

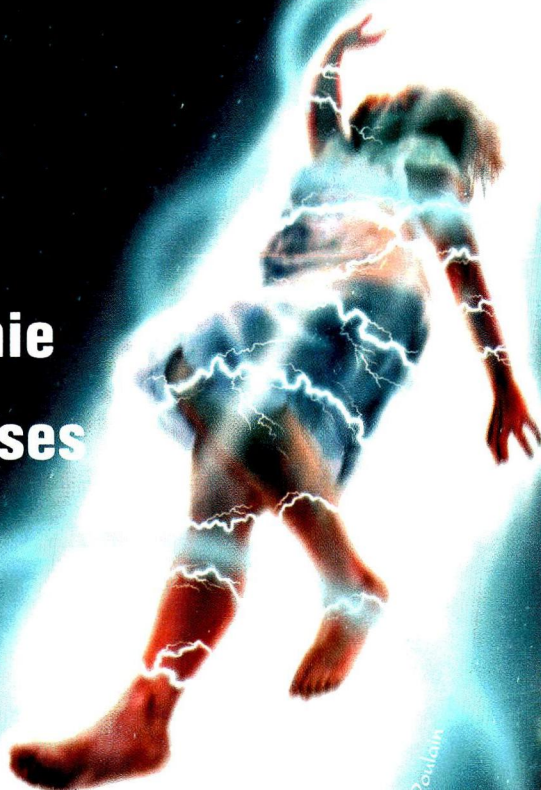
SCIENCE & VIE

OVNIS

Enquête sur une nouvelle piste

■ Coup de
balai dans
l'échographie

■ Ces graisses
qui nous
veulent
du bien



Portrait

T 2578 - 932 - 23,00 F



ATTENTAT DE TOKYO
Et si ça se passait
à Paris ?

NEXIA 54 900 F*

Direction assistée en série



Pourquoi voir petit quand on peut voir grand ?

DAEWOO vous propose une grande voiture pour le prix d'une petite

Le lancement de la NEXIA risque d'en étonner plus d'un. **MAXI ESPACE** : 5 vraies places, un

grand coffre pour un prix surprenant à partir de 54 900 F*. Trois, quatre ou cinq portes, il y

a toujours une NEXIA qui correspond à vos besoins. **MAXI EQUIPEMENT** : DAEWOO a

équipé toutes les NEXIA d'une direction assistée en série, d'un radio K7, d'un anti-démarrage électronique, de l'essuie-glace arrière, des vitres teintées, d'un compte-tours. Mais ce n'est pas tout,



ASSISTANCE
3 ANS
GARANTIE**

DAEWOO vous propose toute une gamme de NEXIA dont les versions GLX/GTX qui vous offrent la

"totale" : air conditionné, Air-bag conducteur (coussin gonflable de sécurité), vitres électriques, jantes

alliage, fermeture centralisée. **MAXI GARANTIE** : Vous pouvez compter sur DAEWOO : la NEXIA

est garantie 3 ans** ou 100 000 km et bénéficie d'une assistance gratuite 24h/24h dans toute l'Europe, assurée par le réseau DAEWOO en pleine expansion. Décidément, DAEWOO, ça vous change la vie !

 **DAEWOO**
ÇA VOUS CHANGE LA VIE

** 3 ans ou 100 000 km
échéance au premier
des deux termes échu

LABO
36.15 DAEWOO
2.19 F. la minute

L'ÉVÉNEMENT

C'est un événement. Pour la première fois, les citoyens de tous les pays peuvent avoir accès à des informations et des images en dehors de tout contrôle étatique, préfigurant une sorte de système nerveux planétaire autonome. Du coup, certains dirigeants prennent peur : la "psychose Internet" règne sur l'Australie, qui cherche à en interdire l'accès sur son territoire afin d'éviter la "perversion" de sa jeunesse. La CIA, pour sa part, vient de mettre en service un centre de contrôle des communications Internet.

A l'opposé, la Chine compte utiliser cet extraordinaire vecteur de propagande à couverture mondiale. Pratique courante sur ce réseau. Il faut dire que la "faune Internet" est pour le moins éclectique : les comptes rendus des centres de recherches les plus célèbres voyagent en compagnie d'images pornographiques, de propagandes intégristes ou nazies, de pirates en "voyage touristique" dans les bases de données confidentielles, sans parler des conversations de mafiosi... Internet devient-il le réseau de l'interdit ?

Pas encore. Mais nous sommes bien loin de l'image idyllique de l'autoroute de l'information propre et nette, présentée récemment à Paris par Bill Gates, président de Micro-



Internet inquiète. Pour contrôler son trafic, les Etats-Unis se sont dotés de moyens dignes des meilleurs romans d'espionnage.

soft. Si de telles déviations sont possibles, c'est parce que les créateurs d'Internet ont souhaité une totale liberté de circulation de l'information par la mise en place d'une structure sans hiérarchie. Un ordi-

nateur quelconque, aussi modeste soit-il, peut "tutoyer" la plus puissante des machines sans avoir à en demander l'autorisation à quiconque. Absence de hiérarchie qui a une furieuse tendance à conduire à l'anarchie...

De plus, juridiquement, Internet est un "réseau fantôme", sans câble ni responsable. Seuls des réseaux déjà existants furent interconnectés. Impossible d'attaquer les propriétaires en justice pour une information qui a transité par leur intermédiaire sans

qu'ils en aient eu connaissance, et qui, de plus, a suivi un parcours aléatoire. La "filtrature Internet" n'a donc rien d'aisé.

Cette constatation a conduit les Etats-Unis à former des policiers des autoroutes de l'information, les "cyberflics", pour lesquels micro-ordinateurs portables, modems et logiciels de scrutation remplacent motos, menottes et carnets à souche. Alors, Internet, une réelle menace pour la démocratie ?

S & V

INTERNET Un danger pour la démocratie ?

DIRECTION, ADMINISTRATION

Président-directeur général: Paul Dupuy.
Directeur général: Jean-Pierre Beauvalet.
Directeur général-adjoint: François Fahys.
Directeur financier: Jacques Béhar.
Directeur marketing et commercial: Marie-Hélène Arbus. Directeurs marketing et commercial-adjoints: Jean-Charles Guérault, Patrick-Alexandre Saradeil.
Directeur des études: Roger Goldberger.
Directeur de la fabrication: Pascal Rémy.

RÉDACTION

Rédacteur en chef: Jean-René Germain, assisté de Marie-Anne Guffroy (documentation) et Elisabeth Latsague (secrétariat). Rédacteur en chef-adjoint: Gérard Morice, assisté de Monique Vogt. Rédacteur en chef-adjoint: Jean-François Robredo. Secrétaires de rédaction: Françoise Sergent, Nadine Raguet, Agnès Marillier. Rédacteurs: Renaud de La Taille, Pierre Rossion, Marie-Laure Moynet, Roger Bellone, Didier Dubrana, Henri-Pierre Penel, Isabelle Bourdial, Thierry Pilorge, Alexandre Dorozynski. Direction artistique: Gilles Moine. Maquette: Lionel Crooson, Elisabeth de Garrigues. Service photo: Anne Levy. Correspondante à New York: Sheila Kraft, PO Box 1860, Hemlock Farms Hawley PA, 19428 Etats-Unis.

ONT COLLABORÉ À CE NUMÉRO

Jean-Michel Bader, Philippe Chambon, Stéphane Faudeux, Sonia Feertchak, Jean-Luc Glock, Hélène Guillemot, Sylvestre Huet, Eric Kalis, Marc Mennessier, Vil Mirzayanov.

RELATIONS EXTÉRIEURES

Michèle Hilling, Guyaine Brehin.

SERVICES COMMERCIAUX

Chef de produit: Emmanuelle Foulon. Abonnements et marketing direct: Patrick-Alexandre Saradeil. Ventes: Marie Cribier. Téléphone vert: 05 43 42 08 (réservé aux dépositaires). Belgique AMP, 1 rue de la Petite-Isle, 10 70 Bruxelles.

PUBLICITÉ

Excelsior Publicité Interdéco, 23 rue Baudin, BP 311, 92303 Levallois-Perret Cedex, tél.: 1 41 34 82 08. Directeur commercial: Yves Langlois. Directrice de la publicité: Véronique Moulin. Directrice de clientèle: Isabelle Sommet. Chef de marques: Jérôme Garrido.

À NOS LECTEURS

Renseignements: Monique Vogt, tél.: 1 46 48 48 66. Commande d'anciens numéros et de reliures: Chantal Poinier, tél.: 1 46 48 47 18.

ABONNEMENTS

Relations clientèles abonnés: service abonnements, 1 rue du Colonel-Pierre-Avia, 75503 Paris Cedex 15, tél.: 1 46 48 47 08 (à partir de 9 h). Tarifs: un an, 12 numéros, 253 F; un an, 12 numéros + 4 hors-série, 328 F; un an, 12 numéros + 6 cahiers, 413 F; un an, 12 numéros + 4 hors-série + 6 cahiers, 488 F. Au Canada: Periodica Inc. - C.P. 444, Outremont, Québec, Canada H2V 4R6. En Suisse: Naville, case postale 1211, Genève 1, Suisse. Autres pays: nous consulter.

À NOS ABONNÉS

Pour toute correspondance relative à votre abonnement, envoyez-nous l'étiquette collée sur votre dernier envoi. Changement d'adresse: veuillez joindre à votre correspondance 2,80 F en timbres-poste français ou règlement à votre convenance. Les noms, prénoms et adresses de nos abonnés sont communiqués à nos services internes et organismes liés contractuellement avec Science & Vie sauf opposition motivée. Dans ce cas, la communication sera limitée au service des abonnements. Les informations pourront faire l'objet d'un droit d'accès ou de rectification dans le cadre légal. Les manuscrits non insérés ne sont pas rendus. La rédaction ne reçoit que sur rendez-vous.

Copyright 1989 Science & Vie.



PH. Stauder/Excelsior

ECHOGRAPHIE, LE MEILLEUR ET LE PIRE

Enfin une réforme qui devrait permettre d'y voir plus clair.

p. 116

QUAND LE GUERRIER REMISE SES ARMES

Un sous-marin nucléaire américain vient d'être reconverti en submersible d'exploration archéologique.

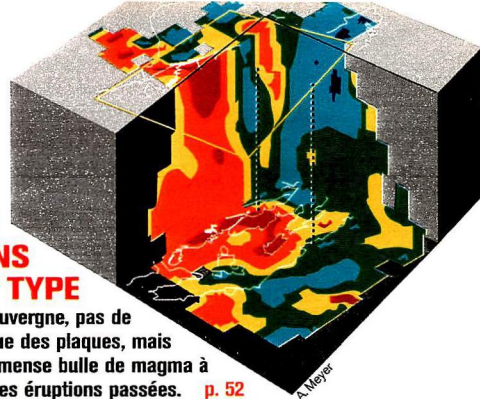
p. 112



DES VOLCANS DU 3^e TYPE

Sous l'Auvergne, pas de tectonique des plaques, mais une immense bulle de magma à l'origine des éruptions passées.

p. 52



A. Meyer

TERREUR SUR LA VILLE

Le monde mis en état de choc par l'attentat de Tokyo.

Quelle leçon pouvons-nous en tirer?

p. 32

N° 932
MAI
1995

Illustration de couverture: François Poulain.

Encart abonnement jeté dans Science & Vie. Diffusion: vente au numéro France métropolitaine.

Recevez Science & Vie chez vous. Votre bulletin d'abonnement se trouve p. 147. Vous pouvez commander les hors-série p. 80 et les reliures de Science & Vie p. 109. Vous pouvez aussi vous abonner par minitel en tapant 36 15 ABON.

36 15
SCV

Votre journal en direct sur minitel.

SOMMAIRE

REPÈRES

La drogue détruit aussi l'environnement.....

30

Sonia Feertchak

ARMES CHIMIQUES

Après Tokyo, Paris?.....

32

Alexandre Dorozynski, Isabelle Bourdial, Vil Mirzayanov

TABOU

Entre les étoiles, l'origine de la vie?.....

44

Sylvestre Huet

VOLCANS

Une gigantesque poche de magma sous l'Auvergne.....

52

Hélène Guillemot

NOMBRES PREMIERS

Comment les créer.....

58

Renaud de La Taille

SAOLA

Une chèvre de cinq millions d'années.....

62

Pierre Rossion

SANTÉ

Alerte aux allergies !.....

64

Philippe Chambon



VÉNUS DÉFIGURÉE PAR LE VOLCANISME

Cartographiée par la sonde *Magellan*, elle révèle une température de 450 °C. p. 92

Nasa

A CHACUN SES JUMELLES

Elles savent tout faire : mesurer la distance, stabiliser l'image, aller sous l'eau... p. 128



Photo X: Tous droits réservés

PARADOXE

Nos amies les graisses 68

Marie-Laure Moinet

VENDANGES

Comme au temps de César 76

Marc Mennessier

DOSSIER

Ovnis : enquête sur une nouvelle piste 81

Philippe Chambon

CAHIER PHOTOS

L'enfer de Vénus 92

Jean-François Robredo

RÉVÉLATION

Les cosmonautes cobayes 98

Jean-Michel Bader

RECONVERSION

Un sous-marin nucléaire pour les archéologues 112

Renaud de La Taille

ECHOGRAPHIE

Le coup de torchon 116

Isabelle Bourdial

PAIEMENT

Une carte pour la monnaie 126

Henri-Pierre Penel

JUMELLES

Elles savent tout faire ! 128

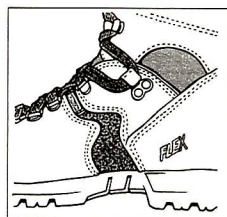
Stéphane Faudeux

S	L'ÉVÉNEMENT	1
	RECHERCHE	6
	Rubrique dirigée par Thierry Pilorge	
E	ENVIRONNEMENT	20
	Rubrique dirigée par Didier Dubrana	
	TECHNOLOGIE	102
	Rubrique dirigée par Gérard Morice	
U	QUOTIDIEN	134
	Rubrique dirigée par Roger Bellone	
Q	MÉDIATHÈQUE	140
I	AGENDA	146
R	comment ÇA MARCHE	148
	Renaud de La Taille	
J	ÉLECTRONIQUE amusante	152
	Henri-Pierre Penel	
R	INFORMATIQUE amusante	154
	Henri-Pierre Penel	
B	BIOLOGIE amusante	156
	Didier Pol	
U	journal de L'ASTRONOME	158
	Yves Delaye	
R	ÉCHECS & maths	162
	Alain Ledoux et Louis Thépault	
	FORUM	164
	IL Y A	168
	Marielle Vêteau	



Prenez 26 os, 33 muscles et plus de 100 ligaments, raccordez le tout avec des centaines et des centaines de veines, artères et autres nerfs, recouvrez de peau et vous

avez une chance sur des milliards d'obtenir un pied. Pour qu'il fonctionne, il faudrait que votre assemblage soit connecté à un gigantesque ordinateur ou mieux, à un cerveau. En effet, chaque centième de seconde, des dizaines de muscles doivent se contracter ou se détendre pour vous maintenir debout. Lorsque vous marchez,



Soufflex en Néoprène doublé et recouvert de Kevlar.



la complexité des mouvements est telle qu'il a fallu plusieurs années à nos chercheurs pour analyser toutes les interactions. Au cours de ces années, ils ont observé un surprenant phéno-

mène : l'avant du pied pivote par rapport au talon, vers l'extérieur ou l'intérieur, suivant qu'il est en phase de propulsion ou en position de freinage. Jusqu'ici, personne ne l'avait remarqué. Conséquence : lorsque vous marchiez dans des chaussures classiques, seul votre pied se tordait et frottait constamment sur le

Chaussure Déca Intelligente c

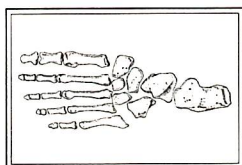


athlon Maya Flex. omme un pied.

cuir ou pire, le plastique. Résultat : ouille ouille, bonjour les ampoules et autres rougeurs qui font les joies de nos randonneurs. Quand on connaît le problème, la solution n'est qu'une question de technique et chez Décathlon, la technique, on connaît. Nous avons donc tout naturellement inventé le concept

marche Maya Flex. Sa tige est en croûte de cuir et sa semelle

en caoutchouc. Résistante, confortable et extrêmement



Le pied et ses articulations.

facile à chausser, elle maintient parfaitement le pied.

∞ Pour la tester, nous sommes allés sur le terrain et

nous avons marché, marché et les seules ampoules que nous avons ramenées étaient dans nos lampes de poches.

Flex : une semelle articulée latéralement et un soufflet en Néoprène, pour sa souplesse, et Kevlar, pour sa



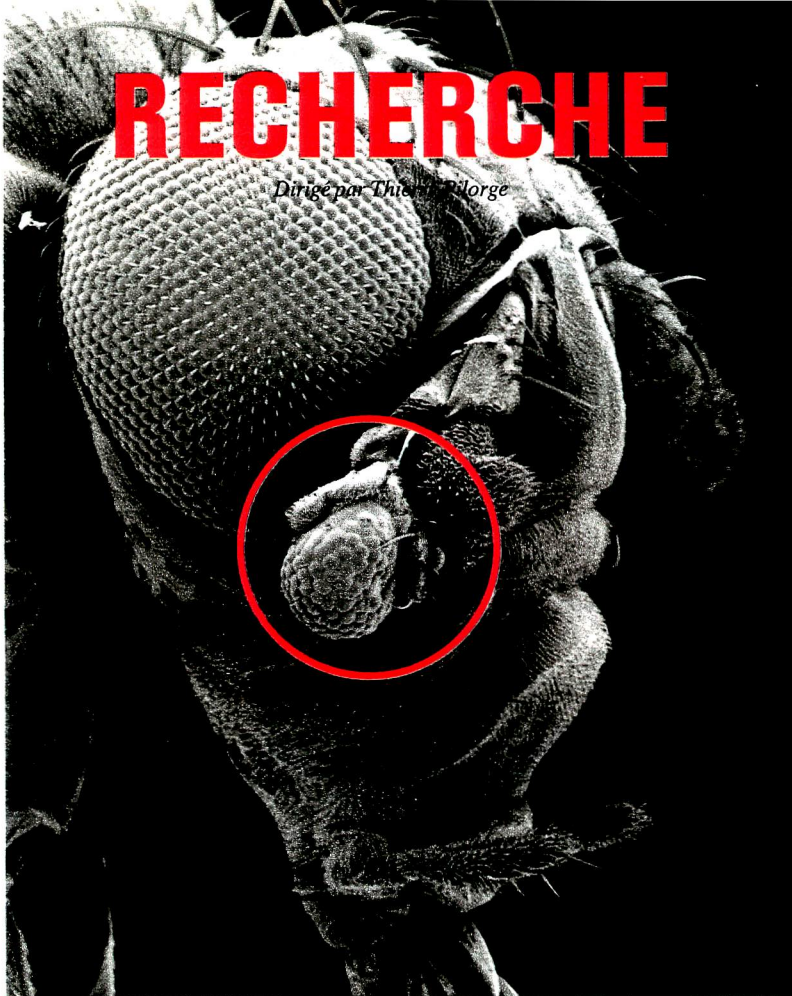
Os du pivot (bleu) sous la semelle en caoutchouc.

robustesse, sur les côtés de la chaussure. Une idée unique, brevetée Décathlon, qui évite tout conflit entre le pied et la chaussure pendant l'effort. Ce concept, vous pouvez le découvrir sur la nouvelle chaussure de

FLEX
DECATHLON
A FOND LA FORME

RECHERCHE

Dirigé par Thierry Pilorge



A côté de l'œil normal, s'est développé un autre œil, dont on ne sait pas s'il est fonctionnel.

Biozentrum/Univ. of Basel

Génétique

Une mouche avec quatorze yeux

Après quatre années de recherches, une équipe belgo-suisse, dirigée par le Pr Walter Gehring, directeur du laboratoire de biologie cellulaire de l'université de Bâle, est parvenue à obtenir une mouche dotée de quatorze yeux, situés sur les ailes, sur les pattes et même sur les antennes.

Aussi extraordinaire que soit ce résultat, il n'a rien d'étonnant. On sait, en effet, que les cellules d'une mouche, d'un homme ou d'un ver de terre, possèdent dans leur noyau l'ensemble des gènes permettant de développer un individu à l'identique. S'ils ne le font pas c'est parce qu'ils sont inhibés. Par exemple, une cellule du pancréas, n'exprime que les gènes pour lesquels elle est

spécialisée, en l'occurrence les gènes impliqués dans la production d'insuline ou de glucagon, les autres gènes restant silencieux.

Les chercheurs de l'équipe Gehring sont intervenus sur le gène chef d'orchestre qui commande la formation de l'œil et la vision. Normalement ce gène ne s'exprime que dans les cellules présentes à l'endroit où les yeux doivent se former. Les chercheurs sont parvenus à le réveiller en d'autres endroits du corps en intervenant au stade embryonnaire de la drosophile. Reste cependant une inconnue : on ne sait pas si ces yeux sont fonctionnels. Pour qu'ils le soient il faudrait être sûr qu'ils sont bien connectés nerveusement au cerveau.

Cette expérience pourrait, selon Gehring, avoir des applications chez l'homme, où des mécanismes génétiques semblables sont mis en jeu. Elles pourraient concerner les personnes atteintes de cécité ou souffrant d'anomalies fonctionnelles. P.R.

36 15
SCV

Questions / réponses
à la rédaction
(sous 24 ou 48 heures,
selon complexité).

Aux sources des briques de l'Univers

Si toute la matière que nous connaissons est constituée, tel un gigantesque "Lego", d'une centaine de sortes de "briques" – les éléments chimiques de la table de Mendeleïv (oxygène, fer, plomb, etc.) –, l'origine de certaines d'entre elles restait énigmatique. Deux chercheurs français viennent d'élucider ce mystère.

Tous les éléments présents sur Terre (et ailleurs) ont été fabriqués soit au cœur des étoiles, par réactions nucléaires, soit, pour les plus légers (hydrogène et hélium), quelques minutes après le big bang. Tous, sauf trois qui résistaient à ces explications : le lithium, le béryllium et le bore, bien que légers, sont très instables et ne peuvent avoir été formés ni dans la nucléosynthèse primordiale (après le big bang), ni dans les étoiles. Alors, où et comment sont-ils nés ?

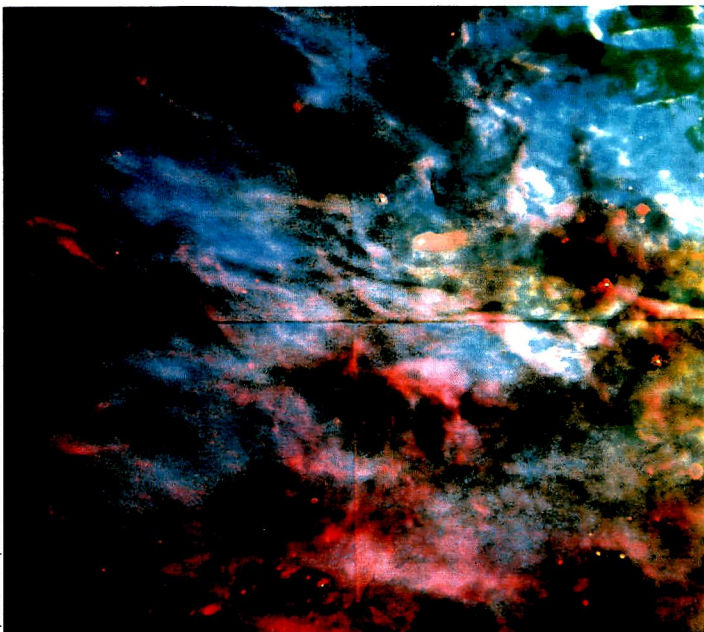
Une explication avait été proposée : ces éléments seraient nés de collisions entre les rayonnements cosmiques de grande énergie et de la matière interstellaire. Mais ces réactions, d'après les calculs, auraient dû produire 2,5 fois plus de bore 11 que de bore 10 (le bore 11 possède six neutrons, les bore 10, cinq). Or, sur terre, le bore 11 est 4 fois plus abondant que le bore 10. Cette explication n'était donc pas satisfaisante.

François Robert et Marc Chaussidon, du Muséum d'histoire naturelle et du CNRS de Nancy, viennent d'en proposer une meilleure. Analysant avec une extrême précision la composition de plusieurs météorites – composition qui n'a pas changé depuis la formation du système solaire –, ils ont d'abord montré que le rapport bore 11/bore 10 s'y trouvait comme sur la Terre proche de 4. Nos chercheurs ont alors rapproché leurs

résultats d'une autre découverte récente : des astronomes américains ont détecté des rayons gamma provenant de la nébuleuse d'Orion, qui seraient émis lors des chocs entre des noyaux d'hydrogène du nuage et des noyaux de carbone et d'oxygène éjectés par des supernovae du même nuage.

Les deux scientifiques ont calculé que, dans cette nébuleuse, ces réactions devaient produire des taux de bore 11 et 10 en parfait accord avec ce qu'ils avaient mesuré dans leurs météorites ! Conclusion : les atomes de bore ne sont pas formés dans le vide intergalactique, mais probablement dans des nuages très denses de gaz et de poussières qui se condensent peu à peu pour former des étoiles nouvelles. Des nuages tout à fait semblables à celui qui a donné naissance au système solaire. H.G

C'est dans des nuages denses de gaz et de poussières, comme la nébuleuse d'Orion, que naît, pense-t-on, le bore 11.



Space Telescope Science Institute/Nasa/SPL/Cosmos

LES FILTRES SONT-ILS CANCÉRIGÈNES ?

L'immunologiste John Pauli, du Roswell Park Cancer Institute de Buffalo, a découvert des fragments de fibres de filtre de cigarettes dans des tumeurs du poumon. Ce matériau très résistant à la biodégradation peut-il ajouter un risque de cancer à celui déjà provoqué par le tabac ? L'équipe poursuit ses recherches, mais il est probable que la protection fournie par le filtre soit supérieure au risque... Ph.C.

Préhistoire

Le plus vieux boomerang a 200 siècles

Cette arme en bois qui s'appelle- revient a été inventée par les aborigènes d'Australie ? Perdu ! Le plus ancien a été trouvé en... Pologne, ne fait qu'un aller simple et a été taillé dans une défense de jeune mammouth. Il mesure 71 cm d'envergure pour une largeur maximale de 6 cm, une épaisseur de 1,5 cm et un poids de 800 g (nettement supérieur à celui des boomerangs actuels). Il vient d'être daté : 20 300 ans, en plein Solutrén... comme la grotte de Val-

Les hommes du Solutrén avaient atteint une très grande maîtrise technique. Pour preuve, ce boomerang aux performances impressionnantes.

lon-Pont-d'Arc (voir le numéro spécial de *Science & Vie* en vente actuellement). Il est ainsi plus vieux d'au moins 10 000 ans que tous les objets de ce type déjà découverts.

Ceux qui ont essayé de lancer une réplique de même densité ont eu, au début, quelques difficultés. De toute évidence, on le tenait par son bout le plus large – sa face inférieure est gravée de lignes transversales qui assurent une meilleure tenue en main –, l'autre bout, plus recourbé, aurait pu blesser la main lors du lancer. A ce *design* inhabituel correspond aussi une trajectoire différente. Contrairement aux boomerangs classiques à qui on doit donner une trajectoire initiale as-

sendante, celui-ci doit être envoyé à plat. La réplique a atteint les 21,4 m/s, contre 18,5 m/s pour le boomerang actuel, et surtout la distance de 66 m, au lieu de... 27 m ! On peut se demander si une arme aussi redoutable n'était utilisée que pour la chasse au petit gibier, comme le pensent les chercheurs.

A en juger par la subtilité des détails de l'objet, apparemment destinés à améliorer ses qualités balistiques, les hommes du Solutrén, déjà célèbres pour leurs silex en "feuille de laurier", avaient atteint un niveau technologique élevé.

Archéologie

Découverte du trésor des Troyens

Un trésor de 186 200 pièces vient d'être découvert à Troyes ! Ce nombre étourdissant fait de ce dépôt monétaire le plus important, et de loin, des trésors de ce genre connus dans l'Empire romain d'occident.

Cet ensemble de pièces de cuivre a été retrouvé lors d'une fouille de sauvetage (dirigée par Gilles Debord de l'Association pour les fouilles archéologiques nationales) préalable à la construction d'un immeuble. Il était dissimulé dans une demi-amphore, enterrée à proximité d'un vaste domus – grande maison urbaine gallo-romaine – au sol décoré de mosaïques noires et blanches et aux murs recouverts d'enduits semblables à ceux de Pompéi. Ce quartier a été précipi-

t a m - ment abandonné dans la seconde moitié du III^e siècle, période troublée où la ville s'est repliée derrière un rempart hâtivement monté.

La terre cuite de l'amphore ayant absorbé l'humidité ambiante, les pièces sont remarquablement conservées. Le dépôt contient des monnaies « barbares », émanant d'ateliers régionaux, et de rares monnaies officielles, toutes frappées sous Tétricus, dernier empereur gaulois de 271 à 274. L'étude de ces

pièces (typologie et comparaison avec les modèles connus) permettra de déterminer le nombre, l'importance, le rayonnement et la localisation des ateliers qui les ont émises. Durant les premiers siècles de notre ère, ont en effet coexisté plusieurs ateliers monétaires régionaux qui, tout en imitant les pièces officielles, ont affirmé leur singularité en créant chacun son propre style. C.C.

Près de 2 000 pièces de monnaie en cuivre parfaitement protégées par la terre cuite de l'amphore qui les contenait.



En Alsace,
quand
on croise
la FISCHER
on lui tire
SON 
chapeau.



hopla!
FISCHER

l'abus d'alcool est dangereux pour la santé, sachez consommer avec modération

Vivons sans phallus en attendant la mort

Si l'hermaphrodisme est banal chez les escargots, l'autofécondation y est extrêmement rare. Plus de la moitié des individus de l'espèce tropicale *Bulinus truncatus* n'ont cependant pas le choix : ils naissent sans phallus !

Or, si l'autofécondation est l'exception dans la nature, c'est parce que, dans la majorité des cas, elle

présente un inconvénient rédhibitoire : elle conduit à des populations très fortement consanguines et, donc, pratiquement dépourvues de variabilité génétique, puisque les animaux se reproduisent ainsi à l'identique. Cette absence de variabilité est généralement fatale : dès que l'environnement fluctue d'une manière qui n'était pas prévue au programme génétique, c'est tous les individus qui en souffrent et, éventuellement, en meurent.

Pour qu'un système de reproduction par autofécondation se maintienne chez une espèce, il faut donc qu'il apporte des avantages capables de compenser cette vulnérabilité. C'est le cas ici. *Bulinus truncatus* vit en effet dans des mares qui s'assèchent chaque année. Le nombre de survivants,

après la saison sèche, est très faible et la rencontre d'un individu de sexe opposé pour se reproduire y est donc improbable. Autrement dit, chaque individu ne peut compter que sur lui-même. Et l'autofécondation est la seule solution, l'organe copulateur devenant alors superflu.

Mais, si le climat change énormément d'une saison à l'autre, c'est chaque année la même chose. Du coup, comme l'explique Philippe Jarne, de l'Institut des sciences de l'évolution à Montpellier, qui étudie ce problème, la sélection naturelle peut favoriser les individus les mieux adaptés à cette alternance et, donc, conduire à une très forte uniformité génétique. Mais, à très long terme (à l'échelle de milliers de générations), une telle population n'en reste pas moins vulnérable : survienne un brusque changement de climat ou un nouveau parasite, et toute la population disparaît.



Bulinus truncatus

P. Jarne/CNRS

Un gène du syndrome de Usher

● Après avoir découvert les gènes impliqués dans le syndrome de Kallman (déficit olfactif et absence de puberté), puis localisé les deux premiers gènes de la surdité récessive, l'équipe de Christine Petit (CNRS-Institut Pasteur) vient d'identifier un gène responsable de la forme la plus sévère du syndrome de Usher (surdité associée à une rétinite pigmentaire conduisant à la cécité). D'autres gènes sont encore à découvrir avant de pouvoir envisager la mise au point de traitements adaptés.

LES SPERMATOZOÏDES ONT DU NEZ

● Les spermatozoïdes portent les mêmes molécules détectrices des odeurs que les récepteurs olfactifs du nez. A l'université Johns Hopkins de Baltimore, Solomon Snyder a localisé ces récepteurs juste derrière leur tête, là où se trouve le "moteur" des cellules germinales. Il suppose qu'ils informent le système de pilotage de la direction à suivre pour atteindre l'ovocyte qui dégageait une odeur particulière. Reste à trouver la molécule de l'odeur féminine et à démontrer que les récepteurs en question jouent bien ce rôle. Si tout ce passe bien, Solomon Snyder imagine pouvoir inventer un contraceptif masculin qui inhiberait l'odorat des spermatozoïdes. Désorientés, ils deviendraient incapables de féconder.

Ph.C.



P.M. Motta, K.S. Porter, P.M. Andrews/SP/Corbis

Zoologie

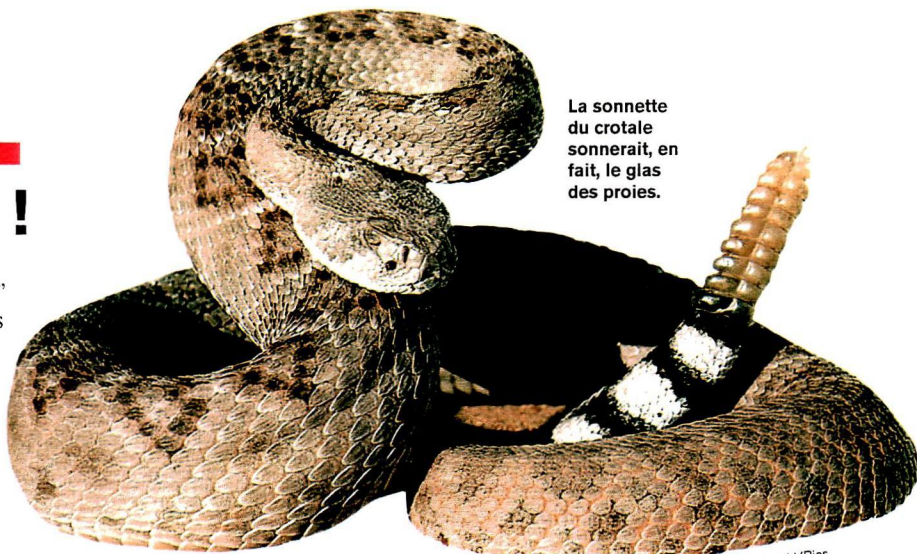
A table !

La "sonnette" des crotales n'aurait pas pour rôle d'éviter à ces serpents de se faire marcher dessus en effrayant les grands mammifères.

W. T. Vonstille, du Centre des sciences de l'environnement de Winter Park en Floride, avait en effet remarqué que la sonnette des jeunes crotales, de même que celle de nombreuses petites espèces, était silencieuse. Elle

ne pouvait donc pas signaler grand chose. Il lui est alors venu à l'esprit qu'elle pouvait servir à détecter les proies. Comment ? En accumulant de l'électricité statique.

La sonnette du crotale sonnerait, en fait, le glas des proies.



Cancelosi/P. Arnold/Bios

Pour tester son hypothèse, Vonstille a fixé une sonnette de crotale à un appareil produisant des vibrations et l'a reliée à un voltmètre. La réponse jaillit : le voltmètre indiquait entre + 50 et + 100 V quand la sonnette était actionnée.

Toutefois, le détecteur de proies n'est pas complet ainsi. Au cours de son comportement d'exploration, le crotale "tire" régulièrement la langue. Comme elle est chargée négativement, il se produit une différence de charge électrique entre celle-ci et la queue, qui serait détectée par des récepteurs spécifiques. En quoi cela permet-il de repérer les proies ? On sait que l'air humide, comme l'haleine, est conducteur d'électricité. L'haleine des animaux en modifiant la conductibilité électrique trahirait leur présence dans les abris mêmes où ils se réfugient. Détecter cette haleine serait donc un gage de survie pour les crotales.

Anthropologie

L'homme a failli disparaître comme les dinosaures

Il y a 400 000 ans, les hominidés qui n'étaient pas encore *sapiens*, mais toujours *erectus*, auraient été victimes d'un accident comparable à celui qui fit disparaître les dinosaures à la fin de l'ère secondaire. A cette nuance près que 10 000 hominidés ont réussi à survivre, sur une population totale estimée à 100 000. Telle est la thèse avancée par un généticien japonais, Naoyuki Takahata, dont les travaux, non encore publiés, ont fait l'objet d'un commentaire dans la revue *Science*.

Le savant japonais est parti d'une constatation. Quand on compare la diversité des gènes chez les hommes actuels avec celle du gorille, du chimpanzé, de l'orang-outan, on constate qu'il y a plus de différences à l'intérieur de chacune de ces espèces d'anthropomorphes qu'à l'intérieur de l'espèce humaine. Autrement dit, la

variabilité génétique entre un Parisien de souche et un aborigène d'Australie est plus faible que celle qui existe entre deux chimpanzés partageant le même territoire.

On sait aussi qu'on peut, en théorie, retracer l'histoire de n'importe quelle paire de séquences d'ADN neutres (celles qui ne confèrent aucun avantage sélectif), prises au hasard dans la population, jusqu'à leur ancêtre commun.

On peut calculer le temps mis par ces deux séquences d'ADN pour évoluer de l'ancêtre commun jusqu'à aujourd'hui à l'aide d'horloges moléculaires étalonnées à partir de datations de fossiles. Takahata a ainsi pu établir que la variabilité génétique actuelle s'explique si, il y a 400 000 ans, une population de 100 000 ancêtres de l'homme s'est trouvée réduite brutalement à un dixième.

P.R.

36 15
SCV

Découvrez les jeux
interactifs à plusieurs
joueurs : Rogue, Killer,
Starbustars, etc.

Titan, l'autre planète avec des continents et des océans

Lorsque l'on parle de planètes, un nom s'impose immédiatement, Mars. Il faudra maintenant ne pas oublier Titan. Deux astronomes américains, dont le fameux Carl Sagan, viennent en effet d'annoncer (1) que la surface de ce satellite de Saturne connaissait des marées, ce qui implique qu'il ait des continents et des océans.

Déjà au début des années quatre-vingts, les sondes *Voyager I* et *II* avaient survolé cette lune et enregistré des informations enthousiasmantes. En effet,

Titan possède une atmosphère épaisse (particularité qu'elle partage uniquement avec Vénus) principalement composée d'azote et de méthane avec des réactions chimiques en son sein capables de produire des composés organiques de type prébiotiques... Il n'en fallait pas plus pour comparer Titan à la Terre des origines, juste avant l'apparition de la vie.

Une question restait en suspend : à quoi ressemblait la surface de Titan ? Le télescope *Hubble* vient de répondre. Grâce à des observations répétées, les chercheurs ont pu reconstruire quatre images. La tache claire aussi grande que l'Australie a été interprétée comme une surface solide, probablement un mélange d'eau et d'ammoniac glacé. Les

zones sombres (parce qu'elles ont plus absorbé les ondes infrarouge) suggèrent une étendue liquide d'hydrocarbures (éthane et méthane) littéralement tombés du ciel.

Pour vérifier *in situ* toutes ces informations, il faudra attendre la sonde *Cassini-Huygens* qui devrait se poser sur Titan au début du prochain siècle.

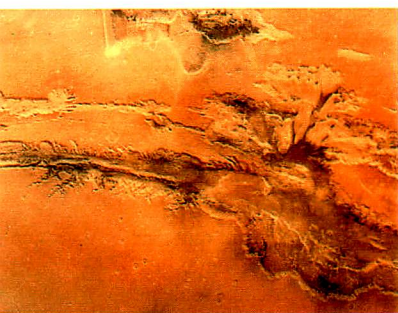
J.-F.R.

(1) *Nature*, 16 mars 1995.



Dermott et Sagan

Sur cette image de la surface de Titan, les zones claires sont des continents et les zones sombres des océans de méthane.



Us geological survey/SPL/Cosmos

Mars et la mémoire de l'eau ?

● Les traces d'eau ruisselante à la surface de Mars ne manquent pas, comme ci-dessus dans la *Valles Marineris*, mais elles remontent à plusieurs milliards d'années. Thomas Donahue, dans la revue *Nature* du 30 mars dernier, relance le débat autour de la quantité d'eau piégée en sous-sol et du cycle gazeux-liquide encore possible aujourd'hui...

LES QUASARS TOMBENT LA VESTE

● Le télescope spatial voit clair et loin mais ses images n'en jettent pas moins le trouble dans la communauté des astronomes. Parmi ses dernières facéties, une série de photographies de quasars, ces astres des débuts de l'Univers, totalement isolés dans l'espace. Or, il est de notoriété astronomique que ces objets très brillants et violents se nichent au cœur de galaxies hôtes avant de s'éteindre faute d'étoiles proches à phagocyter. Comment expliquer cette nudité intempestive que l'on peut voir sur l'image ci-contre (le quasar central a été masqué pour montrer qu'il n'y a rien autour) ? Réponse avec les prochaines images du télescope *Hubble*...

J. Bahcall/Nasa



M

A

R

O

C



Fès. Montre arrêtée à 12 h, instant d'éternité.

Lundi. Fascination devant le Palais Royal.

Même ma montre s'est
arrêtée. Mercredi. Belle
partie de marchandage
dans les souks
pour quelques épices.



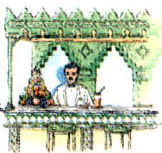
Jeudi.
J'ai fait une rencontre.
Il s'appelle Couscous
Royal.

Et

je suis devenu son vassal.

Vendredi. La vie au Palais

Jamaï me convient à
merveille. D'ailleurs j'ai toujours dit à Paul
que j'étais faite pour la vie de Palais.



L'EBLOUISSEMENT DES SENS

Agro-alimentaire

Bientôt du riz basmati européen ?

Les riz parfumés sont de plus en plus recherchés. En France, ils représentent 16 % des ventes (en valeur), dont une grosse moitié de riz *basmati*, d'origine indienne ou pakistanaise. Malheureusement, ces variétés parfumées, même dans leur berceau d'origine, ont un faible rendement, perdent leurs grains et sont sensibles aux maladies. D'où l'inquiétude des négociants de ne pas pouvoir répondre à la demande des consommateurs américains et européens, et l'idée d'enrichir les riz européens en caractère aromatique.

Pour cela, il est nécessaire de repérer le gène à la source de l'arôme et de l'introduire, par croisements successifs – ou par génie génétique – dans les variétés européennes. L'enjeu est de taille mais le projet est en bonne voie grâce aux travaux de jeunes chercheurs de l'Ensiaa, de l'Orstom et du Cirad (1).

En comparant les fractions volatiles de la variété parfumée *Azucena* et de la variété non parfumée IR64, Marina Petrov (Ensiaa) a d'abord mis en évidence neuf composés différenciant ces deux variétés. Le plus caractéristique est une molécule à



M. Günther/Bios

Dans quelques années, l'Europe du Sud, qui produit déjà 85 % de la consommation communautaire, sera à même de fournir les variétés parfumées tant recherchées.

odeur de pop-corn, déjà identifiée dans le riz *basmati*, la 2-acétyl-1-pyrroline. L'étude des variations quantitatives de la teneur en cette molécule dans les descendants du croisement IR64-*Azucena* a montré qu'elle est due à l'expression d'un seul gène. Pour le localiser, les chercheurs de l'Orstom se sont appuyés

sur une carte génétique du riz où ont déjà été établis 135 marqueurs spécifiques le long de ses 12 chromosomes. En confrontant sur les descendants du croisement la présence de ces marqueurs et la concentration en arôme, ils ont montré que le fameux gène se trouve sur le chromosome 8. M.-L. M.

(1) Ecole nationale supérieure des industries agricoles et alimentaires, Institut français de recherche scientifique pour le développement en coopération, Centre de coopération internationale en recherche agronomique pour le développement.

Ophtalmologie

Cécité : on y voit plus clair

Les enfants prématurés et les diabétiques sont particulièrement sujets à une forme de rétinopathie, due à une multiplication anormale des vaisseaux sanguins de la rétine. Cette prolifération a une cause : le déficit en oxygène de la rétine. Chez

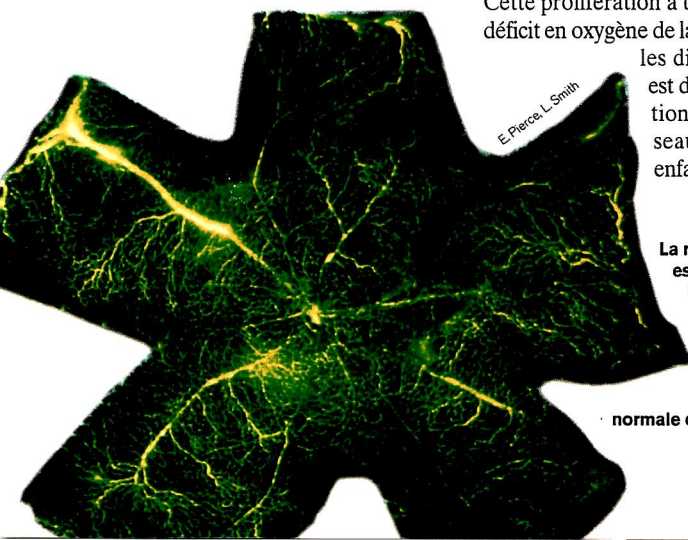
les diabétiques, il est dû à l'obstruction des vaisseaux. Chez les enfants prématurés

il est provoqué par la formation incomplète des vaisseaux.

Pour pallier le manque d'oxygène, une protéine de la rétine, dite VEGF (*vascular endothelial growth factor*), est mise en jeu en vue de favoriser le développement de nouveaux vaisseaux sanguins. Formés dans la précipitation ceux-ci sont défectueux et fuient. D'où un voile sur la rétine qui aveugle le patient.

Deux ophtalmologistes américains, Anthony Adamis et Lloyd Aiello, pensent réussir à contrecarrer l'action du VEGF par l'injection d'anticorps spécifiques. Les résultats de ces études seront connus dans les prochains mois. On envisage aussi la mise au point de médicaments qui inhiberaient l'action de cette protéine.

P.R.



E. Pierce, L. Smith

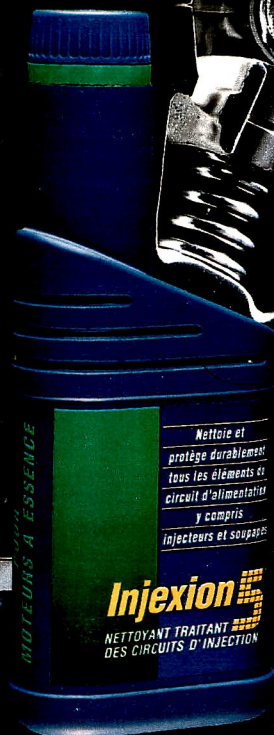
La rétinopathie est due à l'éclatement des vaisseaux (en jaune) de la rétine. Ici, une rétine normale de souris.



*Belgom : toute la voiture en beauté.
Douze références exclusives à base de produits naturels.*



*Métal 5 : le premier remétallisant
haute technologie pour préserver son capital moteur.*



*Injexion 5 : nettoyant traitant des circuits d'alimentation.
Redonne au moteur tout son brio d'origine.*

Gardez-la jeune et jolie plus longtemps

Parce que vous n'avez pas choisi votre voiture par hasard, vous voulez la garder belle et performante aussi longtemps que possible. Pour vous Soditen a mis au point 3 gammes de produits destinés à valoriser l'esthétique, prolonger la vie du moteur et améliorer son fonctionnement.

Le succès de Belgom, Métal 5 et Injexion 5 prouve que Soditen sait rester à l'écoute des automobilistes et des professionnels d'aujourd'hui pour leur offrir les meilleurs produits de leur catégorie.

Oui, je souhaite recevoir, gratuitement, la(les) documentation(s) suivante(s) :

- ☐ Belgom, toute la voiture en beauté
☐ Métal 5, la protection active des moteurs
☐ Injexion 5, nettoyant traitant des circuits d'alimentation

Nom _____ Prénom _____

Adresse _____

Code postal [] [] [] [] [] Ville _____

Marque de voiture _____ Type _____

Année _____ Kilométrage _____

Les gammes Soditen sont disponibles chez plus de 10 000 professionnels de l'auto. Demande de documentation à SODITEN S.A 127, avenue Félix-Faure - 92000 Nanterre - Tél. (1) 45.06.22.44 Fax (1) 47.28.82.66 ou par Minitel 3615 Métal 5 - 3615 Belgom Métal 5, Belgom et Injexion 5 sont des marques déposées par Soditen S.A

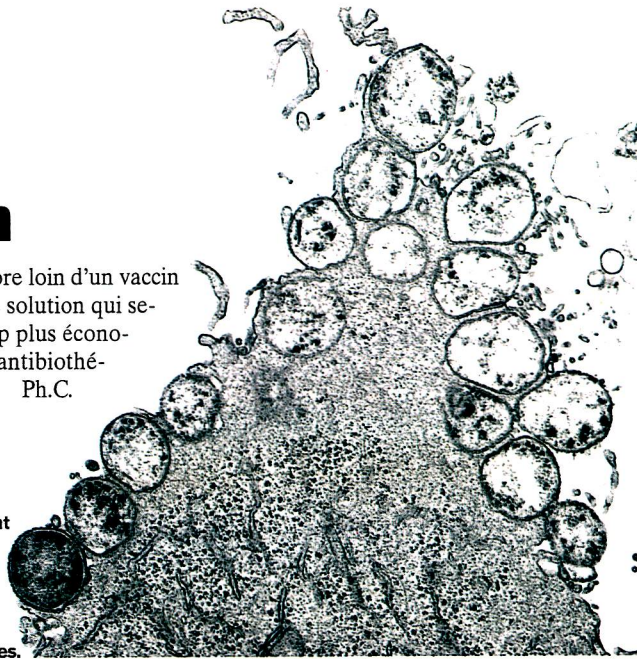
Ulcère : vers un vaccin

Une bactérie en forme de tire-bouchon, *Helicobacter pylori*, infecte près de 50 % de la population mondiale. De préférence là où les conditions d'hygiène sont les pires. Chez certains sujets sensibles, elle provoque des ulcères et des cancers de l'estomac. Remède classique : les antibiotiques. Seulement, *Helicobacter* fait de la résistance et les traitements reviennent très chers sans être totalement efficaces. Ce qu'il faudrait, c'est un vaccin.

Pour le mettre au point, il est nécessaire d'avoir des animaux sur lesquels tester son efficacité. C'est enfin chose faite, grâce aux travaux de l'équipe de Marta Marchetti de l'Iris, à Sienne, en Italie. Ces biologistes sont parvenus à dénicher une lignée de souris de laboratoire qui développe un ulcère lorsqu'elle est infectée. Ils ont ensuite tenté, avec succès, de l'immuniser contre *H. pylori*.

On est encore loin d'un vaccin humain. Une solution qui serait beaucoup plus économique que l'antibiothérapie. Ph.C.

Helicobacter pylori attaquant la muqueuse stomacale. Seule riposte possible aujourd'hui : les antibiotiques.



E. B. Seged/Stanford univ.

Médecine

Cortisone contre VIH

Paradoxe : la cortisone, qui diminue la réaction immunitaire, a augmenté le taux de CD4, les cellules immunitaires infectées par le VIH, chez une quarantaine de sé-

ropositifs. C'est le résultat d'une observation sur un an publiée par Jean-Marie Andrieux et son équipe de l'hôpital Laennec. Ce chercheur, bien connu pour avoir testé l'effet d'un autre immunodépresseur, la ciclosporine, contre le VIH, s'est lancé sur cette nouvelle piste en constatant la stabilité du taux de CD4 chez un patient traité à la cortisone pour une toute autre raison (d'incoercibles démangeaisons).

Pourquoi cet effet sur les CD4 ? On sait depuis peu (*Science & Vie* n° 930, p. 72) que le système immunitaire se défend ardemment dès les premières semaines de la contamination ce qui le conduit à l'épuisement au bout de quelques années. Il est possible que, en calmant l'impétuosité de la réaction immunitaire, la cortisone évite l'épuisement fatal du système de défense. Cela reste à démontrer. Dans quelle mesure cette expérience ouvre-t-elle sur un espoir thérapeutique ? Il est encore trop tôt pour le dire et les meilleures estimations ne prévoient pas de résultats concrets avant la fin du millénaire. Ph.C.

RÉSISTANCE INFANTILE AU VIH

● Un bébé américain séropositif à la naissance est devenu séronégatif à l'âge de 12 mois. Contrairement aux autres cas de seroconversion néonatale rapportés jusqu'ici, celui-ci ne serait pas le résultat d'une erreur de laboratoire. Quel proportion de bébés parvient ainsi à éliminer le virus ? Comment cela est-il possible ? Cela pourrait-il se produire chez l'adulte ? Toutes ces questions sont encore ouvertes. Mais plusieurs médecins pensent que les réponses pourraient avoir des conséquences intéressantes sur la recherche d'une thérapie ou d'un vaccin. Ph.C.



Soupe organique et digestion électrique

● Sur l'un des établis du laboratoire de l'Anglais Peter Bennetto, traîne une drôle de boîte en plastique. C'est une pile à bactéries. Le procédé n'est pas nouveau : dès 1910, le botaniste anglais Michael Potter avait constaté que, durant leur digestion, les micro-organismes étaient en mesure de libérer de l'électricité. Le travail de l'équipe de Bennetto, publié par la revue *Discover* en mars dernier, vise à optimiser le rendement d'un tel processus. Un centimètre cube de "soupe biologique" pourrait contenir jusqu'à 100 milliards de micro-organismes et permettrait de réaliser une batterie capable de délivrer environ 2/10 de watt. Composée simplement de bains séparés par des membranes en polymère semi-perméables dans lesquels plongent des électrodes en carbone, son coût de fabrication est modeste. L'équipe se prend à rêver : une pile contenant 10 m³ de liquide (une petite piscine) pourrait fournir jusqu'à 1 MW en dévorant 200 kg de sucre à l'heure ; de quoi alimenter en électricité une petite ville. Une voiture munie de telles batteries consommerait 4 kg de sucre au 100 km. H.-P.P.

