dans les réactions chimiques de Maillard, qui régissent les processus de cuisson. Et puis, *Sucre info* est sponsorisée par les commerçants en sucre...

Tout de même, tout de même... La revue ne manifeste-t-elle pas une confiance excessive en la nécessité du sucre? Si elle n'était pas rouge, ma voiture serait encore une voiture. Mais si le sucre était « dépourvu de saveur sucrée », achèterait-on des gâteaux? Ne poussons pas le nominalisme jusqu'à croire qu'il suffit de s'appeler sucre pour éveiller une saveur agréable dans la bouche. En outre, s'il perdait son goût, qui sait si les réactions de Maillard accepteraient encore de se produire? Alors, vive le sucre sucré!



Que signifie « insignifiant »?

Le mathématicien René Thom est l'auteur d'une célèbre formule - « Tout ce qui est rigoureux est insignifiant » - qu'on interprète en général ainsi : pour faire progresser vraiment une science, mieux vaut l'audace et l'imagination, fussent-elles insuffisamment étayées ; un chercheur trop attaché à la rigueur fera faire à sa science des progrès insignifiants.

Dans un livre récent d'Ivar Ekeland, *Le meilleur des mondes possibles*, cette interprétation est remise en question. Le livre a pour but de confronter la conception de Leibniz selon laquelle ce monde est le meilleur possible avec

les résultats les plus récents des sciences. Ivar Ekeland est amené à constater, entre autres, que les sciences modernes n'ont rien changé au vertige de l'homme devant le monde. Il en conclut (page 135) que, dans leur rigueur, elles n'ont aucune signification métaphysique d'aucune sorte : ce qui est rigoureux est insignifiant.

D'une lecture à l'autre, le mot « insignifiant » change nettement de sens, et l'interprétation d'Ivar Ekeland apporte une nuance non négligeable à la première. Ainsi, susceptible d'inspirer des interprétations multiples, la formule de René Thom, quoique exprimée avec toute la rigueur sèche d'un énoncé mathématique, est loin d'être insignifiante.

La paresse efficace

Se déclarer chercheur scientifique peut paraître outrecuidant. Cela ne revient-il pas à déclarer qu'on fait le même métier qu'Einstein, Gauss, Poincaré et quelques autres du même calibre? Par trop intimidés par ce voisinage, beaucoup de scientifiques préfèrent se vivre comme de simples tâcherons, voués à accumuler de petits travaux. Et, disent-ils, ces petits travaux permettront aux rares grands génies de disposer d'un matériau auquel ils sauront donner sens.

Voilà une belle théorie, mais ne pourrait-on pas envisager l'hypothèse inverse? À savoir : l'accumulation de travaux mineurs contrarie les découvertes importantes. Plus les génies ont de petits travaux à lire et à digérer, plus ils sont emmenés vers des chemins de traverse. Ces travaux médiocres s'interposent entre eux et la vaste vision du monde qu'ils tentent d'élaborer, la dissimulent. Loin d'aider à y voir plus clair, ils obscurcissent le paysage.

Quand on n'est pas génial, paresse est peut-être la meilleure contribution qu'on puisse apporter à la science.



Le paradoxe du comédien

Si les considérations psychologiques interfèrent avec la logique, la collection des phrases autocontradictaires s'élargit merveilleusement. Voici des exemples.

Un interviewé déclare : « Je suis modeste » ou : « Il faut rester modeste. » La proclamation indique qu'il est prétentieux. S'il était modeste, ses interlocuteurs s'en rendraient compte. Dire : « Je suis modeste », c'est prouver qu'on ne l'est pas.



Second exemple. Face à un péril, certains essaient de se rassurer en disant : « Le pire n'est pas toujours sûr. » Or l'incertitude est le pire des maux! Elle est pire que la survenue du malheur redouté, laquelle nous soulage car nous passons alors de la crainte à l'espoir.

Troisième exemple. Quelqu'un dit : « Je suis peu sûr de moi. » Voilà la preuve que cette personne est sûre d'elle. Car elle ose avouer ce que beaucoup considèrent comme une faiblesse personnelle et tentent de cacher.

Il y a aussi le « paradoxe du sincère ». Un homme qui jure ses grands dieux que ce qu'il dit est vrai est bien souvent en train de mentir et d'essayer de faire passer son bobard en répétant sur tous les tons que ce n'en est pas un.

Tant et tant d'exemples? En psychologie, toute affirmation semble autocontradictoire.

La part du rêve

Modéliser? Fort bien. Malheureusement, la réalité déborde toujours du modèle.

Même le modèle du Loto échoue dans ses prédictions. Pourtant, le Loto n'est qu'une mise en œuvre à l'échelle nationale de la théorie des probabilités. Le jeu est arrangé pour que l'espérance de gain des joueurs soit négative. Comme les gens n'aiment pas perdre leur argent, le modèle prédit qu'ils ne joueront pas. Or les gens jouent. Notre modèle coïncide avec la réalité et il est erroné : deux conclusions sont possibles.

Première conclusion. La réalité est erronée. L'erreur gît en ces gens qui jouent, alors qu'on ne doit pas jouer à un jeu dont on ignore les lois.

Deuxième conclusion. Connaîtraient-ils les probabilités, les gens joueraient quand même, et notre modèle laisse échapper l'essentiel : le rêve. Acheter, pour quelques heures, une apparence de vraisemblance au rêve : « Si j'étais riche... », mérite qu'on dépense de l'argent! Un modèle convenable doit donc inclure le rêve dans ses paramètres. Les économistes savent-ils bien évaluer le prix de cette denrée?