Les abeilles savent compter

● Comment les abeilles évaluent-elles la distance de leur ruche à une source de nourriture ? En comptant les repères qui jalonnent leur trajet. C'est ce qu'ont démontré Lars Chittka et Karl Geiger, de l'université libre de Berlin. La preuve : elles parcourent une distance supérieure ou inférieure à celle requise si l'on augmente ou si l'on diminue expérimentalement l'espace entre les bornes-repères, mais sans en changer le nombre, et ce même si la source de nourriture n'a pas changé de place. Heureusement pour elles, les arbres qui balisent leur chemin n'ont pas l'habitude de se déplacer beaucoup !

Ont collaboré à cette rubrique : Philippe Chambon, Catherine Chauveau, Hélène Guillemot, Marie-Laure Moinet, Henri-Pierre Penel, Jean-François Robredo et Pierre Rossion.

Utilisez

TECHNOLOGIE

A9

Nouvelle technologie (brevetée)



- Vous consommerez moins de carburant.
- Vous réduirez la pollution de l'air.

Choisissez

L'huile moteur



OU

Le traitement moteur



Ces 2 produits sont miscibles avec les huiles de toutes marques.

- Réduction de la pollution de l'air (diminution des rejets d'oxyde de carbone de 75% au ralenti et de 20 à 30 % en ville pour les moteurs essence).
- Réduction moyenne des rejets de fumées de 40% aux accélérations pour les moteurs diesel.

Réduction des consommations de carburant en ville et sur route (5 à 10% en ville).

D. PRODUCTION - A9 - ZI - 62440 HARNES



 LE PLUS MOTIVANT DANS UN VIRAGE, C'EST SENTIR QUELQU'UN JUSTE DERRIÈRE SOI,

Fidèle à son esprit d'innovation et d'avant-garde en matière d'automobile, Citroën vient de concevoir Xantia Activa. Grâce au système Citroën de contrôle actif du roulis mis au point par nos ingénieurs, pour la première fois au monde, une voiture ne s'inclinera plus dans les virages. Ce principe qui consiste à résister à la force centrifuge permet à Xantia Activa de virer totalement à plat. Une avancée technologique qui va apporter aux automobilistes une sensation de confort et un niveau de sécurité jamais atteints jusqu'à présent. Que vous soyez au volant de Xantia Activa ou même simple passager, vous vous demanderez pourquoi, depuis toutes ces années, aucune voiture n'avait été conçue avec autant d'intelligence et de rigueur. Et comme Xantia Activa est aussi équipée d'un habitacle renforcé, de l'ABS et de l'Airbag Citroën conducteur de série, on peut aisément affirmer qu'elle est la voiture la plus sûre de sa catégorie. Alors si, comme Carl Lewis, vous avez toujours la sensation d'être

COMME SA FEMME ET SES ENFANTS PAR EXEMPLE.

suivi, ne vous inquiétez pas, ce n'est que la concurrence. Motorisation essence 2 litres, 16 soupapes. Airbag Citroën conducteur de série. ABS de série. Jantes alliage et équipement haut de gamme de série. Informations clientèle : 36 63 90 00. 3615 CITROËN.



LA PREMIÈRE VOITURE QUI VIRE À PLAT
CITROËN XANTIA ACTIVA

ENVIRONNEMENT

Dirigé par Didier Dubrana

Tourisme

Le colosse de dentelle sauvé des sables

En France, le touriste est roi. Pourquoi ? Parce que, en période de crise, tout est bon pour relancer l'économie. On bétonne donc la côte atlantique, en construisant notamment des parkings sur les dunes landaises pour éviter cinq minutes de marche aux baigneurs. Et, dans les Alpes, on élargit les routes départementales afin d'organiser les grands embouteillages des sports d'hiver.

Mais voici que le mont Saint-Michel, premier site touristique de

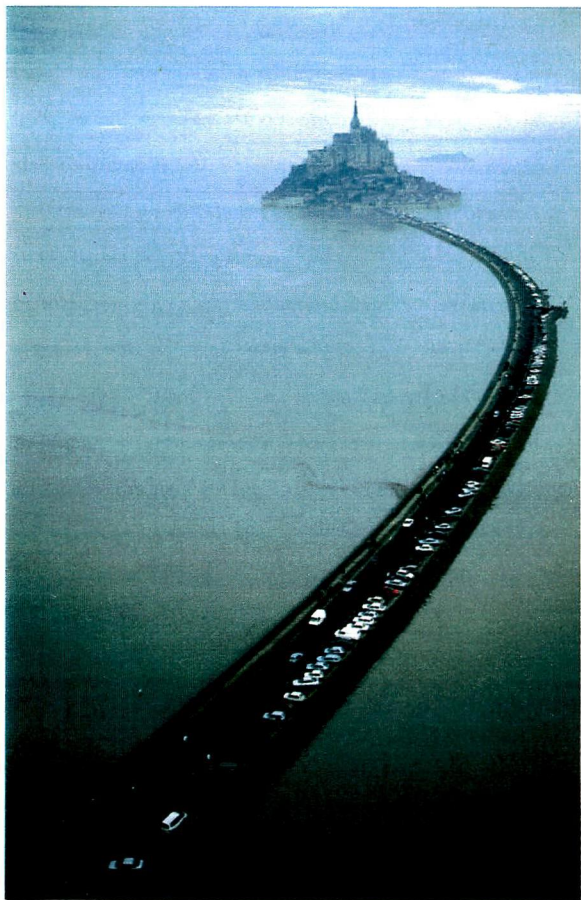
France avec 3,3 millions de visiteurs par an, est à son tour touché par la frénésie des "nouveaux aménageurs". Michel Barnier et son collègue de l'Équipement Bernard Bosson viennent en effet d'annoncer en grande pompe un plan d'aménagement sur sept ans, d'un montant global de 550 millions de francs. Le but de la manœuvre est le désensablement du site, afin de rendre à la mer le mont Saint-Michel qui s'amarre chaque jour un peu plus à notre continent – et pour cause : nos ancêtres avaient commencé dès 1859 un programme de poldérisation, qui accélère la dynamique naturelle d'ensablement du «colosse de dentelle» cher à Guy

Maupassant. Chaque année, plus d'un million de mètres cubes de sédiments se déposent au fond de la baie, élevant peu à peu le niveau du sable. Ce biotope est colonisé par une végétation rase de prés salés, qui progresse de 30 ha par an. Trop, c'est trop, ont décidé les aménageurs et autres paysagistes "en herbe". Ils ont décidé de détruire une

partie de la digue qui bloque le transit des sédiments, et de modifier le barrage de la Caserne sur le Couesnon, «pour recréer l'effet de chasse naturelle due aux oscillations de la marée et évacuer ainsi les sédiments». Enfin, les cours de la Guitre et du ruisseau Landais seront rétablis, toujours dans un but de désensablement. Mais la *nec plus ultra* est la mise en place d'une sorte de téléphérique qui glissera sur un pont entre un parking gigantesque et le mont Saint-Michel. Ainsi, en 2002, le touriste n'aura plus qu'à se laisser guider, pour visiter un site naturel transformé en cagnote pour l'économie local...

Le énième projet de désensablement du mont Saint-Michel coûtera la bagatelle de 550 millions de francs.

S. Compoint/Sigma



36 15
SCV

Avec l'ADEME*, tous les chiffres sur les économies d'énergie, le bruit, la pollution, les voitures, les déchets, les énergies nouvelles, etc.

*Agence de l'environnement et de la maîtrise de l'énergie.

Du droit des singes à disposer d'eux-mêmes

Dans notre numéro de janvier 1995 (n° 928, p. 8), nous signalions la proposition du Dr Sue Savage-Rumbaugh d'attribuer un statut "semi-humain" aux grands singes. Dans un livre-manifeste, qui vient de paraître (1), trente-quatre spécialistes de diverses disciplines (éthologues, psychologues, philosophes, juristes, etc.) vont encore plus loin : ils proposent de reconnaître à nos cousins les singes anthropoïdes – chimpanzés, gorilles et orangs-outans – les mêmes droits qu'à nous-mêmes.

Le but du Great Ape Project est de définir une "communauté d'égaux" incluant aussi bien les hommes que les grands singes. Le livre s'ouvre d'ailleurs sur une déclaration des droits des anthropoïdes : droit à la vie, protection de la liberté individuelle, et interdiction de la torture. Les droits de l'homme deviendraient, en quelque sorte, les droits des hominoïdes. Jared Diamond, un biologiste réputé, prétextant que notre génome est à 98,4 % (quelle précision !) identique à celui du chimpanzé, suggère d'ailleurs d'inclure les deux espèces de chimpanzé et les humains dans le même "sac" systématique, le genre *Homo*.

Aussi légitime que soit le désir de protéger les anthropoïdes des mau-

vais traitements dont ils font l'objet dans les laboratoires, les zoos et autres cirques (et que l'on ne vienne pas nous opposer que l'on ferait mieux de commencer par faire respecter les droits de l'homme : pourquoi faudrait-il faire l'un après l'autre ?), le Great Ape Project n'en soulève pas moins des interrogations. Le respect de la liberté individuelle suppose la possibilité d'être reconnu coupable de crimes – et, donc, l'aptitude à organiser sa défense face à une cour de justice. Comment les lois élaborées

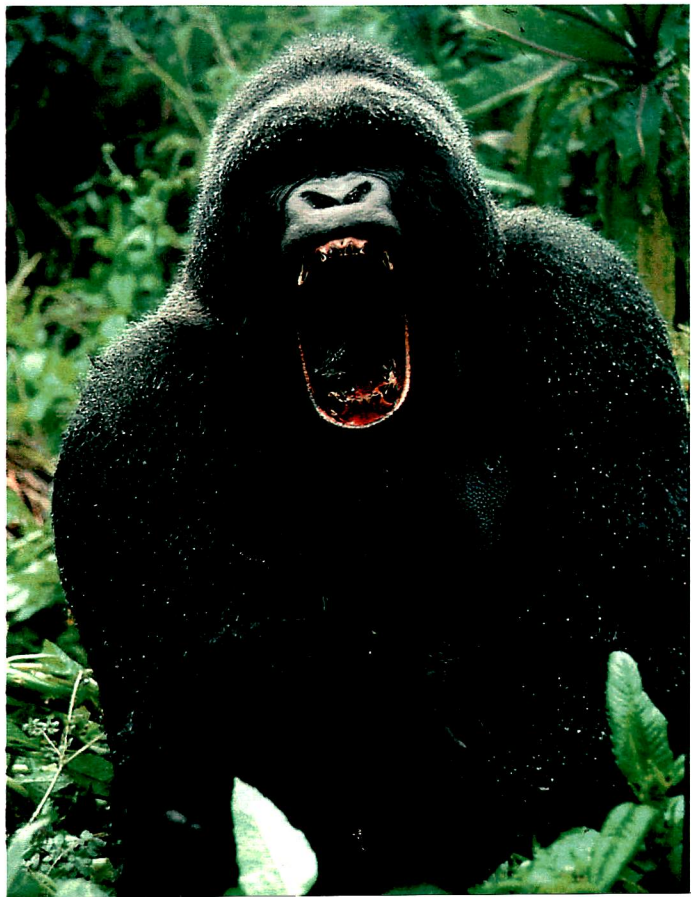
par les hommes pour des sociétés strictement humaines pourraient-elles s'appliquer aux singes anthropoïdes ? Ce parti pris conduit les défenseurs de cette "communauté d'égaux" à assimiler les singes à des handicapés mentaux. Peut-on encore parler d'égalité, dès lors que l'on nie leur forme d'intelligence et qu'on leur impose des règles de conduite qu'ils n'ont pas choisies – et que l'évolution biologique ne leur a pas données ? Ne devons-nous pas, une fois pour toutes, reconnaître le droit à la différence, aussi bien au sein de notre propre espèce qu'entre celle-ci et les autres ? T.P.

Les grands singes ne finiront-ils pas par se révolter contre ceux qui les considèrent comme des sous-hommes ?

(1) Paola Cavalieri et Peter Singer, *The Great Ape Project. Equality Beyond Humanity*. Fourth Estate, 312 p.

Plainte contre X

● Danièle Graignic, une militante "verte" de la région parisienne, vient de déposer plainte contre X pour la mise en danger de la personne humaine en raison des pointes de pollution atmosphérique (NO₂) enregistrées dans son quartier.



Désertification

Une forêt de bonnes intentions



Symbole de la lutte écologiste, la déforestation reste l'une des principales plaies de notre planète (voir carte ci-dessus), en dépit des déclarations d'intention tapageuses des politiques du monde entier.

Le dernier de ces vœux pieux a été exprimé à Rome, où se sont réunis le 17 mars dernier, sous l'égide de la FAO, pas moins de 121 pays réclamant «une action urgente pour protéger et gérer les forêts de la planète».

Au terme de deux jours de palabres, ministres et autres responsables des forêts ont affirmé leur détermination «d'utiliser de leur volonté politique pour atteindre les objectifs du sommet de Rio dans les plus brefs délais» !

En juin 1992, les chefs d'Etat du monde entier y avaient en effet déclaré pratiquement la même chose, au nom de la «préservation de la biodiversité». Mais la nature

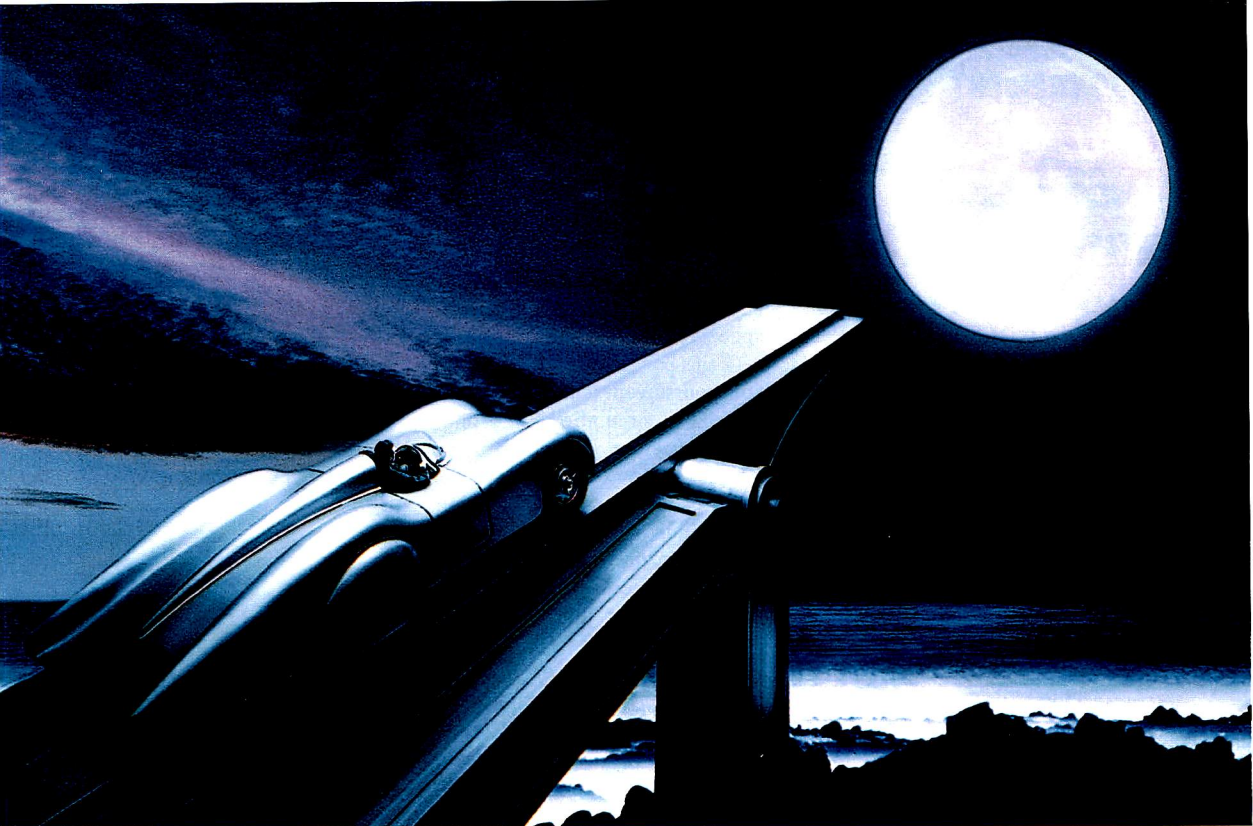
Au nord, les forêts sont décimées par la pollution ; au sud, la pauvreté oblige les populations locales à piller cette ressource naturelle. Cependant, certains pays, comme le Gabon, le Chili et l'Inde, se sont lancés dans de vastes programmes de reboisement.

n'a que faire des lenteurs de la diplomatie internationale...

De surcroît, il serait plus honnête aujourd'hui de parler de désertification que de déforestation : «30 % des terres du globe sont menacées de désertification, et le tiers de ces régions sèches ont déjà perdu plus d'un quart de leur potentiel productif. Et elles perdent encore 10 millions d'hectares chaque année», souligne le Programme des Nations unies pour l'environnement (PNUE).

Adoptez un cochon

● Envie d'un retour aux sources ? Adoptez un cochon ! C'est ce que propose la ferme Dehesa de Frades, près de Salamanque, en Espagne. Si vous rêvez d'un bon jambon à l'ancienne, il vous en coûtera 250 F par mois pour parrainer, pendant un an, votre porc. De la race *cerdos ibericos*, il se gavera en plein air d'herbe, de glands, de vers et d'insectes. Un mois après la *matanza* (la mise à mort) vous pourrez déjà déguster vos chorizos, votre lard salé et autres charcutailles. Pour le jambon, toutefois, il vous faudra patienter dix-huit mois.



RDS, affichage EL multicolore, télécommande ergonomique

POURQUOI SE CONTENTER D'AVOIR TOUT QUAND ON PEUT AVOIR BEAUCOUP PLUS ?

Pourquoi se contenter d'avoir
dans sa voiture un lecteur CD,
un ampli tuner et 2 HP ?

Pourquoi se contenter de haut-
parleurs qui grésillent à cause

de l'humidité, de FM qui zappent toutes seules au fil des kilomètres, de
membranes qui agonisent sous les infra-basses de vos compils techno, d'opéras
remixés par les ralentisseurs de parking ? Pourquoi subir des
agressions sonores, mécaniques, hertziennes ou digitales qui vous
minent peu à peu jusqu'à vous saper complètement le moral dans
votre auditorium monté sur pneumatiques ?

Pourquoi se contenter d'un autoradio quand on peut avoir un Pioneer ?



DEH-P815 RDS. Combiné CD-Syntoniseur haute puissance

**NOUVEAU
4x35W***

Partant du principe que la lec-
ture laser permet aujourd'hui
de restituer la pureté des sons
dans leur intégralité et qu'il
serait dommage de s'en priver,

Pioneer donne à ses automobilistes, pour la première fois dans le monde et
en exclusivité, beaucoup plus de puissance avec 4 x 35W* intégrés, plus de
pureté de restitution avec l'IP BUS, plus de praticité avec une télécommande
ergonomique, plus de mémoire avec le BSM 12, plus de musique avec la compa-
tibilité multi-CD et plus d'ambiance avec le DSP en option. Plus, plus, plus...

Pourquoi se contenter de la terre quand on peut avoir la lune ?

Pioneer ou subir ?

PIONEER
The Art of Entertainment
PIONEER SETTON S.A.

36 15 Pioneer 2,19 F / mn

Aérologie

Quand la nature pollue

Quoi de plus naturel qu'une éruption volcanique ? Pourtant, les millions de tonnes d'aérosols rejetés dans l'atmosphère bouleversent la chimie de l'atmosphère.

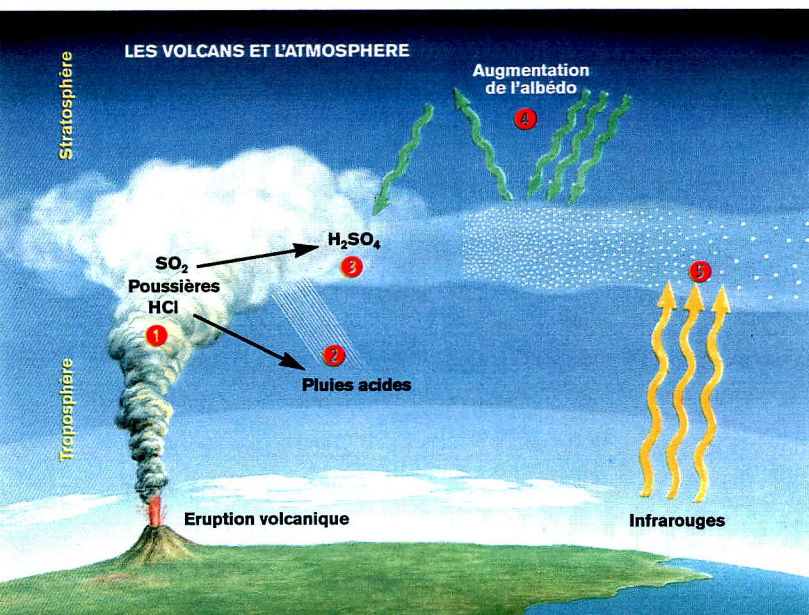
Ainsi, en juin 1991, le volcan philippin Pinatubo a craché des cendres, qui ne sont restées que quelques mois en suspension dans la stratosphère, mais aussi des gaz : acide chlorhydrique (HCl) et dioxyde de soufre (SO_2) ❶. Le premier se dissout rapidement dans la vapeur d'eau et retombe sur Terre sous forme de pluies acides ❷. Le second démarre un long périple chimique, qui l'amène à modifier le bilan radiatif de la planète (tout comme le gaz carbonique issu de la combustion des énergies fossiles).

Il se transforme tout d'abord en acide sulfurique (H_2SO_4) ❸, rapidement condensé en un nouvel aérosol sous l'effet conjugué des très basses pressions et de l'énergie solaire. Cet aérosol augmente la capacité de la Terre à renvoyer les radiations solaires vers l'espace ❹

(albédo), et réchauffe la stratosphère en absorbant les infrarouges réfléchis par la Terre ❺. Les aérosols poursuivent leur chemin, guidés par la circulation atmosphérique générale, et s'accumulent dans les cirrus.

Autre effet néfaste de l'éruption volcanique : son impact sur la couche d'ozone. L'éruption du Pinatubo a rejeté 4,5 millions de tonnes de chlore, qui, tout comme celui issu des célèbres CFC (chlorofluorocarbones), se transforme en oxyde de chlore, un "mangeur d'ozone". Les scientifiques confirment que le Pinatubo a accéléré le processus de destruction de l'ozone au cours des dernières années. En quinze ans, la couche d'ozone a diminué de 6 %.

Les éruptions volcaniques peuvent engendrer des modifications dans la chimie de l'atmosphère comparables à celles provoquées par les polluants industriels.



Fovéa/Sequoia



SALETÉS DE VOLATILES !

● Chaque printemps, le peuple gallois est assailli par les campylobacters, des bactéries responsables de gastro-entérites. Cette énigme épidémiologique vient d'être élucidée, à l'issue d'une très sérieuse enquête des services d'hygiène publique : 551 malades ont été soumis à un questionnaire détaillé durant une période de trois mois (du 1^{er} avril au 30 juin 1994). Résultat : 93 d'entre eux avaient bu, la semaine précédente, du lait provenant de bouteilles dont les capsules avaient été percées par des pies ou des choucas. Nos voisins d'outre-Manche ont en effet l'habitude de se faire livrer leur lait à domicile, en même temps que leurs quotidiens préférés. Cela fait le bonheur des volatiles, qui s'attaquent aux capsules. Cette enquête vient confirmer une étude anglaise comparable, vieille de cinq ans, et qui concluait que « l'attaque des bouteilles durant le printemps (...) explique la montée des cas de gastro-entérite. »

M. Mariné, d'après Nature, vol. 373

La montagne oubliée

A lors que les forêts, les océans et l'atmosphère font l'objet de tous les soins des écologistes et des économistes, les montagnes ne sont au centre d'aucun grand programme spécifique. Quelques chiffres montrent pourtant leur importance : elles représentent le cinquième des terres émergées ; près de 3 milliards d'humains en dépendent pour l'énergie électrique, le bois et les ressources minérales ; la moitié de l'humanité vit en aval des bassins versants montagnards.

Par ailleurs, les montagnes sont bien souvent des lieux de grande biodiversité, où ont évolué des espèces vivantes et des cultures humaines que l'on ne trouve nulle



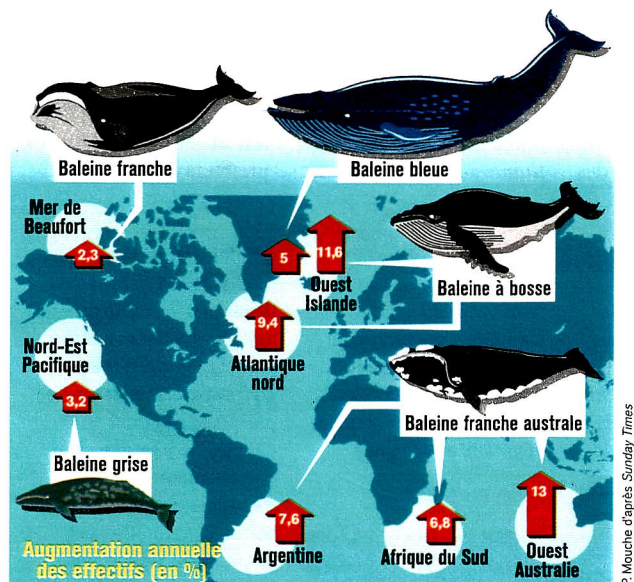
La pression démographique menace de plus en plus l'équilibre écologique des montagnes (ici, l'Himalaya).

part ailleurs. Or, selon Derek Denniston, auteur d'une étude portant sur les problèmes de conservation des cultures et des écosystèmes montagnards pour le compte du Worldwatch Institute (1), c'est le facteur humain qui

menace les montagnes. L'adoption des pratiques agricoles modernes, associées à la croissance de la population dans les pays en développement, exerce une pression grandissante sur les terres arables. Ensuite, les ressources minières des montagnes font bien souvent l'objet d'une exploitation intensive. Enfin, ces régions attirent de plus en plus de touristes et de sportifs.

D. Denniston propose donc plusieurs actions prioritaires : veiller à une meilleure répartition des terres et des ressources locales ; réduire l'impact des activités humaines ; créer des réseaux d'aires de conservation ; améliorer la connaissance des montagnes à travers des recherches interdisciplinaires, et des suivis sociaux et environnementaux ; éduquer le public ; établir des chartes pour tous les grands massifs ; intégrer les montagnes dans la politique des agences de développement du territoire.

Mais toutes ces initiatives n'ont de chances d'aboutir que si elles sont développées et mises en application par les communautés locales elles-mêmes. Selon D. Denniston, oublier les montagnes dans nos tentatives de restaurer notre environnement et d'améliorer nos conditions de vie serait une erreur grave. T.P.



P. Moche d'après Sunday Times

MER CALME POUR LES BALEINES

● Grâce aux mesures internationales de protection, les effectifs de certaines espèces de baleines augmentent de 10 % par an.

Même la baleine bleue, l'une des espèces les plus menacées au monde, a vu sa population s'accroître de 5 % dans l'Atlantique.

(1) Derek Denniston, "High Priorities : Conserving Mountain Ecosystems and Cultures", Worldwatch Paper 123, février 1995.

Science & Vie : «Pourquoi lancer l'écotourisme à Madagascar?»

Alphonse Ralison : «Il y a cinquante réserves naturelles à Madagascar, et seules cinq d'entre elles sont véritablement exploitées. Si nous souhaitons occuper la "niche écotourisme", c'est que cela permettra d'éviter le bétonnage systématique de la nature.»

S & V : «La Banque mondiale a lancé à Madagascar un plan d'action environnemental (PAE) le 15 février 1990. Où en est-il?»

A. R. : «Ce programme a déjà permis de faire prendre conscience aux populations de la nécessité de préserver la nature. Notre projet touristique devrait compléter cette action. En effet, une partie



Studio Besson

Alphonse Ralison
Ministre du Tourisme malgache.
«Le développement touristique est aussi important que l'industrialisation du pays.»

des recettes des réserves naturelles sera directement reversée à la population. Cela permettra de "fixer" les gens sur ces zones bien précises et, surtout, de leur faire comprendre que la culture sur tavy [l'équivalent de la culture sur brûlis, l'une des

principales causes de déforestation avec l'utilisation du bois de chauffage] n'est pas le seul moyen de survie pour eux.»

S & V : «Que pensez-vous du projet d'installation d'une usine de dioxyde de titane dans la région de

Fort-Dauphin, qui détruirait l'un des plus beaux sites naturels de l'île?»

A. R. : «Cela fait longtemps que le projet existe, mais les choses se précisent. Il faudra donc un arbitrage politique. Pour ma part, je suis opposé à ce projet, tout comme mon collègue de l'environnement.»

S & V : «Vous risquez donc de faire de Madagascar une réserve naturelle sans industrie?»

A. R. : «Le développement touristique est aussi important que l'industrialisation du pays. Pour preuve : les revenus du tourisme à Madagascar devancent aujourd'hui ceux de la vente du café et de la vanille. Nous estimons que la nature, le soleil et le calme sont nos premiers atouts.»

Alphonse Ralison, tout frais nommé au poste de ministre du Tourisme malgache, vient de présenter un ambitieux programme de lancement du tourisme à Madagascar, basé sur l'écotourisme – la visite des sites naturels. Cette opération, réalisée en étroite relation avec le ministère de la Coopération français, devrait donner un nouveau souffle à ce sanctuaire de la nature : près de 200 millions de francs seront débloqués

LE JARDIN D'EDEN

sur trois ans. La grande île, qui s'enfoncé chaque jour un peu plus dans la pauvreté, a vu disparaître plus de 60 % de sa forêt tropicale humide depuis

le début des années cinquante, au rythme de 111 000 hectares par an. Quand on sait que 50 % des oiseaux, 85 % des végétaux et 95 % des

Dans le Sud malgache, la nature prend des formes uniques au monde.



F. Lanling/Zefa/Minden

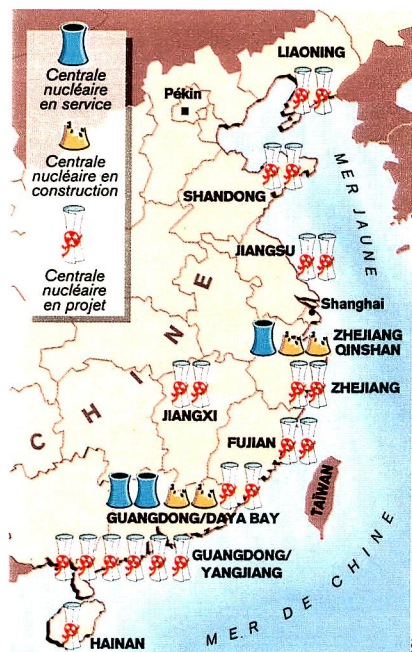
reptiles malgaches – sans oublier les 32 espèces de lémurins – n'existent nulle part ailleurs sur la planète, on comprend qu'il est indispensable de préserver ce jardin d'Eden. On y trouve ainsi une cinquantaine d'espèces de cafés (dont certains naturellement décaféinés), des arbres résistants aux termites, et la fameuse pervenche rose, dont les principes actifs sont utilisés dans la fabrication de médicaments contre la leucémie infantile.

Le casse-tête chinois des déchets nucléaires

Les nucléocrates japonais l'ignorent sur la Chine et le font savoir dans les colonnes de notre confrère japonais *The Nikkei Weekly* (13 mars 1995). En effet, les Chinois, qui ont accéléré leur programme nucléaire (voir carte ci-contre), devront bientôt faire face à l'éternel casse-tête des déchets. Ces derniers sont produits par tous les réacteurs nucléaires sous forme de plutonium 239 (obtenu, lui, à partir d'uranium 238). Ce plutonium peut-être réutilisé comme combustible nucléaire, mais seulement après un passage

dans une usine de retraitement comme celle de la Hague, en France. La Chine construira donc une usine de ce type près de Lanzhou, la capitale de la province de Gansu. Elle devrait pouvoir recycler 100 tonnes de plutonium d'ici 2015. Une délégation japonaise a pris les devants en partant à la rencontre des ingénieurs chinois afin de vendre son savoir-faire...

La nucléarisation de la Chine se concrétise à grand pas... sous l'œil attentif des Japonais.



PAPILLONS VOLAGES

● Chez les papillons blancs du colza (*Pieiris napi*), de nombreuses femelles sont polygames. En effet, si la copulation permet bien de féconder l'ensemble du stock d'œufs, elles restent dépendant sur leur faim : elles avalent également la semence du mâle, afin de réinvestir cette nourriture – donc cette énergie – dans la production d'un nouveau stock d'œufs. Les chercheurs de l'université de Stockholm ont calculé qu'une femelle en captivité copule avec jusqu'à dix mâles différents pour satisfaire son besoin en énergie. Chaque mâle augmente un peu plus la fertilité de la femelle polygame. Et avec quel succès ! Les femelles volages produisent 60 % d'œufs de plus que les monogames.

D. Heuchin/Bios



La pollution urbaine au laser

● Grâce au système LIDAR (*Light Detection and Ranging*), la pollution urbaine va pouvoir être analysée de manière très locale : une camionnette équipée d'un laser orientable permet de se rendre dans les zones à étudier. Le laser émet de brèves impulsions lumineuses. Les échos réfléchis par les poussières et gouttelettes polluantes sont analysés par un détecteur optique puis traités par ordinateur. On peut ainsi réaliser une véritable cartographie de la pollution d'un lieu.

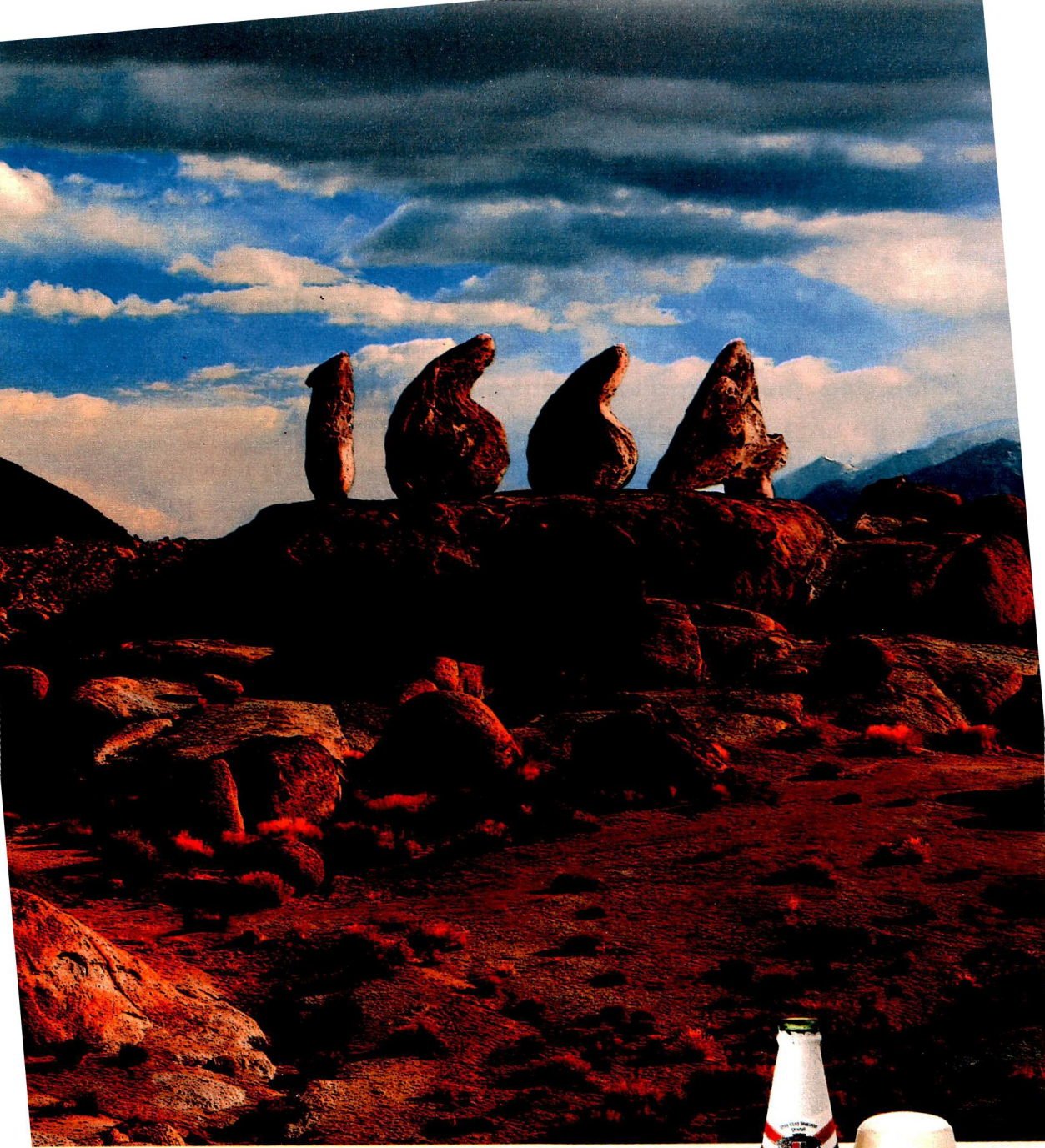
● Ont collaboré à cette rubrique : Henri-Pierre Penel et Thierry Pilorge.



EDDY

QUATRE
PLUS FORTS QUE TO

BIÈRE SPÉCIALE 6,3% ALC. L'ABUS D'ALCOOL EST DANGE



CHIFFRES US LES MOTS



UX POUR LA SANTÉ, CONSOMMEZ AVEC MODÉRATION

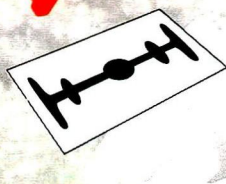
REPÈRES

La drogue détruit au

Il faut raser cinq hectares de forêt tropicale pour fabriquer trois kilogrammes de cocaïne. Quand on sait qu'il en a été produit 600 tonnes l'an dernier, on comprend que la drogue détruit aussi bien l'homme que son environnement.

PAR SONIA FEERTCHAK

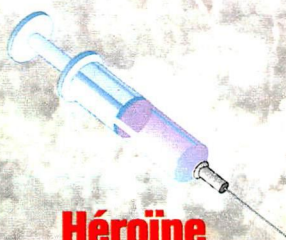
X UNE PRODUCTION ÉNORME



Cocaïne
600 tonnes



Opium
3 000 tonnes



Héroïne
400 tonnes



Marijuana
20 000 tonnes

Illustrations Alain Meyer

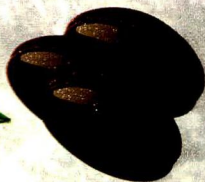
Pour fabriquer ces quantités astronomiques, il faut pratiquer des cultures gigantesques : près de 200 000 ha sont plantés de coca en Amérique latine, et 265 000 ha sont consacrés à la culture du pavot pour l'opium et l'héroïne dans les régions du Croissant d'or (Iran, Afghanistan, Pakistan) et du Triangle d'or (Laos, Thaïlande, Birmanie).

X UNE CULTURE "RENTABLE"

1 hectare rapporte



\$ 3 000
avec la coca



\$ 2 000
avec le café



\$ 1 500
avec le maïs



de \$ 500 à 2 000
avec la banane

La culture de la coca soumet l'économie locale à l'emprise du dollar : c'est dans cette monnaie que les trafiquants rémunèrent les cultivateurs, qui y trouvent doublement leur compte, étant donné la faiblesse de leurs monnaies nationales.

Brana/Zefia

ssi l'environnement

DESTRUCTION DES FORÊTS

**1 hectare de coca cultivé
= 5 hectares de forêt détruits**

En dehors de la zone cultivée, il faut construire des laboratoires pour la fabrication de la drogue et des pistes d'atterrissage pour son transport. En Amérique du Sud, plus d'une centaine sont installées de façon permanente. Résultat : 700 000 ha de forêts détruits durant les vingt dernières années rien qu'au Pérou.

ÉROSION DES SOLS (par hectare et par an)

● **Drogue :**
300 tonnes
de terre
● **Café :**
entre 2 et
180 tonnes



M. Günther/BIOS

L'érosion est due à la fréquence des récoltes (de 3 à 6 par an), à la défoliation (qui expose encore plus le sol à la pluie et au vent pendant la saison sèche), et à l'utilisation massive d'herbicides pour éliminer rapidement le sous-bois.

POLLUTION DE L'EAU

**150 cours
d'eau
pollués
en Amérique
du Sud**

Tous ces produits chimiques se retrouvent tels quels ou transformés dans les cours d'eau dont certains sont déjà complètement désoxygénés. A ne pas négliger non plus, l'élévation de la température des rivières, causée par le rejet d'eau ou de produits chauffés lors de certaines réactions chimiques.

480 kg de
feuilles de coca
4 kg de carbure
8 l de toluène
8 l d'acétone
72 l de kérosène
40 l d'acide sulfurique
20 kg de chaux vive
20 kg de papier toilette
(qui sert de filtre)
**pour fabriquer
1 kilogramme
de cocaïne**

APPAUVRISSMENT DE LA BIODIVERSITÉ

● **1 hectare
de forêt tropicale
= 300 essences
d'arbres
environ**
● **1 hectare
de coca
= 1 seule espèce**



D. Barthélémy/BIOS

Afin d'assurer le meilleur rendement possible, les cultivateurs utilisent pléthore d'engrais (nitrate de potasse, arséniate, Tiodan, Sevidan), herbicides et autres fongicides qui s'accumulent dans la chaîne alimentaire.

J. Aschmann/CIOS/BIOS

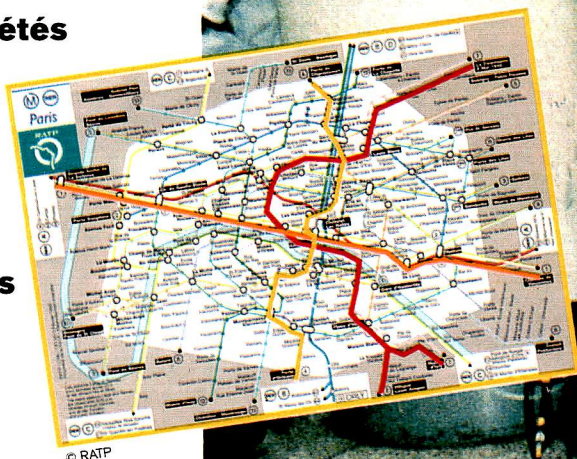
ARMES CHIMIQUES Après Tokyo, Paris ?

L'attentat au sarin dans le métro de Tokyo nous rappelle la vulnérabilité de nos sociétés face aux "fous de guerre"... Ce nouveau terrorisme va-t-il se répandre sur l'ensemble de la planète ? Et si Paris était pris pour cible ?

PAR ISABELLE BOURDIAL

Paris, 8 h 15 du matin : un million d'usagers déambulent dans les 370 stations et les 200 km de ligne du métro. Presque autant qu'à Tokyo, le 20 mars dernier. Imaginez maintenant que l'attentat au sarin se produise à cette heure précise dans les sous-sols de notre capitale : il serait très difficile de porter rapidement secours aux personnes intoxiquées. Sans verser dans un catastrophisme outrancier, passons en revue les problèmes qui se poseraient à chaque phase d'intervention.

Prenez tout d'abord l'émission et la propagation du gaz toxique. A Tokyo, cinq boîtes contenant du sarin ont été placées dans des rames circulant sur les trois lignes les plus empruntées. Un liquide incolore s'est répandu sur le sol et, presque aussitôt, les personnes les plus proches ont été prises de malaises. Les vapeurs de sarin ont contaminé la totalité de la rame car ses compartiments communiquent entre eux. Dans le métro parisien, les compartiments sont isolés : seuls ceux contenant les boîtes seraient d'abord ▶



ACTUALITÉ



Guerre chimique aux heures de pointe

Le 20 mars dernier, des fanatiques ont répandu un gaz très toxique sur les trois lignes les plus fréquentées du métro de Tokyo. Comme si l'attentat avait frappé les lignes 1, 4 et 7 du métro parisien qu'empruntent des centaines de milliers de passagers aux heures de pointe.

Un groupe terroriste dépose dans le métro parisien des boîtes contenant du sarin, un puissant neurotoxique. La Brigade des sapeurs pompiers de Paris (BSPP), reliée par ligne téléphonique directe à la RATP, reçoit des appels mentionnant de nombreux évènements et la présence d'un gaz toxique ①. Il faudra attendre l'arrivée d'une cellule mobile d'intervention chimique pour déterminer la nature de ce gaz. S'il y a plus de dix blessés, le Plan rouge est déclenché. Mille hommes, disposant d'appareils respiratoires sont mobilisés. Plusieurs sont équipés de combinaisons étanches ②. La zone sinistrée est balisée et isolée. Un "hôpital de campagne" est installé. Avant de soigner les victimes, il faut les décontaminer. Dans le cas d'un produit toxique à la fois par inhalation et par pénétration cutanée comme le sarin, trois opérations doivent être mises en œuvre. Il faut d'abord répandre sur les vêtements des victimes des poudres absorbantes (terre de foulon, talc) (③ a). On va ensuite les déshabiller en veillant à ce que l'extérieur de leurs habits n'entre pas en contact avec la peau. Pas facile à faire, surtout quand les victimes convulsent ou s'agitent ! Le découpage des vêtements, une des techniques les plus rapides, demande tout de même de cinq à dix minutes à une équipe entraînée de quatre hommes (③ b)... Il faut enfin prévoir de doucher les victimes avec des produits neutralisants et en particulier de l'hypochlorite de sodium, pour inactiver l'organophosphoré (③ c). En France, en plus de l'armée, trois structures sont capables de monter une chaîne de décontamination : le Bataillon des marins pompiers de Marseille (BMPM), la Sécurité civile et la Brigade des sapeurs pompiers de Paris, qui dispose

2

Appareil respiratoire fonctionnant en circuit fermé

Arrivée des sauveteurs

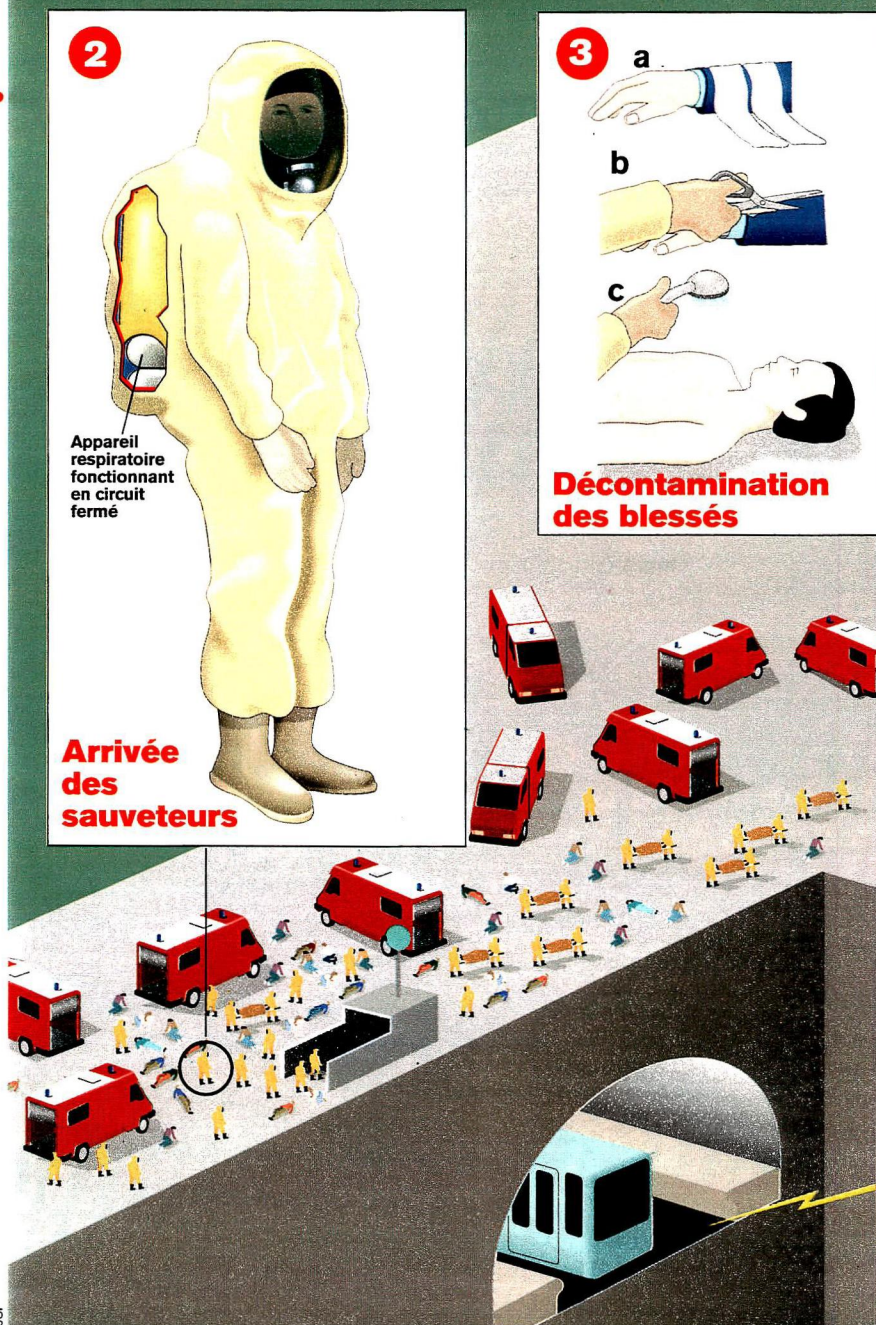
3

a

b

c

Décontamination des blessés

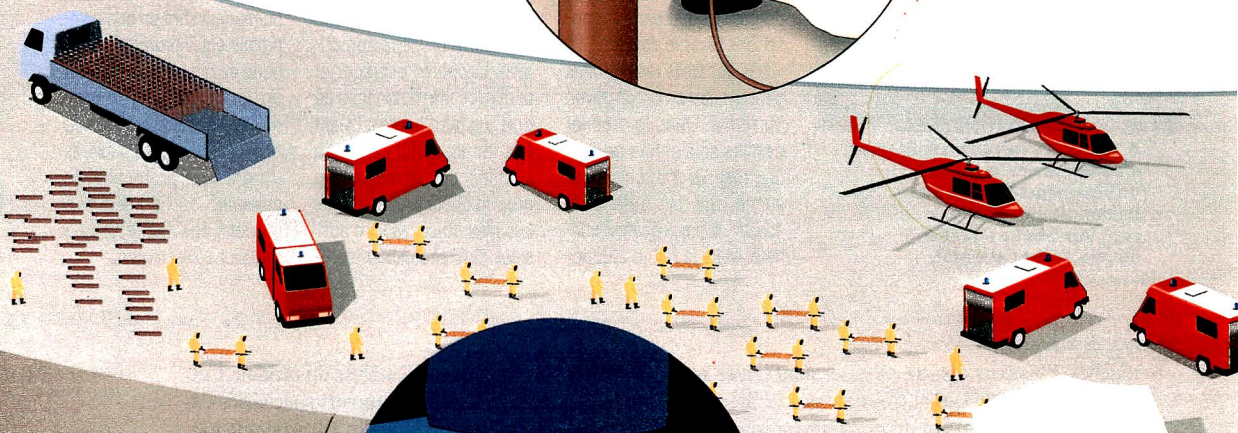
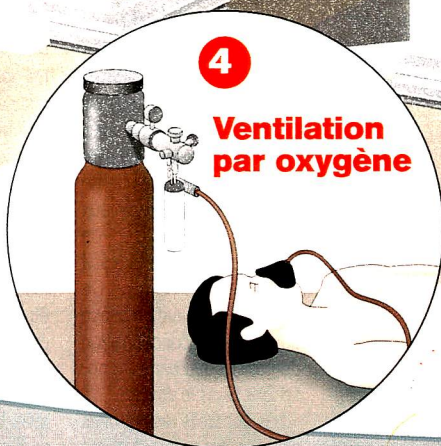


de quatre systèmes de douches depuis 1991. Passons enfin aux soins proprement dits. Il va falloir entreprendre à la fois un traitement symptomatique et étiologique. Dans un attentat au gaz de combat comme le sarin, la réanimation symptomatique nécessite une logistique effarante. Les victimes doivent être placées sous oxygène par ventilateur ④. La ventilation de cent personnes

pendant une heure exige 60 000 litres d'oxygène, soit 100 bouteilles de 3,5 litres à une pression de 200 bars et équipées de manodétendeurs – en tout, une tonne de matériel. En cas d'intoxication sévère, l'oxygénation doit durer de quelques heures à plusieurs jours... Quant à la réanimation étiologique, qui s'attaque non plus aux effets mais à la cause, elle impose une course

d'obstacles contre la montre. Le sarin agit en bloquant l'acétylcholine estérase. Cette enzyme a pour fonction de dégrader l'acétylcholine au niveau des synapses (les points de jonction entre les neurones). L'acétylcholine est un messager chimique assurant la transmission de l'influx nerveux. En inactivant l'acétylcholine estérase, le sarin provoque un raz de marée d'acétylcholine dans les

MÉTRO PARISIEN, LUNDI, 8 H 15 : LE "PLAN ROUGE" EST DÉCLENCHÉ...



L'alerte
est
donnée

1



+

5

Injection
de l'antidote

synapses. Ce qui entraîne trois effets suivant les synapses concernées : un syndrome muscarinique qui se traduit par un bronchospasme et une hypersécrétion des cellules des bronches ; un syndrome nicotinique, avec paralysie des muscles respiratoires ; enfin un syndrome central, avec convulsions et coma. Pour soigner une intoxication sévère, il faut donc utiliser trois antidotes **5** :

de l'atropine contre le syndrome muscarinique, du sulfate de pralidoxime contre le blocage musculaire et du diazépam (du Valium) contre les convulsions. Ce traitement n'est efficace qu'injecté de façon précoce. Lorsque la molécule d'organophosphoré est depuis trop longtemps accrochée à son site enzymatique, il se produit un vieillissement de l'acétylcholine estérase, qui devient diffi-

le à réactiver une fois libre. Ce temps de vieillissement est variable d'un organophosphoré à un autre. On ne connaît pas avec précision celui du sarin, mais les trois antidotes doivent être administrés dans les toutes premières heures qui suivent l'exposition. Et il en faut des quantités phénoménales. Prenons l'atropine. Une intoxication aiguë requiert de 50 à 100 milligrammes par personne. Sa-

chant que l'atropine est conditionnée par quart de milligramme, cent cas d'intoxication représentent une belle montagne d'ampoules – environ 30 000 ! Quant au sulfate de pralidoxime, c'est un produit très coûteux. Existe-t-il une structure sanitaire civile qui dispose de gros stocks d'antidotes disponibles dans des délais très brefs ? Non, répond le seul fournisseur des hôpitaux en sulfate de pralidoxime.

SAUVETEUR OU BRANCARDIER ?



A Tokyo, les forces scientifiques d'autodéfense, équipées de vêtements "nucléaires-bactériologiques-chimiques", sont intervenues quatre heures après l'attentat.

Il existe des appareils respiratoires filtrants et des appareils isolants. Les premiers regroupent les masques à gaz. Leur cartouche de charbon actif imprégné de sels de métaux neutralise une famille de gaz toxique. Mieux vaut ne pas utiliser de masque à gaz avant que soit identifié l'agent incriminé. De plus, l'autonomie du masque dépend de la concentration du gaz toxique dans l'atmosphère. Dans le doute...

Les appareils respiratoires peuvent être en circuit ouvert ou fermé. Dans le premier cas, les sauveteurs portent une réserve d'air comprimé sur le dos. Un détendeur abaisse la pression de l'air inhalé. Mais la faible auto-

nomie de ces appareils (trente minutes) les rend peu adaptés à une évacuation de grande ampleur.

Pour un attentat au gaz chimique, il faut donc leur préférer des appareils isolants fonctionnant en circuit fermé. L'air expiré est recyclé : il passe dans une cartouche de chaux sodée pour être débarrassé de son gaz carbonique, puis est réenrichi en oxygène grâce à une bouteille d'oxygène comprimée. L'appareil est léger et peut avoir une autonomie de trois à quatre heures. Quant à la tenue, on lui demande au minimum de résister au produit chimique incriminé. Les plus efficaces sont aussi les plus encombrantes, le

tout est affaire de compromis. En ambiance toxique, les sauveteurs peuvent opter pour les combinaisons en butyl. Elles les protègent efficacement mais entravent leur liberté de mouvement au point de les empêcher de prodiguer des soins médicaux. Ils pourront au mieux brancarder !

Les survêtements militaires de protection à port permanent sont un bon compromis entre protection et liberté de mouvement. Ils sont en polyamide hydrofuge doublé de mousse carbonée et d'un filtre anti-particule. Ils offrent une protection de moyenne durée mais permettent aux médecins de travailler correctement.

suite de la page 32

▶ touchés. Plusieurs d'entre elles seraient jetées sur des quais bondés. Les autres contamineraient de nouveaux voyageurs et de nouvelles stations. Le sarin se répandrait en un temps record. Dans la ville nipponne, il y eut des victimes dans seize stations différentes. Ici, les boîtes expulsées sur les quais seraient ramassées par un agent de la sécurité de la RATP (à Tokyo, trois agents ont ainsi péri). Et pas question d'accélérer le renouvellement de l'air. Les 292 ventilateurs géants du métro parisien ne feraient que déplacer la nappe toxique, sans la diluer assez pour éviter un transfert de contamination.

Le second type de problème concerne l'alerte. C'est à la Brigade des sapeurs pompiers de Paris (BSPP) qu'incomberait l'organisation des secours. La RATP lui est reliée par une ligne téléphonique directe. Mais il n'y a pas de système de détection de gaz toxique dans le métro. Les agents de la RATP peuvent-ils identifier la présence d'un corps chimique et évaluer rapidement l'ampleur de la catastrophe ? Rien n'est moins sûr. Si un premier appel fait état de quelques personnes prises de malaises, un engin de prompt secours et trois pompiers seront sur les lieux en cinq minutes. Sans équipement particulier, ils ont tous les risques de grossir le nombre des victimes... Il faudra attendre l'arrivée d'une cellule mobile d'intervention chimique

(CMIC) pour procéder à l'analyse du produit. Cette petite unité de sapeurs-pompiers spécialisés déterminera la catégorie à laquelle appartient le gaz, ici un neurotoxique. Toux, brûlures, écoulement des voies nasales et des yeux désigneront la famille des organophosphorés. L'identification du sarin lui-même sera réalisée plus tard par le Laboratoire central de la Préfecture de police.

Une fois l'alerte donnée, se pose le problème de l'intervention en milieu contaminé. Le sarin se présente dans l'air sous forme liquide (microgouttelettes en suspension) ou gazeuse. Il est toxique inhalé ou par voie percutanée. Une milligoutte de sarin suffit à tuer. Plaçons-nous à un niveau de sécurité maximale, celle qu'exige un risque de contact avec du sarin liquide. Pour garantir une protection totale aux sauveteurs évoluant dans la zone contaminée, il faut un équipement lourd parfaitement étanche. Plusieurs structures de secours en possèdent : les CMIC, la BSPP, quelques brigades municipales de sapeurs pompiers et l'unité spécialisée dans les risques chimiques et radiologiques de la direction de la Sécurité civile. Aucune n'en a en nombre suffisant pour intervenir dans le cas d'un attentat à l'arme chimique de grande envergure. Il ne servirait à rien d'entreposer des masques à gaz dans le métro : ils ne sont pas efficaces pour toutes les familles de gaz. Au Japon,

(1) Nous avons passé au crible la presse nipponne sans trouver mention du degré d'intoxication des personnes hospitalisées.

des pompiers et des policiers mal protégés se sont déployés dans les stations touchées, et beaucoup d'entre eux figurent parmi les 5 500 personnes intoxiquées – dont dix perdirent la vie et 1 037 furent hospitalisées (1). Ces chiffres auraient été bien plus élevés si le sarin avait été utilisé pur et avait comporté une phase aérosol importante.

Revenons au métro parisien. Et imaginons que la BSPP reçoive beaucoup d'appels ou qu'il soit fait état d'un produit chimique. Le dispositif de premier secours est alors modifié. Un camion équipé d'une pompe et cinq hommes sont sur les lieux en cinq minutes. Trois d'entre eux sont équipés d'appareils respiratoires isolants. Mais ils ne portent pas de combinaison et risquent de se contaminer en touchant les victimes. S'il y a plus d'une dizaine de blessés, le Plan rouge est déclenché (encadré double page précédente). Ce plan met en œuvre plusieurs procédures : balise et isolement de la zone sinistrée, constitution d'un centre de tri (pour rassembler et soigner les blessés) et d'un centre de regroupement des personnels et du matériel, mise en place d'une chaîne d'évacuation vers les hôpitaux. En région parisienne, mille hommes disposant d'un appareil respiratoire isolant sont mobilisés. Ils viennent des centres de secours situés dans Paris et dans ses trois départements limitrophes. La Sécurité civile, le SAMU (le Service d'aide médicale urgente), la Croix-Rouge, les médecins des armées, les ambulances privées sont intégrés dans ce dispositif.

Les médecins de la BSPP coordonnent l'organisation des soins, avec le SAMU 75. Un Plan blanc est déclenché avec le Plan rouge. S'il y a moins de 500 blessés, ils sont évacués vers les hôpitaux parisiens ; au-delà, dans toute la France, avec les SAMU de province. Mais, à en croire la société Serb, unique fournisseur des hôpitaux et des armées en antidotes spécifiques des gaz de combat, aucune structure sanitaire n'en possède suffisamment pour traiter quelques centaines de blessés. Seule l'armée en détient assez, mais ses stocks sont actuellement dispersés sur tout le territoire. Patrick Barriot, médecin-chef à la direction de la Sécurité civile est réaliste : « L'attentat au gaz de combat est la situation la plus difficile à gérer en médecine d'urgence. Beaucoup de gens y laisseront la vie. D'autres garderont des séquelles. Il faudrait un gros effort financier, une longue préparation et une grande organisation pour y remédier. »

Il n'est pas trop tard pour y penser.

La bombe du pauvre



Les armes chimiques vont-elles devenir l'apanage des groupes terroristes, comme le suggère l'attentat de Gaza ? Une convention internationale, dotée de moyens puissants, pourrait minimiser ce risque.


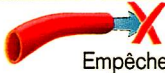
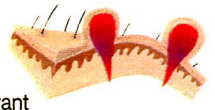
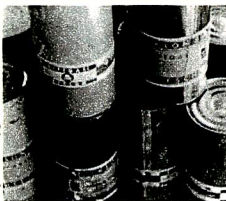






PAR ALEXANDRE DOROZYNSKI

Le 2 avril dernier, à Gaza, quatre militants intégristes du Hamas sont morts dans l'explosion d'une bombe qu'ils manipulaient. Peu après, des artificiers palestiniens qui fouillaient dans les décombres se sont évanouis. L'armée a alors fait évacuer le secteur par mégaphone, et les policiers se sont munis de masques à gaz. A-t-on, oui ou non, découvert une poudre chimique parmi l'arsenal du groupe terroriste ? Le doute subsiste...

En revanche, il n'y a plus l'ombre d'un doute : la secte japonaise Aum Shinri-kyo a utilisé du sarin, un gaz agissant sur le système nerveux, quoique "mal bricolé", dans l'attentat du métro de Tokyo. ►



Armes chimiques

	SUFFOCANT ET HÉMOTOXIQUE	VÉSICANT
NOM	2 catégories : - chlorure d'acide de l'acide carbonique - chlorure cyanogène (CNCL) et autres dérivés cyanhydriques	YPÉRITE (gaz moutarde) : $S(CH_2-CH_2-Cl)_2$ ou $N(CH_2-CH_2-Cl)_3$ (pour sa forme azotée)
DÉCOUVERTE	Début du XIX ^e siècle	Avant la Première Guerre mondiale
CIBLE	 Œdème des poumons  Empêche les cellules d'utiliser l'oxygène du sang	Produit des vésicules sur la peau et les muqueuses pouvant entraîner la mort 
MÉMOIRE DE GUERRE	1939-1945 : Utilisé dans les chambres à gaz par les Allemands  Keystone/Sigma	1914-1918 : par les Allemands 1935 : par l'Italie en Ethiopie 1988 : pendant le conflit Iran-Irak  Sipa
PROTECTION	 Masque à gaz Antidote : thiosulfate 	Masque, combinaison Antidote : le dimercaptopropanol   
FABRICATION ACTUELLE	Facile	Facile

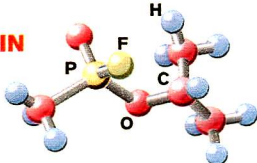
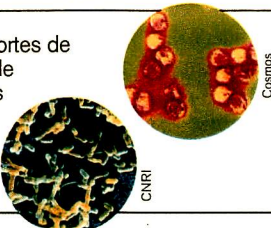




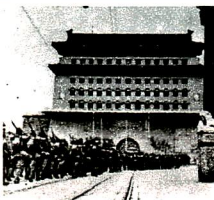




► La même secte possédait dans son centre le plus important, à Kamikuishiki, à cent kilomètres de Tokyo, une installation pour la culture de bactéries. Selon la police japonaise, une société affiliée avec la secte avait acheté une grande quantité de *Clostridium botulinum*, bacille qui sécrète des toxines d'une violence inouïe (tableau ci-dessus), et dont un gramme suffirait pour tuer plusieurs millions de personnes par paralysie respiratoire. En 1993, 154 pays ont signé la Convention de Paris, s'engageant ainsi à renoncer à l'utilisation de l'arme chimique, ainsi qu'à détruire leurs stocks. L'idée que ces produits puissent tomber entre les mains de groupes terroristes, de sectes, ou de pays hors-la-loi, inquiète les services secrets du monde entier.

L'attentat de Tokyo montre que le cauchemar d'une utilisation "pirate" est bien réel. «Nous avons eu de la chance que le sarin ait été préparé et utilisé par des amateurs», explique Vil Mirzayanov,

expert russe en armes chimiques. «Si des professionnels avaient préparé les gaz et commis l'attentat, les victimes se seraient comptées en dizaines, voire en centaines de milliers.»

Vil Mirzayanov espère que l'attentat de Tokyo va précipiter la ratification du traité. Jusqu'à présent, une trentaine de pays, dont la France, l'ont ratifié. La plupart des pays arabes n'ont même pas signé la convention, estimant ne pas pouvoir y souscrire tant qu'Israël n'aura pas pris l'engagement d'adhérer au traité de non-prolifération nucléaire. De plus, les deux pays détenteurs des plus grands stocks d'armes chimiques (Etats-Unis et Russie) – des dizaines de milliers de tonnes – n'ont pas encore ratifié le traité. Les deux grandes puissances savent pourtant que les armées modernes sont capables d'assez bien se protéger contre les armes chimiques, qui sont «des armes de pauvres», dont les victimes sont principalement des popula-



NEUROTOXIQUE	VIRUS ET BACTÉRIES	TOXINES
SARIN 	<p>Toutes sortes de virus et de bactéries peuvent être utilisés</p> 	<p>Anthrax Botulm</p> 
1937	Utilisé de façon empirique depuis la plus haute antiquité	Depuis toujours
<p>Inhibe l'influx nerveux, ce qui entraîne des convulsions musculaires et la paralysie des muscles respiratoires</p> 	<p>Dépend du micro-organisme utilisé (de la simple grippe à la mort)</p>	 <p>Paralysie respiratoire</p>
<p>1988 : contre les Kurdes par l'Irak</p> 	<p>Le Japon "aurait" utilisé le virus de la peste contre les Chinois en 1940 et 1941</p> 	<p><i>Tricothecus</i>, issu d'un champignon microscopique, aurait été utilisé au Cambodge et au Viêt-nam</p> 
 <p>Masque et combinaison</p>	<p>Sérum, vaccin ou antibiotique (mais il faut connaître l'agent microbien utilisé)</p> 	<p>Vaccin ou antidote</p> 
Délicate	Facile mais dangereuse	Facile

Dessins D. Galland

tions civiles. N'oublions pas que le zyklon B, utilisé par les nazis dans les camps de concentration, a tué plus d'individus que n'importe quelle arme employée pendant la Seconde Guerre mondiale...

Mais qu'entend-on par arme chimique ? C'est un composé pouvant être dispersé sous forme liquide, gazeuse ou en aérosol, soit pour provoquer la mort, soit pour mettre l'adversaire hors de combat en le suffoquant, le paralysant, ou le rendant mentalement incapable d'agir. Parfois, on inclut dans l'arsenal chimique les virus et les bactéries, micro-organismes pathogènes vivants, qui sont plus couramment répertoriés parmi les armes bactériologiques, et bannies comme telles par la Convention de Genève du 10 avril 1972. Plus ambigu est le cas des toxines, poisons inertes sécrétés par des organismes vivants (provoquant le botulisme ou la diphtérie, par exemple). La guerre chimique n'est pas une invention moderne puisque, dès le IV^e

siècle avant notre ère, les Perses utilisaient l'ergot de seigle pour empoisonner les puits de leurs ennemis. A la même époque, les Chinois fabriquaient des bombes à base d'oxyde de plomb, d'arsenic ou de laques toxiques. Et la grande peste qui décima l'Europe au Moyen Age se déclara après que les Tartares eurent précipité des cadavres de pestiférés dans l'enceinte du comptoir de Caffa, en Crimée.

La première guerre chimique moderne date de janvier 1915, lorsque les Allemands lancèrent sur Bolimav (Pologne) des obus chargés de composés bromés lacrymogènes. En avril de la même année, ce fut l'attaque au chlore des lignes françaises, tuant 5 000 hommes et en mettant 15 000 hors de combat. Pendant cette guerre, une centaine de milliers de tonnes de gaz toxiques furent utilisées. L'entre-deux-guerres apporta un "progrès" considérable avec le lancement des agents neurotoxiques (dont le sarin), dérivés des recherches allemandes sur les

► pesticides. Suivirent le taboun et le soman, neurotoxiques produisant leurs effets par absorption respiratoire et cutanée, et répertoriés sous le nom d'agents G. Les neurotoxiques d'absorption principalement cutanée sont dits agents V (dont le VX, invention américaine). Cependant, l'arme chimique ne fut pas militairement utilisée pendant la dernière guerre. Ce n'est sans doute pas au Protocole de Genève en 1935, ratifié par une cinquantaine d'Etats et prohibant «l'utilisation en temps de guerre des gaz asphyxiants, toxiques ou similaires et de tous les liquides, substances ou matériels analogues» que l'on doit ce répit, mais plutôt aux menaces explicites de Churchill et Roosevelt d'une riposte jusqu'au territoire du Reich. Les Alliés avaient préparé des stocks considérables dans cette éventualité. Bref, depuis le début du siècle, les armes chimiques n'ont été utili-

sées en tant que telles que contre des forces militaires incapables de riposter avec les mêmes armes (Mussolini contre l'armée du Négus en Ethiopie, en 1935) ou contre des populations civiles (Saddam Hussein contre les Kurdes en 1988).

On a continué à développer, à fabriquer et stocker des armes chimiques, relativement peu coûteuses, avec «un rapport qualité/prix avantageux par rapport à l'arme nucléaire»... Pendant la guerre froide, les Etats-Unis et l'URSS auraient ainsi accumulé chacun des milliers de tonnes d'agents chimiques (sarin, soman, agent V, ou gaz «classiques» que sont l'hypérite ou les hémotoxiques du type acide cyanhydrique). Un progrès – si l'on peut dire – considérable fut l'introduction d'armes chimiques binaires, c'est-à-dire de projectiles contenant deux composants dans deux réservoirs séparés, devenant toxiques lorsqu'ils sont mélangés. La membrane séparant les compartiments se rompt lors du tir ou du lancement. Cette technique offre à l'utilisateur une plus grande sécurité contre les fuites de gaz toxiques pendant leur transport ou leur stockage. Russes et Américains disposent aujourd'hui d'armes binaires.

Néanmoins, on peut constater que les principaux producteurs d'armes chimiques depuis la Seconde Guerre mondiale – les Etats-Unis et l'Union soviétique en premier lieu, la France et la Grande-Bretagne à un moindre degré – n'en ont pratiquement pas été des utilisateurs.

Des systèmes complexes et efficaces ont été mis au point pour la détection des produits libérés par les armes chimiques et biologiques. Des senseurs chimiques, des anticorps biologiques spécifiques, permettent de détecter la présence d'une concentration inhabituelle de substances ou de bactéries toxiques en quelques minutes. En France, au Centre d'études du Bouchet (CEB), à Vert-le-Petit, près de Paris on a développé un prototype d'appareil de détection et d'identification d'agents biologiques (ADIBIO) reposant

sur l'utilisation de sondes génétiques, et le Royaume-Uni fut le premier à mettre en œuvre, «sur le terrain», un système de détection, pendant la guerre du Golfe. On peut aujourd'hui détecter des agents bactériologiques connus (provoquant l'anthrax, la peste...) et l'on va plus loin pour identifier des agents biologiques inédits – par exemple des bactéries inoffensives à l'état naturel auxquelles on aurait conféré la possibilité de synthétiser des toxines.

L'arme chimique et biologique se transforme aujourd'hui en «bombe du pauvre» ou du fanatique. Elle est accessible à des petits groupes qui peuvent en bricoler, en voler, ou en acheter assez pour causer des dégâts considérables. D'où la nécessité que se crée un organisme international pour vérifier toute installation susceptible de servir à la fabrication des composants d'une arme chimique, contrôler le transport de tels composants, comptabiliser les stocks existants et superviser (voire financer) leur destruction. La Convention de Paris est une première étape vers l'élimination des armes chimiques, qui prendra, au mieux, une dizaine d'années.



Elle a le mérite d'exister...

... mais le défaut de ne pas avoir été ratifiée.
La Convention de Paris de 1993 n'est qu'une première étape vers l'élimination des armes chimiques.



L'arsenal russe fait trembler le monde

East News

La Russie détient des montagnes d'armes chimiques.

Un ancien responsable soviétique, le chimiste Vil Mirzayanov, réclame de façon pressante un financement international pour aider le pays à détruire ses stocks. Voici son point de vue.

Les énormes stocks d'armes chimiques détenus par les puissances, grandes ou petites, font peser une menace terrifiante sur la planète. Officiellement, tout le monde est d'accord pour les détruire. En réalité, la question soulève de vastes problèmes politiques, militaires et financiers.

Dès 1925, une conférence internationale se réunissait à Genève dans le but d'abolir l'emploi des armes chimiques. Avec des résultats limités, car elle n'interdisait pas la préparation à la guerre chimique. En soixante-dix ans, les chercheurs ont mis au point des substances d'un pouvoir destructeur sans commune mesure avec celui des gaz de la Première Guerre mondiale ; elles n'auraient quasiment aucun antidote et provoqueraient des maladies incurables. La Convention internationale de 1993 jette les bases juridiques d'un désarmement chimique. Peut-on s'en contenter ? Non. Pour une raison essentielle : la fin du communisme et le désastre économique qui a suivi en Russie ont profondément bouleversé l'équilibre qui régnait bon gré, mal gré, entre les deux Grands. La Russie d'aujourd'hui dispose d'une masse considérable d'armes chimiques qui, si elles devaient passer aux mains d'Etats irresponsables, risqueraient de plonger le monde dans le chaos. Or, l'instabilité du pouvoir russe, la corruption des



Novosti/Gamma

Il y en a 400 000 tonnes

Comment la Russie, livrée au chaos et à la mafia, pourra-t-elle neutraliser le soman, le gaz V, la substance 33..., fabriqués, stockés ou détruits dans des conditions souvent effroyables ?

institutions, armée comprise, ne rendent pas l'hypothèse totalement irréaliste.

L'ex-Union soviétique n'a cessé de poursuivre ses travaux de recherches et d'expérimentations, alors même qu'elle participait officiellement aux négociations de désarmement. Ainsi, en 1978, l'URSS mettait en service l'usine de Novotcheboksarsk, capable de livrer jusqu'à 20 000 tonnes de "substance 33" par an. Elle accélérait également le programme dit Novitchok, qui fournissait un nouveau gaz de 5 à 8 fois plus efficace que le "gaz V" connu jusque-là. L'URSS, enfin, a expérimenté avec succès des armes binaires fondées sur la substance 33. Les composants de ces armes redoutables peuvent être fabriqués dans les usines de composés chimiques agricoles. Processus très périlleux car qu'il est extrêmement difficile de le contrôler, d'autant plus que ces produits ne figurent pas sur la liste des substances prohibées par la Convention de Paris. Les négociations américano-soviétiques furent brutalement rompues.

A l'époque, des chercheurs et des responsables ►

LEUR DESTRUCTION LIBÈRE DES POISONS

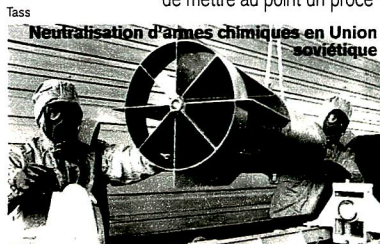
• Vil Mirzayanov a travaillé au développement des technologies de destruction des neurotropes sarin, soman et de la substance 33 : «L'usine de Tchapaïev était chargée de mettre au point un procé-

dé de destruction de la substance 33. On administrait à la substance de l'acide orthophosphorique à température élevée. Les analyses au chromatographe montrèrent qu'on ne parvenait pas à réduire suffisamment la teneur en produits toxiques.

» Il fallait donc mélanger le produit obtenu avec du fuel diesel et le brûler. Mais les sous-produits de la combustion ne furent pas étudiés par des méthodes physico-chimiques qui auraient per-

mis d'identifier les résidus et éventuellement la présence de nouvelles substances toxiques. En effet, dans certaines conditions, le traitement à haute température peut favoriser la formation de pyrophosphonates très toxiques et assez stables lorsqu'ils sont adsorbés sur des particules solides. Aucune technique ne permet la filtration de ces sous-produits de la combustion. En outre, on n'a pas trouvé pour eux d'absorbants efficaces [...].

» Le problème est si complexe que les États-Unis eux-mêmes ne disposent d'aucune technologie de destruction écologiquement acceptable. Ils commencent à peine à développer les méthodes analytiques et les appareils appropriés. S'il est admis que la destruction des armes chimiques doit passer par les deux phases évoquées, c'est sur l'étape de la combustion, la plus dangereuse, que doit porter intensivement la recherche. »



► administratifs tirèrent la sonnette d'alarme à Moscou. En vain. Ils perdirent leur emploi ou se retrouvèrent en prison. Les expérimentations continuèrent. Il suffisait de falsifier les documents techniques. On tenta ainsi de faire croire aux contrôleurs internationaux que l'usine de Novotcheboksarsk produisait le gaz V et non pas la substance 33, dont quelques dixièmes de milligramme tuent un homme. Plus grave encore : la direction de l'usine avait fait signer au président Eltsine un document ambigu (le décret N 508 rp) interdisant l'exportation des armes chimiques et de leurs pré-curseurs. Or, le décret ne mentionnait ni les nouvelles formes de gaz, ni la substance 33.

Où en est-on aujourd'hui ? Les deux principaux protagonistes, les États-Unis et la Russie, n'ont pas ratifié la Convention de Paris. Quant au volume réel des stocks, la Russie s'était officiellement engagée à en détruire 40 000 tonnes, mais, depuis le début de la "préparation à la guerre chimique", en 1924, l'URSS a fabriqué plus de 400 000 tonnes de substances – ypérite, lewisite et autres. Avant la Seconde Guerre mondiale, on comptait, à Moscou, six usines de production d'armes chimiques. Chaque ville industrielle possédait la sienne. Lorsque certaines de ces armes chimiques, devenues obsolètes, furent détruites, les autorités se contentèrent de les brûler, de les enterrer, de les noyer ou de les faire exploser. Or, de nombreuses armes chimiques sont de puissants mutagènes. Lorsqu'on les détruit par explosion, on éparpille des poussières fines et des particules solides qui adsorbent les poisons, et les vents les charrient sur de grandes distances.

En outre, selon des députés de la Douma (le

parlement russe), la durée maximale de conservation de certains stocks est si largement dépassée que, du fait de leur instabilité, ils constituent à présent une menace majeure. On sait bien que la Russie ne pourra, seule, détruire ses stocks par des procédés efficaces et sûrs. Il faudrait y engager des sommes considérables dont elle ne dispose pas. Les experts estiment aujourd'hui qu'il en coûtera au moins 15 milliards de dollars... Il faudra bien se résoudre à financer cette destruction. Et le plus tôt possible. Car attendre qu'elle ait les moyens de se tirer d'affaire elle-même serait une coupable politique de l'autruche. En attendant, les stocks chimiques risqueraient fort de prendre le large. Et de se retrouver aux mains de groupes extrémistes. Pour l'heure, le danger est encore évitable. La confection et l'essai des arsenaux chimiques sont interrompus en Russie. Quant à la production industrielle des armes les plus modernes, elle n'est qu'embryonnaire. Il n'existe que deux installations expérimentales, à Chikhan et à Volgograd : tout au plus quelques dizaines de tonnes. De telles quantités n'ont aucune valeur tactique, encore moins stratégique. Mais ce n'est pas une raison pour s'en désintéresser : les contrôles préconisés par la Convention de Paris devront impérativement porter sur ces armes nouvelles. La Convention aura aussi à se préoccuper des 30 000 tonnes noyées dans la mer Baltique. Dans quelques années, la corrosion pourrait entraîner des fuites mortelles d'ypérite. Ces puissants mutagènes font planer une menace aux conséquences imprévisibles sur l'Europe entière. L'effort financier réclamé aux pays concernés sera certes considérable, mais la sécurité du continent est à ce prix. ■

Voici Votre Nature



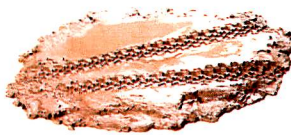
STED, une nouvelle génération de cycles. Sport, tourisme, évasion, détente, voilà votre vraie nature. Tailler la route à la rencontre de nouveaux horizons. Technologie, innovation, fabrication française, le modèle Solstice est un STED de Racer. L'alliance du cadre course et de la technologie VTT. Si vous vous sentez l'âme plus aventurière, ou plus bucolique, nous avons conçu bien d'autres gammes pour vous.



Le voyage, les kilomètres plaisir.
Gratuit.



L'effort mesuré, avec les compteurs
VDO recommandés par Racer.
En option.



La découverte, en solitaire, en
famille, entre amis. Gratuit.



La sécurité, avec les casques
Kuji recommandés par Racer.
En option.

RACER

c o m p l i c i t é s

Pour connaître les coordonnées du revendeur le plus proche de chez vous,
et obtenir gratuitement le catalogue Racer, composez le (16).37.38.92.15.

TABOU

Entre les étoiles, l'origine de la vie ?

**Dans un laboratoire de Rennes,
des chercheurs fabriquent des
nuages interstellaires miniatures.**

**La surprenante chimie qui s'y
déroule relance le débat :
la vie vient-elle
de l'espace ?**

PAR SYLVESTRE HUET

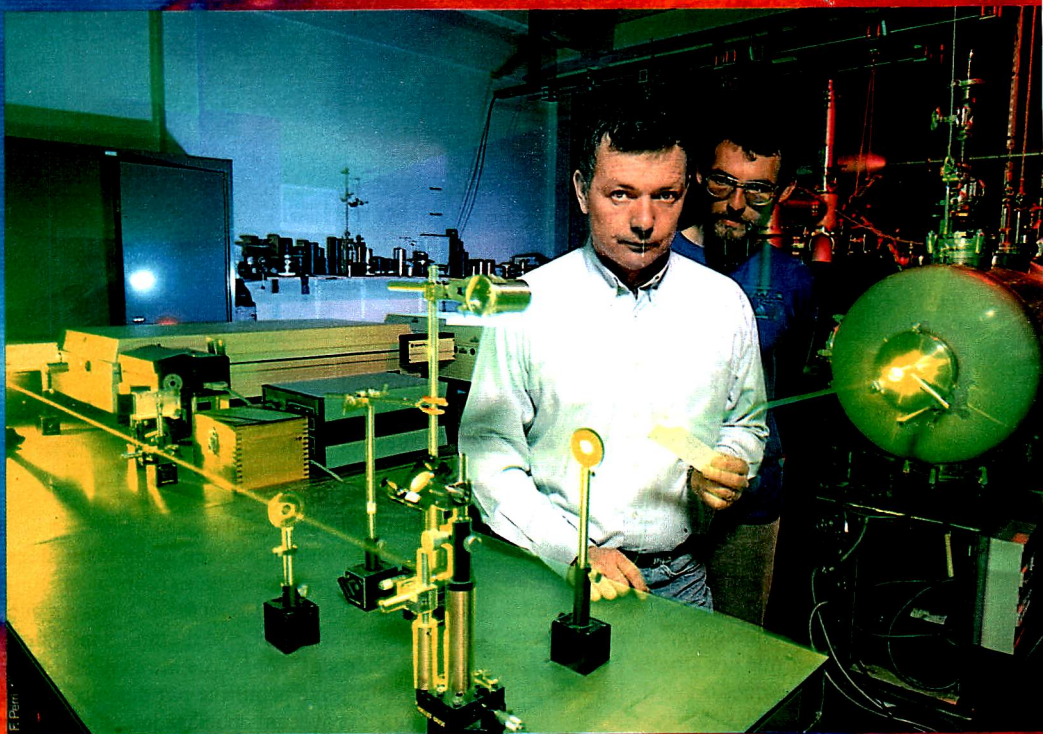
«Ce sont les pompes de récupération !», crie Bertrand Rowe. Dans un hurlement continu, au sous-sol de son laboratoire rennais, un système de pompage d'environ 20 000 m³/h fonctionne à plein régime. Ces pompes se chargent de créer un vide, poussé dans une enceinte cylindrique installée à l'étage supérieur. Là, autour de ce gros "bidon", s'éparpillent lasers, instruments de mesure, câbles, bonbonnes de gaz, et s'affairent techniciens et ingénieurs. «Mes collègues américains sont bluffés par leurs capacités», souligne Rowe. «Nous avons presque tout construit en interne ; une solution bien moins

chère que la commande d'un prototype à l'industrie, et qui permet d'adapter en permanence l'outil à l'évolution des idées scientifiques.»

Bertrand Rowe, directeur du département de physique atomique et moléculaire de l'université de Rennes (un laboratoire associé au CNRS), évolue avec aisance dans cette technologie apparemment bien éloignée de l'astrophysique. D'ailleurs, dans son ancien laboratoire de Meudon, en banlieue parisienne, ses préoccupations étaient tout autres : il étudiait des phénomènes se produisant lorsqu'un corps dense pénètre dans l'atmosphère à grande vitesse (une navette spatiale de retour sur Terre, par exemple). Ce type d'étude fait appel à d'énormes souffleries qui compensent par un violent courant d'air l'immobilité de la maquette d'avion, de missile ou d'engin spatial étudiée. Le principe ? Le "bidon" est connecté, d'un côté, à un réservoir

Vide spatial en miniature

Le physicien Bertrand Rowe a réussi à faire réagir des molécules neutres entre elles dans un vide interstellaire miniature. Une expérience qui permet peut-être d'expliquer la présence de molécules complexes dans le froid des nuages interstellaires (ci-contre, la nébuleuse de la Tête de cheval, dans Orion).



rempli de gaz et percé d'une petite buse, et de l'autre, à la pompe. L'énorme écart de pression entre réservoir et enceinte à vide aspire le gaz, qui sort violemment par la buse.

Mais cette technique est affligée d'un défaut "congénital" : la violence du courant d'air obtenu entraîne également un refroidissement – non

moins rapide. Alors que, au contraire, une rentrée dans l'atmosphère chauffe la couche d'air au point de faire fondre tout métal non protégé.

Or, ce refroidissement contrariant pour les ingénieurs fait en revanche les délices des astrophysiciens : «De cet inconvénient, faisons un avantage, et servons-nous de ce type de machine

► pour étudier l'étrange chimie qui se déroule dans le vide glacé séparant les étoiles», s'est dit Bertrand Rowe dans les années quatre-vingts. En modifiant la buse de sortie du bidon, il a obtenu un volume de gaz à des températures "glaciales", pouvant descendre jusqu'à 10 kelvins ($-263\text{ }^{\circ}\text{C}$). Or, dans ce vide, des réactions chimiques inattendues se sont produites, qui relancent un vieux débat : la chimie de l'espace a-t-elle participé à l'aventure de la vie ?

«Ce que vous voyez là, c'est la liaison chimique de la vie». En me regardant par-dessus ses grosses lunettes, Yves Ellinger, astrophysicien au laboratoire de radioastronomie de l'Ecole normale supérieure, souligne d'un index précis une formule chimique. Dans son minuscule bureau, à deux pas du Panthéon, nous sommes penchés sur une liste qui ne semble pouvoir faire rêver qu'un apprenti chimiste : H (hydrogène), C (carbone), N (azote), O (oxygène), diversement associés. Rien d'extraordinaire à première vue. Pourtant, Yves Ellinger manie cette liste avec respect : c'est celle des molécules identifiées par les astronomes dans les "nuages interstellaires" qui parsèment l'espace séparant les étoiles.

Ces amas de gaz et de poussières sont très froids, avec des températures allant de 10 à 100 kelvins (de -263 à $-163\text{ }^{\circ}\text{C}$). Mais ils sont surtout très peu denses : on y trouve de 100 à 100 000 molécules par centimètre cube, contre 10^{19} dans l'air. Du coup, une molécule en rencontre une autre tous les mille à dix mille ans. De plus, la température hyperbasse signifie la quasi-immobilité des molécules, ce qui limite leurs chances de réagir entre elles. Bref, un tel milieu devrait être chimiquement inerte. On ne devrait y dénicher que des atomes d'hydrogène et d'hélium – et quelques traces d'éléments plus lourds fabriqués dans les étoiles.

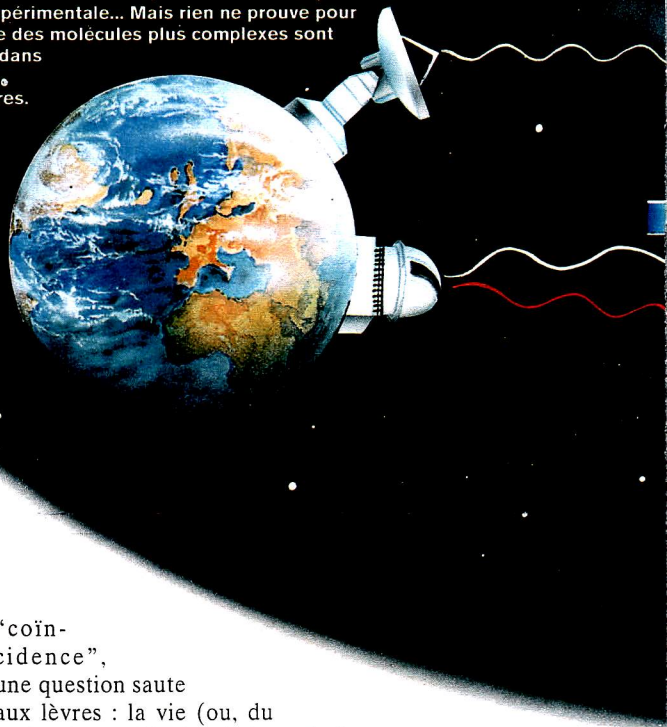
Pourtant, les astrophysiciens ont déjà identifié 108 molécules dans les nuages interstellaires ! On y trouve même le formamide (NH_2CHO), objet de l'enthousiasme d'Yves Ellinger. Constituée d'azote, d'hydrogène, de carbone et d'oxygène, c'est une molécule très simple. Or, elle comprend une liaison caractéristique que l'on retrouve dans d'innombrables macromolécules biologiques, comme les protéines. Devant cette

C'est la radioastronomie qui a permis aux astrophysiciens de percer le mystère de la composition chimique des nuages interstellaires. En effet, la plupart des 108 molécules identifiées l'ont été grâce aux photons qu'elles émettent. Lors d'une collision, la molécule se met à tourner sur elle-même, puis ralentit. Elle procède par à-coups et, à chaque fois, émet un photon de basse énergie, dans les longueurs d'onde radio ①. Or, la distribution en énergie de ce photon – son spectre – est une sorte de signature indélébile, caractéristique d'une molécule et d'une seule. Certaines molécules ont été repérées grâce aux raies d'absorption qu'elles produisent sur la lumière des étoiles qui sont derrière elles ②. D'autres encore ont été "vue" grâce à la réémission dans l'infrarouge de cette lumière ③. Principale limite à ces observations : plus une molécule est grosse et complexe et plus sa "signature" est difficile à discerner. Aussi, cette limite n'est peut-être qu'expérimentale... Mais rien ne prouve pour autant que des molécules plus complexes sont présentes dans les nuages interstellaires.

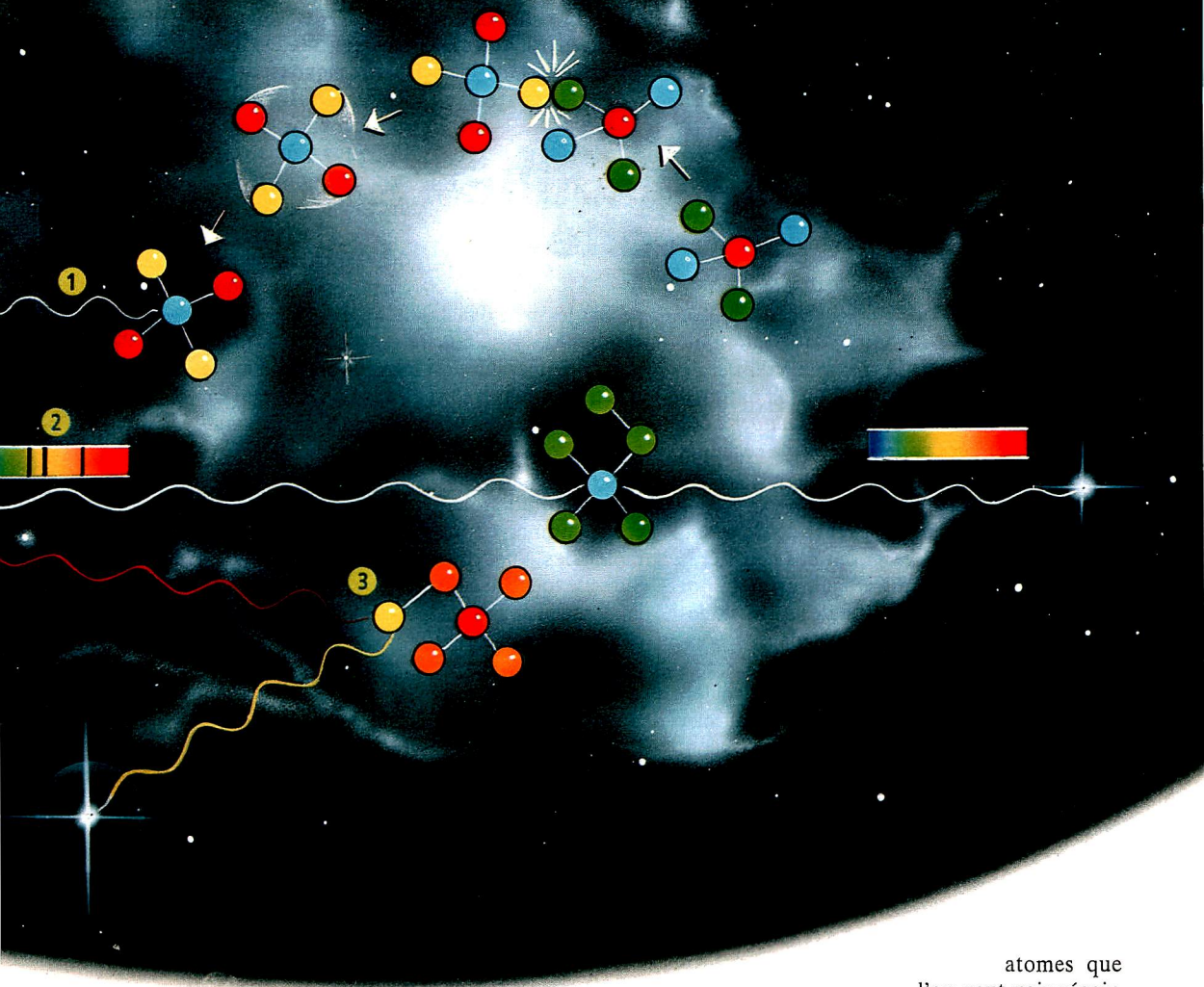
"coïncidence", une question saute aux lèvres : la vie (ou, du moins, les molécules de base de la biochimie) vient-elle de l'espace ?

Cette hypothèse, lancée dans les années soixante par Fred Hoyle, un astronome anticonformiste, a pris du poids au fur et à mesure que l'on découvrait la richesse du milieu interstellaire. L'idée s'est renforcée d'un ensemencement de la Terre primitive par des molécules organiques provenant du nuage interstellaire où s'est formé le système solaire. Mois après mois, les radioastronomes rallongent la liste des molécules, de plus en plus complexes, qui parsèment les nuages interstellaires. Certaines font bien partie de la chimie organique (à base d'atomes de carbone, d'oxygène et d'azote) dont la vie est issue. Mais encore fallait-il s'expliquer leur formation dans le froid des nuages...

Dans l'espace, les photons envoyés par les



molécules interstellaires se trahissent



étoiles peuvent arracher des électrons aux atomes (ou aux molécules), qui se chargent alors électriquement : ces ions sont donc attractifs pour les molécules neutres. «Nous pensions depuis longtemps, explique Yves Ellinger, que la chimie du milieu interstellaire en phase gazeuse exigeait l'intervention d'ions. C'est en effet la seule manière de contourner le premier obstacle que le milieu interstellaire oppose aux réactions chimiques : la très faible énergie thermique des molécules, insuffisante pour déclencher une réaction et les unir. Dans un laboratoire de chimie, on chauffe un peu le solvant, le catalyseur ou le solide dans lequel se trouvent les molécules ou

atomes que l'on veut voir réagir.

Mais, dans l'espace, il n'y a ni casserole ni bec Bunsen ! De plus, l'agitation des molécules est si faible que les rares collisions sont très "douces" et ne permettent pas d'"effacer" la répulsion électrique entre molécules neutres. Aussi ne considérons-nous jusqu'à présent que les molécules attirées par leurs charges opposées, ce qui permet de déclencher la réaction.»

De surcroît, vicieuse, la nature ajoute un obstacle supplémentaire : le vide et le froid de l'espace n'autorisent que des réactions qui dégagent de l'énergie au lieu d'en consommer. Or, dans ce vide, il n'y a pas de milieu matériel (autres atomes ou molécules) pour recueillir l'énergie dégagée lors d'une collision. Cette énergie peut se libérer par émission de rayon- ▶

► nement ; mais elle peut également casser aussitôt la liaison chimique... Ainsi, lorsque deux atomes d'hydrogène forment une molécule (H_2), l'énergie de la réaction la casse immédiatement ! Ce casse-tête énergétique est donc à l'origine d'une des grandes énigmes de l'astrophysique : on ne sait pas vraiment comment parvient à se former H_2 , l'espèce moléculaire la plus abondante de l'Univers !

Toute la chimie interstellaire tourne donc autour de cette double difficulté : d'une part, initier la réaction et, d'autre part, éliminer le trop-plein d'énergie engendré. Les astrophysiciens – et la nature – contournent la difficulté en faisant appel à des molécules chargées pour démarrer la réaction, et à un troisième élément pour éliminer l'énergie lorsque c'est nécessaire.

Dans les nuages interstellaires, ce troisième larron ne manque pas. Ce sont des poussières carbonées ressemblant à ce qui sort d'un pot d'échappement de voiture, ou des silicates, des hydrocarbures benzéniques, des glaces... L'espace, c'est sale ! A la surface de ces grains, très minoritaires, une chimie peut donc se dérouler, complexe au point de constituer un "manteau moléculaire" autour du noyau. De cette façon, la nature fabrique des molécules... et les astrophysiciens, des modèles d'évolution chimique pour les nuages interstellaires.

Or, l'expérience de Bertrand Rowe a complètement bouleversé cette modélisation, en montrant que la chimie de l'espace pouvait emprunter une voie royale : les réactions entre molécules neutres – que la plupart des théoriciens croyaient jusqu'alors impossibles. Le physicien a présenté son idée en 1988, lors d'un séminaire à l'université de Birmingham. Parmi ses auditeurs, Ian Smith, un chimiste anglais. Ce dernier voit aussitôt le profit que l'on pourrait en tirer en astrochimie, dans un nouveau type d'expérience mettant en jeu des molécules électriquement neutres.

Les deux chercheurs prennent langue, et, quand Bertrand Rowe s'installe à Rennes en 1990, la coopération se met en place. Les Français s'occupent des pompes et du "bidon", et les Anglais fournissent deux lasers. L'un sert à casser les molécules du gaz initial pour obtenir des radicaux (des molécules "réactives", car elles possèdent des électrons libres, disponibles pour opérer une liaison avec une autre molécule). Le

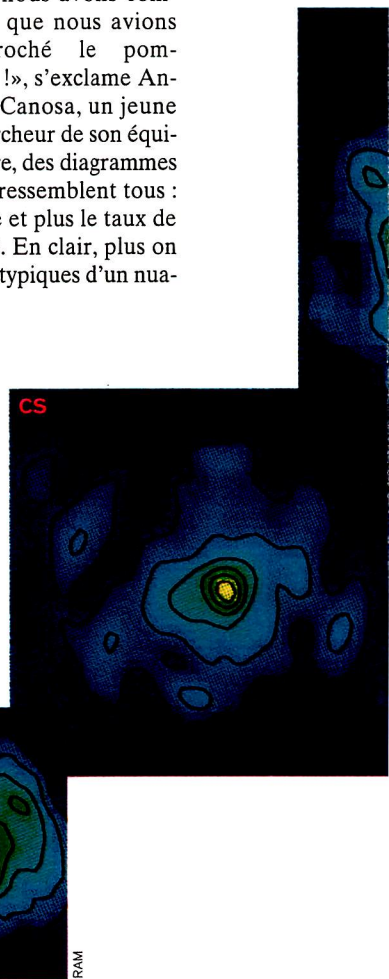
second mesure les taux de formation de molécules dans le "nuage interstellaire miniature".

«Nous avons déjà testé plusieurs réactions entre les radicaux CN, OH ou CH et, selon les expériences, des molécules neutres O_2 , NO, NH_3 , C_2H_2 , C_2H_4 et C_2H_6 », explique Bertrand

Rowe. «Dès la première expérience, CN plus O_2 , nous avons compris que nous avions décroché le pompon !», s'exclame André Canosa, un jeune chercheur de son équi-

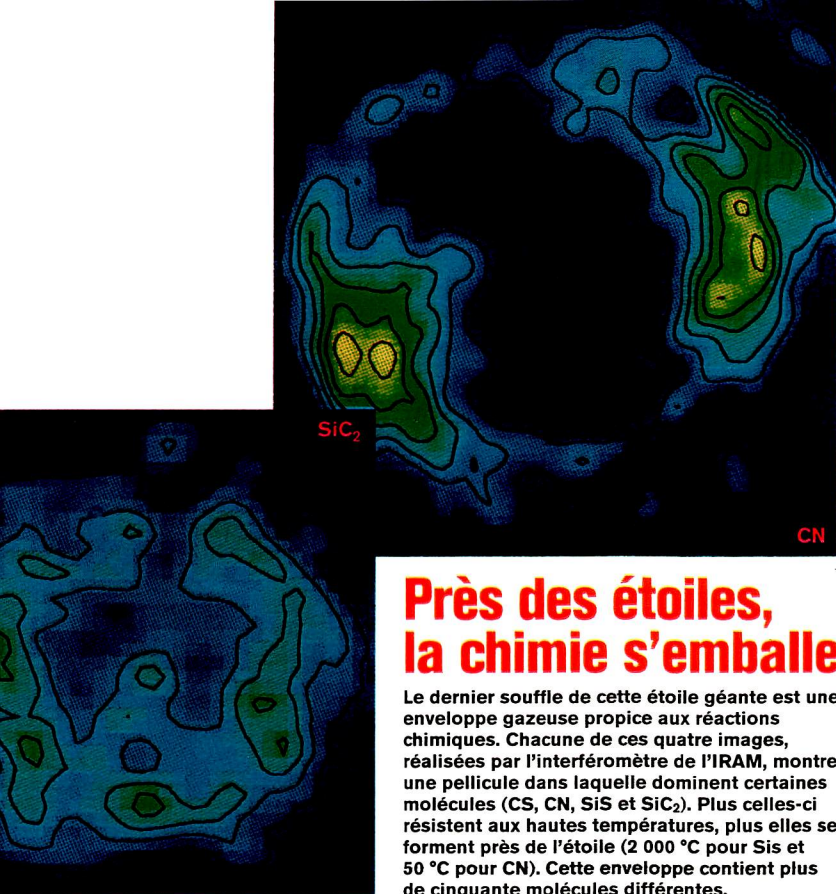
pe. Sur les murs du laboratoire, des diagrammes exposent les résultats. Ils se ressemblent tous : plus la température est basse et plus le taux de réaction enregistré est élevé. En clair, plus on s'approche des températures typiques d'un nuage interstellaire (de 10 à 40 kelvins), plus les radicaux ont tendance à s'unir avec les molécules neutres. Surprise totale dans le landerneau de l'astrochimie ! «Les modèles laissaient penser exactement l'inverse : une chute du taux de réactions avec la baisse

Une voie royale jusqu'ici interdite



des températures», souligne le chercheur.

Devant les résultats de Bertrand Rowe, certains théoriciens se frottent les mains : ils avaient imaginé des situations où les molécules neutres réagissaient entre elles... justement en raison des basses températures. En effet, dans une molécule neutre, et surtout dans les radicaux, la distribution des charges électriques peut ne pas être uniforme. Toute collision prenant l'allure d'une valse lente en raison du froid,



Près des étoiles, la chimie s'emballe

Le dernier souffle de cette étoile géante est une enveloppe gazeuse propice aux réactions chimiques. Chacune de ces quatre images, réalisées par l'interféromètre de l'IRAM, montre une pellicule dans laquelle dominent certaines molécules (CS, CN, SiS et SiC₂). Plus celles-ci résistent aux hautes températures, plus elles se forment près de l'étoile (2 000 °C pour SiS et 50 °C pour CN). Cette enveloppe contient plus de cinquante molécules différentes.

les deux molécules ont en effet le temps de "trouver" la configuration qui permettra d'opposer une zone chargée positivement à une zone chargée négativement, déclenchant ainsi la réaction chimique.

Quelles conclusions va-t-on pouvoir tirer de ces réactions neutre/neutre ? On ignore si la chimie interstellaire permet de passer de molécules à quatre, cinq ou six atomes aux édifices complexes – à plusieurs dizaines, voire centaines d'atomes – des molécules de base de la vie. Les travaux de Bertrand Rowe pourraient bien changer les données du problème.

«J'attends avec impatience ses résultats pour les introduire dans mes modèles», avoue Yves Viala, le directeur du laboratoire de radio-astronomie millimétrique de l'Observatoire de Paris, qui s'est fait une spécialité de ces modèles qui tentent de prédire l'évolution chimique d'un nuage interstellaire. Pour lui, tout est un problème de temps : «La durée de l'effondrement gravitationnel du nuage moléculaire, qui aboutit à la naissance d'une étoile, est-elle compatible avec le temps nécessaire à la fabrication de grandes quantités de molécules organiques, voire prébiotiques ?»

Problème supplémentaire : la chimie interstellaire est d'autant plus active que le nuage est dense (une densité toute relative : de mille à un million de molécules par centimètre carré, contre dix milliards de milliards dans l'air) et, par conséquent, que l'effondrement gravitationnel est rapide... De plus, s'il faut de un à dix millions d'années pour fabriquer une quantité importante de molécules organiques, une étoile massive formée au cœur de ce nuage ne mettrait qu'un million d'années à les détruire par son intense rayonnement ultraviolet !

Les premiers calculs, effectués par Eric Herbst et Qing Liao (1), de l'université de Columbus (Ohio, Etats-Unis), sont pour le moins étonnants. «Ces réactions entre espèces

neutres influencent très fortement nos modèles de nuages interstellaires : elles semblent ralentir le développement de la complexité moléculaire.» Fabriquer plus rapidement des molécules à quatre ou cinq atomes ne serait-il donc pas le bon chemin pour parvenir aux molécules prébiotiques ? Evelyne Roueff, de l'observatoire de Meudon, reste cependant sceptique devant les modèles d'Eric Herbst : «Ils ne tiennent pas compte des changements physiques au cours du temps», critique-t-elle.

La nouvelle voie ouverte par Bernard Rowe à la chimie interstellaire va-t-elle tourner au désavantage des partisans de l'origine extraterrestre de la vie, ou, à l'inverse, apporter de l'eau à leur moulin ? Prudente, Evelyne Roueff rappelle que l'on n'a pas encore détecté dans les nuages interstellaires de molécules véritablement prébiotiques, comme des acides aminés (2) – les vingt briques de base des protéines. «La clé, en astronomie, c'est l'observation», rappelle-t-elle. Ce qui n'interdit pas de rêver d'un Univers bourré de molécules organiques jusque dans le moindre nuage interstellaire, prêtes à ensemen- cer la première planète qui s'y formerait. Après tout, on n'a pas prouvé le contraire. ■

(1) Eric Herbst et al., 1994.
Astrophysical Journal,
10 mai 1995.

(2) L'annonce de la détection de glycine par une équipe américaine n'a jamais été confirmée.

HOMEADVENTUREWORK INDIANA

Il existe un monde qui ne demande qu'à être exploré. Pour le découvrir, votre guide sera Indiana, le nouveau PC Fujitsu ICL.

Etudier devient une aventure, faire ses devoirs un plaisir. Visitez les merveilles du monde, avec l'encyclopédie Encarta, sur CD-ROM. Visualisez-les à l'écran, écoutez-les en stéréo. Avec Indiana, découvrir le monde est la plus grande des aventures. Explorez le monde, ludique ou studieux, Indiana en couvre tous les paysages technologiques. Vous pouvez créer et dessiner, écrire des rapports, faire des montages vidéo ou composer de la musique.

Il existe un monde qui ne demande qu'à être exploré.

Indiana - Le nouveau PC
Fujitsu ICL



Intel Inside est une marque
déposée de Intel Corporation

La plus grande



INDIANA C604

- Processeur Intel 486 DX2/66
- RAM 4 Mo, extensible à 32 Mo
- 3 connecteurs d'extension ISA
- CD-ROM Double vitesse
- Carte son 16-bits
- Contrôleur SVGA intégré sur bus local
- Moniteur 14" ou 15"
- MS DOS 6.2
- Windows 3.1
- Microsoft Works
- Suite de logiciels ICL




des aventures.



«Apprendre et jouer, c'est mieux
que la télé.»



«Juste une minute, on arrive !»

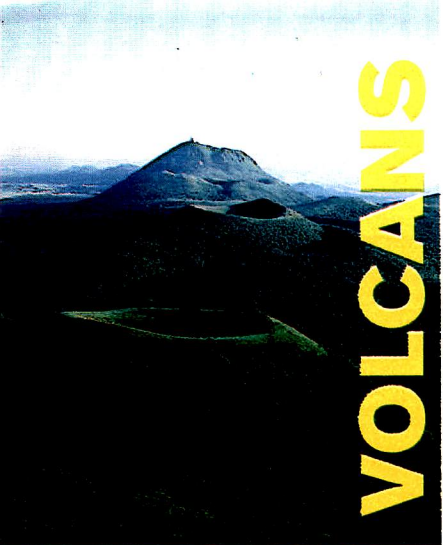
 Appelez dès aujourd'hui :
Tél (1) 34 65 81 16 ou fax: (1) 34 65 82 16

INDIANA S502

- Processeur Intel 486 SX2/50
- RAM 4 Mo, extensible à 32 Mo
- 3 connecteurs d'extension ISA
- Moniteur couleur 14" ou 15"
- Graphisme SuperVGA intégré sur bus local
- MS DOS 6.2
- Windows 3.1
- Microsoft Works
- Best of Microsoft Entertainment Pack
- Suite de logiciels ICL



FUJITSU ICL



J. Damase/Explorer

Une gigantesque poche de magma sous l'Auvergne

Les volcans d'Auvergne sont bien plus jeunes que le prétendent les publicités pour les eaux minérales ! La dernière éruption, dans la chaîne des Puys, date d'il y a seulement 4 000 ans – une brouille à l'échelle géologique. Mais, jusqu'à présent, l'origine du volcanisme dans cette région restait floue. Or, grâce à la "tomographie télé-sismique", une technologie permettant d'obtenir des images en trois dimensions de l'intérieur de la Terre, une équipe franco-allemande de géophysiciens a pu "voir" à travers le sous-sol du Massif central sur plusieurs centaines de kilomètres d'épaisseur. Les résultats de cette étude éclairent d'un jour nouveau l'origine des volcans d'Auvergne.

L'histoire géologique du Massif central est aussi complexe que mouvementée. C'est d'ailleurs ce qui nous vaut la grande variété de ses paysages, vantée par les guides touristiques. Vertes vallées glaciaires, mamelons coniques, pitons aigus, plateaux granitiques arides, lacs circulaires et gorges abruptes sont le reflet de ses différentes étapes.

Tout a commencé il y a plus de 300 millions d'années : en cette fin de l'ère primaire, le gigantesque plissement hercynien fait surgir les sols granitiques du Massif central (et, dans le même temps, le massif armoricain, les Vosges et, plus à l'est, les monts de Bohême – entre autres). Aplati et raboté par l'érosion à l'ère secondaire, parfois recouvert par la mer, le Massif central se soulève et se disloque de nouveau au début de l'ère tertiaire, il y a 65 millions d'années, sous l'énorme poussée qui donne aussi naissance aux Alpes et aux Pyrénées. Tandis que s'élèvent le mont Lozère, l'Aigoual, les Cévennes et le Morvan, non loin

Situés loin des zones d'instabilité notoire, les volcans d'Auvergne posaient un problème aux géophysiciens. L'étude des ondes sismiques vient enfin de confirmer leur origine.

PAR HÉLÈNE GUILLEMOT

de là, au contraire, la croûte terrestre s'amincit, et des fossés d'effondrement (ou "rifts") se creusent, formant les plaines de la Limagne et de la Bresse.

C'est à cette époque que le volcanisme se manifeste dans la région, d'abord assez faiblement. Il connaît ensuite, il y a 25 millions d'années, une activité plus intense, qui culmine il y a 5 millions d'années. Le plus vaste massif volcanique de la région – et d'Europe –, le Cantal, est entré en activité il y a 11 millions d'années et s'est éteint il y a 2,5 millions d'années. Les monts Dore ont été actifs entre 4 millions d'années et 300 000 ans. Quant aux volcans situés plus au sud (Aubrac) et à l'est (Coirons, Velay), ils ont eux aussi quelques mil- ►

Limoges

Clermont-
Ferrand

Lyon

La carte inédite du sous-sol

L'image en trois dimensions ci-dessous révèle, sous le Massif central, un énorme "panache" de matière chaude (en orange et rouge). Cette carte a été obtenue en analysant les perturbations des ondes sismiques sous cette région. Elles correspondent à des variations de températures dans le sol. Les contours en blanc représentent les massifs montagneux et volcaniques : les températures les plus élevées se situent juste sous les plus gros volcans.

Les Puys

Cantal

Velay

270 km

Carte en relief (IGN) du Massif central. Document : A. Meyer, d'après CNRS/D. Granet

► lions d'années ; les derniers-nés sont les jolis dômes coniques de la chaîne des Puys.

Les géologues distinguent trois catégories de volcanisme, ayant respectivement pour origine les dorsales océaniques, la subduction et les "points chauds". Dans les deux premiers cas, l'apparition de volcans est directement liée à la tectonique des plaques. On sait que l'écorce terrestre est constituée d'une douzaine de grandes plaques rigides, emboîtées les unes dans les autres, qui flottent sur la partie visqueuse du manteau. Ces plaques tectoniques sont régénérées en permanence par du magma qui remonte du manteau et s'épanche au fond des océans, le long de chaînes de montagnes appelées dorsales. Ce volcanisme sous-marin, s'il n'est pas le plus spectaculaire, est

quantitativement le plus important de la planète.

Sans cesse alimentées par cet apport de magma, qui se solidifie en refroidissant au contact de l'eau, les plaques ne peuvent cependant pas s'étendre indéfiniment. A certaines jonctions entre les plaques, la poussée oblige la plus lourde à se glisser sous la plus légère : c'est ce que l'on appelle la subduction. Or, en plongeant sous sa voisine, la plaque subit un frottement tel que de la matière en fusion remonte vers la surface. Ce deuxième type de volcanisme a édifié des chaînes montagneuses telles que les Andes.

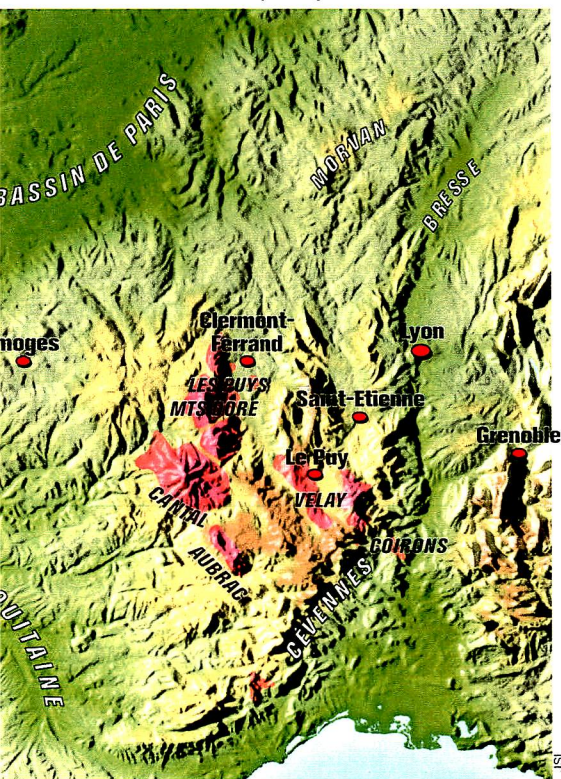
La majorité des éruptions volcaniques ont donc lieu aux frontières des plaques tectoniques, zones hautement instables. Mais, dans le cas du Massif central, qui se trouve au beau milieu d'une plaque tectonique, on peut penser qu'on a affaire au troisième type de volcanisme, celui associé aux "points chauds" (voir dessin ci-contre). Ces points chauds correspondent en fait au sommet de vastes "panaches" de magma remontés des profondeurs du manteau et qui crèvent de temps à autre la croûte terrestre. Il en existe sur le globe plusieurs dizaines, voire des centaines, qui ont donné naissance à de célèbres volcans "intraplaques" comme ceux des îles Hawaii ou de la Réunion.

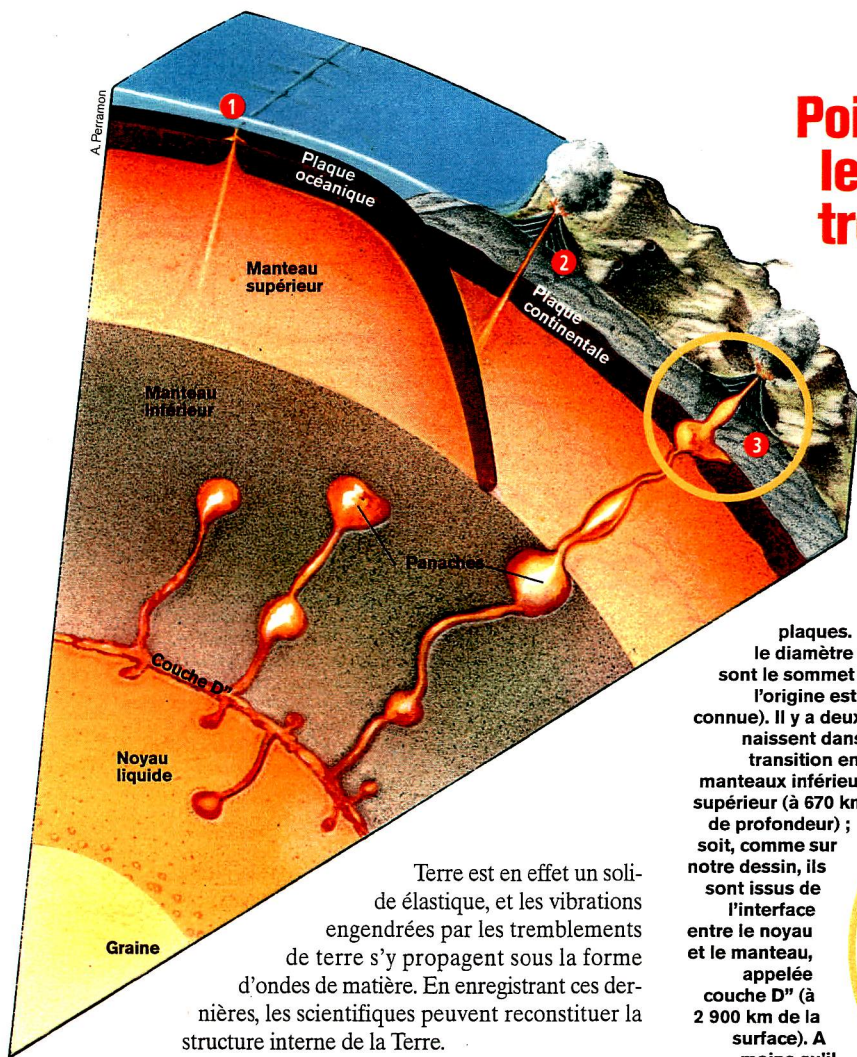
Mais l'hypothèse d'un point chaud sous le Massif central n'était jusqu'alors pas complètement admise, car il existe une explication "concurrente" de l'apparition des volcans d'Auvergne. Comme on l'a vu, pendant le grand bouleversement tectonique de la fin de l'ère tertiaire se sont formés des failles et des fossés d'effondrement, correspondant à un étirement de la croûte terrestre. Cet amincissement traduisait-il une tentative avortée de scission de la plaque eurasiennne, ou bien s'agissait-il simplement d'une remontée locale de la partie visqueuse du manteau ? Quoi qu'il en soit, c'est justement à cette époque que se manifeste le premier volcanisme en Auvergne. La question se posait alors tout naturellement : le volcanisme du Massif central serait-il lié à l'étirement de la croûte terrestre ? De deux choses l'une, donc : soit les volcans d'Auvergne sont issus d'un panache profond formant un point chaud, soit leur origine, liée à l'étirement de la plaque eurasiennne, est plus superficielle.

Pour en avoir le cœur net, le mieux était d'aller voir ce qui se passe... sous les volcans du Massif central. C'est précisément ce qu'a rendu possible la tomographie télesismique. De même que les astronomes explorent le ciel grâce à une gamme étendue d'ondes électromagnétiques, les géophysiciens ont appris, depuis une vingtaine d'années, à exploiter les ondes sismiques, qui constituent de loin le meilleur outil pour sonder notre planète. La

Une concentration de volcans "éteints"

Les volcans du Massif central (zones rouges), qui forment le plus grand ensemble volcanique d'Europe, sont tous issus de la même "bulle" de magma. La plupart d'entre eux ont quelques millions d'années, mais les plus jeunes ne sont endormis que depuis 4 000 ans.



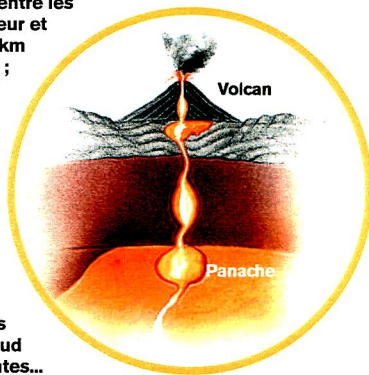


Points chauds : les volcans du troisième type

Le volcanisme "de point chaud" est, des trois types de volcanisme, celui dont l'origine est la plus mystérieuse. Les deux autres sont mieux connus. Le volcanisme des dorsales océaniques ①, qui régénère les plaques tectoniques, résulte de la circulation du magma dans le manteau visqueux. Le volcanisme de subduction ② est dû au frottement d'une plaque passant sous une autre. Contrairement aux deux autres, le volcanisme de point chaud ③ n'est pas lié à la tectonique des

plaques. En effet, les points chauds (dont le diamètre varie de 100 à 2 000 km environ) sont le sommet de bulles de magma chaud dont l'origine est plus profonde (mais encore mal connue). Il y a deux hypothèses : soit ces panaches naissent dans la zone de transition entre les

manteaux inférieur et supérieur (à 670 km de profondeur) ; soit, comme sur notre dessin, ils sont issus de l'interface entre le noyau et le manteau, appelée couche D" (à 2 900 km de la surface). A moins qu'il n'existe plusieurs types de point chaud d'origines différentes...



Terre est en effet un solide élastique, et les vibrations engendrées par les tremblements de terre s'y propagent sous la forme d'ondes de matière. En enregistrant ces dernières, les scientifiques peuvent reconstituer la structure interne de la Terre.

Une étude de tomographie télesismique du Massif central a donc été menée par trois laboratoires du CNRS (Strasbourg, Clermont-Ferrand et Grenoble), en collaboration avec une équipe de l'institut géophysique de Karlsruhe. Durant l'hiver 1991-1992, quatre-vingts stations sismologiques mobiles ont été installées dans le Massif central, s'ajoutant aux vingt stations permanentes de la région. Des mois durant, ce réseau serré de sismographes a enregistré les ondes de compression (ou ondes P) émises par les nombreux séismes qui secouent périodiquement la planète.

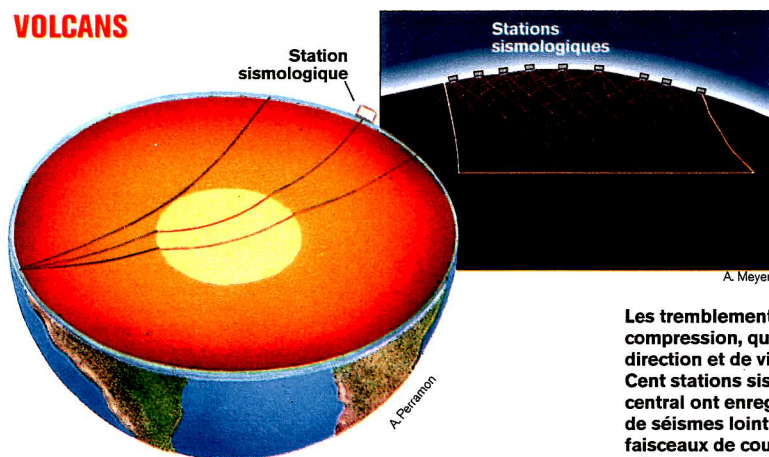
Mais comment ces signaux venus du bout du monde permettent-ils de construire une image tridimensionnelle du sous-sol du Massif central ? Tout repose sur le fait que les ondes P se propagent, à l'intérieur du globe, plus ou moins vite selon les milieux qu'elles traversent : leur vitesse renseigne donc sur les pro-

priétés de ces derniers. En comparant, pour chaque séisme, les temps d'arrivée des ondes P dans chacune des cent stations du réseau (voir

dessin page suivante), on a pu déterminer les ralentissements ou les accélérations subies sur chaque trajet. Des calculs sur ordinateur ont ensuite permis d'obtenir une représentation

en trois dimensions du sous-sol du Massif central (sur une superficie de 425 km par 300 km et une profondeur de 270 km) en fonction des perturbations engendrées sur les ondes P. Or, ces variations de vitesse dépendent essentiellement de la température du sol : les ondes sismiques sont ra-

Reconstituer la structure de la Terre



Comment un séisme à Tokyo renseigne sur l'Auvergne

Les tremblements de terre émettent des ondes de compression, qui traversent le globe en changeant de direction et de vitesse selon les couches rencontrées. Cent stations sismologiques installées dans le Massif central ont enregistré pendant plusieurs mois les ondes de séismes lointains (représentées ci-dessus par des faisceaux de couleurs différentes). Le lieu de chaque séisme étant connu grâce aux observatoires mondiaux, les chercheurs ont calculé le temps qu'auraient dû mettre les ondes pour parvenir à chaque station. La différence entre ce temps "théorique" et les temps mesurés indique qu'elles ont rencontré en chemin des anomalies de terrain qui ont perturbé leur vitesse moyenne. En croisant ces calculs pour chaque séisme et chaque station, on a pu construire une carte du sous-sol du Massif central représentant ces perturbations de vitesse. Or, celles-ci s'expliquent par des différences de température : les ondes sont ralenties dans un terrain chaud, et elles accélèrent dans un milieu plus froid. L'image tomographique obtenue a révélé l'existence d'un "panache" chaud sous l'Auvergne.

► lentes par les zones plus chaudes et accélérées dans les régions plus froides. Les images tomographiques permettent donc de visualiser les températures relatives du sous-sol.

Dans le Massif central, elles ont ainsi fait apparaître un superbe panache chaud, qui s'étend sur 200 km de diamètre en épousant les contours des massifs volcaniques. Les vitesses les plus lentes – donc les températures les plus élevées – s'observent juste sous les massifs volcaniques du Cantal et du mont Dore ! Le ralentissement de la vitesse des ondes, de 2 à 2,5 %, indique des températures de 150 à 200 °C plus élevées qu'aux alentours. On note une autre zone "lente" (c'est-à-dire chaude) sous la plaine d'effondrement de la Limagne, mais elle est moins marquée et moins profonde que sous les volcans.

Ces images corroborent avec éclat l'hypothèse d'un point chaud issu du manteau profond sous les volcans d'Auvergne. D'autres études, en particulier des analyses de la composition chimique et isotopique des laves, vont également dans ce sens. Mais, pour le moment, les images tomographiques ne descendent "que" jusqu'à 270 km de profondeur (le manteau visqueux commence aux alentours de 100 km). Elles ne permettent donc pas de déterminer la source exacte de ce panache dans le manteau.

L'origine des panaches fait depuis des années l'objet d'un débat chez les géophysiciens. On sait que ces "bulles" de matières chaudes qui s'élèvent vers la surface du globe naissent d'instabilités thermiques. On sait aussi que ces instabilités apparaissent à des profondeurs bien précises : au niveau des "discontinuités" du globe terrestre, c'est-à-dire aux frontières entre les différentes

couches concentriques qui constituent le globe (voir dessin page précédente). Mais il existe plusieurs discontinuités : par exemple, celle qui sépare le manteau supérieur du manteau inférieur, à 670 km de profondeur ; ou encore la plus profonde, la plus importante, celle que les scientifiques pensent être le siège de phénomènes majeurs : la couche D", qui marque la frontière entre le noyau de fer en fusion de la Terre et le manteau, à 2 900 km sous nos pieds. Les panaches viennent-ils

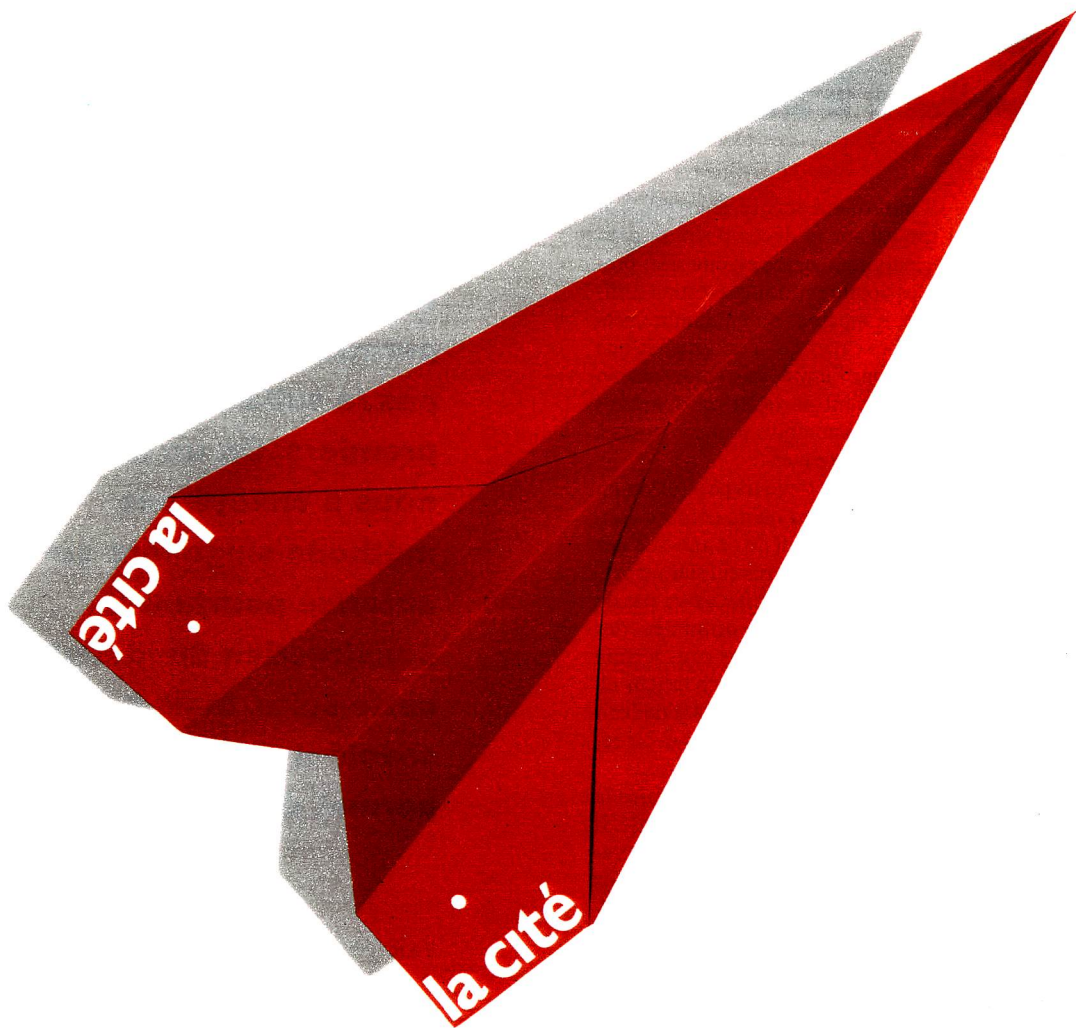
d'aussi loin ? Difficile à dire. Quoi qu'il en soit, les images tomographiques du Massif central apportent bel et bien la preuve que le volcanisme

L'hypothèse du "point chaud" confirmée

me des ères tertiaire et quaternaire en Auvergne a été engendré par un panache "mantellique".

D'ailleurs, ce volcanisme est-il vraiment révolu ? La-dessus, les spécialistes restent évasifs : certes, le volcanisme du Massif central est dans sa phase décroissante depuis déjà quelques millions d'années ; mais la dernière éruption ne remonte qu'à 4 000 ans. Et ce qui est arrivé hier – à l'échelle géologique – pourrait se reproduire demain ! Nul ne sait si les volcans d'Auvergne sont définitivement endormis... ■

Fais-moi décoller.



Aérom*naventique*

Energ*ie*

Math*ématiques*

• Vivez la passionnante aventure de l'aviation à réaction autour d'un authentique Mirage IV et initiez-vous aux techniques du décollage. Envol garanti ! • Six milliards de consommateurs aujourd'hui... et demain ? Explorez la diversité des modes d'exploitation et de consommation de l'énergie pour réfléchir à son avenir mondial. • Du théorème de Pythagore aux sondages, les mathématiques sont essentielles pour comprendre le monde. Découvrez ou redécouvrez une discipline en pleine effervescence.



3 nouvelles expositions permanentes à la cité des Sciences et de l'Industrie. Paris - la Villette
Ouvert tous les jours de 10 h à 18 h. Fermé le lundi. Tél : 36 68 29 30* ou 36 15 Villette**

NOMBRES PREMIERS

Comment les créer

Aujourd'hui encore, le cryptage le plus secret repose sur la décomposition d'un nombre en facteurs premiers : c'est dire si les problèmes liés à ces nombres étranges restent difficiles à résoudre. Rappelons qu'un nombre premier est un nombre entier qui n'est divisible que par lui-même et par l'unité, autrement dit un nombre qu'on ne peut partager en quantités égales. Tous les autres nombres sont composés à partir de ces nombres premiers.

Ajoutons qu'on ne sait toujours pas trouver un nombre premier plus grand qu'un nombre donné, trouver une fonction qui ne donne que des nombres premiers, trouver celui qui suit un premier donné, etc. En particulier, il n'existe pas de méthode qui donne la suite ordonnée des nombres premiers. C'est donc avec un certain étonnement que nous avons reçu d'un lecteur niçois, M. Belleval, un procédé permettant de bâtir peu à peu un début de cette suite sans avoir recours aux tests ou aux critères classiques.

En fait, il n'est même pas besoin de faire la moindre division pour appliquer la méthode. Il suffit de partir de la définition d'un nombre premier ; notons en passant que les mathématiciens s'accordent à considérer que 1, bien que satisfaisant à cette définition, n'est pas un nombre premier : il est en effet son propre carré, son propre cube, etc, ce qui ne saurait être le cas d'un nombre premier. On considère donc que 1 est l'unité et n'est pas vraiment un nombre.

Regardons maintenant l'algorithme proposé par M. Belleval, en abrégé "nombre premier" en NbP. Appelons P la suite ordonnée $p_1, p_2, p_3, \dots, p_n$ des n premiers NbP, et séparons cette suite en trois morceaux : (p_n) que l'on met de côté et ensuite, par exemple, (p_1, p_4, p_5, \dots) et (p_2, p_3, p_6, \dots) Formons alors les produits A et B des éléments de ces deux ensembles : $A = p_1 * p_4 * p_5 * \dots$ et $B = p_2 * p_3 * p_6 * \dots$ (conformément à l'usage informatique, nous utiliserons * comme signe de la multiplication et ^ comme signe de l'élévation à une puissance ; ainsi 5 au cube se note 5^3).

A ce moment, le nombre $Z = A \pm B$ est premier s'il est inférieur à p_n^2 . En effet, si Z est composé, il a au moins un diviseur premier $p < \sqrt{Z}$; comme $Z < p_n^2$, $\sqrt{Z} < p_n$, donc $p < p_n$. Or les divi-

En principe, on ne connaît aucun algorithme qui permette de bâtir pas à pas la suite des nombres premiers. Or, un lecteur nous a envoyé une méthode singulière qui autorise pourtant la construction du début de cette suite. Mais il reste à savoir si ce procédé permet d'aller très loin.

PAR RENAUD DE LA TAILLE

J.-Y. Hamel



seurs premiers inférieurs à p_n ont tous été utilisés, soit dans A, soit dans B. Si donc Z était divisible par p, Z/p serait un entier et il en serait de même, soit de A/p , et B/p serait une fraction irréductible, soit de B/p, et A/p serait une fraction irréductible.

L'entier Z/p serait donc la somme ou la différence d'un autre entier et d'une fraction irréductible, ce qui est impossible. $Z < p_n^2$ ne peut avoir de diviseur premier, il est donc premier. Qui plus est, le même raisonnement s'applique à tout nombre A ou B formé avec des puissances entières des NbP p_1, p_2, p_3 , etc, comme $A = p_1^3 * p_5 * p_6^2 * \dots$. Ajoutons que, s'il suffit que Z soit inférieur à p_n^2 pour être premier, il l'est *a fortiori* s'il est inférieur au carré de l'un des p_x qui précèdent p_n – par exemple s'il est inférieur au carré de p_6 , ou de p_5 .

Revenons maintenant à la définition des nombres premiers, laquelle va nous en donner deux à partir desquels on va bâtir une suite de premiers plus grands. Après l'unité 1 vient 2 qui, à l'évidence, n'a pas d'autre diviseur que lui-même et l'unité puisque, entre 1 et 2, il n'y a pas d'autre nombre. Vient ensuite 3, qui ne peut pas être partagé en deux quantités égales. Comme il n'y a pas d'autre nombre en dessous de 3 que 2, et que 2 ne divise pas 3, alors 3 est notre second nombre premier.

En appliquant la règle de construction avec ces deux nombres, on peut déjà chercher les combinaisons de 2 et de 3 qui donnent un nombre inférieur à 3 au carré, donc inférieur à 9. La seule et unique combinaison simple (c'est-à-dire sans élévation à une puissance entière d'un ou de plusieurs termes) de 2 et 3, c'est $2 + 3$ qui vaut 5. Comme $5 < 9$, 5 est premier.

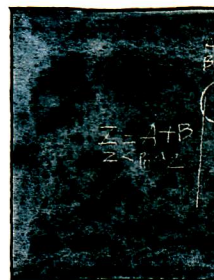
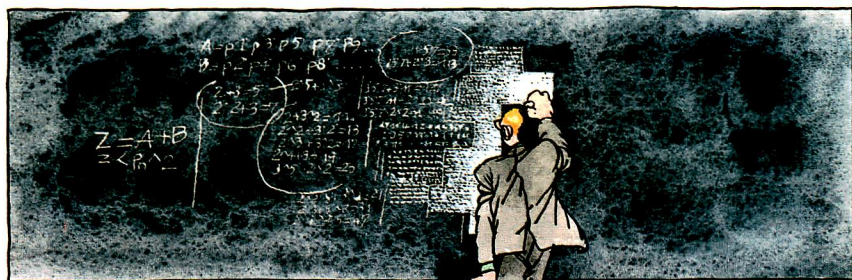
Dans les combinaisons avec carrés, cubes ou autres, on a tout de suite $2^2 + 3 = 7$; 7 est inférieur à 9, il est donc premier. En poussant les recherches plus loin, on trouve aussi $3^2 - 2 = 7$, puis $3^2 - 2^2 = 5$ ou $2^5 - 3^3 = 5$. Le premier défaut

de la méthode apparaît ici : le même nombre premier peut être obtenu par plusieurs combinaisons différentes. Le second défaut est plus critique : on peut essayer toutes les combinaisons possibles, on ne trouve que 5 et 7, mais cela ne prouve pas qu'il n'existe pas d'autres NbP entre 3 et 9 – bien sûr, « on sait » que 4, 6 et 8 sont pairs, donc divisibles par 2, donc composés, mais nous allons voir par la suite que les choses deviennent moins évidentes dès qu'il y a beaucoup de nombres en jeu.

Nous voici donc avec 2, 3, 5, 7. La règle de construction va nous permettre, toujours avec 2 et 3 seulement, d'aller plus loin puisqu'il va suffire maintenant que les combinaisons de 2 et 3 soient inférieures à 5^2 , soit 25, pour être sûr d'avoir un nouveau NbP. Et on trouve ainsi $2 + 3^2 = 11$, $2^2 + 3^2 = 13$, $2^3 + 3^2 = 17$, $2^4 + 3 = 19$ et $3^3 - 2^2 = 23$. Toute autre combinaison redonne les mêmes nombres, mais, encore une fois, ce n'est pas une preuve : nous nous étions arrêtés à 7 la première fois, et nous allons maintenant jusqu'à 23, mais rien ne nous dit que 9, 15 ou 21 ne sont pas premiers.

Avec 2, 3, et 5^2 comme valeur limite nous avons atteint 23. En prenant 2, 3, 5, et 7^2 comme limite, on doit obtenir les premiers compris entre 23 et 49. De fait, on trouve $2^2 * 5 + 3^2 = 29$, $2^3 * 3 + 5^2 = 31$, et ce jusqu'à $2 + 3^2 * 5 = 47$. Etape suivante avec 2, 3, 5, 7 avec 11^2 , soit 121 comme limite ; on débute par $2^3 * 3^2 + 5^2 = 53$ jusqu'à $3^5 * 7 + 2^3 = 113$ (à noter que $3^5 * 7 \pm 2^n$ avec $n = 1, 2, 3$ ou 4 donne dans l'ordre la suite des sept NbP compris entre 89 et 113).

A ce stade, on commence à se demander si vraiment cet algorithme peut fournir indéfiniment la suite des nombres premiers. Notons que nous ne l'avions jamais rencontré dans aucun traité de mathématiques, et qu'il ne figure même pas dans l'ouvrage de Hans Riesel qui fait pourtant référence en matière de nombres premiers. D'un autre côté,



► il est peu vraisemblable que cette méthode ait échappé à Fermat, à Mersenne ou à Euler.

Toujours est-il que l'on part ensuite de 2, 3, 5, 7, 11 avec 13^2 comme limite et que, effectivement on trouve $3 \cdot 5 \cdot 7 + 2 \cdot 11 = 127$, $3 \cdot 5 \cdot 7 + 2 \cdot 2 \cdot 11 = 149$, ou même $3 \cdot 5 \cdot 7 \cdot 11 - 2 \cdot 10 = 131$. Mais la quête aux NbP à la main devenant fastidieuse, on prend la calculatrice et on fait un petit programme pour tester les combinaisons d'une suite un peu plus grande, par exemple les huit premiers NbP, 2, 3, 5, 7, 11, 13, 17, 19 pour avoir les NbP compris entre 361 (19^2) et 529 (23^2).

C'est ici que les difficultés commencent – de toute façon, avec les nombres premiers, rien n'est jamais simple. Il faudrait d'abord essayer les combinaisons de sept nombres avec le huitième restant élevé à une puissance idoine, puis les combinaisons de deux nombres avec les six restant, de trois avec cinq, et finalement quatre avec quatre – il y a 70 combinaisons de quatre nombres pris sur un ensemble de huit, mais, comme on associe chaque combinaison avec celle qui lui fait pendant (par exemple 3, 5, 11, 17 sera associé à 2, 7, 13, 19), il suffit d'en tester la moitié.

Par ailleurs, si l'algorithme général cité plus haut prend $Z = A \pm B$, il devient inutile de tester $A + B$ qui n'est plus jamais inférieur à p^n , soit ici $23^2 = 529$. On ne fait d'essai qu'avec $A - B$. Or, sur les 35 combinaisons simples de quatre par quatre sur les huit premiers NbP, il n'y en a qu'une qui donne un nombre compris entre 361 et 529 ; c'est $2^7 * 11^1 * 19 - 3^5 * 13^1 * 17$ qui vaut 389. En revanche on peut trouver $41 = 3^5 * 11^1 * 19 - 2^7 * 13^1 * 17$, mais 41 a déjà été trouvé en n'utilisant que 2, 3 et 5 et n'a pas d'intérêt ici.

Il faut donc reprendre les essais en élevant un ou plusieurs facteurs à une puissance arbitraire, mais

cette fois le nombre de combinaisons devient infini. En tâtonnant, nous avons seulement découvert $2^2 3^3 5^5 7^7 11 = 13 \cdot 17 \cdot 19 = 421$ et $3^3 7^7 13^3 17 - 2^2 5^5 11^3 19 = 461$. C'est peu : trois NbP seulement sur les vingt-sept qu'il y a entre 361 et 529. Il faudrait sans doute un programme beaucoup plus performant que celui que nous avons rédigé pour découvrir les combinaisons donnant les vingt-quatre NbP qui manquent à l'appel.

Pris d'un doute sur la valeur de la méthode, nous avons voulu pousser plus loin en testant les 462 combinaisons de cinq nombres pris sur les onze premiers NbP, soit de 2 à 31, pour avoir les NbP compris entre 961 (31^2) et 1 369 (37^2). Ce fut l'échec : le plus petit nombre obtenu avec les combinaisons simples est 1 579 (2, 5, 7,

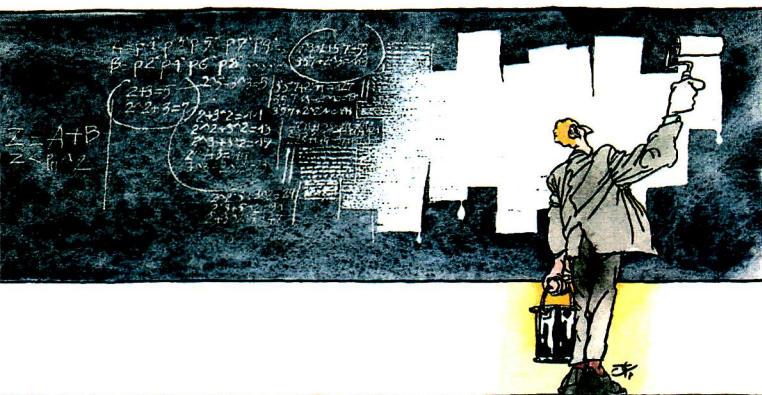
13, 17, 29 et 3, 11, 19, 23, 31). Comme il est supérieur à 1 369, on ne peut savoir s'il est premier.

Il faut alors passer aux puissances, et là encore nous n'avons rien obtenu, sinon des nombres inférieurs à 961 et qui devraient donc être atteints avec moins de onze NbP – par exemple $2^6 \cdot 3, 5, 7, 13, 29$ et $11, 17, 19, 23$ 31 donnent 151 qu'on obtient avec cinq NbP seulement ($3^2 \cdot 7 \cdot 11 - 2^4 \cdot 5$). En fait, nous n'avons pas pu dépasser 937 ($5^3 \cdot 7, 11, 13, 31$ et $2, 3^2, 17, 19, 23, 29$). Ce n'est pas une preuve contraire pour autant, car nous sommes loin d'avoir essayé toutes les combinaisons et il y en a sans doute qui donneraient les 57 NbP compris entre 961 et 1 369.

La question reste donc ouverte de savoir si tout nombre premier peut être obtenu à partir des Nbr inférieurs à sa racine carrée, mais le procédé garde toutefois une valeur certaine puisqu'il permet par exemple, à partir de la suite 2, 3, 5, ..., 31 de fabriquer un nombre premier, en l'occurrence 937, qui est très largement supérieur à 31.

Ce que nous présentons ici n'est d'ailleurs qu'une ébauche : il faudrait commencer par faire une étude théorique du problème, puis rédiger un programme puissant conçu à partir de cette étude pour savoir si la méthode peut atteindre les grands nombres. En ce sens, il faut bien le dire, nous attendons beaucoup de nos lecteurs amateurs de mathématiques pour faire avancer la question. ■

Tous à vos ordinateurs !



EDITION SPECIALE

SCIENCE
& VIE

PARIS
MATCH

LA GROTTE DE LA COMBE D'ARC

Edition spéciale 25 F 180 FB 76 FS 200 S 50 / Portugal 200 S 50 / 9 Dh 170 F lux / 4.000 Dr / Réunion-Antilles 200 S 50

LA VIE DE NOS ANCESTRS IL Y A 20 000 ANS

Toutes les photos des chefs-d'œuvre que vous ne verrez jamais

EN VENTE PARTOUT

SAOLA

Une chèvre de cinq

**Mon premier a des cornes
de 50 cm de long ; mon
deuxième se cache dans
la jungle vietnamienne ;
mon troisième
est l'ancêtre des caprins.
Et mon tout est une
énigme pour zoologistes !**

PAR PIERRE ROSSION

Chèvre archaïque, et non bœuf primitif comme on l'avait cru tout d'abord, le saola constitue sans doute la plus grande énigme zoologique depuis la découverte de l'okapi en 1900 et celle du cœlacanthe en 1938.

En effet, c'est seulement en mai 1992 que le monde civilisé a appris l'existence de cette étrange créature. Et encore, sous forme d'ossements seulement. Comment cet animal sorti de la nuit des temps a-t-il pu conserver son incognito aussi longtemps ? C'est là un mystère que l'on ne s'explique pas. Car, même si la jungle de la cordillère annamitique, où il vit, est impénétrable sans machette, l'animal ne passe pas inaperçu du fait de sa taille et de son allure : cornes de 40 à 60 cm de long ; hauteur au garrot, 90 cm ; longueur, 1,50 m ; poids, 100 kg.

Les auteurs de sa découverte sont les membres d'une expédition dirigée conjointement par le FIPI (Forest Inventory and Planning Institute) du ministère de la forêt du Vietnam et le WWF (World Wildlife Fund). Alors que les chercheurs étaient occupés à dresser l'inventaire de la faune et de la flore dans la réserve vietnamienne de Vu Quang, à la frontière du Laos, ils découvrirent par hasard, dans des paillotes de chasseurs locaux, des trophées

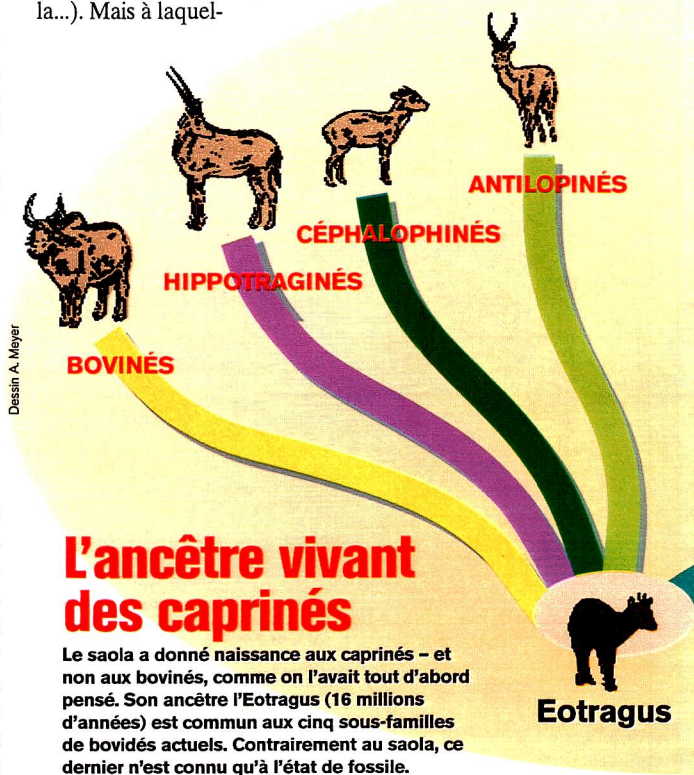
d'un ruminant d'une espèce inconnue.

D'autres vestiges semblables furent recueillis lors d'une seconde expédition du FIPI, en novembre et décembre 1992, dans la réserve de Pu Mat, à quelque 150 km au nord-ouest de Vu Quang. Enfin, en janvier, mars et avril 1993, trois autres expéditions dans ces mêmes réserves portèrent le nombre des spécimens à plus de vingt : trois crânes complets, plusieurs parois frontales, et trois peaux, que les Vietnamiens s'empressèrent de naturaliser.

Pour comprendre l'importance de cette découverte, quelques notions de zoologie sont nécessaires. Le saola est un ruminant de la famille des bovidés, qui comprend cinq sous-familles (voir dessin ci-dessous) : les bovinés (bœuf, buffle, bison...), les caprinés (chèvre, mouton...), les céphalophinés (céphalophe, duiker...), les hippotraginés (oryx, gnou...) et les antilopinés (gazelle, impala...). Mais à laquelle

(1) *Nature*, vol. 363, 3 juin 1993, p. 443.

(2) *Mammalia*, tome 58, n° 3, 1994, p. 453.



L'ancêtre vivant des caprinés

Le saola a donné naissance aux caprinés – et non aux bovinés, comme on l'avait tout d'abord pensé. Son ancêtre l'Eotragus (16 millions d'années) est commun aux cinq sous-familles de bovidés actuels. Contrairement au saola, ce dernier n'est connu qu'à l'état de fossile.

millions d'années

le de ces sous-familles appartient le saola ? C'est la question que se posaient les zoologistes.

Pour y répondre, les scientifiques du FIPI et du WWF ont fait appel à la biologie moléculaire. Ils ont prélevé de l'ADN dans les restes des animaux morts et ont établi la séquence de ses bases. Puis, en comparant le "texte" de l'ADN avec celui d'autres espèces de bovidés actuels, ils ont conclu que le saola serait un boviné proche des boselaphinis – sortes d'antilopes dont il ne reste plus que deux formes vivantes sur le continent indien, le nilgaut et le tétracère. Les conclusions de cette étude ont fait l'objet d'un article publié dans la revue scientifique britannique *Nature* (1).

Herbert Thomas, sous-directeur du Collège de France, est arrivé à un résultat différent en s'appuyant sur l'anatomie comparée. A Hanoi, il a étudié les crânes de saola rapportés par les précédentes expéditions. Puis il a confronté

les données morphologiques recueillies avec celles fournies par deux logiciens ayant

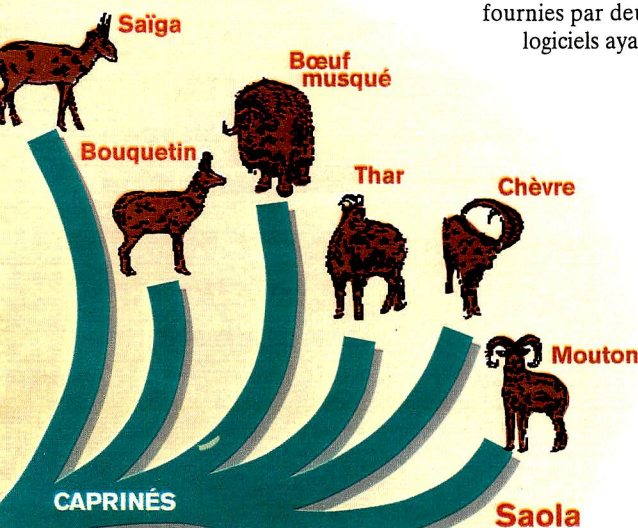
en mémoire 114 caractères anatomiques de 15 espèces actuelles de bovidés. Résultat : le saola est en fait un capriné, proche de deux chèvres connues de longue date mais très énigmatiques, que l'on rencontre dans toute la péninsule indochinoise : le serow et le goral.

Les résultats de cette étude viennent d'être publiés dans le dernier numéro de *Mammalia* (2), la revue du Muséum d'histoire naturelle. Les chercheurs anglo-vietnamiens ont fini par se rallier aux conclusions du chercheur français : le saola est bien un bovidé capriné et non un bovidé boviné. Apparu sur la Terre il y a plus de cinq millions d'années, cet animal est donc l'ancêtre des caprinés actuels.

Au sein des caprinés, le saola constitue un genre nouveau et une espèce originale, que les savants ont baptisé *Pseudoryx nghetinhensis*. C'est sous ce patronyme qu'il fera son entrée officielle dans les encyclopédies. Cependant, dans le langage courant, il conservera son nom vernaculaire de saola, par lequel le désignent les minorités ethniques du versant oriental de la cordillère annamitique.

Pour en savoir davantage sur l'animal, dont on n'a encore jamais pu étudier d'individu "entier", il faudrait le capturer... mort ou vif. Quand, fin 1994, nous nous sommes rendus au Vietnam, deux spécimens venaient d'être attrapés, et étaient tenus en captivité dans la banlieue de Hanoi. Nous avons demandé à les voir. Pas de chance, ils étaient morts la veille, de stress et faute d'une nourriture appropriée... Alerté, le Muséum d'histoire naturelle de Paris est aussitôt intervenu pour demander que les animaux soient congelés. Il attend toujours la réponse.

Herbert Thomas devrait bientôt se rendre au Vietnam pour étudier les saolas *in situ* et éventuellement sous forme de dépouilles. L'expédition pourrait se révéler riche en surprises, car dans les réserves de Vu Quang et de Pu Mat vit un cervidé rare, le muntjac, ainsi qu'une autre espèce inconnue, qu'on a hâte de découvrir. Le seul indice de son existence est un trophée, qu'un Vietnamien, membre d'une précédente expédition, prétend avoir vu se détacher dans le clair-obscur d'une paille, accroché au-dessus de l'autel des ancêtres...





SANTÉ **Alerte aux allergies !**

Les allergies alimentaires responsables de chocs sont cinq fois plus nombreuses qu'il y a dix ans ; des accidents opératoires, dus au latex des gants chirurgicaux, apparaissent. La médecine s'inquiète, car le choc, manifestation la plus grave de l'allergie, peut être dramatique.

**PAR PHILIPPE
CHAMBON**



Il n'y a pas que le pollen

Mieux que les hirondelles, le retour des allergies au pollen annonce le printemps. D'autres allergies, beaucoup plus graves, n'ont pas de saison. Responsables : les acariens, ces petites bêtes qui peuplent nos lits, le caoutchouc ou l'alimentation industrielle.

Tout commence par une déman-geaison des paumes des mains et des plantes des pieds. Ensuite, le rythme cardiaque s'emballe, des rougeurs apparaissent sur tout le corps, la nausée est accompagnée de difficultés respiratoires, la tension baisse, le malaise peut aboutir, en quelques minutes seulement, au coma, voire à l'accident cardiaque mortel.

C'est le choc anaphylactique : la forme la plus grave des réactions allergiques.

Et l'augmentation de la fréquence de ces chocs inquiète les spécialistes. Ce n'est pas la seule forme d'allergie qui se développe : de nombreux cas, moins dramatiques mais jusqu'ici inconnus, apparaissent dans les pays industrialisés. Le phénomène devient d'autant plus préoccupant que la médecine est mal armée contre cette maladie, et les médecins pas toujours bien formés à sa prise en charge.

A l'origine de cette recrudescence des allergies : l'industrialisation des produits alimentaires et la grande consommation de fruits et légumes exotiques très allergisants comme le kiwi et l'avocat. C'est ce qui ressort d'une étude récemment réalisée dans 171 services hospitaliers par des médecins de Nancy. Dans son rapport à l'Académie de médecine, Denise Monneret-Vautrin, qui a coordonné cette étude, signale que les chocs allergiques dus aux aliments sont cinq fois plus nombreux qu'il y a dix ans. Alors que quelques dizaines de protéines étaient à la base de notre alimentation il y a cinquante ans, aujourd'hui, ce sont des centaines de substances différentes qui entrent dans la composition de nos menus quotidiens. On oublie trop souvent que certaines d'entre elles ont un fort pouvoir allergisant comme la papaïne (enzyme extraite du latex du papayer) utilisée pour clarifier la bière.

Petite liste indicative des produits dont des traces infimes peuvent déclencher les pires réactions : l'amidon d'abricot dans les brioches, les caséinates (extraits du lait) ou le soja utilisés comme agents de texture, les lysozymes d'œuf comme bactéricides dans le fromage, etc. Plus surprenant, le rouge cochenille, colorant des yaourts, extrait d'un broyat de larves d'insectes. Les allergologues ▶

► remarquent que la consommation répétée de très petites quantités de ces produits est une condition idéale de sensibilisation allergique. Et beaucoup se plaignent que la nature de ces substances ne soit pas toujours annoncée en clair sur les étiquettes.

L'allergologie connaît une règle d'or en forme de lapalissade : plus l'allergène est diffusé dans la population, plus les cas d'allergies sont nombreux. L'augmentation actuelle n'est donc pas le résultat d'un mystérieux changement humain, mais celui de la multiplication des allergènes dans l'environnement. Du côté des allergies alimentaires, la tendance n'est pas prête de fléchir : dans cinq ans, 90 % de notre nourriture sera préparée par l'industrie, contre 70 % actuellement. Pour ce qui est des allergies cutanées, elles semblent en régression grâce aux mesures prises par la médecine du travail, à une exception près : l'allergie immédiate au latex, bien connue des infirmières et des femmes de ménage. Mais il y a plus grave : le caoutchouc naturel provoque de plus en plus de chocs anaphylactiques lors des opérations chirurgicales. Ce sont les gants des chirurgiens qui sont en cause.

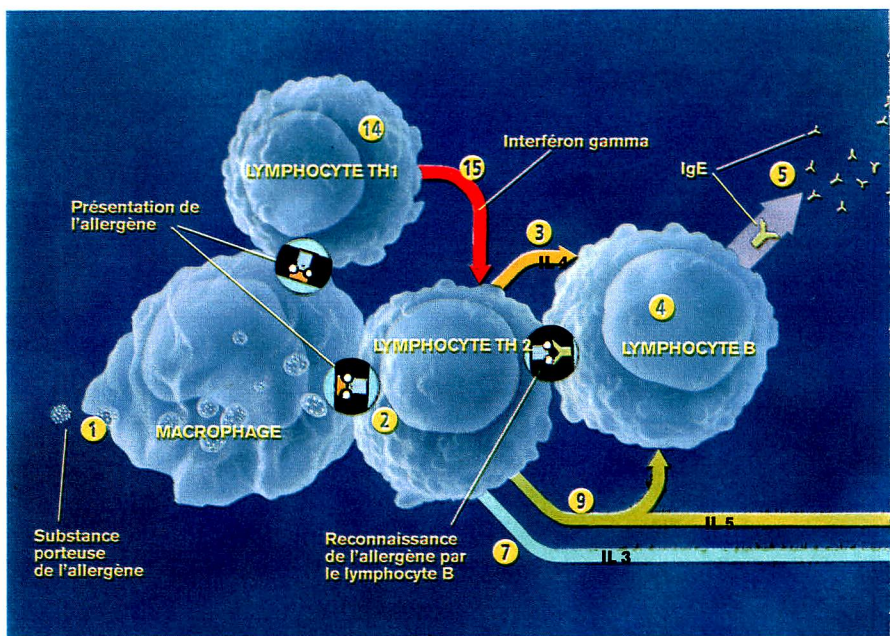
Le choc survient en général pendant l'opération. Il y a encore quelques années, la cause essentielle de cette réaction opératoire était l'allergie aux curares de l'anesthésie. Le latex n'était impliqué que dans 1 % des cas. Aujourd'hui, il est responsable de plus de 12 % des chocs. Pire, il est même devenu la première cause de chocs anaphylactiques per-opératoires chez l'enfant (75 %). Le risque est tel que les futurs opérés doivent être systématiquement interrogés sur leur "sensibilité" au latex. En cas d'allergie reconnue, les chirurgiens doivent opérer avec des gants de substitution en noprène.

Les médecins commencent à mieux cerner les populations à risques. Il s'agit principalement de ceux qui font de l'urticaire au contact du latex, des professionnels de santé, des enfants souvent son-

dés (atteints de spina-bifida ou de myélodysplasie) (1), des personnes ayant subi de multiples opérations, et, bien sûr, les allergiques en général. Ils ont aussi remarqué qu'il existe une allergie croisée entre le latex et la banane, le kiwi, l'avocat, les noix de cajou, la châtaigne et les fruits de la passion. Reste que personne ne sait pourquoi le latex est devenu si sensibilisant.

Certains pensent que les protéines du latex se fixent à la poudre d'amidon qui lubrifie les gants. Celle-ci forme des aérosols qui sensibilisent le personnel hospitalier par inhalation. La sensibilisation par voie respiratoire est en effet plus forte que par voie cutanée. Les soignants britanniques font d'ailleurs moins d'allergies au latex probablement parce que leurs gants ne sont pas poudrés.

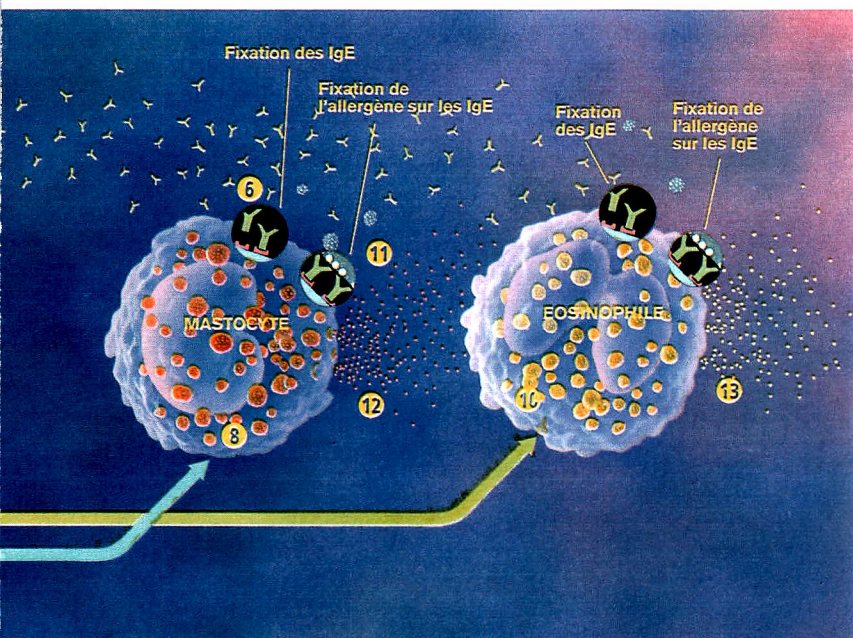
Tout cela n'explique pas pourquoi les réactions sont plus fréquentes qu'auparavant. Faut-il incriminer l'usage plus fréquent des gants recommandé dans la protection contre le sida ou la tuberculose résistante aux antibiotiques ? Peut-être, mais pour l'accroissement des chocs anaphylactiques chez les enfants opérés, il faut trouver autre chose. Francisque Leynadier, de l'hôpital Rothschild, émet l'hypothèse d'un changement de nature du latex utilisé aujourd'hui. Traditionnellement, il s'écoulait plusieurs mois entre la récolte transportée par bateau et la fabrication en France des gants de chirurgien. Ce délai a été raccourci à moins de six semaines en fabriquant les



Dessin L. Bret

L'espoir de l'allergène synthétique

(1) Le spina-bifida, malformation congénitale de la colonne vertébrale, est une hernie d'une partie du contenu du canal rachidien. Myélodysplasie : lésions congénitales très minimes de la moelle, impliquées dans des malformations et des troubles fonctionnels.



Effets pervers d'une réaction de défense

Quand une substance allergène pénètre dans l'organisme, elle est absorbée par les macrophages ① qui la "digèrent" et en exhibent des morceaux à leur surface. Lorsque ces fragments entrent en contact avec les lymphocytes TH2 ②, ceux-ci sécrètent des substances médiatrices, les interleukines (IL) 3, 4 et 5. L'IL 4 ③ intime l'ordre aux lymphocytes B ④ de fabriquer des anticorps spécifiques de l'allergène, de type IgE ⑤, qui vont se fixer sur les mastocytes ⑥ ; l'IL 3 ⑦ préactive les mastocytes ⑧ et l'IL 5 ⑨ active, entre autres, les éosinophiles ⑩. Quand la substance allergène atteint les IgE fixées sur les mastocytes préactivés ⑪, ils libèrent de l'histamine ⑫, un produit très irritant. Les éosinophiles libèrent d'autres produits responsables de l'inflammation allergique ⑬. Au contact de l'allergène, les lymphocytes TH1 ⑭ sécrètent, eux, de l'interféron gamma ⑮ qui inhibe la production d'IgE. Malheureusement pas assez chez les allergiques.

gants dans les pays producteurs de latex (Malaisie, Sri Lanka, etc.). Le spécialiste pense donc que ce sont les protéines du latex fraîchement récolté qui sont en cause. Une étude en cours tente de vérifier cette hypothèse.

Reste que les chocs anaphylactiques sont de plus en plus fréquents. Il faut savoir les reconnaître afin d'agir au plus vite. La seule thérapeutique, connue depuis longtemps, est l'injection sous-cutanée d'adrénaline. Encore faut-il qu'elle soit administrée à temps, car l'évolution est très rapide.

«En général, lorsqu'une personne a déjà fait un choc anaphylactique, il faut commencer par identifier l'allergène et prendre des mesures pour

éviter de le rencontrer, explique Francisque Leynadier. Il en est de même pour les allergies respiratoires. C'est très efficace, en particulier en ce qui concerne les acariens, très allergisants chez les enfants. On peut facilement s'en débarrasser en traitant la literie et en aérant soigneusement son logement.» C'est d'autant plus important que les allergies de l'enfant se transforment facilement en asthme quelques années plus tard.

Si ces mesures ne suffisent pas, le traitement peut comporter une désensibilisation qui consiste à soumettre l'organisme à des doses croissantes de l'allergène.

Cela prend du temps mais donne de bons résultats, «à condition d'avoir clairement identifié les allergènes, ajoute Francisque Leynadier. On voit encore trop souvent des désensibilisations strictement inutiles comme celles censées protéger de divers microbes ou du fameux candida, responsable de mycoses.»

À mesure que la science progresse dans la compréhension de la réaction allergique, de nouvelles voies d'intervention apparaissent. On sait, par exemple, que l'interféron gamma, une substance naturelle sécrétée par certains lymphocytes, inhibe la production des anticorps qui déclenchent la réaction allergique. Un interféron de synthèse a d'ailleurs déjà été essayé contre certaines formes d'allergies. Mais le réel intérêt thérapeutique n'est pas encore démontré. De plus, c'est un produit très cher aux effets secondaires importants.

Une autre voie, plus spécifique, consiste à identifier les plus petits fragments allergènes, des peptides de quelques acides aminés seulement, de les synthétiser en les déformant légèrement. Administrés sous cette forme, ils fonctionnent alors comme des leurres qui inhibent la réaction du système immunitaire. C'est probablement la voie de recherche la plus prometteuse.

On peut s'attendre aussi à des progrès du côté de la génétique. Si ce n'est pas la composante essentielle de cette maladie, la dimension familiale apparaît cependant clairement. La découverte de gènes impliqués dans l'allergie permettra certainement de mieux comprendre la maladie et, peut-être, de mettre au point de nouveaux traitements.

PARADOXE

Nos amies les

A taux de cholestérol équivalents, le Français meurt moins de maladies cardio-vasculaires que l'Américain ou l'Irlandais... Ce paradoxe enterre l'attitude manichéenne qui condamne les graisses animales. Mais s'il n'y a pas de mauvaises graisses, toutes ne sont pas équivalentes pour nos artères...

PAR MARIE-LAURE MOINET

Ce "paradoxe français" crée une brèche dans un dogme bien établi, selon lequel on meurt plus de maladies cardio-vasculaires là où on consomme plus de graisses d'origine animale, riches en acides gras saturés (voir encadré page suivante). La diminution du nord vers le sud de ces deux paramètres a été constatée pour la première fois lors d'une grande étude prospective menée dans les années soixante par Ancel Keys dans sept pays (1) sur 16 groupes d'hommes de 40 à 59 ans. Depuis, de multiples études épidémiologiques, dont celle de Monica (Monitoring System for Cardiovascular Diseases), qui se prolonge jusqu'en 1996 dans 26 pays, l'ont confirmé : ainsi on meurt plus d'accidents cardio-vasculaires en Finlande, en Irlande du Nord ou aux Etats-Unis qu'en Italie, au Japon ou en Chine où l'on consomme moins d'acides gras saturés.

Mais la France ne se comporte pas comme on pourrait s'y attendre; on y consomme environ un quart de graisses animales en plus que notre position intermédiaire entre le Nord et le Sud pourrait le laisser penser, et pourtant on y meurt trois fois moins de maladies cardio-vasculaires qu'aux Etats-Unis ou que chez nos voisins proches d'Europe. Ainsi, nous sommes les plus gros consommateurs de viande d'Europe (17 kg de bœuf par an et par habitant), de beurre – surtout à l'ouest et au nord (8 kg) –, de fromage et d'œufs (115), tous aliments riches en acides gras saturés ou en cholestérol (230 mg par œuf). Mais, par rapport à la variation théorique Nord-Sud, on consomme aussi plus de poisson, moins de porc et plus de vo-

laille, plus de vin et moins de bière... Alors, que recouvre ce "paradoxe français", ou francophonie puisqu'il concerne aussi la Suisse ?

Beaucoup y voient le bienfait de la structure des repas (entrée, plat, dessert) et de leur rythme, alors qu'aux Etats-Unis, par exemple, on grignote à longueur de journée, et plutôt des glaces ou des snacks gras et sucrés que les sushis japonais diététiquement meilleurs... D'autres, comme le Dr Pierre Ducimetière, directeur de l'unité d'épidémiologie cardiovasculaire de l'hôpital Broussais (Paris), relativisent : une manière différente de comptabiliser les morts expliquerait la sous-mortalité coronaire en France par rapport à l'Espagne et à l'Italie. Mais, concède-t-il, même en France, ce paradoxe se fait sentir: l'Ouest, le Centre et la région parisienne échappent au gradient Nord-Sud (entre Lille et Toulouse) et ont un taux d'incidence des maladies coronaires paradoxalement bas au regard de leur consommation en acides gras saturés. Ils se rapprochent de la situation observée à Toulouse et dans les pays du sud.

Là, le paradoxe s'efface au profit de ce que l'on appelle désormais le régime méditerranéen : vin, huile d'olive, fruits et légumes, céréales, poisson, ail, oignons sont bénéfiques pour la santé... Oui, boire quelques gouttes d'alcool est, de toute évidence épidémiologique, une bonne habitude. Ce ne peut être un conseil : en France, on a la palme des accidents dus à la violence, aux accidents de la route, au cancer des voies digestives supérieures, à cause de l'abus d'alcool. Mais, consommé modérément (de 20 à 30 g par jour, soit deux verres de

(1) Japon, Grèce, Yougoslavie, Italie, Hollande, Etats-Unis, Finlande.

A chef with grey hair, wearing a white double-breasted chef's jacket and grey checkered trousers, is smiling warmly at the camera. He is leaning over a large, shallow, reddish-brown terracotta bowl filled with a thick, dark, chunky stew. He holds a wooden spoon in his right hand, stirring the contents of the bowl. The background is dark and rustic, with a wooden beam visible at the top. The lighting is dramatic, highlighting the chef's face and the texture of the food.

graisses

**Savoureux...
et si équilibré !**

Le plat unique traditionnel,
type cassoulet, choucroute,
pâtes à la provençale ou couscous,
est vivement recommandé
par la médecine
moderne...

► vin), régulièrement et en plus au cours des repas, il réduirait, selon Serge Renaud, directeur de l'unité Inserm de nutrition et physiopathologie vasculaire à Bron (Lyon), le risque de maladies cardio-vasculaires de 40 % !

Des composants du vin, les polyphénols (tanins, flavonoïdes, anthocyanes...) sont parés de vertus antioxydantes protectrices. Une société maligne du Var exploite d'ailleurs le filon en vendant du vin déshydraté sous le nom de "french parad'ox" ! Mais, en fait, ce serait bien l'alcool (l'éthanol) le composant inversement corrélé, à doses faibles rappelons-le, aux maladies cardio-vasculaires (?). Il agit notamment en diminuant la faculté qu'ont les plus petites cellules sanguines, les plaquettes, de se coller les unes aux autres pour constituer un caillot sanguin. Cette aggrégation plaquettaire, clef de voûte de la coagulation, est à l'origine de la thrombose qui réduit brutalement le diamètre des artères encrassées par des dépôts lipidiques.

Plus faciles à conseiller que l'alcool, deux acides gras typiques du régime méditerranéen sont aujourd'hui de vraies stars diététiques : l'acide oléique et l'acide alpha-linolénique. Ceux qui consomment beaucoup d'acide oléique (huile d'olive, de colza et d'arachide, graisse d'oie, de canard, viande de volaille) et beaucoup d'acide alpha-linolénique et de ses dérivés (poissons gras des mers froides - hareng, saumon, maquereau -, huile de colza, de soja, noix, parties vertes des végétaux...) ont peu de maladies cardio-vasculaires.

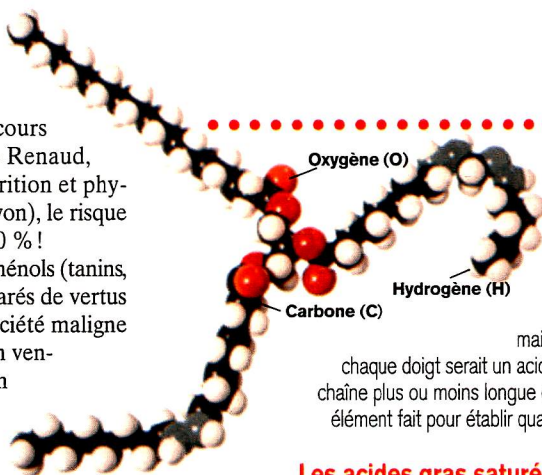
Un apport quotidien sage : 1 g de graisses par kilogramme de poids, jusqu'à 80 kg... Un apport courant : 120 g

Le fait est connu et, dans un résumé lapidaire, il concerne les Méditerranéens, les pêcheurs japonais et les Esquimaux.

L'effet bénéfique de l'acide alpha-linolénique a été mis en évidence de manière spectaculaire par le Dr Renaud. Le bilan est tel que son étude a été interrompue à mi-parcours : 70 % de récidives d'infarctus en moins dans le groupe "expérimental". En voici un résumé. Deux groupes d'environ 300 personnes chacun ayant eu un premier

LES ARMES

95 % des graisses alimentaires sont des triglycérides, ils sont comparables à une main à trois doigts dont chaque doigt serait un acide gras, c'est-à-dire une chaîne plus ou moins longue d'atomes de carbone, un élément fait pour établir quatre liaisons.

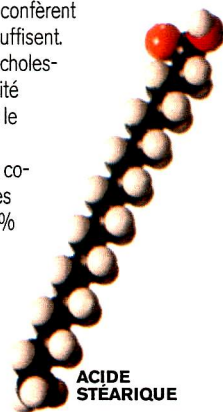


Les acides gras saturés

Qui sont-ils ? Ceux dont chaque atome de carbone de la chaîne est lié à deux atomes d'hydrogène et donc établit une liaison simple avec son carbone voisin.

Que font-ils ? Comme tous les acides gras, ils fournissent de l'énergie et participent à la structure des membranes cellulaires, auxquelles leurs molécules rectilignes confèrent une certaine rigidité. De 15 à 20 g par jour suffisent. En excès, ils augmentent le taux sanguin de cholestérol, en particulier celui des LDL et la capacité d'aggrégation des plaquettes sanguines, donc le risque de thrombose.

Où sont-ils ? Essentiellement dans l'huile de coprah ("Végétaline") dont il représente 90 % des acides gras ! Donc dans les frites (plus de 10 % de leur poids en huile), le pop corn, les aliments panés... Mais aussi dans l'huile de palme (50 %), de palmiste, le beurre de cacao, donc dans les gâteaux, les biscuits, les viennoiseries, les margarines... Et dans les graisses animales : viande, beurre, fromage, jaune d'œuf.

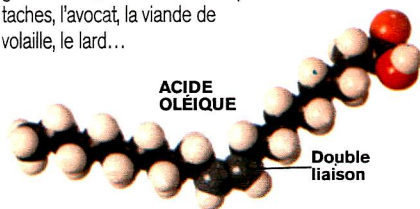


Les acides gras monoinsaturés

Qui sont-ils ? Ceux dont deux carbones adjacents ne sont reliés qu'à un seul hydrogène chacun et sont donc forcément reliés entre eux par une double liaison. La nature fabrique plutôt des isomères cis (les deux fractions de la molécule sont du même côté du plan de la double liaison, tandis que pour les trans, ils sont de part et d'autre) ce qui donne des molécules coudées. Cette forme courbe donne plus de souplesse aux arrangements moléculaires.

Que font-ils ? Ce sont les meilleurs élèves de la troupe pour nos artères. Par rapport aux saturés, ils diminuent la quantité de LDL dans le sang, et par rapport aux polyinsaturés, ils rendent les LDL moins vulnérables à l'oxydation néfaste ; de plus, ils augmentent légèrement le taux des HDL protecteurs et diminuent le risque de thrombose. Il ne faut pas craindre d'en prendre 40 g par jour...

Où sont-ils ? Dans les huiles d'olive, de colza, la graisse d'oie, les amandes, les pistaches, l'avocat, la viande de volaille, le lard...





DE LA GUERRE DES GRAISSES

Les acides gras polyinsaturés

Qui sont-ils ? Ceux qui ont de 2 à 6 doubles liaisons, facilement oxydables. L'acide linoléique en a deux ; l'alpha-linolénique, trois. Ces deux acides gras, que l'animal ne sait pas synthétiser, sont chacun précurseur d'une famille caractérisée par l'emplacement de la première double liaison : les n-6 dérivent de l'acide linoléique, les n-3 de l'acide alpha-linolénique (n est le nombre d'atomes de carbone).

Que font-ils ? Ils apportent leur fluidité aux membranes cellulaires et donnent naissance à des médiateurs cellulaires (prostaglandines, etc.) dont l'équilibre détermine des processus fondamentaux (temps de saignement...). On doit consommer environ 6 fois plus de linoléique (de 15 à 18 g par jour ou 5 à 6 % de la ration calorique) que d'alpha-linolénique. Les n-6 diminuent le nombre de LDL, mais les rend plus oxydables, et un excès diminue aussi les HDL. Les n-3 diminuent surtout le pouvoir coagulant des plaquettes donc le risque de thrombose.

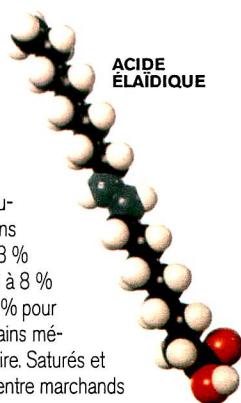
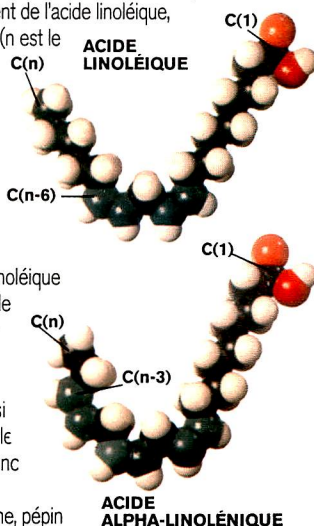
Où sont-ils ? Les huiles de carthame, pépin de raisin, tournesol, noix, maïs, soja sont riches en linoléique (de 55 à 75 %), qu'on trouve aussi dans les végétaux et les graines. Certains de ses dérivés (l'acide arachidonique) ne sont que dans les produits animaux. L'alpha-linolénique ne constitue que de 8 à 10 % des huiles les plus riches (colza, noix, soja). Il existe dans les feuilles des légumes, les baies rouges. Ses dérivés "hautement polyinsaturés" se trouvent dans la chair des poissons gras.

Les acides gras trans

Qui sont-ils ? Ce sont des acides gras insaturés dont la molécule est rectiligne. Certains sont naturels, fabriqués par les bactéries du premier estomac des ruminants ; d'autres sont créés par l'hydrogénation partielle des huiles végétales ou de poisson que l'on veut solidifier.

Que font-ils ? Au taux de 24 à 33 g par jour, ils font, comme les saturés auxquels leurs molécules ressemblent, augmenter les LDL, diminuer les HDL et augmenter le risque de thrombose ; mais, en France, notre consommation moyenne est de 3g par jour.

Où sont-ils ? Autour de 4 % de trans naturels dans la matière grasse du lait, 2 % dans celle de la viande de bœuf ; en moyenne 13 % dans celle des margarines françaises (de 0 à 8 % pour les margarines en barquette, mais 24 % pour les industrielles), et jusqu'à 50 % pour certains mélanges d'huiles utilisés dans l'agro-alimentaire. Saturés et trans sont le nerf de la guerre des lobbies entre marchands de beurre et marchands de margarine !

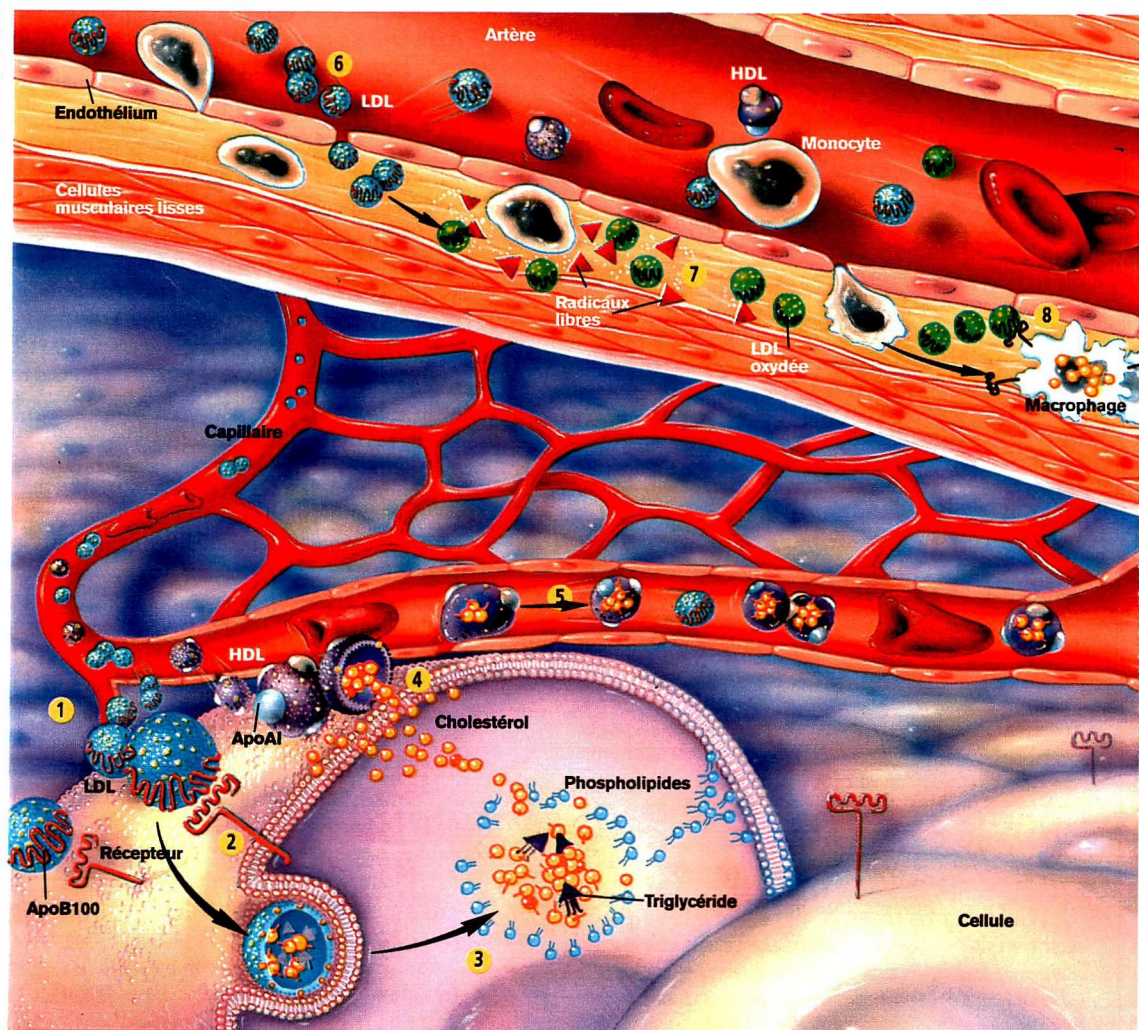


infarctus furent soumis à deux régimes différents. Le groupe "expérimental" suivit un régime méditerranéen : davantage de pain, de tubercules, de légumineuses, de légumes verts, pas un jour sans fruit, moins de viande (bœuf, agneau et porc furent remplacés par de la volaille). Seules les huiles d'olive et de colza étaient recommandées (3). Beurre et crème fraîche furent remplacés par une margarine spécialement fabriquée pour l'occasion par Astra-Calvé. A base d'huile de colza, sa composition était comparable à celle de l'huile d'olive pour les acides gras saturés, moins riche en acide oléique, deux fois plus riche en acide linoléique et surtout, huit fois plus riche en acide alpha-linolénique (4,8 % contre 0,6 %).

Par rapport au groupe témoin, ce régime se traduisit par significativement moins de lipides totaux, de graisses saturées, de cholestérol, d'acide linoléique, mais plus d'acide oléique et surtout alpha-linolénique (2 g contre 0,6 g par jour). Lors du premier bilan, après un suivi de vingt-sept mois, on recensa trois morts par crise cardiaque dans le groupe expérimental contre seize dans le groupe témoin et respectivement cinq accidents non fatals contre dix-sept dans le groupe témoin. Devant ces résultats significatifs, l'étude ne pouvait pas se prolonger. Mais son auteur espère bien tester la validité de son régime en Irlande du Nord, région qui détient le record de la mortalité coronarienne.

Fait remarquable, le profil d'acides gras du plasma sanguin des sujets de cette étude lyonnaise était très voisin de celui de la population de l'île de Kohama, qui a le plus faible taux de maladies cardiovasculaires au Japon, et sans doute au monde. Notamment, le taux d'un certain acide gras, majoritaire dans les huiles de chair de poissons gras des mers froides, l'EPA (acide eicosapentaénoïque), issu de l'acide alpha-linolénique, y était très élevé. Or, cet acide est responsable, avec un autre de la même famille, l'acide docosahexaénoïque (souvent appelé DHA), du bon état artériel des Esquimaux malgré leur alimentation riche en lipides. Comme l'alcool ou l'aspirine, ces acides gras très insaturés sont anticoagulants, ce qui entraîne un allongement (notoire chez les esquimaux) du temps de saignement lors d'une coupure ; ils augmentent la faculté de se déformer des globules rouges donc leur mobilité dans les vaisseaux rétrécis, ils sont anti-inflammatoires, etc. Chez le rat, ils limitent même l'obésité abdominale, forme réputée la plus dangereuse (4). On commence aussi à attribuer à l'acide alpha-linolénique, le précurseur de ces acides gras, une action inhibitrice sur la promotion des tumeurs cancéreuses ; le Dr Philippe Bougnoux, à l'université de Tours, a observé qu'un taux bas de cet acide ►

LA NATURE DES ACIDES GRAS INFLUENCE LE VIEILLIS



Les maladies cardio-vasculaires sont la seconde cause de mortalité en France avant 70 ans (après les cancers), avec 30 % des décès. Parmi les multiples facteurs de risque (tabac, manque d'exercice, hypertension...), le déséquilibre entre les différents types d'acides gras alimentaires joue sur le nombre et la qualité des particules qui transportent le cholestérol, les lipoprotéines (voir encadré page précédente). Les échanges entre

capillaires sanguins et tissus irrigués retentissent sur l'état des vaisseaux.

Les LDL (low density lipoproteins) livrent le cholestérol et les graisses (triglycérides, phospholipides) aux cellules irriguées par les capillaires sanguins ①. Par leur principale apoprotéine, l'apoB100, elles se lient à des récepteurs spécifiques de la cellule ② et y pénètrent. Elles libèrent leur contenu dans la cellule qui l'utilise ou le stocke ③ et régule en retour la synthèse

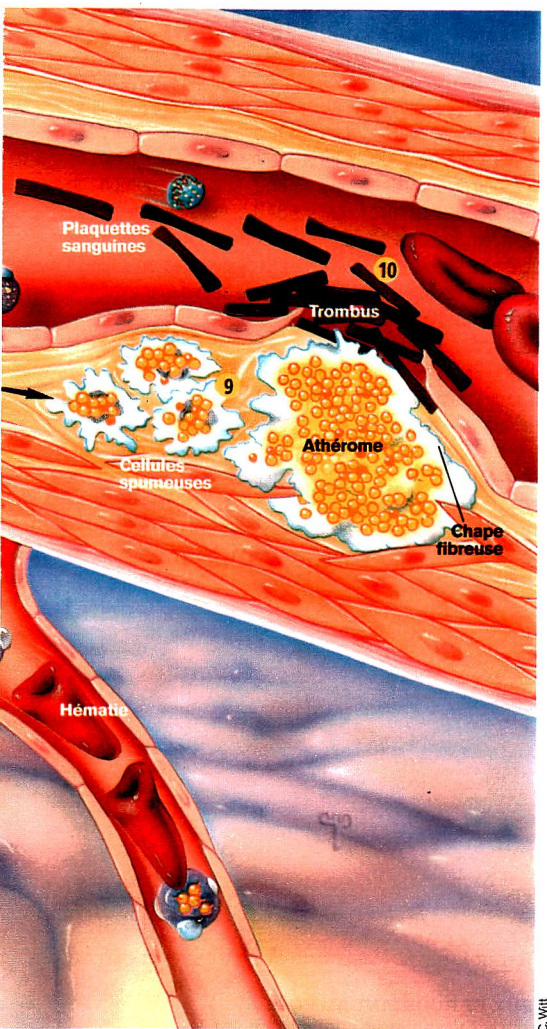
des récepteurs. Les HDL (high density lipoproteins) sont des éboueurs. Celles qui ne portent en surface que l'apoprotéine A1 (apoA1), peuvent se fixer à la cellule et provoquer un transport du cholestérol intra-cellulaire vers la membrane ④ ; elles facilitent ainsi son ramassage par les autres HDL, qui évacuent le cholestérol vers le foie ou la bile ⑤.

Si les LDL dépassent en nombre la capacité d'accueil des récepteurs, elles séjournent

plus longtemps dans le sang (quelques jours...) ⑥. Les plus "lourdes" d'entre elles ont alors une tendance élevée à pénétrer sous les cellules endothéliales.

Là, elles sont attaquées par les radicaux libres que produisent les cellules endothéliales, les monocytes ancrés dans la matrice et les cellules musculaires lisses ⑦. Elles s'oxydent, surtout si elles sont riches en acides gras polyinsaturés et pauvres en systèmes antioxydants (vita-

SEMENT DE NOS ARTERES...



mines E, C, β -carotène, sélénium, enzymes spécifiques...).

Les LDL oxydées se modifient ; et elles sont captées, sans limite, par les récepteurs "poubelles" des macrophages, véritables aspirateurs issus des monocytes ⁸. Les macrophages se transforment alors en cellules spumeuses, immobiles, pleines de graisses et de cholestérol. Leur accumulation constitue la "plaque d'athérome" plus ou moins sclérosée ⁹.

La chape fibreuse qui la protège s'amincit et parfois se déchire.

Cette lésion et les LDL oxydées provoquent l'agrégation des plus petites cellules sanguines, les plaquettes, qui forme un caillot. Lorsque celui-ci, en place ou après migration, obstrue un vaisseau, il cause un accident parfois mortel, la thrombose ¹⁰.

A noter que l'acide oléique, en diminuant l'aptitude des LDL à l'oxydation, a un effet préventif probable.

► correspondait à un risque plus élevé de métastases du cancer du sein ⁽⁵⁾.

Mais c'est surtout vis à vis du cholestérol sanguin que les acides gras s'avèrent "bons" ou "mauvais". Ils agissent en effet sur la quantité et la qualité des "camions" qui le transportent dans le sang, les lipoprotéines (Lp). Ces particules sphériques, en remaniement permanent, ont un cœur composé de triglycérides, d'esters de cholestérol, d'antioxydants (vitamine E) et une enveloppe constituée de cholestérol, de phospholipides et de protéines de surface, les apoprotéines. Ces dernières ont une importance majeure car ce sont elles qui permettent au cholestérol d'entrer dans les cellules, ou d'en sortir. Ainsi les LDL (*low density lipoproteins*) délivrent le cholestérol aux cellules parce qu'elles s'accrochent aux récep-

**Divisez
votre poids (en kg)
par le carré de votre
taille (en m).
Si vous obtenez plus
de 25, attention,
surpoids**

teurs spécifiques de leur apoprotéine principale, l'apoB100. Au contraire, les HDL (*high density lipoproteins*) évacuent des cellules le cholestérol en excès ; ces éboueurs sont reconnus par les cellules du foie où ils recyclent le cholestérol par leur apoprotéine principale, l'apoA1. Un rapport sain LDL sur HDL est en général inférieur à 3 ⁽⁶⁾.

La fausse notion de "bon" cholestérol (il n'y a qu'une nature de cholestérol) correspond donc en fait à un nombre élevé de HDL, ou à une concentration sanguine élevée en apoA1 ; au contraire, un excès de cholestérol est nocif s'il correspond à une accumulation de LDL, mesurable par une forte concentration sanguine en certaines apoprotéines : B100, E, CIII. Aujourd'hui, on "fabrique" des souris et des lapins porteurs des gènes humains de ces apoprotéines. On y démontre le lien direct entre l'expression d'un gène (la production de telle apoprotéine) et l'état des artères. Le service de recherche sur l'athérosclérose de Rhône-Poulenc Gencell vient ainsi de montrer le rôle protecteur de la surexpression du gène de l'apoA1 chez des lapins transgéniques créés et brevetés par l'équipe de Louis-Marie Houdebine (Institut national ►

► de la recherche agronomique, à Jouy-en-Josas).

La démonstration était déjà faite chez la souris, mais le rongeur, démuné de certaines enzymes humaines, est un moins bon modèle animal pour ce genre d'étude. Au laboratoire de biologie des régulations chez les eucaryotes (institut Pasteur de Lille), Johan Auwerx et Bart Staels ont découvert qu'il existe, au sein du gène humain de l'apoAI, un site "positif" de régulation (qui n'existe pas chez le rat), sensible aux acides gras poly-insaturés; l'existence de ce site permet d'expliquer la possibilité chez l'homme d'augmenter la concentration en apoAI (facteur protecteur) par l'apport de ces acides gras. Ce qui expliquerait aussi l'effet protecteur contre l'athérosclérose des huiles de chair de poissons gras. On n'en est

**100 g de graisses
en trop, 110 g
de poids en plus;
100 g de sucres
en trop,
seulement 35 g**

encore qu'aux balbutiements de ces recherches sur l'action de molécules précises sur l'expression des gènes des apoprotéines. Mais elles pourront aider à éclaircir certains mystères : pourquoi les femmes avant la ménopause meurent beaucoup moins de maladies cardio-vasculaires que les hommes du même âge... Comment leurs hormones sexuelles (œstrogènes) les protègent-elles ? Est-ce en augmentant la synthèse de l'apoAI ?

En attendant, la distinction entre "mauvais" saturés (l'acide stéarique, à 18 atomes de carbone, un peu moins que les autres) et "bons" poly-insaturés se réfère, pour l'instant, à leurs effets sur la concentration en LDL ou HDL d'une part, et sur le pouvoir de coagulation des plaquettes sanguines d'autre part.

Aujourd'hui, l'acide oléique, monoinsaturé, est le meilleur de la troupe. Selon le Dr Bernard Jacotot, chef du service de médecine interne de l'hôpital Henri Mondor (Créteil), un régime même élevé en graisses, apportant 40 % des calories quotidiennes, protégerait nos artères s'il est associé à un fort apport en acide oléique, comme dans le régime traditionnel méditerranéen. D'abord cet acide gras diminue le rapport LDL/HDL; ensuite, il rend les LDL moins sensibles à l'oxydation, ce qui est bien car les LDL

LES INDUSTRIELS PEUVENT-ILS FAIRE DES MATIÈRES GRASSES ?

Difficile de remplacer le gras. Il retient les arômes, donne du fondant en bouche; étant stable à plus de 170°C, il frit et donne du croustillant. Mais alléger ne veut pas dire forcément remplacer. Le lait demi-écrémé a simplement moitié moins de matières grasses (1,6 g pour 100 g) que le lait standardisé. Les produits laitiers 0 % MG – aujourd'hui 9 % du volume du marché de l'ultra-frais – ne dérivent que de lait écré-

mé. Aucune substitution non plus dans les plats cuisinés "minceur"; chez Fleury-Michon, une recette à moins de 350 kcal par portion de 340 g, est simplement une recette qui fait appel à des morceaux maigres, saumon à 5 % de mg, par exemple, quand il en existe à 13 %.

L'emploi d'alternatives à la matière grasse concerne surtout les produits n'ayant pas besoin d'être chauffés.

Une première catégorie, courante dans les glaces, les desserts laitiers, les assaisonnements, consiste en gels à base de sucres (amidon modifiés, mal-



CRÉMEUX ET POURTANT ALLÉGÉS

Ces yaourts britanniques contiennent des microparticules de protéines laitières d'un diamètre de 0,1 à 3 micromètres. Elles roulent les unes sur les autres comme des globules gras, mais apportent 6 fois moins de calories.

oxydées conduisent à la plaque d'athérome (voir dessin page précédente) selon des mécanismes élucidés au laboratoire "lipoprotéines et athérogénèse" du Dr John Chapman, à l'hôpital parisien de la Pitié Salpêtrière. Enfin, il ressort des travaux de Claude Léger, de l'Inserm de Montpellier, que l'acide oléique limite la production d'anions superoxyde (oxydant toxique) par les globules blancs (monocytes) qui adhèrent à la paroi des vaisseaux. Par ailleurs, selon Edward Giovan-

(2) *Lancet* 1994;

344; 1719-23

(3) Le "nouveau" colza est sans acide érucique, qui provoquait des lésions cardiaques chez le rat. Son huile a une composition très favorable.

(4) *CNRS info* n°270

NT-ILS REMPLACER LES

LES SUBTILITÉS DE L'ÉTIQUETAGE

Ce lait fermenté à 10 % MG est en fait trois fois plus gras que le fromage blanc à 20 % MG. En effet, le pourcentage de matières grasses des fromages s'exprime en fonction de leur extrait sec. Et le fromage blanc a 82 % d'humidité...



T. Petitot

todextrines, oligofructosaccharides), de fibres (cellulose) et autres "hydrocolloïdes" ou agents de charge à rôle texturant (carraghénanes, agar-agar, gomme arabique, pectines). Le résultat est plus ou moins heureux; pour garantir la salubrité microbiologique de ces gels aqueux, il faut acidifier, et, pour masquer le goût acide, ajouter du sucre...

Une seconde catégorie, utilisable dans les fromages, les produits laitiers, les sauces, les gâteaux... consiste en microparticules de protéines de lait ou d'œuf (voir photo ci-contre).

Alors que les ingrédients précédents sont tous naturels, une troisième catégorie de substituts consiste en molécules synthétiques résistantes à la digestion, donc a-caloriques... Parmi elles, les polyesters de saccharose, dont le

pionnier Olestra (Procter et Gamble) n'est toujours pas autorisé à la vente. Non absorbables, leur avenir est hypothéqué par des handicaps inhérents : diarrhées, fermentations dans le côlon etc.

Certains experts estiment que 20 % des nouveaux produits que développera l'industrie agro-alimentaire auront une teneur en graisses réduite. En attendant, sachez lire les étiquettes. Le terme allégé doit faire référence à une dénomination courante (beurre, margarine, vinaigrette, etc.) et préciser la nature et le pourcentage de l'élément réduit (un chocolat allégé en sucre peut être enrichi en graisse et plus calorique que le "normal"). Ainsi le beurre allégé contient de 41 % à 62 % MG contre 82 % pour le beurre et de 20 à 41 % pour une pâte à tartiner allégée.

nucci, de la Harvard School of Public Health de Boston (Etats-Unis), il atténuerait le risque de cancer du sein (?).

Les industriels ont d'ailleurs vite fait de le mettre à toutes les sauces; à côté de l'huile d'olive, ou de colza, qui en sont naturellement riches, plusieurs huiles alimentaires (Isio 4, Excellence, Trisun, Triphyse) utilisent, seul ou en mélange, du tournesol à haute teneur en acide oléique (80 %). Son succès fait retomber la vogue de l'acide lino-

léique (huile de tournesol, de maïs, de soja...). Celui-là fait baisser le cholestérol des HDL; il s'oxyde facilement, ce qui est mauvais pour les LDL; un de ses dérivés (l'acide arachidonique) donne naissance au thromboxane A2, puissant vasoconstricteur et coagulant plaquettaire, qui favorise donc la thrombose. Cependant l'acide linoléique, comme l'acide alpha-linolénique, sont essentiels dans notre alimentation puisque l'animal ne sait pas les synthétiser. Il faut simplement prendre garde à leur associer la consommation de vitamine E (1mg par gramme d'acide gras polyinsaturé). Certaines huiles végétales (tournesol...) en contiennent naturellement, ce qui ne dispense pas d'un régime riche en antioxydants grâce aux fruits, légumes, légumineuses, graines oléagineuses (noix...).

Malheureusement, on continue à manger trop, trop gras, et de "mauvaises" graisses. La tendance, surtout dans le nord de la France, est à plus de 40 % de l'énergie quotidienne absorbée sous forme de graisses, dont de 40 % à 50 % de saturées, seulement de 15 à 20 % de polyinsaturés, et moins de 40 % de monoinsaturés. Or, l'idéal serait de consommer de 30 à 35 % de lipides, avec un quart de saturés, un quart de polyinsaturés et 50 % de monoinsaturés (noter l'évolution : hier, on recommandait un tiers, un tiers, un tiers !). Pour Jean-Michel Lecerf, nutritionniste à l'institut Pasteur de Lille, réduire de moitié nos apports en acides gras saturés élève souvent *ipso facto* la proportion de mono et polyinsaturés à la proportion conseillée.

Concrètement, cela signifie : réduisez votre consommation de graisses animales visibles (lard, beurre, crème), et cachées (aliments frits, plats en sauce, gâteaux, fromage, charcuterie). Remplacez le lait entier par le lait écrémé, les viandes grasses (bœuf) par les viandes maigres (volaille), la noisette de beurre, ou même de margarine, sur les féculents et les légumes par la cuillère à café d'huile de colza ou d'olive. Réduisez la quantité de matières grasses de cuisson. Consommez du poisson une à deux fois par semaine, et chaque jour des fruits, des légumes, des céréales; ils contiennent les fibres dont l'effet bénéfique sur la santé est reconnu, et les antioxydants protecteurs des lipides. Bref, comme le souligne le Dr Jacques Fricker, nutritionniste à l'hôpital Bichat, ayez une alimentation moins "riche", à tous les sens du mot. ■

POUR EN SAVOIR PLUS :

- *Traité de l'alimentation et du corps*, Ed. Flammarion.
- *Manger autrement*, Dr J.-M. Lecerf, Ed. Institut Pasteur de Lille. Également le jeu *Nutrisimo* (voir p. 137).
- *La Cuisine du bien maigrir*, Dr J. Fricker, Ed. Odile Jacob.
- *Alimentation et Santé*, Ch. Remesy, Ed. Flammarion.
- *Les Bonnes Graisses*, et *Diététique de la performance*, J.-M. Bourre, Ed. Odile Jacob.
- *Vivre avec du cholestérol*, M. Apfelbaum, Ed. du Rocher.
- *Pourquoi les Eskimos n'ont pas de cholestérol ?* A. Hubert, Ed. First.

(5) Colloque Nutrition et Cancer, Cerin, décembre 1994.
(6) Cinq centres de détection et de prévention de l'athérosclérose viennent d'ouvrir dans des CHU à Paris, Lille, Lyon, Marseille et Toulouse.

VENDANGES

Comme au temps de César

«Tirez de la cuve, sans attendre, du vin de mère goutte, c'est-à-dire celui qui aura coulé avant que le raisin n'ait été trop fortement foulé. [...] Vous verserez dans une urne de moût dix livres d'excellent miel et, après avoir mélangé soigneusement, vous en remplirez un flacon que vous fermerez immédiatement au plâtre et placerez à l'étage. Au bout de vingt-et-un jours, il faudra ouvrir le flacon, décanter le moût dans un autre vase que l'on lutera, et le replacer à la fumée». Dans son célèbre traité d'agronomie, Columelle, écrivain latin du I^{er} siècle, livre la méthode de fabrication du mulsum, l'un de ces nombreux vins antiques dont Grecs et Romains raffolaient. "*Balnea, vina, Venus mecum senuere per annos*" ("Les bains, les vins, l'amour m'ont accompagné au fil des ans"), lit-on gravé sur la tombe d'un certain Caius Domitius Primus, Romain et bon vivant. Historiens et archéologues sont formels : les Romains, qui ne connaissaient ni le café ni le thé, buvaient comme des trous ! «A raison de 1 à 1,5 litre par adulte et par jour, Rome consommait deux fois plus de vin que Paris à la fin du XVIII^e siècle», estime André Tchernia, archéologue au CNRS. Pour étancher la soif des habitants de la ville éternelle, l'Empire se couvre de vignobles et le vin devient l'objet d'un commerce fructueux avec les principales zones de production : le sud de la Gaule, l'Italie, l'Espagne, la Grèce et la Crète.

Mais une question taraude ce chercheur : quel pouvait bien être le goût de ces crus d'un autre âge ? Pour y répondre, il décide d'appliquer à la lettre les méthodes de vinification décrites dans les ouvrages de Columelle mais aussi de Caton (234-149 avant J.-C.), de Pline l'Ancien (23-79 après J.-C.) et d'Apicius (I^{er} siècle après J.-C.). Bref de fabriquer du vin romain. Pour cela, il entre en contact avec Hervé Durand, «vigneron-archéologue» dans la zone d'appellation des Costières

Les Romains adoraient le vin ! Pour apprécier la saveur des crus antiques, un vigneron du Gard en élabore avec l'aide de chercheurs du CNRS, en s'inspirant de textes d'auteurs latins.

PAR MARC MENNESSIER

de Nîmes à quelques kilomètres au sud-ouest de Beaucaire (Gard). Ce dernier s'est découvert une nouvelle vocation un beau jour de 1967 en replantant une des vignes de son domaine du Mas des Tourelles. En labourant à une profondeur de 70 cm, jamais atteinte jusqu'alors avec des bœufs ou des chevaux, son tracteur déterre des milliers de tessons d'amphores en terre cuite, des chapiteaux en pierre, des meules de pressoirs à olive et à blé, etc. Stupéfait, il apprend que sa parcelle se situe à l'emplacement exact d'une imposante villa romaine (plus de 10 000 m² de surfaces bâties !) spécialisée dans la production de vins et d'huile. Ces denrées étaient ensuite exportées vers l'Europe dans des amphores que les propriétaires de la villa faisaient fabriquer sur place au moyen de six fours, dont l'un a été fouillé en 1985 par une équipe du CNRS dirigée par François Widemann.

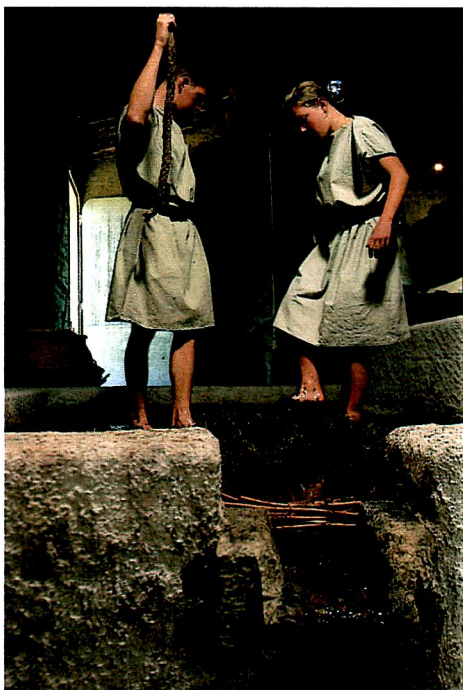
«A force de déterrer des amphores, on a envie de savoir ce que les Romains mettaient dedans», confie Hervé Durand pour expliquer «comment d'œnologie on devient archéologue».

Les cépages cités par les auteurs romains ayant tous disparu, la tentative ressemble a priori à une

Interdit aux esclaves

Les vignes des Romains poussaient souvent sur des arbres. Les vendanges étant très dangereuses, Caton recommandait aux propriétaires, de ne pas risquer la vie de leurs esclaves : «Ils sont un bien trop précieux. Embauchez plutôt des saisonniers à qui vous garantirez une sépulture».





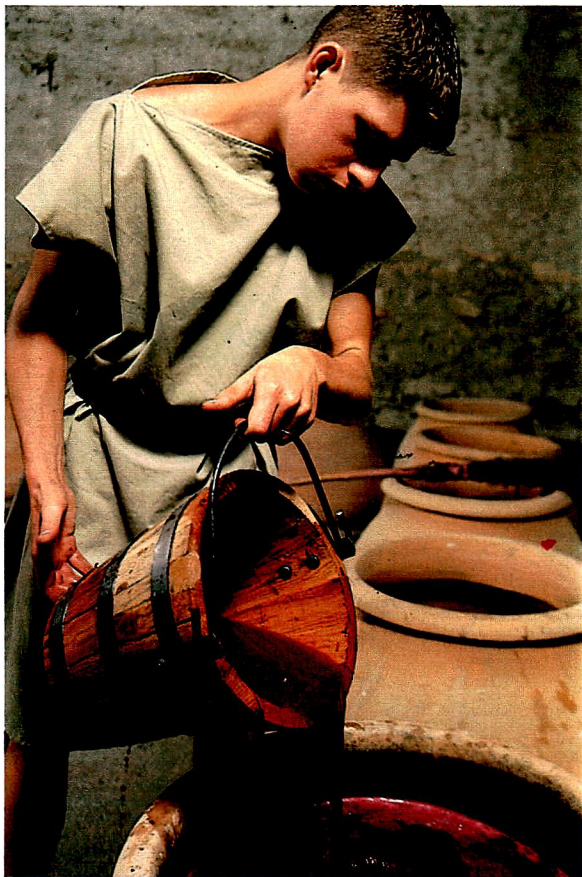
Vins de foulage...

Les raisins récoltés étaient déversés dans le fouloir ou *calcatorium*. Des esclaves pieds nus les écrasaient longuement. Le jus était récupéré dans une cuve ou *lacus* et servait à élaborer les vins dits de foulage.



... et de pressage

Le jus résiduel contenu dans le raisin foulé était récupéré avec un pressoir, ou *torcular*. Le vin ainsi obtenu était plus âpre que le précédent.



Fermentation dans les dolia

Le jus était mis à fermenter quinze jours dans des jarres en poterie ou *dolia*. Ces récipients étaient capables de contenir l'équivalent de 13 000 bouteilles actuelles.

► gageure. Pourtant, après avoir testé pendant trois ans une dizaine de protocoles de vinification, les deux compères ont réussi aujourd'hui à reconstituer deux de ces breuvages antiques : le *mulsum*, vin au miel et aux aromates, déjà cité, et le *turriculae*, élaboré également à partir d'un texte de Columelle. Ce vin blanc sec évoque le xérès et les vins jaunes du Jura. Il est fabriqué en ajoutant de l'eau de mer dans le moût en cours de fermentation puis du *defrutum*, jus de raisin concentré et aromatisé avec des coings, des rhizomes d'iris et du fenugrec, légumineuse méditerranéenne qui, une fois torréfiée, dégage un subtil parfum de noix.

Les Romains ne fabriquaient pas de vins rouges, en revanche ils maîtrisaient déjà l'art de la greffe et connaissaient, au moins de façon empirique, le principe de la chaptalisation (ajout de sucre pour augmenter le degré d'alcool) et celui de la pasteurisation. «Quand l'année est pluvieuse, on fera bouillir la vendange», recommande Columelle dans son traité. Les Romains savaient également conserver leurs vins très longtemps, pendant plus de dix ans, en les conditionnant dans des amphores hermétiquement fermées par des bouchons de liège. Ce qui, pour l'époque est

extraordinaire. A la chute de l'Empire, en effet, cette technique sombre dans l'oubli : pendant tout le Moyen Âge, les vins sont mis en tonneau, mais le bois étant moins étanche, ils sont rapidement colonisés par les bactéries acétiques (*Acetobacter*) qui les font tourner au vinaigre... Si bien qu'il faudra attendre le XVII^e siècle et l'invention de la mise en bouteille en verre, pour que les Européens puissent à nouveau boire du vin qui soit encore buvable passé quelques mois... Décidément, ces Romains n'étaient pas aussi



Photos F. Perri

Avec un balai de fenouil

Pendant la fermentation, le moût était régulièrement brassé avec un balai de fenouil de façon à ramener la lie en surface. Les impuretés étaient retirées avec une passoire jusqu'à ce que le moût soit entièrement clarifié.

fous qu'on a bien voulu le dire !

La preuve : en cheville avec Jean-Pierre Brun, également archéologue chargé de recherches au CNRS, Hervé Durand vient de reconstituer, à partir d'un texte de Caton, un pressoir à levier aux dimensions étonnantes ; le mouton (ou levier) taillé dans un tronc de chêne vert de 7,4 m de long pèse 2,5 tonnes. Cette technologie a perduré chez nous jusqu'au début du siècle, au côté des pressoirs à vis beaucoup moins dangereux à manipuler... «Caton indique comment fabriquer un pres-

soir, mais il ne nous dit pas comment il faut s'en servir. En en construisant un grandeur nature, nous allons pouvoir mieux cerner les techniques de pressage et de vinification utilisées par les Romains», explique Jean-Pierre Brun. Prochaines étapes : la fouille du site de la villa proprement dite, laquelle est loin d'avoir révélé tous ses secrets, et la maîtrise de la fabrication du vin de Cos (du nom d'une île grecque), l'un des breuvages les plus prisés et les plus... contre-faits de l'Antiquité. Tout comme le non moins réputé vin de Falerne à propos duquel Galien eut ce commentaire aigre-doux : «On en produit très peu et pourtant on en exporte partout». Comme l'histoire se répète ! ■



DECOUVREZ LE PANORAMA

SCIENCE & VIE

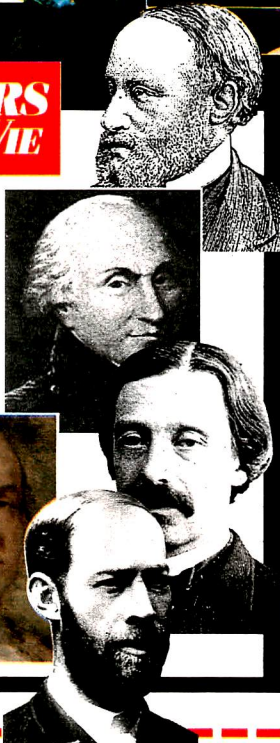
Tous les mois, **SCIENCE & VIE** vous informe parfaitement sur les derniers développements de la recherche, dans tous les domaines scientifiques et techniques. **SCIENCE & VIE**, le magazine d'information scientifique de référence.



TOUS DROITS RESERVES

LES CAHIERS DE SCIENCE & VIE

Tous les deux mois, **LES CAHIERS DE SCIENCE & VIE** vous font vivre l'Histoire des sciences comme on ne vous l'a jamais racontée. En 1995, **LES CAHIERS DE SCIENCE & VIE** vous font entrer dans le secret des laboratoires et découvrir le vrai récit des expérimentations.

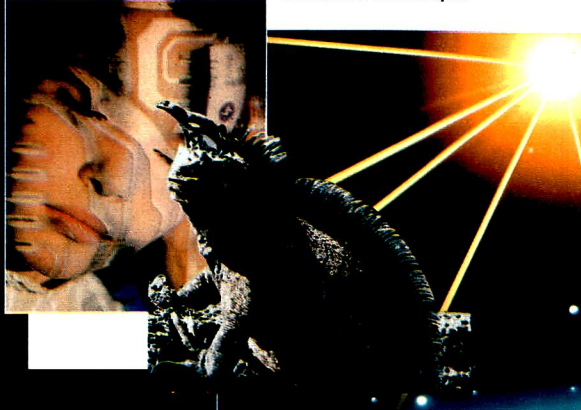


PHOTOS ROGER-VOLLET

DE LA PRESSE SCIENTIFIQUE..

SCIENCE & VIE HORS SERIE

Tous les trois mois, **LES HORS SERIE de SCIENCE & VIE** traitent de façon exhaustive un grand sujet de notre temps. Chaque **HORS SERIE** fait le tour complet d'une question d'actualité scientifique.



TOUS DROITS RESERVES

ET ABONNEZ-VOUS DES AUJOURD'HUI A L'UNE DE CES DEUX FORMULES

FORMULE N° 1

**ABONNEMENT D' 1 AN
AU PANORAMA
DE LA SCIENCE**

12 N°s de SCIENCE & VIE
6 N°s des CAHIERS
DE SCIENCE & VIE

349 francs

seulement au lieu de 468 francs *

FORMULE N° 2

**ABONNEMENT D' 1 AN
AU MAXI PANORAMA
DE LA SCIENCE**

12 N°s de SCIENCE & VIE
6 N°s des CAHIERS DE
SCIENCE & VIE
4 N°s HORS SERIE DE
SCIENCE & VIE

405 francs

seulement au lieu de 568 francs *

BULLETIN D'ABONNEMENT A TARIF PRIVILEGIÉ

à compléter et à retourner avec votre règlement à l'ordre de SCIENCE & VIE sous enveloppe affranchie à : SCIENCE & VIE - Service Abonnements - 1, rue du Colonel Pierre Avia 75503 Paris cedex 15.

OUI je m'abonne pour un an et à tarif privilégié à la formule suivante que je coche ci-dessous :



C43A

FORMULE N°1 : PANORAMA DE LA SCIENCE (18 N°)

349 francs seulement au lieu de 468 francs * / **119 francs d'économie**



C43Z

FORMULE N°2 : MAXI PANORAMA DE LA SCIENCE (22 N°)

405 francs seulement au lieu de 568 francs * / **163 francs d'économie**

Nom _____

Prénom _____

Adresse _____

Code postal _____ Ville _____

Conformément à la loi Informatique et Liberté du 06/01/1978, vous disposez d'un droit d'accès aux données personnelles vous concernant. Par notre intermédiaire, vous pouvez être amené à recevoir des propositions d'autres sociétés ou associations. Si vous ne le souhaitez pas, il vous suffit de nous écrire en nous indiquant vos nom, prénom, adresse et, si possible, votre référence client.

OFFRES VALABLES JUSQU'A FIN 1995, ET RESERVEES A LA FRANCE METROPOLITAINE.ETRANGER: NOUS CONSULTER Tel (33-1) 46 48 47 08
Vous pouvez aussi vous abonner par Minitel en tapant 3615 ABON

(*) Prix de vente normal chez votre marchand de journaux

SV 332

DOSSIER

OVNIS



ENQUÊTE SUR UNE NOUVELLE PISTE

Les récits d'enlèvements par les extraterrestres défrayent la chronique américaine. Ces visiteurs de l'espace sont-ils bien réels ou prennent-ils naissance dans les profondeurs du cerveau... et de la culture ?

PAR PHILIPPE CHAMBOX

L'HYPOTHÈSE DU CHAMP MAGNÉTIQUE

Une tentative d'explication rationnelle aux phénomènes inexplicables et aux hallucinations collectives.

SAINTE THÉRÈSE ET LES SOUCOUPES

Rencontres d'extraterrestres et visions mystiques : un même processus, selon les psychologues.

LA MYTHOLOGIE DES "PETITS HOMMES VERTS"

Toutes les victimes d'enlèvements extraterrestres décrivent des scénarios étonnamment similaires. Mythomanie ou... mythologie ?



OVNIS

L'HYPOTHÈSE DU CHAMP MAGNÉTIQUE

C'est la recherche d'un nouveau traitement de l'épilepsie qui a mis un neurologue canadien sur la voie. Enfin une explication rationnelle aux observations d'"objets volants non identifiés".

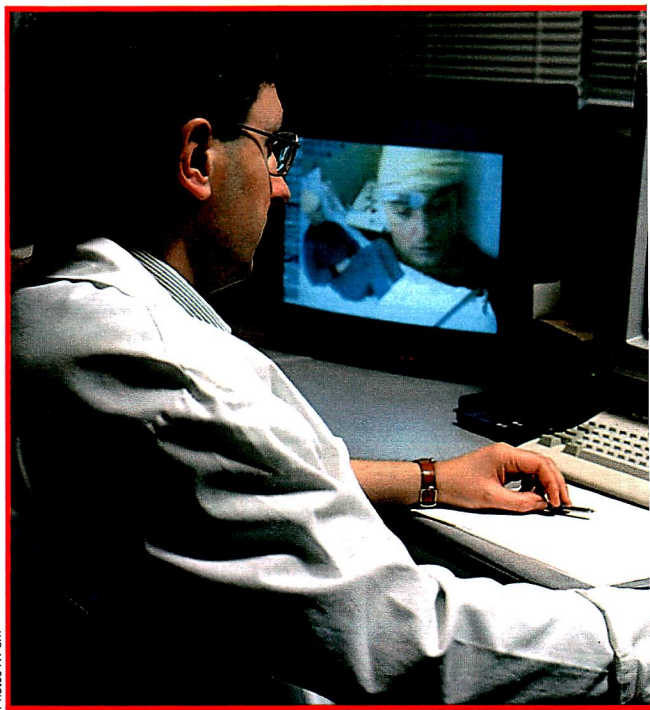


Michael Persinger

La pièce est minuscule, baignée d'une lumière douce et rougeoyante. Au centre, une sorte de fauteuil de dentiste est à demi incliné. Une jeune femme s'y installe confortablement. Elle a les yeux bandés et la

tête couverte d'un casque de moto duquel s'échappent de minces fils électriques, reliés à une prise de courant. Une infirmière en blouse blanche vérifie le câblage avant de quitter la pièce, refermant les lourds battants de la double porte derrière elle. Seule dans la pièce aux murs insonorisés, la jeune femme peut entendre tous les bruits de son propre corps, jusqu'à ce que la voix rassurante du professeur Michael Persinger lui parvienne à travers un haut-parleur : « Tout va bien ? Alors, nous pouvons commencer. Détendez-vous et racontez-moi ce que vous ressentez. »

Dans la salle attenante, le professeur se penche sur le clavier d'un ordinateur. Vêtu d'un costume impeccable, les cheveux presque blancs, il ajuste ses lunettes et enfonce une série de touches. Sur l'écran de contrôle, un signal lumineux décrit une courbe chaotique tandis que s'agitent les aiguilles d'un traceur graphique. Une dizaine de minutes s'écoulent sans le moindre événement. Soudain, la jeune femme commence à parler. Le professeur enfonce la touche "enregistrement" d'un magnétophone : « Quelque chose sort de ma jambe gauche... J'ai l'impression qu'elle s'allonge, que



Photos F. Perri

tout mon corps s'allonge... Il y a quelque chose – quelqu'un – à côté de moi... Je ne sais pas ce que c'est... Je flotte... Je me balance, comme si j'étais dans un hamac... On dirait que des mains me prennent par les épaules et me redressent...» Quelques secondes plus tard, la jeune femme reprend : « J'ai peur ! » Michael Persinger prend le micro : « Ce n'est rien. On arrête, je viens vous chercher. » Quand elle sort du laboratoire, la jeune femme est épuisée, bouleversée, désorientée par les sensations inconnues qu'elle a éprouvées dans la chambre insonorisée.

L'expérience se déroule au laboratoire de psychologie de l'université Laurentienne de Sudbury, une petite ville isolée de l'Ontario, au Canada. Michael Persinger étudie l'effet sur le cerveau de champs électromagnétiques, engendrés par de petites bobines disposées sur les côtés du casque. Un domaine presque vierge, où bien peu de neurologues se sont aventurés jusqu'ici, et avec lequel Michael Persinger voit une ouverture sur un nouveau type de traitement de l'épilepsie. Mais aussi une explication à la plus invraisemblable des



Les étranges perceptions de l'épilepsie

Sur ces écrans d'un laboratoire de l'hôpital de Rennes, la manifestation électrique d'une crise d'épilepsie temporale. Dans cette forme particulière de la maladie, les neurones du lobe temporal font preuve d'une instabilité spectaculaire. Il se pourrait que ce type d'instabilité soit très répandu dans la population, sous une forme atténuée. Or, l'instabilité temporale génère des sensations étranges et des hallucinations visuelles et auditives extrêmement réalistes... Certains chercheurs pensent qu'un tel état pourrait être en cause dans les observations d'ovnis et les rencontres avec leurs passagers.

expériences humaines : la rencontre avec des ovnis et leurs passagers extraterrestres !

Son raisonnement est simple : si les neurones ont une activité électrique et, donc, produisent un champ magnétique, ils doivent, en toute logique, être sensibles aux champs magnétiques. Pour sa thèse, il fait subir à des souris nouvelles des champs magnétiques en rotation. Il constate des modifications de la sécrétion de mélatonine, une hormone impliquée dans la régulation des rythmes biologiques et des émotions. A la différence de ses prédécesseurs, il utilise des champs magnétiques faibles, et, surtout, il les fait varier. D'autres chercheurs reproduisent ses expériences et confirment : il y a bien, dans certaines conditions, un effet mesurable des champs magnétiques sur les systèmes biologiques.

Parallèlement, Michael Persinger s'intéresse à l'épilepsie. Cette maladie se manifeste par la synchronisation de l'activité électrique de milliers de neurones. La crise d'épilepsie est une sorte de "court-circuit" cérébral, au cours duquel un groupe de neurones s'active soudainement avec une in-

tensité anormale. Les causes de ces activations simultanées restent inconnues, mais le phénomène est clairement décrit par la médecine, qui sait déceler cette anomalie grâce à l'électroencéphalogramme. Et, surtout, comme toute activité électrique, celle-ci génère un champ magnétique.

L'idée germe donc dans l'esprit de Michael Persinger qu'il serait possible d'inverser le processus : soumettre le cerveau à des champs magnétiques et tenter ainsi de désynchroniser les neurones responsables de la crise d'épilepsie. Une idée complètement nouvelle, qui laisse ses pairs dubitatifs mais se trouve aujourd'hui au cœur de l'activité de son laboratoire.

Une forme particulière de la maladie retient son attention : l'épilepsie temporale, localisée dans les lobes temporaux, zones figurant parmi les moins bien connues du cerveau. Ils sont impliqués, entre autres, dans l'audition et la vue et sont directement connectés avec l'amygdale et l'hippocampe, sortes de carrefours des émotions et des souvenirs.

Or, les crises d'épilepsie qui se déclarent dans les lobes temporaux sont associées à un ensemble ►



Quand les champs magnétiques provoquent des hallucinations

Puisque l'activité électrique du cerveau génère un champ magnétique, il doit être possible d'inverser le processus... Dans son laboratoire de l'université Laurentienne, au Canada, Michael Persinger tente d'influer sur le cerveau en soumettant ce dernier ① à des champs magnétiques variables ②. Il parvient ainsi à provoquer des épisodes d'instabilité dans les lobes temporaux... ③ et à déclencher, du même coup, des perceptions bizarres très proches de celles relatées par les "victimes" des extraterrestres.



BBC 2

► de perceptions inhabituelles. Les malades rapportent des impressions de déjà vu, des sensations de lévitation, des hallucinations auditives, visuelles, tactiles et olfactives très réalistes. Sentiment d'étrangeté, anxiété, voire peur panique sont souvent rapportés par les patients, de même que des sensations bizarres, parfois érotiques, dans les organes génitaux. Toutes ces perceptions sont vécues avec un réalisme bouleversant. Les patients se trouvent dans ce que les spécialistes nomment l'"état de rêve", une sorte de "rêve éveillé".

Mais quel rapport avec les ovnis ? Michael Persinger estime que les gens qui en ont observés ou qui sont persuadés avoir été enlevés par des extraterrestres peuvent avoir été victimes d'une sorte de crise d'épilepsie temporale. Seraient-ils donc tous épileptiques ? « Je ne le pense pas, dit le neurologue. Cependant, nous avons remarqué que l'instabilité temporale qui est responsable de cette forme d'épilepsie est très répandue dans la population, sous une forme très atténuée. » Cette instabilité serait caractéristique des personnes très imaginatives, parfois anxieuses, plutôt créatives et intuitives. C'est du moins ce que Persinger affirme après avoir interrogé plusieurs centaines de personnes. Plus l'instabilité est grande, plus ces personnes sont sujettes aux "voyages hors du corps", aux expériences mystiques et autres visions.

Cette conclusion a été contestée par les défenseurs de l'hypothèse extraterrestre, mais leurs études s'appuyaient sur des échantillons trop faibles pour être significatifs. Michael Persinger a voulu trancher avec l'appareillage de son laboratoire. Il parvient, comme en témoigne le récit de la jeune femme qui s'est prêtée à l'expérience, à provoquer de courts épisodes d'instabilité temporale, qui se manifestent par des sensations proches de la transe ou de celles évoquées par les "victimes" de rencontres extraterrestres et autre voyages "astraux".

« Toute l'astuce consiste à appliquer des variations complexes du champ magnétique, explique-t-il. Leur amplitude est très faible (elle n'excède pas quelques dizaines de nanoteslas), et elles sont de très basse fréquence, de façon à mimer les variations observées dans les lobes temporaux. »

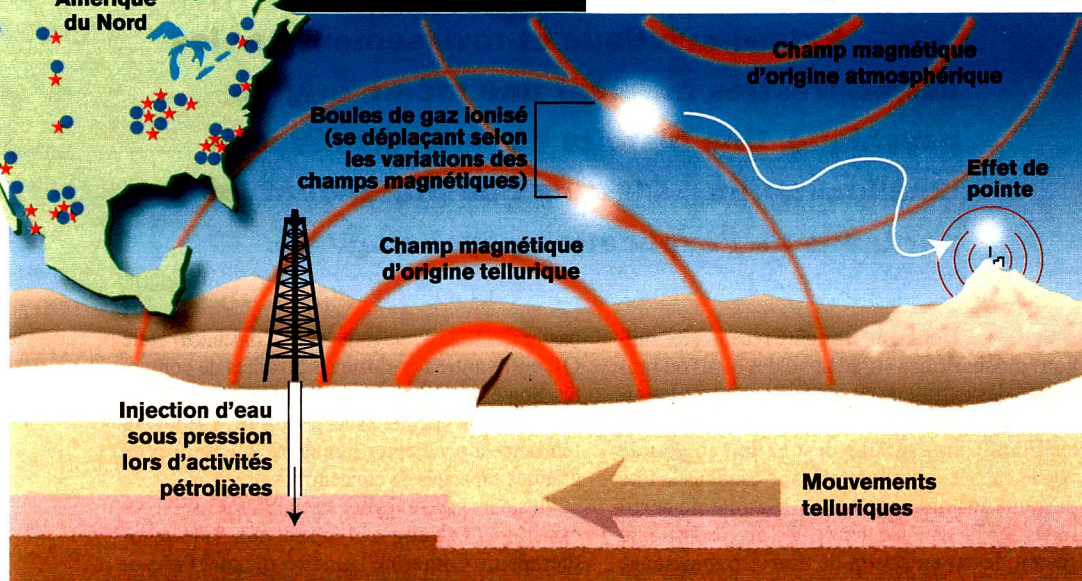
Intéressant, certes, mais tout aussi inquiétant : le dispositif de Michael Persinger ne permettrait-il pas de modifier le comportement des gens sans qu'ils s'en aperçoivent ? Pire : Michael Persinger n'exclut pas que sa technique permette d'influer sur le lobe temporal, siège du raisonnement et des processus de réfutation logique. Le neurologue assure se limiter à la recherche d'un traitement des formes d'épilepsie temporale résistant aux traitements classiques, et de certains types de dépression. Espérons que des individus

Séismes et ovnis

Pourquoi les observations
d'ovnis précèdent-elles de
peu les tremblements de

● Observations d'ovnis

★ Tremblements de terre



terre ? L'activité tellurique (naturelle ou induite par l'injection d'eau dans le sous-sol) provoque des perturbations du champ magnétique qui pourraient bien être à l'origine de phénomènes lumineux - feux de Saint-Elme, effet de pointe - et d'épisodes d'instabilité temporelle chez les personnes sensibles.

moins bien intentionnés n'envisagent pas d'utilisations plus perverses...

Mais revenons à nos amis les extraterrestres. Si les épisodes d'instabilité temporelle sont si fréquents que l'affirme Michael Persinger, alors les rencontres d'ovnis, les voyages hors du corps et les enlèvements par des extraterrestres devraient être monnaie courante. «Pas du tout, répond le neurologue. En fait, il est probable que les épisodes les plus spectaculaires surviennent dans des conditions très précises liées... aux tremblements de terre.»

Michael Persinger est parvenu à cette hypothèse au terme d'une longue réflexion sur les phénomènes anormaux et inexplicables. Nourri d'ufologie depuis sa plus tendre enfance, il cherchait une explication rationnelle. Or, il s'est aperçu que les observations de phénomènes anormaux précèdent par vagues successives survenant peu de temps avant les tremblements de terre, même mineurs. L'explication, il la trouve auprès de géo-

physiciens, qui ont observé des épisodes de variation du champ magnétique terrestre quelques heures (et jusqu'à quelques mois) avant des périodes d'intense activité sismique (voir schéma ci-dessus). Ces variations sont peut-être à l'origine de phénomènes lumineux inexplicables, dus à la formation dans l'atmosphère de gaz ionisés très localisés. Lumières dans le ciel, variation du champ magnétique... Aux yeux de Michael Persinger, tous les ingrédients sont réunis pour provoquer, à partir d'un phénomène naturel, une véritable transe hallucinatoire.

L'hypothèse du neurologue canadien résout-elle complètement la question des ovnis et de leurs passagers ? Plusieurs points restent mystérieux. En admettant que les traces laissées sur le sol par nos visiteurs cosmiques soient presque toutes explicables par des causes très terriennes, il faut encore justifier les marques qui apparaissent parfois sur le corps des "victimes". Plus étonnante encore, la remarquable similarité entre les récits des "contactés" : les ovnis et leurs passagers se ressemblent presque tous. Est-ce le signe de leur existence matérielle, ou celui d'une empreinte culturelle, d'une véritable mythologie moderne, qui amène des personnes troublées par une expérience psychique bouleversante à lui donner un cadre de référence acceptable ? C'est une autre histoire, que nous abordons dans les pages suivantes.



OVNIS

SAINTE THÉRÈSE ET LES SOUCOUPES

Extase mystique et ravissement par les extraterrestres auraient une même origine psychique. Une histoire de mauvais rêves et d'hallucinations. C'est ce que prétendent les partisans de l'explication psychologique.

Selon une enquête récente, 3,7 millions d'Américains auraient vu des ovnis ou rencontré des extraterrestres ! Si l'on écarte les affabulations, il reste deux explications possibles : les Etats-Unis sont une destination en grande vogue chez les extraterrestres ; c'est dans la tête des témoins que tout se passe. Faute de certitudes sur l'existence matérielle de ces visiteurs cosmiques et en raison de notre connaissance limitée des dépliant touristiques extraterrestres, nous nous en tiendrons à explorer la deuxième hypothèse.

Comment des gens sensés – nombre d'entre eux ont subi des tests psychologiques approfondis qui montrent qu'ils sont d'intelligence normale, sains de corps et d'esprit –, comment ces gens équilibrés peuvent-ils prétendre avec sérieux avoir été en contact avec des extraterrestres ? Tous les spécialistes – incrédules – de la question s'accordent sur un point : ces individus racontent leurs "expériences" parce qu'ils les ont vraiment vécues ! Mais ce n'est pas pour autant que cela s'est vraiment passé. Mettons de côté ceux qui ont été confrontés à des phénomènes atmosphériques rares et surprenants qu'ils ont interprétés de manière fantastique, et penchons-nous sur le phénomène le plus incroyable que rapportent ceux qui ont été "contactés" par les extraterrestres : l'enlèvement. Presque tous racontent, à quelques détails près, la même histoire. Ils ont été emportés par les visiteurs dans leur vaisseau où ils ont subi des "opérations chirurgicales" plus ou moins traumatisantes. Les visiteurs les ont enfin relâchés, non sans leur avoir expliqué – par télépathie, cela va de soi – les raisons de leur venue. Les récits sont saisissants de réalisme et rien ne permet de douter de la sincérité des "témoins", ni de la réalité – au moins subjective – de leur expérience. Quant à leur santé mentale : la psychologue américaine Pat Cross, de l'université Carleton, a fait

passer des tests d'imagerie (type Rorschach) et de QI, entre autres, à plusieurs dizaines de contactés. Son étude prouve que ceux-ci se situent tout à fait dans la norme, avec, peut-être, une légère tendance à privilégier l'imagerie mentale et de grandes capacités de concentration.

Plusieurs psychologues se sont intéressés à ces expériences étranges et, parmi eux, la psychothérapeute Catherine Lemaire, qui met l'accent sur leur aspect onirique.

Normalement, les rêves surviennent au plus profond du sommeil, pendant la phase dite de sommeil paradoxal, habituellement précédée et suivie de phases de sommeil lent. Le souvenir des rêves est alors confus, voir complètement effacé. Or, il arrive parfois que le sommeil paradoxal et les rêves qui le caractérisent se manifestent sans préparation. On parle d'hypnagogie lorsque le rêve arrive avant l'endormissement, ou d'hypnopompie lorsqu'il se déroule au réveil. Dans ces états atypiques du sommeil, le rêve laisse souvent un souvenir incroyablement réel. Il arrive ainsi que l'on rêve de s'être réveillé, levé, d'avoir accompli diverses tâches, rencontré des gens, jusqu'au moment où l'on se réveille pour de bon et où l'on comprend que tout cela n'était qu'un rêve. « Ces épisodes peuvent parfaitement survenir dans la journée, au volant d'une voiture, souvent dans un état de fatigue inhabituel dû au manque de sommeil, explique Catherine Lemaire. Dans ce cas, le souvenir des rêves est extrêmement vivace, et il est parfois difficile de les distinguer d'une expérience objective. Il s'agit d'une véritable hallucination dont on imagine difficilement, quand on ne l'a jamais vécue, à quel point elle peut sembler réaliste. »

La paralysie du sommeil est un autre phénomène pendant lequel la frontière entre rêve et réalité peut s'estomper. Il s'agit en fait d'un réveil brutal où le corps reste en état de sommeil pa-

Ph. Plailly/Eurelios



Artphoto/Nimalallah

Les mystiques : des rêveurs éveillés ?

Sainte Thérèse d'Avila figure au panthéon des grands illuminés d'autrefois. Chez les mystiques, le passage direct de l'état de veille au sommeil paradoxal (stade d'apparition des rêves), dû à un excès d'ascétisme, et plus simplement de fatigue, expliquerait leurs hallucinations.

radoxal, c'est-à-dire où les muscles sont parfaitement relâchés et "déconnectés" des commandes motrices du cerveau. Dans cette situation, la personne éprouve une sensation désagréable d'étouffement et d'impuissance qui peut être associée à la perception d'une agression par une puissance occulte. Suzan Blackmore, de l'université West of England, à Bristol, a étudié de près ce phénomène qui, pour elle, serait à l'origine des légendes médiévales concernant les succubes que l'on accusait de venir violer les vierges et les nonnes pendant la nuit. Cette sensation de suffocation nocturne expliquerait aussi les récits légendaires de fantômes qui viennent étouffer leurs victimes endormies, récits que l'on retrouve dans des pays comme le Viêt-nam, le Laos ou Terre-Neuve.

Pour Catherine Lemaire, ces états particuliers du sommeil jouent probablement un rôle central dans les rencontres avec les extraterrestres. Elle y voit aussi la principale explication des fameux "voyages astraux", au cours desquels certaines personnes affirment, toujours en toute sincérité, sortir de leur corps et se déplacer "en esprit" à travers le monde. «J'ai moi-même eu ce type d'expérience, et j'étais tellement frappée par leur réalisme que j'ai cru, un temps, à leur réalité objective», avoue-t-elle. Dans d'autres sociétés, cet état privilégié est particulièrement prisé, car il permet d'accéder au monde des dieux ou de rencontrer les esprits des ancêtres. Les expériences du spécialiste mondial du sommeil, Michel Jouvet, de l'INSERM de Lyon, ont d'ailleurs démontré depuis longtemps que la privation expérimentale de sommeil entraîne des épisodes de rêve intense qui se manifestent dès que l'attention ►



L'HYPNOSE AU BANC DES ACCUSÉS

du sujet se relâche. On comprend mieux ainsi les grands mystiques qui se privaient de sommeil pour atteindre l'extase de la prière. Aujourd'hui, les personnes qui expérimentent sans préparation de tels états de conscience se trouvent confrontés à quelque chose d'inacceptable pour un esprit rationnel. «Ce jaillissement de l'imaginaire dans la vie quotidienne peut être très troublant, estime la psychologue. Le sujet va donc lui donner un "cadre de référence", une objectivité qui l'intègre dans la culture et les désirs du moment. Autrefois, ce cadre était religieux ; aujourd'hui, il fait appel aux extraterrestres, à la science-fiction ou au syncrétisme spirituel du *New Age*.» Et de citer sainte Thérèse d'Avila, incarnation historique du ravissement divin. La sainte n'en était pas moins femme, et, dans ces extases, alors qu'elle s'y refusait, Dieu lui-même s'emparait d'elle : «Cette résistance aux douceurs et aux caresses divines ne fut pas sans fruit [...]. Plus je tâchais de faire diversion, plus le Seigneur m'inondait de délices et me couvrait de sa gloire», raconte-t-elle dans son journal.

Le célèbre neuropsychiatre américain Oliver Sachs s'est intéressé au cas de la mystique Hildegarde de Bingen, bénédictine du XI^e siècle, auteur d'écrits relatifs à la médecine, aux sciences de la nature et à la mystique. Elle était victime de migraines dites ophtalmiques qui sont annoncées par un scotome scintillant, autrement dit une halucination lumineuse violente qui disparaît assez rapidement pour laisser place à la douleur. Pour elle, cette lumière était d'essence divine. Oliver Sachs y voit «la manière dont un événement psychologique qui pour la plupart d'entre nous reste banal, haïssable ou sans signification particulière peut, chez une conscience privilégiée, être le substrat d'une inspiration supramentalement extatique.»

Les récits contemporains de ravissement par les extraterrestres, même s'ils relèvent souvent du

Nombre de patients, aux Etats-Unis, se sont souvenus d'"enlèvements" au cours de séances d'hypnose, une pratique psychothérapeutique très en vogue outre-Atlantique. La plupart du temps, ce sont des personnes qui consultent pour un malaise psychologique associé à un trou de mémoire, une sensation de "temps manquant". Bien que les hypnotiseurs impliqués dans ces histoires d'enlèvement s'en défendent, l'un des pères de l'hypnose dite expérimentale, Martin Orne, rappelle que l'hypnose est un dangereux outil de manipulation. Il peut appeler des souvenirs faux mais qui s'imposent avec un écrasant sentiment de vérité et de précision. Bref, le malade et le thérapeute fabriquent la vérité qu'ils recherchent. Cu-

rieusement, c'est avec l'hypnose que se déclenche l'étrange maladie mentale des personnalités multiples qui se développe de façon inquiétante aux Etats-Unis. Cette technique est aussi utilisée par certaines sectes pour révéler les "vies antérieures" de leurs adeptes, et elle joue un rôle déterminant dans le satanisme, car c'est encore sous hypnose que les "patients" avouent s'être livrés à des actions morbides et meurtrières. La question reste de savoir pourquoi certains thèmes sont favorisés plutôt que d'autres. On peut supposer que tout dépend de l'hypnotiseur, qui peut induire ces souvenirs par la simple orientation de ses questions. Ce soupçon pèse sur des hypnotiseurs tels que Budd Hopkins ou John

Mack, qui croient dur comme fer à la réalité matérielle des enlèvements. D'autres part, il est possible que l'imagination plus ou moins fantasque ou morbide de l'hypnotisé et ses sentiments de culpabilité ou de haine le conduisent à élaborer des scénarios imaginaires qui prennent valeur de vérité objective. L'hypnose restant un phénomène encore très mal compris et difficile à analyser scientifiquement, il paraît très imprudent de déclarer quelqu'un coupable sur la seule base de souvenirs issus de séances d'hypnose, subies par le ou les témoins. Cela s'est pourtant déjà vu aux Etats-Unis où, entre autres, des parents ont ainsi été accusés par leurs enfants des crimes les plus atroces.

même processus mental, sont généralement plus troubles que ceux de nos saintes femmes. Ils relatent des prélèvements de rognures d'ongles ou de cellules germinales, des poses d'implants pour contrôler l'esprit, des fécondations artificielles et quasi-sataniques, et d'autres pratiques pseudo-médicales qui semblent liées à de vieilles hantises de sorcellerie ou à la peur de la toute-puissance de la science. Ce qui frappe Catherine Lemaire, ce sont les incohérences qui émaillent ces récits. Les extraterrestres utilisent des échelles de corde, annoncent leur origine martienne, vénusienne ou lunaire, font des prévisions banales et déjà connues sur l'avenir de l'humanité ou posent des questions bien naïves pour des êtres crédités de pouvoirs surnaturels. Des étrangetés qui sont là comme pour signifier qu'il s'agit bien d'un récit imaginaire, d'un rêve collectif, c'est-à-dire d'un mythe réactualisé à notre siècle.

POUR EN SAVOIR PLUS :

- *Rêves éveillés*, de Catherine Lemaire, éditions Les empêcheurs de penser en rond-Synthélabo, 1993.
- *Migraine*, d'Oliver Sachs, éditions du Seuil, 1986.

Rencontre du quatrième type

Le thème de l'enlèvement existait déjà dans les nombreux illustrés de science-fiction américains de l'entre-deux-guerres, soit quarante ans avant le premier récit d'enlèvement par des extraterrestres.



Coll. Christophe L.

LA MYTHOLOGIE DES "PETITS HOMMES VERTS"

De la première soucoupe volante aux "enlèvements", une véritable mythologie extraterrestre s'est construite. Et si les "envahisseurs" naissent de l'inconscient collectif ?

Le 24 juin 1947, le pilote privé Kenneth Arnold survole les monts Cascade, au Nord-Ouest des Etats-Unis, à la recherche d'un avion perdu de la marine américaine. Soudain, il aperçoit neuf objets brillants qui évoluent de manière étrange dans le ciel. Ils montent presque à la verticale et retombent en piqué à la vitesse d'environ... 1 000 miles à l'heure !

Arnold signale sa rencontre lors de son ravitaillement suivant. Lorsqu'il termine enfin sa journée, une troupe de reporters l'attend de pied ferme. Il raconte son histoire, et, le lendemain, l'un des rédacteurs baptise ces objets volants hors normes "soucoupes volantes". On est entré dans l'ère "soucoupique". Les spécialistes parleront désormais de période pré ou post-arnoldienne par rapport à l'observation de Kenneth Arnold.

Quelques années plus tard, en 1966, un livre bouleverse l'Amérique : *le Voyage interrompu*, de John G. Fuller. Un best-seller qui relate l'aventure extraordinaire de Barney et Betty Hill, un postier et son épouse assistante sociale, tous deux "enlevés" par des extraterrestres. Cette dernière raconte qu'ils l'ont déshabillée, qu'ils ont prélevé des échantillons de sa peau et de ses cheveux avant de plonger dans son abdomen une longue aiguille, provoquant une douleur insupportable. Son mari, lui, se souvient d'un prélèvement de sperme à l'aide d'un curieux système de succion.

Ces révélations ne sont pas spontanées, puisque les Hill, troublés par un épisode commun d'amnésie, ont d'abord consulté leur psychiatre qui les a aidé à explorer leurs souvenirs sous hypnose. Ce médecin dira clairement qu'il ne croit pas une seconde à la véracité matérielle de leur histoire. ▶



Qu'importe, la brèche est ouverte. Le couple Hill est le premier cas d'une longue série d'enlèvements par les extraterrestres. «On compte aujourd'hui plus de

5 000 cas, peut-être 10 000, essentiellement aux Etats-Unis», estime Bertrand Méheust, ethnologue, enseignant et chercheur associé au CNRS. «Le phénomène prend la même ampleur dans ce pays que le spiritisme à la fin du XIX^e siècle.»

Cependant, plus le temps passe, plus ces rencontres deviennent sophistiquées. Au début, les phénomènes lumineux occupent tout le terrain ; puis l'on voit des extraterrestres en chair et en os. Ces rencontres du troisième type se bornent à un dialogue avec nos visiteurs de l'espace. Mais ce qui défraie véritablement la chronique, c'est la rencontre du «quatrième type» : l'enlèvement. A tel point qu'on ne voit presque plus de ces vulgaires ovnis qui égayaient le ciel des pays industrialisés (mis à part en Belgique, il y cinq ans). Les extraterrestres s'enhardissent : ils enlèvent des cobayes humains. Enfin, ils commencent à fusionner avec l'espèce humaine par la

manipulation de cellules sexuelles...

Les enquêteurs soulignent la similitude des différents scénarios d'enlèvement : à quelques détails près, ils sont tous structurés de la même façon. L'ufologue américain Thomas Balland en a dressé une typologie qui procède ainsi :

«1. Le ravi est capturé avec des moyens technologiques qui tiennent de la magie.

»2. Il subit un examen médical assorti de manipulations physiques et mentales terrifiantes.

»3. Le chef du vaisseau cosmique, soudain affable, expose à son «hôte» les buts du voyage intersidéral.

»4. Le ravi est alors invité à visiter la soucoupe, surtout la salle des machines.

»5. Il peut aussi être invité à découvrir un autre monde, une planète lointaine ou un mystérieux labyrinthe.

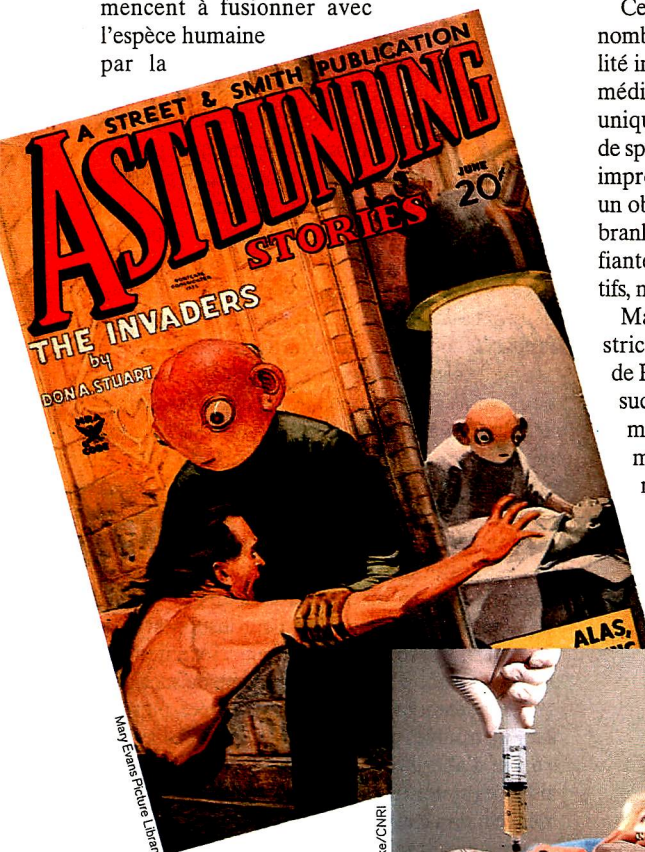
»6. Il a une vision plus ou moins divine, à l'insu de ses hôtes.

»7. Les extraterrestres le relâchent dans la nature ou le ramènent là où ils l'ont capturé.

»8. A son retour, le ravi subit diverses répercussions physiques, mentales et existentielles de son périple cosmique.»

Ce n'est bien sûr là qu'un schéma général. De nombreux détails donnent à chaque cas l'originalité indispensable pour qu'il soit amplifié par les médias. «Un récit d'enlèvement est un composé unique de mémoire collective, de folklore local, de space opera et de biographie, qu'un événement improbable, un concours de circonstances rares, un objet mal identifié ou non identifié ont mis en branle. Le tout forme une histoire vivante et terrifiante qui, à partir de matériaux culturels collectifs, nous parle de tel homme en particulier.»

Mais tous ces récits répondent à une loi très stricte régissant les récits mythiques, la théorie de Propp. Les différentes séquences du mythe se succèdent dans un ordre immuable : il peut en manquer une, il peut y en avoir de nouvelles, mais leur enchaînement respecte toujours la même chronologie. «Pour les anthropologues, l'ufologie est une formidable occasion d'assister presque en temps réel à l'élaboration d'une nouvelle mythologie,



Cobayes humains

Prélèvements divers, manipulations de cellules sexuelles, implants dans le cerveau... Les victimes d'enlèvements extraterrestres relatent avoir fait l'objet d'expériences physiques terrifiantes. Des frayeurs inspirées de la littérature autant que des technologies modernes comme l'amniocentèse (ci-contre).

explique Bertrand Méheust. On comprend comment une mythologie peut se construire en quelques dizaines d'années seulement.»

L'ethnologue des ovnis met aussi l'accent sur certains éléments, empruntés à des mythologies disparates. On retrouve ainsi dans les récits d'enlèvement des bribes de croyances médiévales sur la sorcellerie. Les marques physiques qui apparaissent parfois sur le corps des "ravis" rappellent étrangement les "marques du diable"

qui oblitéraient autrefois le corps des sorciers ou de leurs victimes. L'enlèvement extraterrestre peut aussi apparaître comme la "réactualisation" du mythe des succubes et des incubes, ces démons de la tradition qui abusent des gens pendant leur sommeil.

Pour Michel Meurger, essayiste spécialisé dans le folklore surnaturel, inutile d'aller chercher si loin. Si, comme toute croyance, celle dans les extraterrestres s'appuie bien sur un vécu individuel, le contenu des récits d'enlèvements est déjà inscrit au plus profond de la culture américaine contemporaine. «Tous les thèmes, tous les détails, presque sans exception, se retrouvent dans les récits de science-fiction d'avant-guerre», remarque Michel Meurger après avoir étudié en profondeur ces textes et leur correspondance avec les récits d'enlevés. En effet, les Etats-Unis ont connu une vogue extraordinaire des illustrés de science-fiction entre 1926 et 1939 exactement. Or, les scénarios, les représentations graphiques – jusqu'au portrait des extraterrestres (les "petits gris à grosse tête", équivalents de nos "petits hommes verts") –, tous les éléments étaient déjà présents depuis longtemps dans cette littérature. Les illustrés en question ne pouvaient échapper à personne, ils étaient à la devanture de tous les marchands de journaux. Bien avant les premières rencontres extraterrestres, on y trouvait les implants dans le cerveau pour contrôler les humains, la télépathie, le thème de la race épuisée qui vient se régénérer avec des éléments

humains, les soucoupes volantes, la notion d'une science supérieure et toute-puissante, la conspiration d'un pouvoir occulte, etc. Quand Barney Hill dresse le portrait de ses ravisseurs, l'image qu'il en donne reproduit presque à l'identique l'extraterrestre d'un feuilleton télévisé diffusé quelques mois plus tôt, lui-même inspiré des portraits de ces fanzines d'avant-guerre.

«Maintenant, les récits d'enlèvements ont tendance à s'écarter de la science-fiction

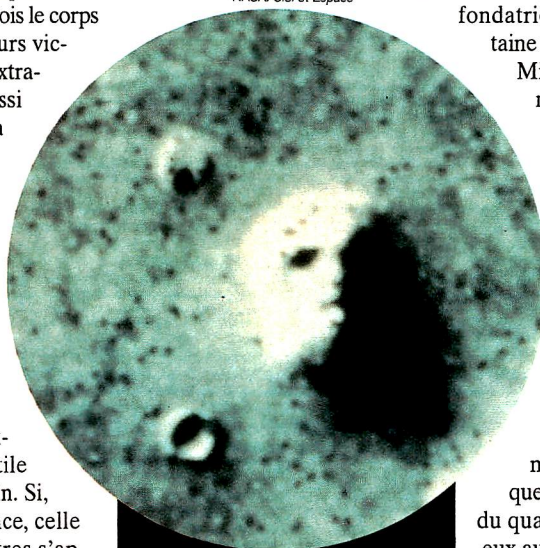
fondatrice et gagnent une certaine autonomie», remarque

Michel Meurger, qui les met en parallèle avec un phénomène nouveau et assez inquiétant outre-Atlantique : le satanisme. Ces récits fantastiques sont rapportés par des personnes qui disent se livrer, la nuit, à des actes meurtriers – viols, mutilations, etc.

«Des récits tout autant marqués par la sincérité que les récits de rencontres du quatrième type, et fondés eux aussi sur une mythologie aisément identifiable», note le spécialiste. Dans le satanisme, comme dans les enlèvements cosmiques, les victimes découvrent souvent, avec l'aide de l'hypnose ou de la psychanalyse, qu'elles ont été enlevées plusieurs fois dans leur vie, parfois dans leur plus tendre enfance.

Trait particulier du satanisme : ces récits rapportent parfois des meurtres qui ont été réellement commis. Au point qu'ils ont conduit à prononcer des condamnations de "sataniques", aux Etats-Unis. Les "coupables" ont-ils véritablement tué, ou ont-ils simplement fait un mauvais rêve, et s'accusent-ils des pires crimes pour des raisons psychologiques qui restent à comprendre ? Le risque existe que leurs "aveux" soient trop facilement pris au pied de la lettre, comme le sont ceux, moins lourds de conséquences, des enlèvements cosmiques. ■

NASA/Ciel et Espace



Le plus célèbre des Martiens

Visible sur la planète Mars, ce visage est-il un relief naturel ou la trace d'une civilisation extraterrestre ? Une question de croyance.

POUR EN SAVOIR PLUS :

- *En soucoupes volantes*, Bertrand Méheust, Imago, 1993.
- *Alien Abduction. L'Enlèvement extraterrestre : de la fiction à la croyance*, Encreage 1995.

Une planète brûlante dévastée par la lave

La sonde Magellan a cartographié 97 % de la surface de Vénus. La sœur jumelle de la Terre est apparue sous son vrai jour : une température au sol de 450 °C, une pression atmosphérique comparable à celle des fonds océaniques et un paysage défiguré par le volcanisme.

Quatre milliards d'années effacées

Comparable par sa taille et son histoire à la Terre, la planète Vénus a connu une activité géologique intense qui a modelé continuellement sa surface. Ainsi, toutes les cicatrices dues au bombardement météoritique des premiers temps ont disparu. La dernière grande période de volcanisme et de tectonique (les deux phénomènes principaux) a eu lieu il y a seulement cinq cents millions d'années. Sur cette photo globale (à gauche) on distingue deux types de régions : les plateaux soulevés, constitués par Ishtar Terra, au nord (invisible sur cette image), et Aphrodite Terra en forme de scorpion serpentant dans la région de l'équateur (parties claires), et les plaines, plus foncées. Les failles sont plus particulièrement concentrées sur les plateaux et le volcanisme réparti de façon homogène dans les plaines.

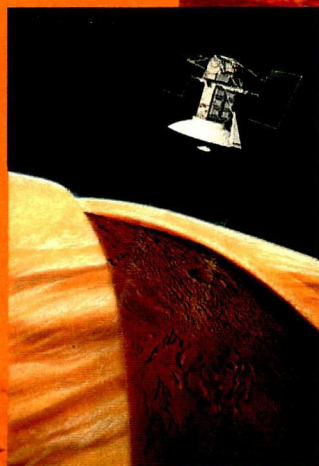




PAR JEAN-FRANÇOIS ROBREDO

Visite au radar

Vénus est recouverte d'une épaisse couverture nuageuse. Pour cartographier la surface, la sonde Magellan a utilisé les ondes radar capables de "voir" au travers des nuages. Le sol agit comme un miroir : s'il est très régulier, le détecteur du satellite reçoit peu d'ondes en retour et l'image est sombre ; s'il est irrégulier, chaque portion de relief va agir individuellement comme un réflecteur, l'énergie reçue sera d'autant plus importante et l'image d'autant plus claire. Dans tous les cas, les dégradés ne sont pas une indication sur la nature ou la couleur réelle de la roche.



Le feu des entrailles

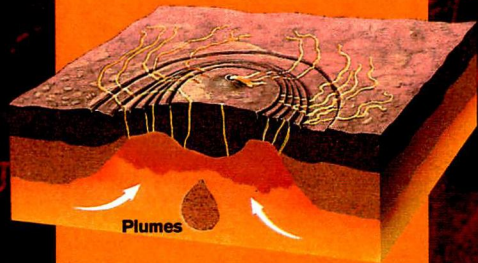
Avec ses coulées de lave pouvant s'étendre sur plusieurs centaines de kilomètres, la surface de Vénus a été plusieurs fois recouverte par les éjections des innombrables volcans. La pression atmosphérique, 90 fois plus forte que sur Terre, a joué un rôle primordial en retenant les écoulements et en tassant les formations volcaniques (quelques kilomètres de hauteur contre plusieurs dizaines sur Mars).

La surface enfle, se déchire et explose



Des anneaux en ébullition

Une originalité vénusienne : les structures circulaires baptisées coronae qui peuvent faire plusieurs centaines de kilomètres de diamètre avec, dans leur partie centrale, une concentration d'édifices volcaniques. Ces anneaux concentriques géants sont des failles, manifestations en surface de plumes, ou cellules convectives, qui déforment les profondeurs de la croûte. Ces points chauds travaillent en permanence à la verticale d'un même endroit, fragilisant la croûte et concentrant la chaleur, au point de provoquer ces déformations particulières.

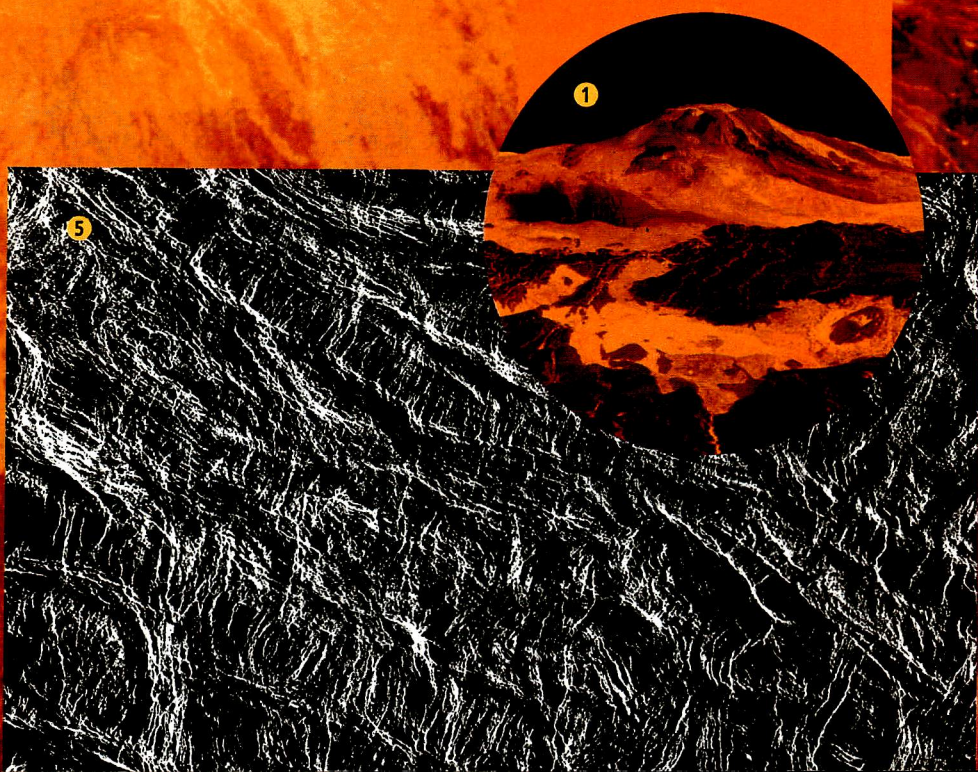


Volcans et effondrements

Les très nombreux volcans qui parsèment les plaines de Vénus (Sapas Mons et ses deux caldeiras jumelles, en photo de fond, et Maat Mons **1**) sont entretenus par l'intense activité



interne de la planète qui fait remonter la lave **2** dans des mouvements convectifs. Le phénomène inverse, effondrement de la croûte et mouvements convectifs vers le bas **3**, provoque des réseaux de fractures baptisées tesserae. Il s'agit d'une sorte de dôme qui s'est soulevé en traversant les couches superficielles et qui a ensuite été fracturé **4**. Cette tectonique assez primitive de Vénus a déformé le sol dans de nombreuses directions, comme dans la région d'Alpha **5**.



Une créativité unique

Tapissée de failles

Il y a deux types de failles sur Venus : celles qui résultent d'un mouvement d'écartement de la croûte provoquant un effondrement du sol, et celles consécutives à des mouvements compressifs avec des effets de coulissement de terrain. Ces deux phénomènes combinés ont donné naissance à des régions tapissées de failles, parfois à angle droit, comme ici dans la région de Lakshmi. (NASA)

Des veinules de lave fluide

Vénus possède les fleuves de lave les plus longs du système solaire, jusqu'à plusieurs milliers de kilomètres. Sur cette image, la coulée serpente sur plus de trente kilomètres pour une largeur variant de 1 à 2 km. Cette forme s'expliquerait par la fluidité de la lave, proche de celle de... l'eau, et parce que la coulée a pu se produire sur un sol non encore durci. S'il y a eu de l'eau à l'origine, elle a disparu depuis longtemps sans laisser de traces.



Des crêpes de lave

Ces bulles semblant émerger de la surface de Vénus ont été baptisées *pancakes* (crêpes) par les astronomes. Il s'agit de formations inédites dans le système solaire, dues aux conditions particulières de la surface vénusienne. La très forte pression de l'atmosphère et la grande viscosité de la lave ont conduit à la formation de ces dômes de 25 km de diamètre sur quelque 800 m de haut. Selon les spécialistes, ces formations seraient les dernières manifestations du volcanisme vénusien qui, après une première période plus fluide, aurait connu des éruptions de lave de plus en plus visqueuse.



Impacts sous pression

Vénus n'a pas plus de 600 impacts météoritiques, tous très jeunes. L'intense activité volcanique a complètement recouvert ceux des premiers temps de la formation du système solaire, que l'on peut voir, par exemple, sur la Lune. Sur l'image ci-contre, on voit trois marques de collisions dont les éjectats sont circonscrits à la périphérie immédiate de leurs points d'impact du fait de la pression atmosphérique.

RÉVÉLATIONS

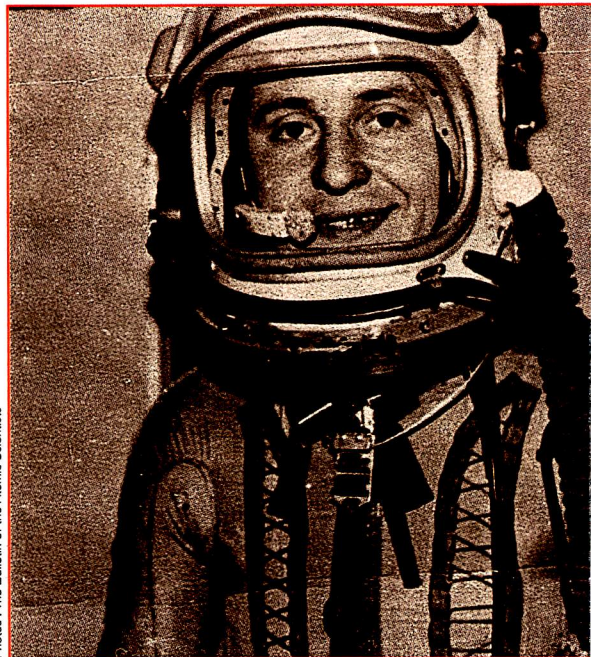
Les cosmonautes

Dans la course à l'espace, les Soviétiques ont tout sacrifié, y compris la vie d'un groupe mystérieux de "cosmonautes numéro zéro". Ces hommes ont souffert et sont morts en silence pour la gloire de la patrie. Quelques survivants racontent.

PAR JEAN-MICHEL BADER

La guerre de Corée avait montré à l'envi la supériorité aérienne des pilotes américains. Ils disposaient, en effet, de combinaisons pressurisées leur permettant d'éviter le "voile noir" provoqué par des accélérations latérales brutales. Pour l'ancien pilote de Mig 15, vétéran de Corée, Oleg Gazenko, l'absence de combinaisons handicapait lourdement les pilotes soviétiques. Il fallait donc absolument mettre au point des équipements et des techniques de résistance pour l'armée de l'air.

Surtout, l'URSS était engagée au plus fort de la grande bataille spatiale. Tout devait être fait pour préserver l'avance acquise avec *Spoutnik*, Youri Gagarine et Guerman Titov sur les Américains. Valeri Bogomolov, un chercheur militaire se souvient qu'il fallait des résultats rapides : cela nécessitait de tout apprendre de la physiologie du corps dans l'espace, de repousser au plus loin les limites de la résistance aux accélérations, à la microgravité, aux brusques changements de posture, aux conditions de stress dans les cabines spatiales. Et naturellement, il était nécessaire de disposer de cobayes humains, obéissant aux ordres, capables de décrire leurs sensations, et de dépasser leurs limites sans mot dire : à l'Institut des problèmes biologiques et médicaux de Moscou, à partir de la fin



Photos : The Bulletin of the Atomic Scientists

Rescapés à quel prix

Sergueï Nefiodov fut l'un de ces cobayes humains enfermés dans des containers pleins d'eau, alités pendant des semaines, ou soumis (ici à droite) à des tests de l'équilibre particulièrement cruels.

de l'année 1967, un groupe de "mécaniciens" – de jeunes recrues militaires en parfaite santé – fut donc recruté pour des expériences médicales très spéciales. Yevgeni Kiriuchin, un de ces "cosmonautes zéro", se souvient de Bogdan Guk, un soldat comme lui, projeté à plus de trente mètres de haut dans une catapulte, avant de retomber brutalement sur le sol. « La première fois tout se passa bien. » Mais à la seconde expérience on entendit les os de Guk craquer : paralysé, la moelle épinière coupée, le malheureux fut renvoyé chez lui en chaise roulante, avec une décoration. Oleg Gazenko, le futur responsable de la médecine spatiale soviétique, a confirmé récemment l'accident à notre consœur russe Nina Tchugunova (1). Kiriuchin es- ▶

(1) *Bulletin of the Atomic Scientists*, May, June 1994.

cobayes



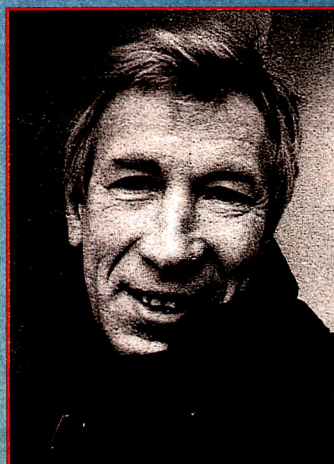
► time que trois cobayes sur quatre furent soit gravement blessés, soit victimes de pathologies secondaires aux expériences. Nombre de celles-ci dépassaient de beaucoup en difficulté les conditions rencontrées lors des vols réels. Ainsi, Victor Volkov fut soumis dans la centrifugeuse à une accélération dix fois supérieure à la gravité normale. « Dans la centrifugeuse, vous vous sentez devenir tout plat, la cage thoracique comme une crêpe, et vous respirez seulement avec l'abdomen. Quand c'est terminé, vous êtes euphorique, en extase. » Après une de ces séances, il fallut pourtant sortir un Volkov très peu extatique de la machine : l'accélération avait déchiré des fibres musculaires du cœur, ce qui entraîna une insuffisance cardiaque qui justifia son renvoi.

Les Soviétiques voulaient étudier la répartition du sang dans le cerveau et les membres, ainsi que les modifications du cœur et des vaisseaux qui surviennent dans les premières heures ou jours des vols dans l'espace. Ils installaient donc dans des lits leurs cobayes bardés de sondes et de capteurs, les pieds surélevés, puis le lit était brutalement mis à la verticale. Ils subirent ainsi de dangereuses hypotensions orthostatiques (2) et des syncopes à répétition.

Kiriuchin se souvient d'un séjour en chambre de pressurisation où il fut artificiellement exposé à une pression d'oxygène très faible correspondant à une altitude de 5 000 mètres : « Nous étions soumis à des accidents de recompression ou de décompression, à répétition, sans période de récupération. Au bout de quelques années, nous avions presque tous des changements corporels irréversibles, baptisés par les médecins *changements de fonds*. » En effet, au sortir de ces expériences des bulles d'azote s'accumulent dans les articulations, provoquant des arthrites très douloureuses et invalidantes. Des embolies gazeuses surviennent (comme chez les plongeurs) et les fonctions cérébrales se dégradent peu à peu. Si les expériences se répètent trop souvent, de micro-infarctus cérébraux produisent un état "lacunaire", avec diminution de toutes les fonctions cérébrales supérieures.

A partir des années soixante-dix, le programme spatial soviétique se spécialise dans les vols de longue durée, seule solution pour faire oublier l'échec des vols lunaires. Sont alors intensifiés pour les cosmonautes numéro zéro, les expériences médicales reproduisant l'apesanteur.

Les cobayes, comme Sergueï Nefiodov, doivent alors subir le test du container : enfermés pendant des jours dans une cuve remplie d'eau, ils flottent ainsi pour reproduire les effets de la microgravité. Nefiodov y passa cinquante-six jours !



The Bulletin of the Atomic Scientists

Le cœur brisé

Après une séance en centrifugeuse où l'accélération était dix fois supérieure à la gravité normale, Viktor Volkov développa une insuffisance cardiaque. L'accélération avait déchiré des fibres de son cœur.

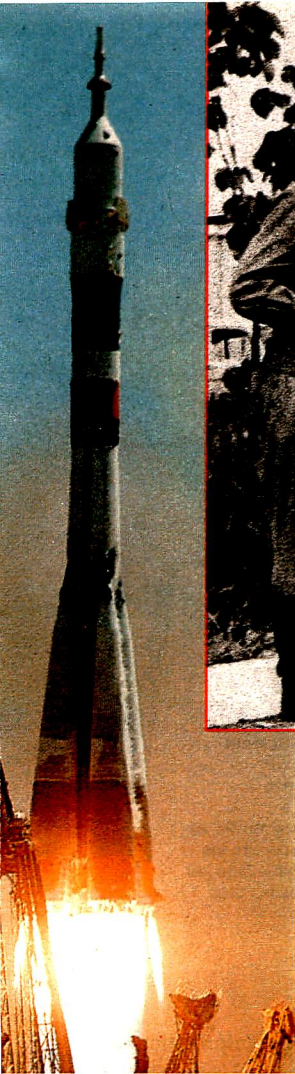
Photo D.R.



« La première partie de l'expérience devait durer seulement vingt-huit jours, et je ne veux même pas vous décrire la première demi-heure, ni la première heure. Le temps s'arrête, c'est une torture pure et simple. Impossible de se lever, il n'y a plus aucun repère, sauf les médecins qui se penchent sur vous pour vous observer. Les derniers jours, je ne vivais plus que pour le moment où j'allais pouvoir enfin me lever. Mais le médecin est venu me demander, très excité, si je voulais bien continuer l'expérience pour encore vingt-huit jours. On me sortit de l'eau pour me faire passer à la centrifugeuse, j'étais incapable de me lever. Après quoi, je retournai donc dans le caisson un mois de plus. Indescriptible ! » La peau des sujets soumis à cet essai finissait par se détacher par lambeaux.

L'immobilité totale du corps peut reproduire *a minima* les modifications dues à la microgravité. Une expérience simple consiste donc à mettre les cosmonautes au lit : les Américains, et les Français l'ont fait pour l'entraînement de leurs pilotes spa-

(2) Diminution notable de la pression artérielle dans la position verticale pouvant s'accompagner de malaises et de vertiges.



The Bulletin of the Atomic Scientists

Cette fusée décollera sans eux

Ils espéraient partir un jour dans l'espace, mais aucun n'est jamais devenu cosmonaute (dans le cercle rouge, Sergueï Nefiodov). Leur sacrifice permit à d'autres d'inaugurer la fusée Semiorok (ci-contre).

taux. Mais les Soviétiques ont vraiment battu tous les records. Yuri Savotchkin se souvient très bien avoir passé d'abord quarante-neuf jours allongé. « A partir du quatrième jour, je ne pissais plus que du sable. Cette première expérience était si dure que je n'arrêtais pas de me répéter : enfuis-toi, enfuis-toi. Entre 1976 et 1977, j'ai encore passé cent quatre-vingt-six jours allongé. » L'alitement modifie l'écoulement du sang dans les vaisseaux (des phlébites ou des embolies surviennent), le contact du drap sur les chairs provoque l'apparition d'escarres douloureuses, longues à cicatriser. La masse musculaire fond à grande vitesse, et les cobayes maigrissent, sont incapables de marcher, leurs articulations sont raides.

A la suite de cette immobilité forcée, les cosmonautes numéro zéro étaient installés sur des vélos d'entraînement, puis gazés au dioxyde de carbone dans la chambre de pressurisation. Et ensuite, retour au lit. Le groupe des cobayes fut décimé : blessures, accidents mortels, mais aussi dé-

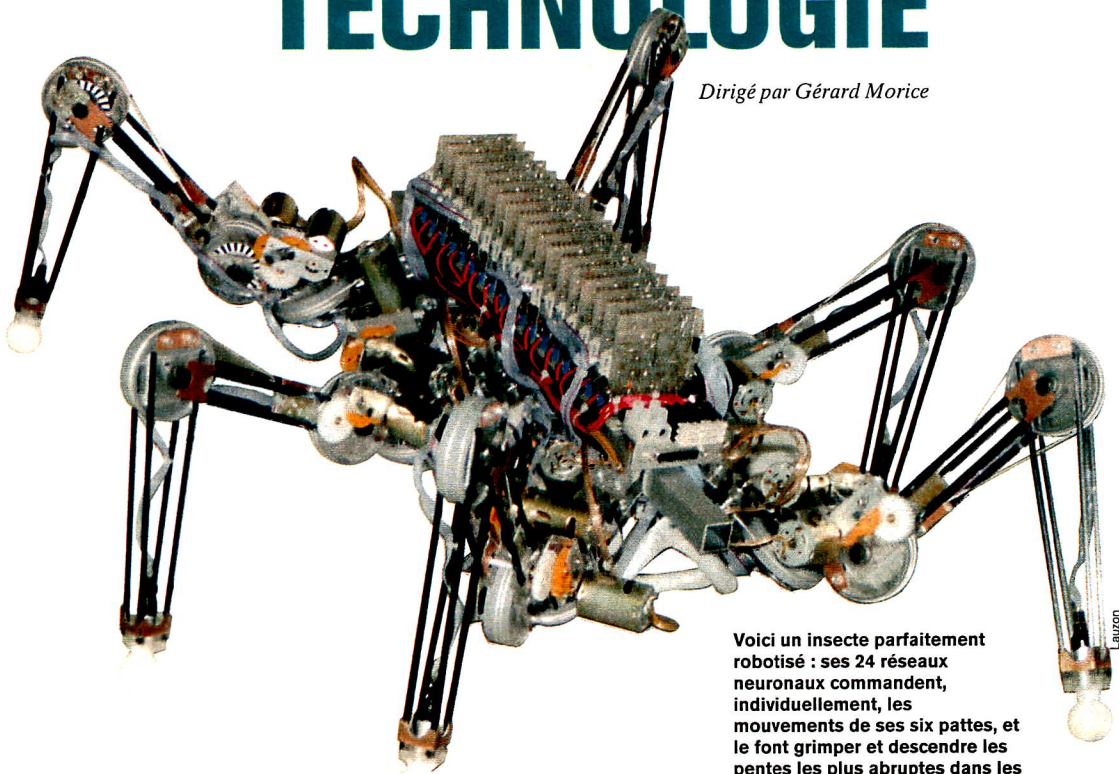
pressions profondes, alcoolisme chronique, drogues. Ogurtsov mourut subitement, tout comme Génia Drujinin, un an après avoir cessé l'entraînement. Boris Pachkin se pendit, Igor Dikov se jeta par la fenêtre.

Les survivants accusent aujourd'hui : injections répétées d'iode radioactif, extrémités de sondes poussées dans les veines jusque dans les cavités cardiaques, injections de substances paralysantes. Nefiodov raconte un cathétérisme cardiaque : « La sonde me fut posée sans anesthésie, dans la zone sous la clavicule, avec une aiguille spéciale. Un cathéter fut poussé jusque dans le cœur. J'avais l'impression d'être en train de mourir. On m'endormit, mais je me réveillai au milieu de l'opération. Le médecin, plus tard m'avoua qu'avec n'importe qui d'autre que moi, ça se serait mal terminé. Je ne sais pas ce qu'il voulait dire, je sais seulement que les médecins nous aimaient bien, Génia et moi, car nous étions capables de dépasser les seuils des autres. »

Pourquoi dans ces conditions avoir accepté de souffrir aussi fort et aussi longtemps ? L'espoir toujours présent, d'être choisi comme cosmonautes était soigneusement entretenu (bien entendu, aucun numéro zéro ne vola jamais) ; la fierté de faire partie d'une élite, l'idéologie de dépassement de soi au profit du communisme ; la crainte d'être renvoyé, de devenir "mécanicien" (c'était l'intitulé de leur bulletin de salaire), de "trahir" les espoirs des dirigeants ; et puis la souffrance comme une drogue, presque comme une récompense. ■

TECHNOLOGIE

Dirigé par Gérard Morice



Voici un insecte parfaitement robotisé : ses 24 réseaux neuronaux commandent, individuellement, les mouvements de ses six pattes, et le font grimper et descendre les pentes les plus abruptes dans les conditions climatiques les plus défavorables...

Informatique

La bête à six pattes

Cela ressemble à un insecte, une grosse sauterelle. *Lauron*, fabriquée en aluminium et autres matériaux synthétiques légers, est une "machine qui marche" de 50 centimètres de long sur 12 centimètres de large, et ne pèse que 11 kg...

Répertoire

● Du 3616 au 3629, quelque 300 banques de données vidéotex les plus utiles au fonctionnement de l'entreprise, et accessibles par minitel, ont été recensées. Des "coups de cœur" ont été attribués à chaque banque, concernant le volume et l'étendue des données, la simplicité de la recherche, la rapidité des réponses, etc.
Tél. : 1 45 82 75 75.

Mais à quoi peut bien servir *Lauron* ? Mise au point par une firme allemande d'informatique, elle démontre que des réseaux neuronaux peuvent assurer la commande de systèmes même très complexes et résoudre des problèmes aussi essentiels que le déplacement, la stabilité et le maintien de certains appareils, et ce, pour des dénivelés importants et dans des conditions de température parfois limites.

Lauron n'est pas très rapide : sa vitesse de pointe est de 4 km/h... Mais elle peut se déplacer sur les terrains les plus accidentés. En effet, sa "moelle épinière" comprend 24 réseaux de neurones qui contrôlent, individuellement, le mouvement de six pattes, d'où une étonnante coordination de celles-ci. Chacune d'entre elles a trois articulations et dispose à son extrémité de quatre capteurs

qui donnent des informations sur la pression au sol et la direction de la marche. D'autres capteurs contrôlent la température de chaque moteur. En tout, 150 capteurs livrent leurs données mille fois par seconde aux réseaux de neurones et permettent à 18 moteurs électriques d'actionner et de coordonner le mouvement des pattes.
C. H.

36 15
SCV

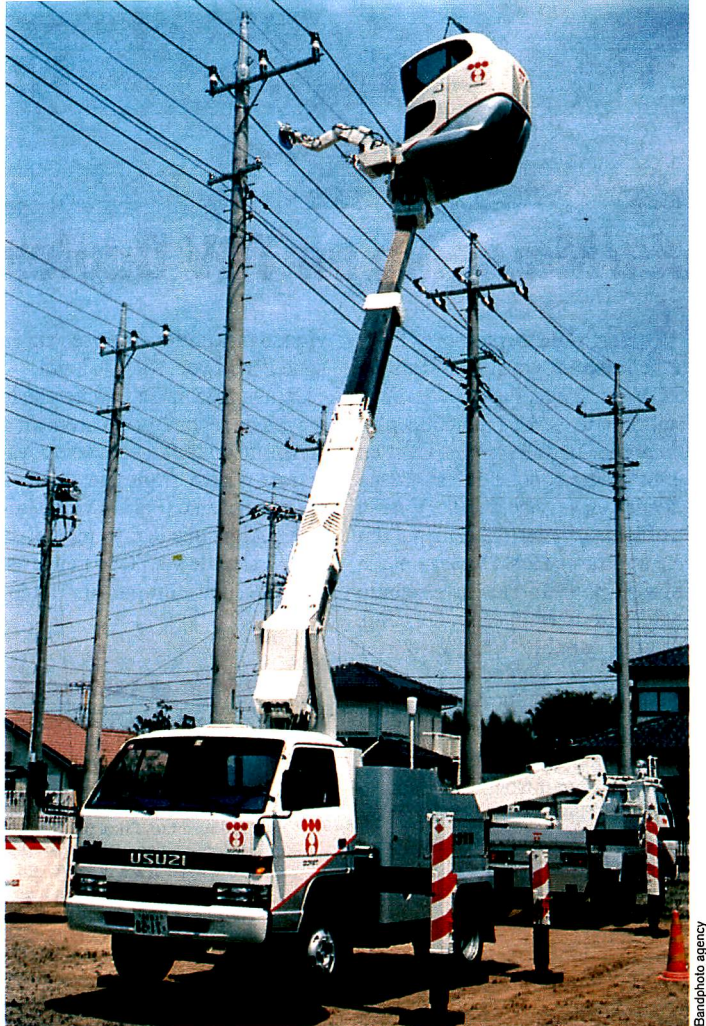
MESSAGERIES
INTERNATIONALES
Communiquez avec
des utilisateurs du monde
entier, en direct avec
un réseau
de sept satellites

Electricité

Réparer les lignes sans couper le courant

Un robot japonais est capable de réparer, de dévier, de connecter des lignes électriques sans avoir à couper le courant. Jusqu'ici il fallait escalader les poteaux qui supportent les lignes et couper le courant pour effectuer les réparations. Maintenant, l'opérateur reste assis dans une cabine totalement isolée et, de là, manœuvre deux longs bras robotisés en toute sécurité.

Ce robot, qui va être prochainement utilisé pour réparer des lignes électriques en fonctionnement, en installer de nouvelles, et les connecter les unes aux autres, a été mis au point par la compagnie d'électricité de Tokyo, travaillant en liaison avec plusieurs firmes industrielles : Furakawa Electric, Fuji Electric et Aichi. Coût du développement : 1 milliard 400 millions de yens (75 millions de francs).



Au Japon, un robot va permettre aux réparateurs des lignes électriques de travailler sans avoir à interrompre le passage du courant.

Bandphoto agency

Nanotechnologie

Le moteur le plus petit est aussi le plus rapide du monde

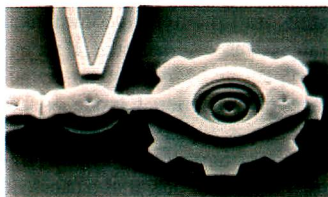
«Nous avons l'appareil à rotation électrique le plus rapide du monde», affirme Ernest Garcia, chercheur au département des composants électromécaniques des laboratoires Sandia, en Californie.

Ce moteur, qui atteint des vitesses de plusieurs centaines de milliers de tours par minute, alors que la plupart des appareils actuels n'atteignent pas les 100 000 tours, a l'épaisseur de quelques cheveux ! Son mécanisme de transmission transforme un mouvement linéaire en mouvement rotatif. L'énergie ainsi délivrée est continue et permet d'actionner des micro-instru-

ments pour, par exemple, déboucher des artères, détruire des cellules anormales, opérer à l'intérieur de l'œil, de l'oreille, et peut-être même du cerveau.

Le partenaire de recherches d'Er-

Il tourne à plusieurs centaines de milliers de tours par minute !



Sandia Microengine

nest Garcia est Jeff Sniegowski, du département de la technologie des semi-conducteurs de Sandia. Car le nano-moteur est fabriqué sur le même type de plaquettes en silicium que celles qui sont utilisées pour les circuits intégrés. L'objectif est d'associer ce moteur à ces circuits afin de créer un appareil électromécanique inédit.

«Depuis l'invention des circuits intégrés, leur champ d'application a dépassé les estimations de départ les plus optimistes et les plus folles. Nous pensons qu'il en sera de même pour les micro-moteurs», affirment les deux chercheurs. S. M

Transports en commun

Paris/Marseille en TGV Duplex

A partir de septembre 1996, lorsque vous prendrez le TGV sur l'axe Paris-Lyon-Marseille, vous serez beaucoup plus nombreux dans les rames. C'est en effet à cette époque qu'est prévue la mise en service des TGV de la troisième génération, ceux qui ont été baptisés «TGV Duplex» par la SNCF, pour la raison évidente qu'ils ont deux niveaux. Du coup, ils sont capables de transporter 48 % de voyageurs en plus que dans les rames TGV classiques orange, soit 545 places contre 368.

Le 14 mars dernier, la SNCF a dévoilé le premier tronçon de huit remorques de pré-série de ce TGV Duplex. Les nouvelles motrices sont en cours de tests à l'usine de Belfort d'Alstom. Les motrices actuelles des TGV réseau ont fait l'affaire pour tracter ce tronçon à la

vitesse maximum autorisée sur la ligne Paris-Lyon, soit 270 km/h.

Depuis 1985, la SNCF cherche le moyen de répondre efficacement à la densité du trafic sur la voie royale ferroviaire française, l'axe à grande vitesse Paris-Lyon-Marseille. Alors que le taux moyen de remplissage de ses TGV orange est de 75 %, il atteint parfois 100 %,

par exemple le vendredi soir. Or, les doubles rames ou encore les progrès de signalisation, qui vont permettre de faire circuler sur une même voie des trains toutes les trois minutes, montrent leurs limites face à cette croissance de la demande. La SNCF a bien songé à allonger les rames, mais outre l'investissement matériel, cela impliquait également d'allonger les quais : une solution difficilement réalisable dans toutes les gares. Dès lors, la solution du «deux niveaux» est apparue la plus séduisante.

La fiche technique du TGV Duplex

Sur le plan des performances, les motrices bi-courant (25 kV/50 Hz - 1,5 kV à courant continu) ne diffèrent pas de celles du TGV Réseau en service aujourd'hui. Elles permettent toujours d'assurer un service commercial à 300 km/h. En revanche, leurs formes plus profilées entraînent un meilleur coefficient de pénétration dans l'air, ce qui réduit leur impact

sonore. Autre innovation : le pupitre de la cabine de conduite est placé en position centrale et bénéficie d'une nouvelle ergonomie. Le bogie moteur se caractérise par un nouveau type de frein. Les semelles, qui usaient la table de roulement (phénomène à l'origine des bruits de roulements) ont été remplacées par des disques flasques.



A. Meyer

Papier

200 kg par personne en Europe, 3 kg en Inde

La consommation mondiale de papier et de carton, 250 millions de tonnes par an, atteindra 440 millions de tonnes en 2010. C'est ce que prévoit la FAO (Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture), sur la base d'une progression annuelle de 3,1 % par an en moyenne.

Principaux responsables de ce formidable bond en avant : les pays en voie de développement, où cette augmentation part d'un niveau très bas. Ces pays, tous ensemble, ne consomment qu'un cinquième des

papiers produits dans le monde... Dans nombre de pays d'Europe occidentale, la consommation de papier dépasse déjà 200 kg par personne et par an ; on n'en consomme que 20 kg en Europe de l'Est, 17 kg en Chine et 3 kg en Inde.

Les besoins en papier et carton sont pratiquement incommensurables dans le tiers-monde. Il y a notamment un besoin aigu en emballages de protection, tels que les sacs et les caisses en carton ondulé. De grandes quantités de denrées alimentaires sont détruites à cause de

transports inefficaces et d'emballages de mauvaise qualité. Dans certains pays, on peut évaluer ces déperditions à plus de 50 % estime Bo Wergens, président de l'Association suédoise des fabricants de pâtes et de papiers.

Cette explosion du marché mondial fait faire grise mine aux pays consommateurs, car elle s'accompagnera inmanquablement d'une forte augmentation des prix, et satisfait les producteurs, qui ont engagé d'importants investissements pour augmenter leurs capacités.

Mais il n'est pas facile de réaliser un TGV à deux niveaux sans dépasser la charge maximum de 17 tonnes à l'essieu imposée sur le réseau à grande vitesse français. Il a donc fallu faire une chasse sans pitié aux kilos. Ainsi pour la structure de la caisse, l'acier a fait place à de longs profilés soudés d'aluminium. De même, le plancher intermédiaire est constitué d'un nid d'abeille d'aluminium. La sécurité n'a pas été mise de côté puisque, selon la SNCF, la résistance au choc a même été renfor-

cée grâce à la création de zones de déformation programmées dans les espaces non-habités de la rame. Les zones passagers, elles, ont été renforcées. On a aussi ajouté un dispositif évitant le chevauchement entre les remorques d'extrémité et les motrices.

Cette volonté de légèreté s'est manifestée également sur les bogies porteurs, où une meilleure distribution du métal a permis de gagner 170 kg sur chacun d'entre eux. En fait, le gain de poids sur l'ensemble des pièces d'un bogie

et de sa suspension est supérieur à une tonne. Les sièges de seconde classe ne pèsent plus que 14 kg contre 26 pour un siège du TGV Atlantique. Les ingénieurs ont même été jusqu'à utiliser des peintures et des enduits de faible densité et des câbles électriques à isolants minces...

Ajouter à cela que ce TGV, qui ne passera pas inaperçu dans le paysage du fait de sa haute taille - 4,32 m - ou encore de ses motrices redessinées, fera en revanche moins de bruit. Trois décibels de moins grâce à des freins à disques qui remplaceront les semelles classiques sur les bogies moteurs. Ces dernières entraînaient un bruit de roulement par l'usure qu'elles causaient aux roues. En septembre 1996, lorsque les Duplex feront leur apparition, on pourra alors songer au TGV de quatrième génération, le «NG» pour Nouvelle Génération, un TGV duplex capable d'atteindre 350 km/h en vitesse commerciale. L. B.

Résultat : un gain d'environ 3 dB sur le niveau de bruit émis lors des circulations à grande vitesse. Dans la remorque de 1^{re} classe, un espace adapté aux handicapés se déplaçant en fauteuil roulant, avec des WC spécifiques, a été aménagé. Une plate-forme élévatrice permet le transfert de plain-pied entre le seuil de porte et le plancher de la salle basse évitant ainsi à l'handicapé

d'utiliser une chaise transfert. La remorque du bar est particulière : le plancher du niveau supérieur a été abaissé afin d'offrir aux voyageurs debout une plus grande hauteur sous plafond. Le niveau inférieur lui, reçoit tous les équipements techniques liés au confort du voyage : par exemple, l'alimentation électrique pour faire fonctionner la climatisation.



Travaux publics

Coup de pouce pour les microtunnels

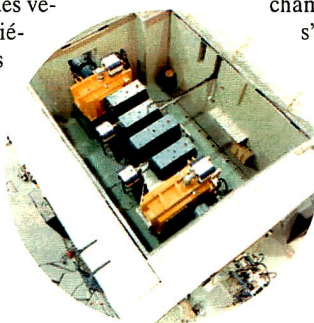
La mise en place de réseaux enterrés ou la rénovation de structures déjà existantes sont sources de nuisances importantes : gêne pour les usagers (circulation plus difficile des véhicules et des piétons), dommages aux voies, en particulier dans les zones urbaines.

Pour limiter ces dégâts, le Comité français pour les travaux

sans tranchées (FSTT) s'attache à promouvoir la création de microtunnels, ouvrages souterrains dont les dimensions ne dépassent pas 1,20 m de diamètre et dont le champ d'application

s'étend à toutes les canalisations enterrées. Le microtunnel, bien que connu en France, y reste sous-utilisé, à la différence des Etats-Unis et du Japon.

C'est pourquoi avec ses adhérents (dont certains sont de poids : EDF, GDF, SNCF, plusieurs ministères), la FSTT a lancé un projet national pour le développement de la "solution microtunnels". Ce projet, maintenant en cours depuis plus d'un an, vise à mettre au point des normes et une réglementation, afin que les travaux sans tranchée soient adoptés par des entreprises et des organismes de plus en plus nombreux, et soient aussi mieux connus des particuliers, car ces derniers ont leur mot à dire... S. M



Achim Zuchow Gai

La télévision, reine des inventions du siècle

Les douze inventions les plus marquantes du siècle sont : la télévision, l'ordinateur, la greffe du cœur, les antibiotiques, le lave-linge, la pilule contraceptive, le scanner, la pénicilline, le réfrigérateur, la carte bancaire, le TGV et, enfin, le laser.

C'est ce qu'établit un sondage effectué par l'IFOP pour le compte de Du Pont de Nemours, leader mondial de l'industrie chimique, mastodonte dont les 1800 produits et gammes de produits sont présents dans presque tous les moments de la vie quotidienne.

Dans le secteur des loisirs, la télévision triomphe avec un taux de citation de 79 %, contre 10 % pour le Livre de poche, taux qui, après tout, ne nous paraît pas si négligeable et qui marque bien du sceau "invention" une création autant culturelle qu'économique.

Dans le domaine de l'ha-

bitat, 68 % des personnes interrogées jugent que le lave-linge est l'une des inventions les plus importantes du siècle, alors que 8 % seulement votent pour la bouteille en plastique. Dans les changements radicaux de la vie de tous les jours, l'invention de la carte bancaire à puce (68 %) est préférée au stylo à bille (31 %) ainsi qu'aux plats surgelés (30 %). En matière de transport, le TGV recueille 46 % des suffrages, devant la navette spatiale.

Enfin, dans leur univers professionnel, les Français apprécient plus l'introduction de l'ordinateur, cité à 72 %, que l'arrivée du Minitel (16 %) et du photocopieur (11 %).

Dans l'ensemble, les hommes sont plus sensibles aux performances techniques que les femmes. 32 % d'entre eux citent ainsi l'avion à réaction, contre 25 % des femmes. De

même, alors que les hommes sont plus nombreux à citer le disque com-

passé, les femmes ont une préférence pour le Livre de poche.

Plus les inventions pénètrent à fond dans la société, plus elles sont anciennes, plus elles perdent leur côté extraordinaire et plus il est difficile de reconnaître et d'estimer leur juste valeur, surtout pour les classes d'âge des plus jeunes. En compensation, plus on a vécu l'introduction de l'invention, plus elle est jugée importante. C'est ainsi que ceux qui ont vu décoller la première navette spatiale citent cette dernière à 29 % contre 20 % pour les autres classes d'âge.

Seule exception : la pilule contraceptive. 45 % des moins de 35 ans la citent comme l'une des deux grandes innovations médicales du siècle. Pourtant, aucun d'eux n'avait plus de huit ans lorsqu'elle a été autorisée en France...

Parmi les douze inventions arrivant en tête, tous secteurs confondus, cinq relèvent de la médecine. La greffe du cœur est ainsi citée à 22 %, les antibiotiques à 21 %, et la pilule à 20 %. Arrivent ensuite le scanner avec 17 % et la pénicilline à 16 %. Il semblerait ainsi que les inventions les plus importantes du siècle soient celles qui changent la vie, mais aussi celles qui la sauvent et la protègent.

Téléphone : "l'explosion" du sans fil

● On vend actuellement dans le monde environ 145 millions de téléphones par an. A la fin des années 1990, les experts prévoient que de 20 à 30 % des téléphones vendus seront des "sans fil".



Ennault Features

Vous avez la bosse
des sciences ?
Vous avez des idées ?
Alors allumez vos
méninges, et
préparez vous à
participer au
Concours Européen
des Jeunes
Scientifiques
organisé par l'Union
Européenne.
Son objet ?
Présenter une
recherche
scientifique
théorique ou
appliquée.
Dans quel domaine ?
A vous de choisir.

Vous pouvez concourir seul ou par
équipe (3 personnes maximum)

Pour en savoir plus et
recevoir un dossier de
candidature, retournez-nous
dès maintenant le bulletin
ci-dessous.



**ALLUMEZ
VOS
MENINGES**

**Participez
au concours
européen
des
jeunes scientifiques
et mesurez-vous
aux meilleurs
d'entre-eux.**

RÉSERVÉ AUX 15-21 ANS
et en 1ère année d'enseignement supérieur maximum

SCIENCE & VIE et
SCIENCE & VIE JUNIOR
organisent la
sélection française
de ce grand concours
démarrant début 96.
Date limite de remise
des projets :
30 mars 1996
Concours Européen :
septembre 96 à
Helsinki (Finlande)

Parmi les prix,
des chèques de 5.000,
3.000 et 1.500 ECU,
des stages en
laboratoire
et aussi la possibilité
de faire avancer vos idées
et faire progresser votre esprit créatif
avec des savants de
renommée internationale.

Avec la participation de l'ANSTJ, du
CNES, du CNRS, de l'IFREMER, de
l'INRA, et de l'INSERM
Sous le patronage des Ministères
de l'Education Nationale
et de la Recherche

DEMANDE DE DOSSIER DE CANDIDATURE

à retourner sous enveloppe affranchie avant le 31 décembre 1995 à
CONCOURS EUROPÉEN DES JEUNES SCIENTIFIQUES 1, rue du Colonel Pierre Avia 75503 Paris cedex 15

Nom..... Prénom.....
Adresse.....
Code Postal..... Ville.....
Date de naissance..... Niveau d'études.....

Conformément à la loi informatique et Libertés du 06/01/78, vous disposez d'un droit d'accès aux données personnelles vous concernant. Par notre intermédiaire, vous pouvez être amenés à recevoir des propositions d'au-
sociétés ou associations. Si vous ne le souhaitez pas, il vous suffit de nous écrire en nous indiquant votre nom, prénom, adresse, et si possible, votre référence client.

Concours

Le trophée scientifique de M6

Voilà presque cinq ans que "la science gaie" s'est installée dans la grille de programme de M6. Présentée par un ancien ingénieur agronome aux lunettes zébrées, l'émission "E = M6" est la seule véritable plage de vulgarisation scientifique de la télévision française. Depuis deux ans, Nicolas Goldzahl, l'un des producteurs, a lancé un nouveau défi à nos jeunes têtes blondes : «Valoriser l'intelligence des mains tout autant que l'intelligence pure», en créant la Coupe et le Trophée E = M6.

Le trophée est un concours ouvert aux lycéens tandis que la coupe concerne les grandes écoles (Centrale, SUPELEC, école Polytechnique...). Dans les deux cas, il s'agit d'une

compétition mettant en jeu des robots télécommandés appartenant à deux équipes adverses. Cette année, les deux robots adverses doivent quitter leurs plots de départ pour atteindre celui de l'adversaire où se trouve un ballon gonflé (schéma ci-dessous). Le vainqueur est celui qui parvient le premier à percer le ballon de son adversaire.

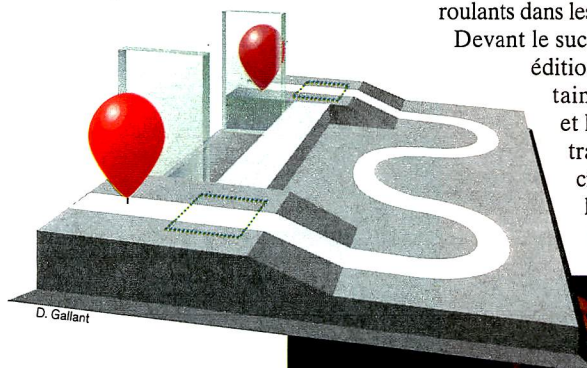
L'affaire est plus compliquée qu'il n'y paraît. En fait, la mise au point de la machine est le fruit d'une lente réflexion où se mêlent à la fois les compétences technologiques et l'astuce. L'an dernier, le gagnant avait équipé son robot d'un moteur d'essuie-glace de Twingo et les roues de sa machine étaient faites d'un caoutchouc hyper-adhérent, utilisé d'ordinaire pour les tapis roulants dans les aéroports.

Devant le succès de la première édition (1993/1994), certaines grandes écoles et lycées ont créé des travaux dirigés "spécial E = M6" durant lesquels l'enseignant joint l'utile

à l'agréable en construisant les robots en même temps qu'il instruit ses élèves.

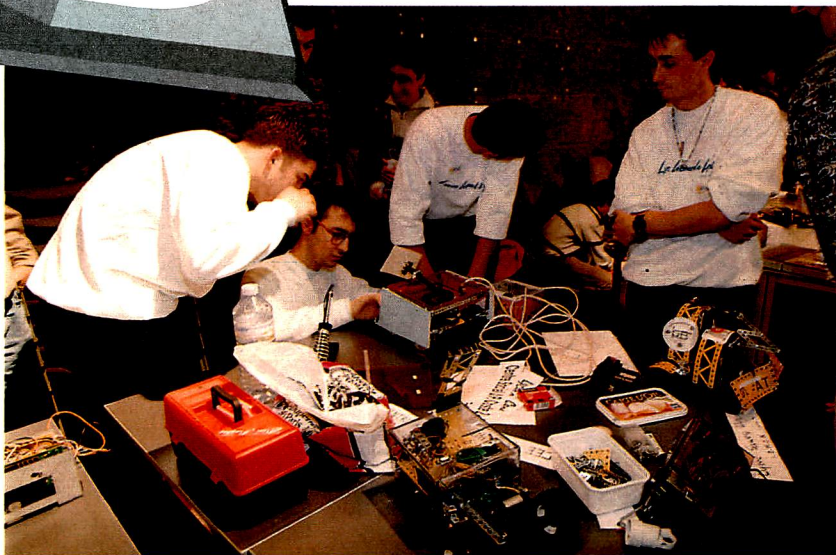
L'idée n'est pas nouvelle : le MIT organise chaque année ce type de rencontre qui fait un malheur dans les universités américaines. «Nous avons diffusé pendant deux ans les concours du MIT», dit Nicolas Goldzahl «du coup, lorsqu'on a proposé la coupe et le trophée E = M6, les passionnés de ce genre de bidouillage connaissaient exactement la philosophie d'un tel concours». Et la mayonnaise a pris "au quart de tour" : le nombre d'équipes inscrites a doublé en un an. Le 12 et 13 mai prochain, 52 équipes des grandes écoles françaises viendront s'affronter au CNIT de la Défense. C'est la société Espace-Elec qui se chargera de l'accueil.

D. D.



D. Gallant

Crever le ballon de l'équipe adverse à l'aide d'un robot : tel était l'enjeu du Trophée E = M6, qui a opposé des lycéens venus de toute la France, le 4 février, au Futuroscope de Poitiers.



Boiffin Wvior

La carte des mauvaises odeurs du métro

Pas toujours agréable, l'odeur du métro... Son origine est complexe : les trains, l'air extérieur, la présence humaine, les produits d'entretien... Pour mieux la combattre, il faut d'abord l'identifier avec précision. C'est le but d'un programme d'études sur trois ans lancé par la RATP et dont les premiers résultats sont maintenant disponibles.

Ce programme est le résultat d'une coopération entre des experts et des chercheurs réunis dans le cadre des travaux du Club CRIN "Traitement des nuisances olfactives". Plus de 3 500 spécialistes industriels ou chercheurs des organismes publics et de 400 entreprises contribuent aux travaux de 27 Clubs CRIN, réseaux d'experts dont l'objectif est de pro-

mouvoir des actions de recherche en coopération et de proposer les évolutions nécessaires de la recherche publique.

En ce qui concerne l'odeur du métro, la première phase de l'opération est en cours à la station RER Châtelet-les-Halles depuis plus d'un an. Les substances et produits à l'origine des nuisances olfactives, ainsi que les mouvements d'air dans la station sont analysés et quantifiés. Ces travaux sont complétés par des études psychosociologiques : elles sont destinées à évaluer la perception des odeurs par les voyageurs.

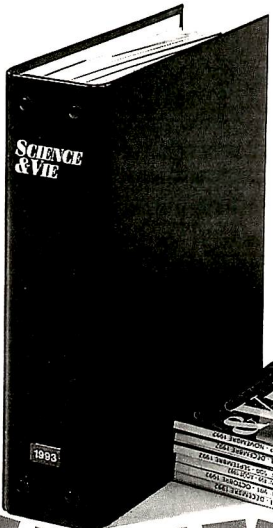
Des études olfactométriques ont permis d'établir une cartographie détaillée des odeurs selon leur intensité sur le site de la station Châtelet-les-Halles et, dès à présent, dé-

butent les études consacrées aux procédés de traitement.

Les conclusions de ces actions permettront d'offrir un meilleur confort aux voyageurs. Elles pourront également être transposées à des sites industriels.

1000 entreprises en vingt-cinq ans

● Dans l'arrière-pays de Nice et d'Antibes, Sophia-Antipolis, la plus grande technopole d'Europe s'appête pour ses 25 ans à accueillir sa 1000^e entreprise "high-tech". Elle emploie déjà 1 600 personnes.



**COLLECTIONNEZ
LE SAVOIR
AVEC
LES RELIURES
SCIENCE & VIE**

BON DE COMMANDE
à compléter et à retourner paiement joint à SCIENCE & VIE
1, rue du Colonel Pierre Avia 75503 PARIS cedex 15

OUI je souhaite recevoir ___ lots de 2 reliures (*) SCIENCE & VIE au prix de 95 F franco - Etranger : 100 F **

* Je joins la somme de ___ F par chèque, CCP ou mandat à l'ordre de SCIENCE & VIE-Bred

NOM Prénom

ADRESSE

CODE POSTAL VILLE

(*) Chaque reliure est conçue pour classer 6 numéros. (**) Dans la limite des stocks disponibles

OFFRE VALABLE JUSQU'AU 31/12/95 RC Paris B 572 134 773

**NOUVEAU !
100 % Français**

**JEU MYTHOLOGIQUE PÉDAGOGIQUE
EN COULEURS**

- Découvrez la culture de l'Egypte ancienne sur le parcours du Nil aux 53 symboles (scènes de la vie courante - animaux, etc...).
- A chaque lancer de dé, vous rencontrerez ses Dieux, ses Pharaons, ses personnages, etc... Vous apprendrez l'écriture hiéroglyphique à la portée de tous.
- Autant d'histoires, de légendes à découvrir en jouant en famille à l'ombre de la Pyramide à degrés de SAKKARAH AU JEU L'EGYPTIEN (modèle déposé).
- Dessiné entièrement à la main sur fond papyrus d'après les œuvres de Jean-François Champollion, les œuvres mythologiques égyptiennes et le musée du Louvre (bas-reliefs - papyrus).



L'EGYPTIEN

270 F

COUPON A RETOURNER A :
LUCAS - SALESES
AUTEURS EDITIONS
KERMOURAUD, 44410 ST-LYPHARD

Nom

Prénom

Adresse

Code Postal

Ville

OTÉ : PRIX : TOTAL :

Ci-joint mon règlement de 270 F + 35 F de participation aux frais d'expédition par chèque bancaire ou CCP.

2 Règles de jeu
Double plateau
98 cartes
2 dés
6 pions

Simulation

Jules Verne, la soufflerie la plus sophistiquée du monde

Neige, pluie, brouillard, verglas, vent de sable saharien ou encore cyclone : la soufflerie climatique Jules Verne, implantée au centre de recherche du Centre scientifique et technique du bâtiment (CSTB), à Nantes, sait tout reproduire.

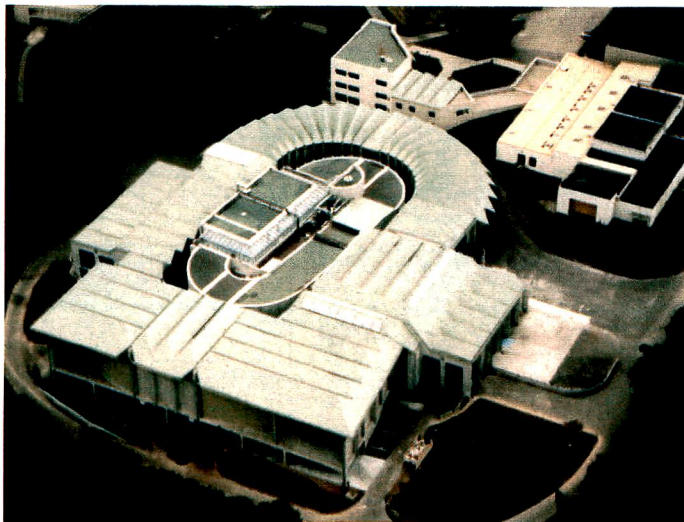
Ce très grand équipement – il s'étend sur une surface de 5 000 mètres carrés –, a été conçu pour étudier les comportements des bâtiments et des éléments de construction (comme le Grand Stade de Saint-Denis, par exemple), des véhicules et matériels de transport (de l'automobile à l'aérospatial), ou encore de n'importe quelle machine et accessoire. On y recrée n'importe quelle condition climatique, y compris les plus extrêmes.

La soufflerie Jules Verne restitue en grandeur réelle, et c'est une première mondiale, les effets conjugués du vent (avec ses fluctuations naturelles), de la pluie, de la neige, du sable, des polluants, du givre,

des ambiances froides et chaudes dans une gamme de température allant de -25°C à $+50^{\circ}\text{C}$.

Les souffleries actuellement en service dans le monde entier se limitent à la restitution d'un écoulement d'air régulier et uniforme avec, dans certains cas, un contrôle associé de la température. Or, pour nombre de problèmes liés à l'environnement, c'est la combinaison des phénomènes dynamiques, thermiques et hygrothermiques qui intervient dans les mécanismes. Et comme les paramètres climatiques varient dans le temps, l'expérimentation en vraie grandeur s'avère indispensable. Or, cette variation des paramètres se révèle très complexe et on n'était pas encore parvenu à la réaliser. D'où l'intérêt de la nouvelle soufflerie, qui relie entre elles la modélisation théorique des

5 000 mètres carrés pour expérimenter, en grandeur réelle, les effets du climat sur toutes les sortes de bâtiments.



CSTB

Tondeuses à gazon : protégez vos mains

● Les tondeuses à gazon s'avèrent plus dangereuses pour les mains que pour les pieds. En effet, le Centre de documentation et d'information de l'assurance (CDIA) précise que 58 % des victimes d'accidents de tondeuse sont blessées aux mains, 20 % aux jambes et 14 % aux pieds...

Désintérêt pour la science et la technologie

● Chose incroyable pour le pays où la "high-tech" avait une valeur quasi mystique : la science et la technologie n'ont plus la cote au Japon. En dix ans, la proportion de 20-30 ans déclarant s'intéresser à l'actualité scientifique est passée de 55,3 % à 41,3 % et, au cours des six dernières années, le pourcentage des jeunes s'inscrivant dans une école d'ingénieurs est tombé de 17 % à 13 %.

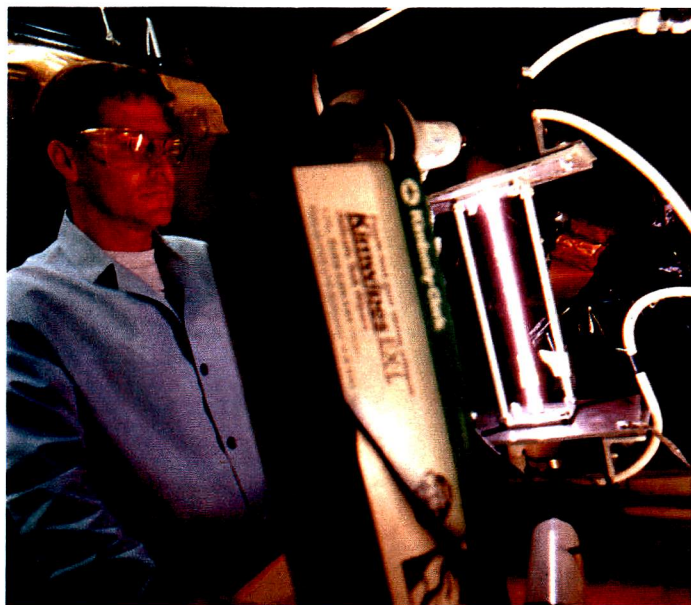
mécanismes et l'observation *in situ*, sur les ouvrages.

En ce qui concerne le Grand Stade de Saint-Denis, à titre d'exemple, la soufflerie a déjà en cours toute une série d'études : impact aérodynamique sur l'environnement, dimension de la toiture du stade, stabilité globale de l'ouvrage et recherche de solutions pour diminuer la prise au vent, contrôle de l'ambiance climatique à l'intérieur du stade (aire de jeux, zones d'athlétisme et d'homologation des records, rideaux d'air, traitement brise-vent, confort des tribunes, etc.).

Un canon à lumière contre la moisissure

Dans notre numéro de février 1995 (p. 23), nous avons évoqué l'irradiation des aliments pour leur conservation et fait référence à la dernière étude de l'Organisation mondiale de la santé (OMS) soutenant, une fois de plus, que l'irradiation n'entraînait aucune conséquence néfaste sur la santé des consommateurs.

Les Allemands sont plus circonspects, plus prudents : ils préfèrent attendre et voir. Même si le rayonnement radioactif (par exemple du cobalt 60) envisagé actuellement pour tuer les germes des tomates



Un jet de lumière très intense et très bref suffit à tuer bactéries et champignons à la surface des aliments.

ou des crevettes est de faible intensité et de courte durée, il est interdit en Allemagne. On craint que la "douche radioactive" soit mal employée, qu'elle masque l'âge véritable des denrées alimentaires.

Pour conserver les aliments, les Allemands ont recours à une autre technique, mise au point tout récemment par l'entreprise californienne Food Co, établie à San Diego. Cette technique remplace le rayonnement radioactif par un jet de lumière très intense, 20 000 fois plus puissant que la lumière solaire sur la terre, pendant un millième de seconde. Cet éclair suffit à tuer les bactéries, les moisissures ou les champignons de la surface des produits alimentaires, à 100 % pour les tomates ou les pommes, à 98 % pour les viandes, dont les surfaces sont irrégulières.

La "lumière" n'attaque pas les vitamines ou les protéines, car elle n'agit qu'en surface. Les tomates, quatre semaines après le traitement, ont l'aspect et le goût de tomates fraîchement cueillies, le pain sous plastique se conserve quinze jours sans moisissure. C. H. ■

Recyclage

Les bouteilles en plastique enfin triées

Avant d'être recyclées, les bouteilles en plastique doivent être triées afin que soient séparés les trois matériaux dont elles peuvent être constituées, chacun étant traité d'une manière particulière.

Le PEHD (polyéthylène haute densité), utilisé pour contenir du lait et des produits détergents, est un plastique opaque et identifiable par un simple tri manuel. Le PVC (polychlorure de vinyle), utilisé pour l'eau plate et gazeuse, et le PET (polyéthylène téréphtalate), pour les boissons rafraîchissantes, se ressemblent comme deux frères.

Valorplast, groupement français des producteurs de plastique pour le recyclage de leurs matières premières, vient de mettre en fonction-

nement, à Montereau, une unité de tri automatique à grande vitesse, permettant de séparer le PVC du PET, à raison de 20 000 bouteilles par heure. Le procédé dit de fluorescence par rayons X identifie l'ion chlore contenu dans le PVC. Les bouteilles indésirables sont éjectées par un jet d'eau du tapis roulant sur lequel elles se trouvent. En bout de chaîne, la marge d'erreur est négligeable et permet d'obtenir des lots homogènes.

Le procédé par rayons X pourrait être remplacé par un procédé recourant à la spectroscopie infrarouge actuellement testé. Ce procédé, encore plus précis, permettrait le repérage des sous-catégories de matériaux, de leurs couleurs, etc.

Ont collaboré à cette rubrique : Laurent Bromberger, Didier Dubrana, Sylvie Morice et Christiane Holzey.

RECONVERSION

Un sous-marin nucléaire pour les archéologues



D'un tracteur à chenilles, on peut faire, au choix, un char d'assaut ou un simple bulldozer. De même, on peut reconvertir un sous-marin poseur de mines en submersible d'exploration archéologique : c'est ce que vient de faire la marine américaine.

PAR RENAUD DE LA TAILLE

Avec la fin de la guerre froide, une énorme quantité de matériel est devenue brusquement inutile ; du moins, sur le plan militaire : à quoi bon des centaines d'engins d'attaque, de surveillance, de pointage ou de défense s'il n'y a plus d'ennemi en face ?

Le problème n'est pas nouveau ; et, dans les temps anciens, bon nombre d'épées ont dû être transformées en serpes ou en couteaux de cuisine une fois les hostilités terminées. Mais, aujourd'hui, si on laisse de côté les mitrailleuses et les obus, les outils propres à l'armée relèvent de plus en plus souvent de la haute technicité : satellites de veille, radars d'approche, télescopes de surveillance des satellites adverses, sous-marins d'escorte et autres lasers à haute énergie.

Beaucoup de ces instruments feraient bien l'affaire des scientifiques, en particulier les télescopes, les lasers, les caméras infrarouges et...les sous-marins. En effet, l'océanographie est loin de disposer des mêmes moyens financiers que l'ar-

mée, et elle ne possède aucun de ces submersibles à propulsion nucléaire qui seraient pour tant si commodes, avec leur vitesse, leur autonomie et leur profondeur de plongée, pour aller explorer le fond des mers.

Or, comme ces engins n'ont plus à surveiller la flotte soviétique, l'US Navy (l'équivalent américain de notre marine nationale) en a mis gracieusement un exemplaire à la disposition des scientifiques. Et c'est ainsi que le Dr Robert Ballard, l'un des plus grands explorateurs océaniques américains, va pouvoir disposer du *NR-1*, un sous-marin nucléaire fait pour la plongée à grande profondeur et légèrement modifié afin de passer du rôle de poseur de mines à celui de bâtiment de recherche archéologique.

Ce type de recherche a connu la célébrité en 1985, quand une expédition franco-américaine menée par R. Ballard et J.-L. Michel, de l'Institut français de recherche pour l'exploitation de la mer (IFREMER), a retrouvé l'épave du *Titanic*.

Il arpente le fond des mers



Dessin C. Lacroix

- 1 Propulseur d'étrave. 2 Camera vidéo. 3 Pince pour remonter les objets. 4 Bras manipulateur télécommandé. 5 Salle des commandes.
- 6 Compartiment d'observation. 7 Mess, cuisine, réserves de nourriture... 8 Sonar avant. 9 Camera périscopique.
- 10 Kiosque. 11 Couchettes. 12 Projecteur.
- 13 Ballast. 14 Salle des machines.
- 15 Compartiment du réacteur.
- 16 Sonar latéral. 17 Propulseur de poupe.

Le spécialiste américain y gagna une renommée qui lui permet maintenant de monter un grand projet de recherche archéologique en Méditerranée, avec le sous-marin nucléaire reconverti.

Dans les premiers siècles de notre ère, à une époque où Rome dominait le monde, le commerce maritime était florissant, et des centaines de navires partaient du port d'Ostie pour aller jusqu'aux confins de l'Empire chercher les huiles, les vins, les bois précieux, les fruits et les céréales dont la ville avait besoin. Le nombre de bateaux était tel qu'il y avait fatalement des naufrages les jours de tempête. Et, pour peu qu'ils aient sombré en eau profonde, leur cargaison repose depuis mille cinq cents ans hors d'atteinte des filets de pêche et des plongeurs du dimanche.

Il en est ainsi des navires qui ont coulé en allant de Rome à Carthage par la voie directe, qui ne longeait donc pas les côtes d'Italie et de Sicile. C'est d'ailleurs là, à 100 km au large de Carthage (voir carte page suivante), que le Dr Ballard dé-

couvrit en 1988 un cargo romain pratiquement entier. Avec un robot télécommandé, il put ramener au jour plus d'une douzaine d'amphores, des poteries émaillées, des ancres en fer, des plats, et même une pièce en bronze à l'effigie de Constantin II (empereur de 337 à 340). C'était la première fois qu'on découvrait en eau profonde un navire aussi ancien, et l'étude du lieu avait montré qu'il restait encore une grande quantité d'objets divers disséminés tout autour, dans la vase. Restait à y retourner avec un équipement plus adapté.

Justement, le sous-marin NR-1 s'y prête particulièrement bien. Nul besoin de bathyscaphes ou de capsules spéciales faites pour descendre à des milliers de mètres, puisque les fonds méditerranéens ne dépassent pas quelques centaines de mètres. Or, le NR-1 – qui, en usage militaire, peut plonger à près de 1 000 m – descend à 725 m une fois converti en submersible scientifique. C'est amplement suffisant pour explorer les fonds de la Méditerranée entre Rome et Car-

► thage. Mais ce bâtiment offre surtout un immense avantage sur les capsules et autres robots télécommandés : onze hommes peuvent y vivre pendant un mois sans avoir besoin de remonter à la surface. De plus, il peut être manœuvré à vue au centimètre près, et même rouler sur le fond de la mer : difficile actuellement de trouver mieux pour l'exploration.

Conçu au départ pour poser et relever les bouées de surveillance acoustique et magnétique, ou repérer celles de l'adversaire, c'est un bâtiment de 45 m de long à propulsion nucléaire ; le réacteur et la salle des machines occupent les deux tiers de l'espace disponible (voir dessin page précédente). Ce réacteur, tout comme celui des centrales nucléaires, sert essentiellement à fournir de la chaleur aux chaudières qui, à leur tour, donnent de la vapeur pour alimenter les turbines couplées à des alternateurs.

C'est l'électricité produite qui sert ensuite à assurer toutes les fonctions : propulsion avec des moteurs électriques, éclairage, ventilation, recyclage de l'air, mise en pression des ballasts, etc. Seul le tiers avant du sous-mmersible est

disponible pour l'équipage ; c'est là que sont installés le poste de commande, les couchettes, les réserves de nourriture, la cuisine, les armoires et autres. Le tout sur à peine 10 m de long par 4 m de large, ce qui revient à dire que la place est quand même comptée.

Juste devant ce compartiment se trouve l'appareillage de remontée des épaves, avec ses papiers et son crochet de ramassage. Enfin, la proue et la poupe abritent les propulseurs d'assiette, des hélices multipales encagées dans des tubes montés en X et qui assurent les manœuvres fines "haut-bas" au centimètre près : bien que l'engin mesure 45 m, il doit garder la maniabilité d'un vélo. Pour permettre aux chercheurs d'observer les fonds marins, il comporte

un compartiment situé sous le poste de commande et pourvu de trois hublots ovales de 10 cm, assurant chacun une vision sur 90 degrés. Ces hublots donnent donc une vue directe sur tous les fonds qui défilent sous le bâtiment.

Juste en dessous de ce compartiment de veille, au niveau de la quille, est installé un bras manipulateur télécommandé fait pour saisir, arracher ou décrocher tout objet intéressant. Comme, à ces profondeurs, il fait quasiment nuit noire, une fantastique batterie de projecteurs éclaire la scène : huit de 1 000 W, deux de 500 W et une vingtaine de 250 W. Si la vision directe ne suffit pas, les caméras vidéo sont, elles aussi, en nombre :

pas moins de quinze, dont sept pour faibles éclairages, deux à zoom, une caméra montée en périscope, une autre spéciale couleurs. Sans parler des caméras 35 et 70 mm. Une dizaine d'écrans installés dans le poste d'équipage permettent de suivre le terrain qui défile sous le sous-mmersible.

Pour se repérer dans la nuit des profondeurs, le NR-1 dispose d'une quantité de sonars, de lochs et autres détecteurs à ultrasons qui lui permettent de voir en gros la

topographie du terrain au-dessus duquel il progresse. De plus, il est en liaison constante avec un bâtiment de surface qui l'accompagne dans tous ses déplacements. Et, bien entendu, il possède tous les systèmes de communication radio habituellement de mise sur les sous-marins.

Naviguant au plus près du fond océanique à vitesse réduite, le NR-1 peut stopper dès qu'un objet intéressant apparaît. Si le fond n'est pas trop envasé, il peut même sortir ses deux roues et s'y poser. Il roule alors en douceur pour explorer le sol mètre par mètre. C'est donc l'engin océanographique idéal pour les profondeurs ne dépassant pas 700 m. Ce qui représente quand même une zone d'exploration plus grande que l'Europe et l'Asie réunies... ■



L'ancienne route des cargos romains

La route maritime directe entre les ports d'Ostie et de Carthage est semée d'épaves, d'autant mieux conservées que l'eau est plus profonde et plus froide.

En 1988, on a ainsi retrouvé un cargo romain pratiquement intact, vieux de 1 500 ans.

POUR VIVRE EN INTELLIGENCE AVEC LE MONDE, ABONNEZ-VOUS À

SCIENCE & VIE

Chaque mois, **SCIENCE & VIE** vous fait découvrir toute l'actualité scientifique et les derniers développements de la recherche.

Physique, démographie, histoire, géographie, astronomie, génétique, environnement...

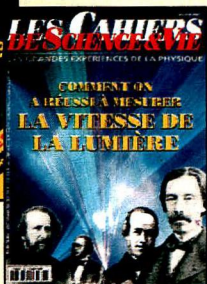
sont systématiquement passés au crible de nos enquêteurs.

■ 1 AN/ 12 numéros
de **SCIENCE & VIE**

220 Francs



...Et complétez avec,



LES CAHIERS DE SCIENCE & VIE

Tous les deux mois, l'histoire de la science et de ceux qui l'ont faite. Un regard exceptionnel sur des siècles de découvertes et d'expérimentations.

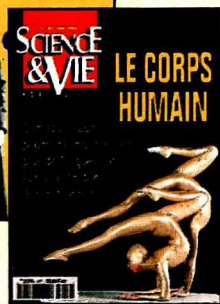
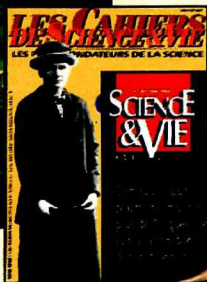
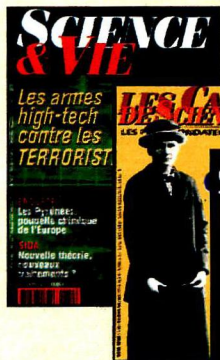
■ FORMULE PANORAMA

1 AN/ 12 numéros de **SCIENCE & VIE**

+ 6 numéros des **Cahiers de SCIENCE & VIE**

349 Francs

...Et aussi,



SCIENCE & VIE HORS-SERIE

Tous les trimestres, un grand dossier scientifique d'actualité est ouvert et traité dans le détail. Le sommeil, le corps humain, la naissance de l'univers...

■ FORMULE MAXI PANORAMA

1 AN/ 12 numéros de **SCIENCE & VIE**

+ 6 numéros des **Cahiers de SCIENCE & VIE**

+ 4 numéros de **SCIENCE & VIE** Hors série

405 Francs

POUR VOUS ABONNER, TAPEZ

3615 ABON

Vends échographe ATL UM 9 DP complet,
équipé cardio, 6 sondes, 26 mois, cédé en cours
leasing. Tél. (1) [redacted] ou
(1) [redacted] (soir).

N° 954977

Vds écho. PIE MEDICAL 1120, 2 sondes phase
ARRAY 3.5 MHz abdo + 5 MHz vaginale,
40 000 F. Tél. (1) [redacted]

N° 954991

Vds très bon ét. échographe ALOKA SSD 110
DX, + barrette 5 MHz + reprographe SONY,
20 000 F. Tél. [redacted] (apr. 18 h).

N° 951729

Vds feut. pivot. ORI

Vends écho. INTERSPEC XL avec sonde 3,5
MHz + imprim. MITSUBISHI excell. état.
Px 25 000 F. Tél. (1) [redacted]

N° 955198

CONTROL AIR + impri-

Matériel d'occasion, un marché prospère

Beaucoup d'échographistes achètent des appareils de deuxième voire de troisième main pour moins de 25 000 F. Mais souscrire un contrat de maintenance n'est pas pratique courante, et le parc français comporte maintenant beaucoup d'échographes vieillissants aux performances amoindries.

ECHOGRAPHIE

Le coup de torchon

Sa fiabilité est souvent remise en cause, son innocuité périodiquement contestée. L'absence totale de contrôle sur la formation des échographistes et de sérieuses inquiétudes sur l'état de leurs appareils incitent l'Etat à entreprendre une série d'actions musclées pour réformer l'échographie. Seront-elles suffisantes ?

PAR ISABELLE BOURDIAL

L'échographie est dans le collimateur des pouvoirs publics. La Caisse nationale de l'assurance maladie (CNAM) vient de proposer une dizaine de mesures contraignantes visant à améliorer sérieusement la qualité des examens échographiques. Un groupe de travail piloté par la Direction générale de la santé cherche en ce moment même comment assainir ce secteur qui représente une dépense annuelle de 4,5 milliards de francs. Ses conclusions devraient être publiées en juin prochain. Un autre groupe va bientôt être mis en place pour mener une réflexion sur la rénovation du parc des appareils. Cet ensemble de faits préfigure une grande réforme de l'échographie. Il était

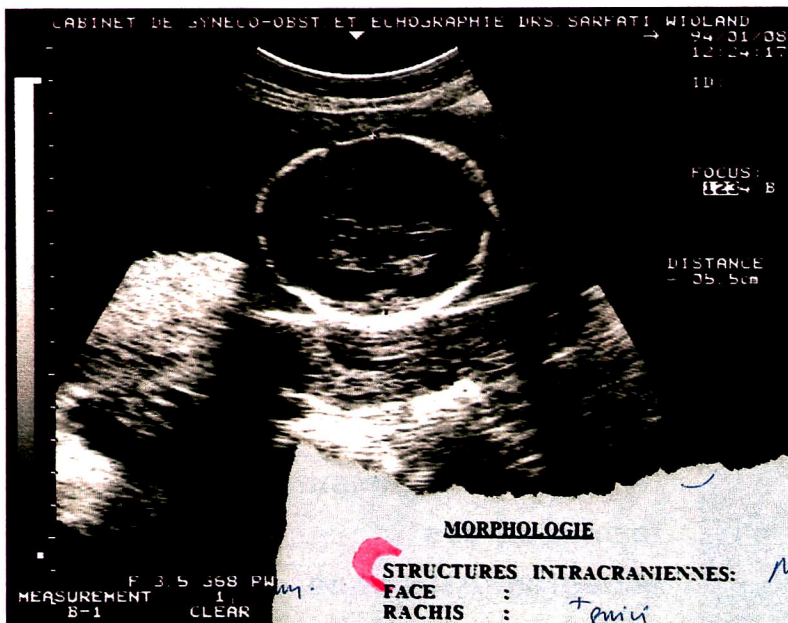
temps ! Force est de constater que la pratique de cet examen est à l'heure actuelle très aléatoire, pour ne pas dire anarchique, dans notre pays. Car elle évolue encore en dehors de toute norme.

L'échographie (le terme exact est échotomographie) est une jeune technique. Elle a été mise au point dans les années cinquante, mais c'est une vingtaine d'années plus tard que son taux de croissance annuelle s'est emballé pour atteindre 20 %. L'examen échographique n'est pas thérapeutique en soi mais a pour effet de rendre accessible au médecin ce qui se dérobe à ses yeux. L'exploration par ultrasons amène, en obstétrique, à percer l'intimité du fœtus, en cardiologie, à appréhender le cœur dans son architecture. Mais l'acuité de cet examen est très variable, et la fiabilité de l'échographie n'est pas acquise d'un acte sur l'autre. C'est ce qu'illustre le procès intenté actuellement à un médecin marseillais par la mère d'une petite fille née sans bras droit : la malformation n'a été décelée à aucune des trois échographies subies. La variabilité des performances de l'échographie s'explique de plusieurs façons : il s'agit à la fois d'un examen opérateur-dépendant et d'un acte technique. Sa qualité est fonction de la compétence du praticien mais aussi des caractéristiques et du bon fonctionnement de son équipement. Malheureusement, le bât blesse dans l'un et l'autre domaines.

Un échographiste ne peut se prévaloir du statut de spécialiste. Voilà qui n'incite guère à investir du temps et de l'argent dans une formation. Celle-ci n'est d'ailleurs pas obligatoire. Tout médecin – et toute sage-femme –, à la fin de ses études, a le droit d'acheter un échographe et de faire de l'échographie. Il peut s'inscrire à un stage d'initiation de quelques jours (il en est de très agréables proposés en station balnéaire) ou suivre une formation universitaire étalée sur plusieurs mois. Il a enfin le choix de ne faire que des échographies, ou d'en dispenser occasionnellement. On l'aura compris, tous les échographistes ne se valent pas. Et que dire de leur matériel ?

► S'il faut compter un million de francs pour le très haut de gamme neuf (1), on trouve sur le marché de l'occasion des appareils de bas de gamme à moins de 25 000 F. Dans ce dernier cas, l'investissement sera bien vite amorti, sachant qu'une échographie est soumise à une cotation qui varie de K 16 (le K valant 12,60 F, l'acte sera remboursé 201,60 F) à K 60 (756 F) et qu'un échographiste peut recevoir jusqu'à trois patients par heure. Pas de surprise, le marché des appareils de deuxième main se porte très bien – il existe même un prospère marché d'occasion de troisième main. Il se vendrait chaque année dans notre pays beaucoup plus de machines d'occasion. Aïssa Khelifa, économiste à la CNAM et membre du groupe de travail de la Direction générale de la santé, reconnaît qu'il est impossible de décrire avec précision l'état du parc français des échographes. Il estime toutefois qu'au moins 15 % des appareils en circulation ne satisferaient pas aux normes techniques de base. Cela tient au faible nombre des contrats de maintenance, mais aussi à la fragilité du matériel et en particulier de la sonde. A ce taux de 15 %, il faut ajouter la part des échographes utilisés en dehors de l'application spécifique pour laquelle machine et sonde ont été construits.

L'interprétation de l'imagerie, explique le Dr Bessis, président de la Société française d'application des ultrasons à la médecine et à la biologie, repose sur la maîtrise de plusieurs savoirs : la connaissance de l'anatomie, de la clinique (aspect normal et pathologique) et du fonctionnement physiologique des organes qu'on explore, la compréhension des mécanismes d'obtention de l'image, ses pièges et ses artefacts, mais également le repérage précis du plan de coupe, c'est-à-dire la coordination du regard porté sur l'écran et du mouvement de la main qui déplace et oriente le capteur (2). En bref, l'échographie exige à la fois d'avoir le coup de main et de posséder des connaissances théoriques médicales et techniques étendues. Dans la pratique, qui fait de l'échographie ? Que connaît-on du niveau et de la compétence de ceux qui officient ? Voilà quelques éléments



MORPHOLOGIE

STRUCTURES INTRACRANIENNES:

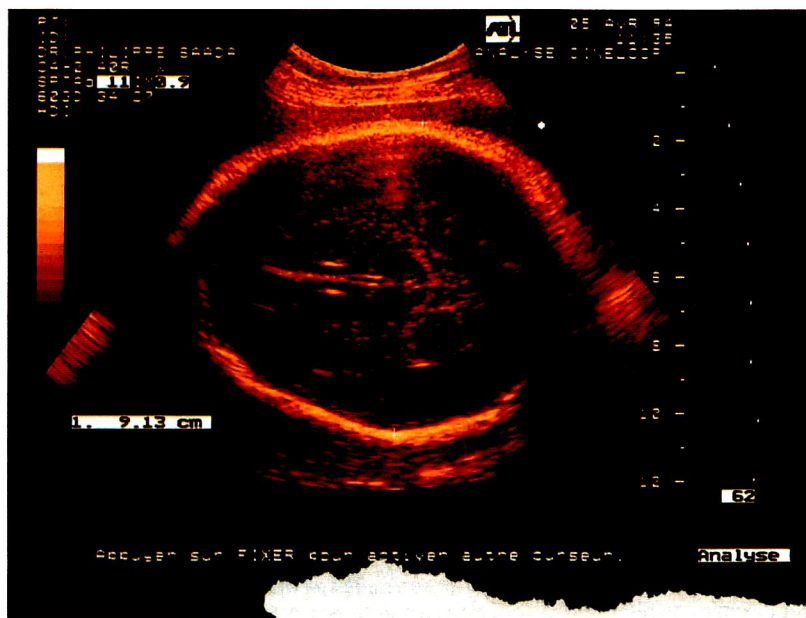
FACE	:	
RACHIS	:	+ gni
MEMBRES	:	+ ucont
COEUR	:	
ESTOMAC	:	
REINS	:	+ +
VESSIE	:	

de réponses. Ils donnent à réfléchir... Les praticiens se rangent en quatre catégories :

- Les échographistes exclusifs. Ceux-là ne font que de l'échographie. Ils sont peu nombreux (entre 200 et 300 pour tout l'Hexagone), se composent pour moitié de généralistes, et pour moitié de spécialistes – généralement en obstétrique, en cardiologie, en radiologie, en urologie ou en gastro-entérologie. Un petit nombre d'entre eux, peut-être 10 %, sont devenus des spécialistes d'un organe (sein, rein, etc) ou du fœtus. Ils sont souvent sollicités en tant que consultants pour confirmer un diagnostic délicat, surveiller une grossesse à risque ou dépister des malformations rarissimes chez un fœtus, effectuer une recherche fine chez des patients en raison d'antécédents ou d'agents pathogènes, etc.
- Certains radiologues. Ils sont familiarisés avec l'imagerie médicale, de part leur formation et la pratique de leur spécialité. On compte également parmi eux quelques experts, spécialistes d'organes.
- Les échographistes occasionnels, parmi lesquels on trouve à la fois des spécialistes et des généralistes. La plupart possèdent du matériel de milieu, voire de bas de gamme, qui peut avoir été ac-

(1) A cette somme il faut ajouter environ 200 000 F pour trois sondes supplémentaires, sans compter la reprographie, la stockage et la gestion – informatique ou non – des images.

(2) Se référer au *Manuel d'obstétrique* d'Emile Papiernik et collaborateurs. Flammarion. Sous presse.



Les comptes rendus doivent être détaillés, les clichés lisibles, pertinents et en nombre suffisant. C'est ce qu'impose l'arrêt du 16 juin 1994, sans plus de précisions... Résultat : les pratiques varient considérablement d'un échographiste à un autre. Voici les clichés de l'encéphale et des extraits des comptes rendus de deux examens échographiques morphologiques réalisés sur le même fœtus par deux praticiens différents, à quelques semaines d'intervalle.

MORPHOLOGIE

STRUCTURE ENCÉPHALIQUE : ventricules latéraux et plexus choroïdes, cavum, troisième et quatrième ventricules, aqueduc de Sylvius, grande citerne : RAS. Corps striés, thalami, pédoncules cérébraux, tubercles quadrijumeaux, cervelet : RAS. Le corps calleux est normalement développé pour le terme. Le polygone de Willis a un aspect normal.

MASSIF FACIAL : globes oculaires : RAS. Nez, bouche : RAS pas de fente labiale.

COU : Thyroïde d'aspect normal, pas d'épaississement de la peau de la nuque, pas d'hygroma.

OEUR : Les cavités auriculo-ventriculaires sont symétriques, de taille normale. Le septum interventriculaire musculaire n'est pas perforé et le septum membranaire paraît intact. Les valves mitrale et tricuspide sont bien posées. Le retour veineux pulmonaire s'effectue bien dans l'oreillette gauche et le retour cave, à droite.

quis d'occasion. Il en est qui utilisent l'échographie comme un appoint à l'examen clinique, et qui ne cotent pas leurs actes.

● La dernière catégorie (dont l'effectif est de loin le plus nombreux) est systématiquement en situation d'autoprescription : les praticiens prescrivent et réalisent à la fois l'examen échographique. C'est aussi dans cette catégorie que le niveau de qualité des échographies fluctue le plus. La CNAM reconnaît elle-même que l'honorable côté le pire dans ce secteur !

Une situation d'autant plus incroyable que, en France, l'échographie est devenue une technique de routine, dont la prescription est systématique. Entre 1977 et 1982, le nombre d'échographies a été multiplié par dix. C'est en obstétrique que l'explo-

sion des actes est la plus spectaculaire. En 1972, 10 % des femmes avaient eu au moins une échographie pendant leur grossesse. Dix ans plus tard, renversement de tendance : elles étaient plus de 80 % dans ce cas. L'inflation des examens ne s'est pas pour autant infléchi ; c'est le nombre moyen d'échographies par grossesse qui s'est mis à augmenter. Une diffusion qui renforce les inégalités sociales en matière d'accès aux moyens de santé, à en croire les conclusions du rapport d'Anne-Sylvie Poisson-Salomon de l'Institut national de la santé et de la recherche médicale (INSERM) (3). Les femmes appartenant aux catégories socio-professionnelles les plus défavorisées étaient aussi celles qui passaient le moins d'échographies, voire pas d'échographie du tout.

L'échographie est devenue un véritable phénomène de société. En empiétant sur notre imaginaire, elle a modifié notre rapport à l'enfant à naître. Philo-

sophes et sociologues ont parlé à son sujet d'IVF, pour interruption volontaire de fantasme. Le fœtus s'est, qui plus est, retrouvé dans la situation d'un patient *a priori* en bonne santé, ausculté à son insu. Certaines dérives ont suivi. Pour une partie de l'opinion publique, largement relayée par les médias, l'intérêt premier de l'échographie était de révéler le sexe du bébé. Les praticiens ont été de plus en plus nombreux à proposer des enregistrements vidéo de l'examen échographique, véritable portrait prénatal du petit dernier ! On a même vu s'ouvrir à Paris un établissement proposant des échographies à la demande – sorte de photomaton de l'ultrason –, qui a dû fermer sur intervention du Conseil de l'ordre des médecins. La demande des patients est réelle, ►

(3) Appoint de l'échographie en obstétrique. Diffusion Vigot, 1987.

► comme en témoigne cette anecdote, que rapporte volontiers le Dr Philippe Saada, échographiste exclusif en gynécologie obstétricale. Un couple se présente un jour à sa consultation dans l'unique but d'obtenir une cassette de l'examen. Quelle ne fut pas sa surprise d'apprendre de la bouche de la future mère qu'elle venait pourtant de passer une échographie auprès d'un confrère. Malheureusement, une panne de magnétoscope l'avait privé de l'enregistrement vidéo. Le couple déçu faisait appel à lui, sûr de bénéficier de la dernière technologie en matière de belles images...

Cette pratique n'est pas rare. Le Dr Roger Bessis regrette sa généralisation : elle pousse l'opérateur à soigner l'esthétique de ses images, parfois au détriment de la concentration nécessaire à leur interprétation. Il passe parfois beaucoup de temps à rechercher le meilleur profil du fœtus ou à déterminer son sexe pour faire plaisir aux géniteurs, au détriment de sa vigilance. Une autre dérive, la banalisation abusive de l'acte qui perd son caractère médical pour devenir une réunion de famille. On emmène les aînés voir le bébé "à la télé" (que celui qui n'a pas péché me jette la première pierre !), on fait du bruit, on commente les images. L'échographiste ne se trouve pas dans les meilleures conditions pour dépister une malformation peu apparente... ou pour en faire l'annonce aux futurs parents.

La Conférence de consensus de 1987, organisée par le Collège national des gynécologues et des obstétriciens français et réunissant représentants des pouvoirs publics, caisses d'assurance maladie et hommes de l'art, confirmait officiellement le bien-fondé de l'échographie obstétricale systé-

20 000 F pour s'installer échographiste

matique mais en contingentait la pratique en préconisant deux examens par grossesse. Les Références médicales opposables, édictées en 1993 dans le cadre de la nouvelle convention médicale, recommandent trois échographies systématiques, pratiquées au milieu de chacun des trimestre soit entre 8 et 12 semaines, entre 20 et 24 semaines et entre 32 et 34 semaines. L'arrêté du 16 juin 1994 précise le contenu minimum de chaque examen : datation de la grossesse, identification et vitalité du contenu utérin pour la première échographie, dite de datation ; localisation placentaire, bilan morphologique fœtal complet, mesure de cer-

L'ÉCHO MIS EN IMAGES

L'échographe comprend une sonde manipulée à la main, un boîtier électronique, un clavier de commande et un moniteur – l'écran sur lequel s'affiche une vue en coupe des organes. Il fonctionne comme un radar, avec toutefois une différence essentielle : ce ne sont pas des ondes radio qui sont réfléchies mais des ondes sonores (des ultrasons).

Prenons une image pour illustrer son principe : tout le monde connaît le phénomène d'écho en montagne. Avec un chronomètre il est parfaitement possible de mesurer le laps de temps qui s'écoule entre le moment où le cri est poussé et celui où son écho est perçu. Connaissant la vitesse de déplacement du son dans l'air (environ 330 m/s), la distance du point de réflexion de l'écho peut être déduite de cette mesure de temps.

L'échographe fonctionne exactement de la même manière, à ceci près que le cri est remplacé par un "bip" extrêmement aigu émis par la sonde, et que les durées mesurées sont beaucoup plus courtes.

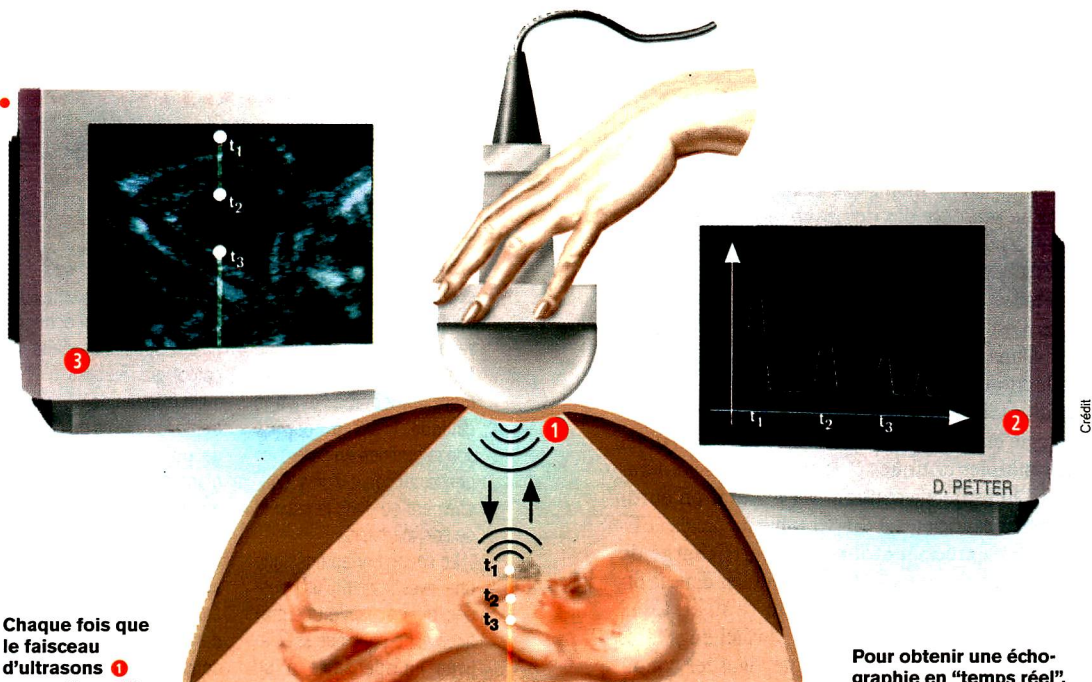
Dans notre corps, chaque organe se caractérise, en effet, par une richesse en graisse et en eau légèrement différente de ceux qui l'entourent. Or, si l'eau est très bonne conductrice des ultrasons, les graisses ont fortement tendance à les amortir. Ce changement de "conductibilité acoustique" joue, pour les ultrasons, comme un changement d'indice de réfraction pour la lumière. C'est-à-dire que, à chaque variation, même minime, si la majeure partie des ultrasons traversent cette "frontière", une faible par-

tie d'entre eux est réfléchi.

Sur l'échographe la sonde fait à la fois office de haut-parleur et de micro. Après l'émission du bip, ce n'est pas un écho unique qu'elle reçoit mais une succession d'échos dont chacun indique le passage d'un milieu à un autre. En mesurant la durée qui sépare le retour de chaque écho de l'émission du bip il est possible de reconstituer, sur l'écran de l'appareil, les limites de chaque organe dans l'axe de la sonde. L'appareil ne "voit" qu'une succession d'échos suivant une droite ; la direction dans laquelle émet et reçoit la sonde.

Pour former l'image complète, on fait pivoter la sonde sur elle-même tandis que la machine émet des salves d'ultrasons à intervalles réguliers (environ 400 salves par seconde). Ceci explique la forme en éventail de la plupart des images échographiques. Si la vitesse de rotation de la sonde est suffisante, l'image obtenue est dite en "temps réel". Le temps séparant deux images en éventail est suffisamment court pour que la sensation de mouvement soit restituée.

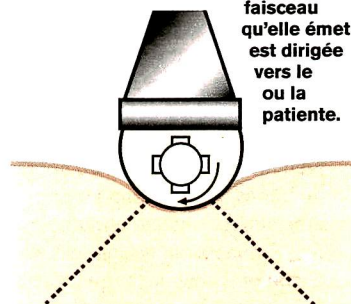
Si l'image est riche en informations sur l'activité d'un fœtus – elle permet aussi au praticien de choisir "l'angle de vue" idéal –, elle n'est souvent pas assez précise pour effectuer des mesures ou détecter des éléments de petite taille. En effet, le temps qui s'écoule entre chaque salve est trop grand ; la sonde a trop tourné, les "branches" de l'éventail ne se touchent pas, et il existe des "zones mortes" entre elles. C'est pour cette raison que pour obtenir une image de bonne qualité, mais figée, cette fois, la vitesse de



Chaque fois que le faisceau d'ultrasons **1** passe d'un milieu à un autre, une faible partie de celui-ci est réfléchi. L'intensité de cette réflexion, mesurée par l'échographe **2**, est convertie en un point dont la luminosité est fonction de cette intensité **3**. En mesurant le temps qui s'écoule entre l'émission de la salve d'ultrasons et le retour de l'écho, la machine localise le point sur l'écran (t_1 , t_2 , t_3). En faisant pivoter la sonde, on "balaye" l'organe à examiner, ce qui permet de réaliser l'image. Celle-ci a la forme d'un éventail.

Pour obtenir une échographie en "temps réel", c'est-à-dire une succession rapide d'images, quatre sondes sont en fait assemblées sur un même tambour rotatif. Chacune n'étant utilisée que durant le quart de sa rotation,

lorsque le faisceau qu'elle émet est dirigée vers le ou la patiente.



rotation de la sonde est considérablement réduite. Ainsi, sur l'écran, la trace obtenue pour chaque émission vient côtoyer exactement celle de l'émission précédente, ce qui permet d'obtenir une image "sans trou".

Sur les appareils anciens, le mouvement de la sonde est simplement assuré par le manipulateur. Dans ce cas, au lieu de faire pivoter la sonde, il procède généralement par balayage. Un dispositif mécanique, lié à la sonde, informe alors l'appareil de chacun de ses mouvements et lui permet de reconstituer l'image.

Bien entendu, ce type de fonctionnement exclut la possibilité d'obtenir des images en temps réel mais permet l'obtention d'images figées d'une qualité équivalente, même souvent supérieure, à celles que fournit une sonde rotative. Certains échographistes, en fonction des informations qu'ils sou-

haitent obtenir, utilisent l'une ou l'autre des méthodes.

La fréquence des ondes ultrasonores émises varie de 2,5 à 10 mégahertz. Plus elle est élevée, plus on obtient d'échos, et donc meilleure est la résolution de l'image obtenue - comprenez sa finesse. Mais les fréquences hautes pénètrent moins bien que les basses. Selon la profondeur du champ où se situe la zone à explorer, un compromis pénétration-résolution doit être choisi.

Une sonde émet généralement dans une seule fréquence. Pourtant, les besoins d'un obstétricien, par exemple, varient à mesure que la grossesse de sa patiente évolue : une sonde de haute fréquence est préconisée en début de grossesse, quand l'embryon est de petite taille et se situe à proximité de la paroi abdominale, mais, à mesure qu'on se rapproche du terme et que le fœtus grossit,

une sonde de basse fréquence est mieux adaptée. Rares sont les obstétriciens-échographistes qui disposent de plusieurs sondes et peuvent ainsi choisir la fréquence des ondes en fonction du type d'examen pratiqué.

Précisons que, pour qu'une échographie soit de bonne qualité, le "contact acoustique" sonde-peau doit être parfait. L'air, en effet, ne conduit quasiment pas les ultrasons, surtout aux fréquences employées ici. Pour assurer ce contact il est donc indispensable d'utiliser une huile ou un gel spécial dont la caractéristique principale est d'être très bon conducteur des ultrasons.

L'emploi de l'huile, également bonne conductrice, nécessite des règles strictes d'hygiène. Elle laisse un dépôt important sur la sonde, ce qui conduit rapidement à son encrassement et à une dégradation de la précision de

l'appareil si l'utilisateur ne la nettoie pas après chaque usage. Le gel est antiseptique, ce qui n'est pas le cas de l'huile, mais il s'évapore et on doit en remettre en cours d'examen.

Enfin, en échographie plus encore que dans d'autres techniques, la qualité de l'opérateur est primordiale. Un bon opérateur peut obtenir d'excellentes images sur une machine ancienne alors qu'un appareil à la pointe de la technique peut s'avérer décevant dans des mains peu rompues à cette pratique.

► taines grandeurs biologiques comme le diamètre bipariétal, la longueur fémorale, etc., pour les deux suivantes, dites de morphologie et de biométrie.

Est-on sûr au moins que l'exposition aux ultrasons ne présente pas de risque biologique ? Oui, jusqu'à preuve du contraire. Plusieurs articles publiés à l'étranger et repris dans la presse médicale ont laissé entendre que l'innocuité de l'échographie n'est pas garantie. On se souvient en particulier d'une étude australienne (4), constatant une réduction significative du poids chez des bébés ayant subi des échographies répétées. La méthodologie employée par les chercheurs a fait l'objet de multiples critiques et leurs résultats sont aujourd'hui sujets à caution. La Fédération européenne des sociétés d'échographie médicale (EF-SUMB) a créé un groupe d'experts chargé de passer au crible tous les travaux publiés dans la littérature scientifique portant sur ce sujet. Ceux qu'on a coutume d'appeler les "watchdogs" (les chiens de garde) ont conclu que, dans les conditions habituelles d'utilisation, aucun effet nocif des ultrasons n'avait jusqu'à présent été mis en évidence. Ils demandent toutefois à ce que soit poursuivie la recherche d'une quelconque nocivité et préconisent un usage limité à sa stricte nécessité.

Si l'échographie ne fait pas de mal, sert-elle au moins à quelque chose ? Bien qu'elle ait fait la preuve de son efficacité diagnostique, la question semble tout de même pertinente, puisque le bénéfice de la surveillance échographique de la grossesse fait en ce moment même l'objet d'un débat international. Il s'agit de vérifier si l'on a bien une augmentation du nombre de naissances de bébés bien portants ou une réduction de la mortalité périnatale imputables à l'échographie. Des réponses qui ne sont pas aussi faciles à obtenir qu'on l'imagine et qui nécessitent des études épidémiologiques de grande envergure, longues à mettre en œuvre. Il existe toutefois un nombre important d'éléments concrets tendant à répondre par l'affirmative (5). L'échographie permet à coup sûr de dater avec précision le début de grossesse ; elle rend possible le diagnostic précoce des grossesses multiples. La biométrie facilite grandement le suivi de la croissance et du développement du fœtus.

Réformer l'échographie implique de contrôler l'état des équipements, d'assurer la formation des échographistes et d'imposer des normes d'assurance-qualité. Les mesures présentées par la CNAM touchent les trois domaines.

L'état du parc des échographes pourrait être amélioré :

- en rendant obligatoire le contrôle technique des machines de plus de cinq ans, et en imposant ce contrôle lors de chaque revente ;

● en diminuant la cotation des examens pour les machines de plus de 7 ans.

Le niveau de qualification des échographistes pourrait être défini :

- en imposant une formation spécifique pour les futurs échographistes. Les enseignants des disciplines médicales concernées par l'échographie travaillent depuis dix-huit mois sur un projet de diplôme universitaire, avec un tronc commun à l'ensemble des disciplines et un concours national de sortie.

● En imposant l'accréditation des échographistes. Dans le cadre du plan Périnatalité, lancé par le gouvernement en avril 1994, une commission a

DU COUP DE SONDE A L'EXPERTISE

Trois niveaux de pratique échographique peuvent être envisagés. Le premier niveau correspond à une aide à la consultation, un complément immédiat à l'examen clinique. C'est le coup de sonde pratiqué en salle d'urgence, au cours d'un accouchement ou dans le cabinet de son médecin.

Le second niveau désigne une investigation plus poussée, qui nécessite une pratique échographique spécialisée indispensable à un examen approfondi.

Le troisième est requis lorsqu'il y a suspicion de pathologie ou de malformation. Un obstétricien effectue en moyenne 5 000 accouchements dans sa carrière. Il est peu probable qu'il rencontre durant ses années de pratique un seul cas de sténose duodénale, plus d'une anencéphalie et plus de deux spina-bifida, si l'on se base sur la prévalence habituelle de ces malformations. S'il réalise lui-même les échographies de ses patientes, il y a toutes les

chances pour qu'il en manque le diagnostic (1), à la différence d'un échographiste spécialisé dans les pathologies fœtales.

Un examen de niveau 1 a trente fois moins de chances de permettre la détection d'une malformation fœtale qu'un examen de niveau 2 (2). Faut-il pour autant réserver les trois échographies systématiques de grossesse aux spécialistes ? Oui répondent ceux-ci. Ces examens constituent des verrous de sécurité et doivent être pratiqués par des gens dont c'est le vrai métier.

Non, répond la Caisse nationale d'assurance maladie (CNAM), on ne peut pas solliciter une hyperspécialisation pour un examen de routine. Ce serait comme confier des appendicites à un chirurgien aux doigts d'or, qui y gâcherait ses talents ! Le débat ne fait que commencer...

(1) S. Levi. and coll.. *Ultrasound Obstetrical. Gynecologic*. 1, 1991.

(2) A. Nadel. *New England Journal of Medicine*, 1990.

(4) J.P. Newnham, *Lancet*, 1993 - 342 : 887-91.

(5) Voir, par exemple, le registre des malformations congénitales de Paris, qui montre l'évolution du nombre de cas de plusieurs malformations en fonction de l'expansion de l'échographie prénatale. INSERM. J. Goujard.



Ph. Pailly / Eurelios

Appareils haut de gamme, un gage de qualité ?

Une nouvelle génération d'échographes sort en moyenne tous les deux ans. Faut-il à tout prix disposer d'un matériel du dernier cri pour faire des examens de qualité ? Certes non. Mais tous les échographistes exclusifs qui ont une compétence reconnue travaillent sur des appareils haut de gamme.

été chargée de proposer des critères d'accréditation en échographie fœtale. L'Ordre des médecins n'y est pas défavorable. Cette mesure serait toutefois une des plus délicates à mettre en œuvre.

- En initiant une formation médicale continue obligatoire pour conserver l'accréditation, qui ferait donc l'objet de renouvellements réguliers.
- En développant des guides de bonne pratique sur l'échographie, rédigés avec les sociétés

scientifiques concernées.

L'amélioration de la qualité des échographies serait obtenue :

- en instaurant un compte-rendu minimal. Le contenu pourrait en être périodiquement actualisé. L'arrêt du 16 juin 1994 relatif à la nomenclature des actes des médecins impose la rédaction d'un compte-rendu détaillé, sans donner de consignes sur son contenu mais en précisant toutefois que le type d'appareil avec lequel a été pratiqué l'examen et sa date de mise en service doivent y figurer. Dans la pratique, d'un praticien à l'autre les comptes-rendus ne se ressemblent pas. Certains sont exhaustifs, d'autres ne comportent que quelques phrases griffonnées à la hâte.
- En imposant une iconographie dont la quantité minimum et la qualité seraient définies. A l'heure actuelle, les clichés qui accompagnent les comptes-rendus sont plus ou moins lisibles et pertinents.

Certaines de ces mesures vont être rapidement appliquées. Pour d'autres, cela demandera plusieurs années. Patients et professionnels de la santé ont tout à y gagner. On va d'ores et déjà savoir qui fait de l'échographie en France, car la lettre clé "KE" vient d'être attribuée de manière spécifique à

l'échographie dans les codifications des actes de la Sécurité sociale (*Journal officiel* du 5 mars 1995). En matière de qualité, la meilleure garantie ne serait-elle pas de réserver les actes cotés aux nouveaux diplômés et aux échographistes exclusifs ? Il n'y aurait alors plus d'autoprescription, et tous les praticiens travailleraient avec une clientèle que leur adresseraient leurs collègues médecins.

Reste que l'échographie ne sera jamais un examen fiable à 100 %, du fait de l'extrême difficulté qu'il y a à tirer le maximum d'informations d'une image mouvante et à dépister certaines malformations fœtales – notamment les anomalies cardiaques. On ne peut pas non plus faire abstraction des paramètres qui ne dépendent ni de l'opérateur ni de son matériel. En obstétrique, les séquences d'images parviennent à l'échographiste au gré des positionnements de son petit patient. Le meilleur des échographistes aux commandes du plus puissant des échographes sera bien en peine de poser un diagnostic si le bébé n'y met pas du sien... ■

L'histoire de la Science comme

Collection 1991

N°1 - NAISSANCE DE L'AVIATION

Farman ou les Wright, qui a inventé l'avion ?

N°2 - GALILÉE

La naissance de la physique moderne.

N°3 - LA DERIVE DES CONTINENTS

Wegener, l'homme d'une géniale découverte.

N°4 - PASTEUR

Tumultueuse naissance de la biologie moderne.

N°5 - FRESNEL

Quelle est la vraie nature de la lumière ?

N°6 - DARWIN ou LAMARCK

La querelle de l'évolution.

Collection 1993

N°13 - NEWTON

Le concepteur de la science moderne.

N°14 - LAVOISIER

Le père de la chimie moderne.

N°15 - MENDEL

Le fondateur de la génétique.

N°16 - EINSTEIN

Pour enfin comprendre la Relativité.

N°17 - MAXWELL

Qu'y a-t-il de commun entre lumière, électricité, et magnétisme.

N°18 - ARCHIMÈDE

Un savant exemplaire.

Collection 1992

N°7 - LE PROJET MANHATTAN

Construction de la première bombe atomique.

N°8 - LA RADIO-ASTRONOMIE

Une nouvelle fenêtre sur le ciel.

N°9 - LA NAISSANCE DU CONCORDE

Un exemple de coopération internationale.

N°10 - LA PILULE CONTRACEPTIVE

De la "Big Science" chimique et médicale.

N°11 - De SPUTNIK à GAGARINE

L'espace comme champ de bataille de la guerre froide.

N°12 - LA PHYSIQUE GEANTE

Du gigantesque pour observer l'infiniment petit.

Collection 1994

N°19 - AMBROISE PARÉ

Le premier chirurgien des temps modernes.

N°20 - CARNOT

Le premier à établir le lien entre chaleur et travail.

N°21 - KEPLER

Le fondateur de l'astronomie moderne.

N°22 - FREUD

Comment fut découverte la psychanalyse.

N°23 - BUFFON

Le père de l'Histoire Naturelle.

N°24 - MARIE CURIE

Une grande dame de la physique.

on ne vous l'a jamais racontée.

Collection 1995

N°25 - LA MESURE DE LA VITESSE DE LA LUMIÈRE

Fizeau et Foucault

N°26 - LA MESURE DE LA FORCE ÉLECTRIQUE

Coulomb

N°27 - LA MESURE DE LA PRESSION ATMOSPHÉRIQUE

Pascal et Perier

N°28 - L'EXPÉRIENCE SUR LA Foudre

Franklin

N°29 - LA DÉMONSTRATION DE L'EXISTENCE DES ONDES RADIO

Hertz

N°30 - L'ÉQUIVALENCE CHALEUR / TRAVAIL

Joule

Collection Physique

N°2 - GALILEE

La naissance de la physique moderne.

N°5 - FRESNEL

Quelle est la vraie nature de la lumière ?

N°7 - LE PROJET MANHATTAN

Construction de la première bombe atomique.

N°8 - LA RADIO-ASTRONOMIE

Une nouvelle fenêtre sur le ciel.

N°12 - LA PHYSIQUE GEANTE

Du gigantesque pour observer l'infiniment petit.

N°13 - NEWTON

Le concepteur de la science moderne.

N°16 - EINSTEIN

Pour enfin comprendre la Relativité.

N°17 - MAXWELL

ou les champs de la lumière.

N°20 - CARNOT

Le père de la thermodynamique

N°21 - KEPLER

Le père de l'astronomie moderne.

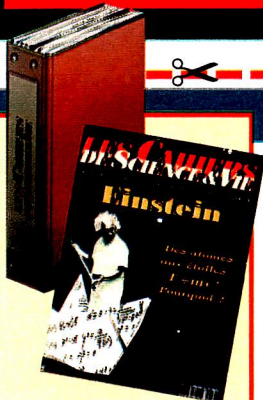
PHOTOS ROGER-VIOULET

PHOTOS ROGER-VIOULET

TOUS DROITS RESERVES

LES CAHIERS DE SCIENCE & VIE

DES HISTOIRES RICHES EN DECOUVERTES



Élégante et pratique, chaque reliure est conçue pour classer 12 numéros des CAHIERS DE SCIENCE & VIE

Pour nos tarifs à l'étranger, veuillez nous contacter au (33-1)46 48 47 18 / Délai d'expédition à prévoir : 3 à 4 semaines
(*) Prix de vente normal chez votre marchand de journaux

Conformément à la loi Informatique et Liberté du 06/01/1978, vous disposez d'un droit d'accès aux données personnelles vous concernant. Par notre intermédiaire, vous pouvez être amené à recevoir des propositions d'autres sociétés ou associations. Si vous ne le souhaitez pas, il vous suffit de nous écrire en nous indiquant vos nom, prénom, adresse et, si possible, votre référence client.

BON DE COMMANDE

à compléter et à renvoyer avec votre règlement libellé à l'ordre des CAHIERS DE SCIENCE & VIE, sous enveloppe affranchie à : CAHIERS DE SCIENCE & VIE Service VPC - 1, rue du Colonel Pierre Avia - 75503 Paris cedex 15

NOM _____ Prénom _____
ADRESSE _____
CODE POSTAL _____ VILLE _____

OUI, JE COMMANDE :

Cochez les cases de votre choix

- ☐ LA COLLECTION 1991 des CAHIERS DE SCIENCE & VIE (n° 1 à 6) au tarif de 160 francs les six fascicules au lieu de 192 francs (*)
- ☐ LA COLLECTION 1992 des CAHIERS DE SCIENCE & VIE (n° 7 à 12) au tarif de 160 francs les six fascicules au lieu de 192 francs (*)
- ☐ LA COLLECTION 1993 des CAHIERS DE SCIENCE & VIE (n° 13 à 18) au tarif de 160 francs les six fascicules au lieu de 192 francs (*)
- ☐ LA COLLECTION 1994 des CAHIERS DE SCIENCE & VIE (n° 19 à 24) au tarif de 160 francs les six fascicules au lieu de 192 francs (*)
- ☐ LA COLLECTION 1995 des CAHIERS DE SCIENCE & VIE (n° 25 à 30) au tarif de 160 francs les six fascicules au lieu de 192 francs (*)
- ☐ LA COLLECTION PHYSIQUE des CAHIERS DE SCIENCE & VIE (10 fascicules) au tarif de 267 francs les dix fascicules au lieu de 320 francs
- ☐ JE COMMANDE ☐ reliure(s) des CAHIERS DE SCIENCE & VIE au tarif unitaire de 65 francs (Etranger : 75 francs français)

Le montant total de ma commande s'élève à francs français

Offres valables jusqu'à fin 1995

RCS Paris B 572 134 773

PAIEMENT

Une carte pour la monnaie

Fini les tonnes de pièces jaunes qui déforment vos poches : voici la carte porte-monnaie, mieux adaptée que nos cartes bancaires actuelles au paiement des petites sommes.

PAR HENRI-PIERRE PENEL

Peu de gens se doutent de la véritable avalanche d'opérations que déclenche un paiement effectué à l'aide d'une carte bancaire. Tout un réseau de transmissions est monopolisé : de nombreux ordinateurs échangent des données afin de contrôler le crédit du compte à débiter et, enfin, d'effectuer le transfert de la somme. Une batterie d'opérations parfois plus coûteuses que la somme engagée. De plus, le paiement ne peut être anonyme – contrairement à celui qu'on effectue directement à l'aide de billets de banque ou de monnaie. Ces considérations ont conduit le SEPT (Service d'études communes de la Poste et de France Télécom), en collaboration avec le CNET et le CCETT (*) à s'intéresser au concept de "carte porte-monnaie".

Son principe d'utilisation est l'"image électronique" d'un porte-monnaie réel. Lors de l'achat de la carte, elle est vide. L'utilisateur y stocke la somme qu'il juge appropriée. Lorsqu'il effectue un achat dans une boutique, le montant est directement débité de ce contenu initial, et immédiatement crédité sur la carte du commerçant. Enfin, en

cas de perte ou de vol, seule la somme que contient ce porte-monnaie virtuel est perdue.

Rendre possible un tel système de paiement passe par une refonte complète du principe de "paiement électronique" tel qu'il fonctionne sur les actuelles cartes bancaires et implique deux modifications essentielles. La première concerne la carte elle-même. En effet, si les cartes à puce bancaires actuelles possèdent une mémoire, il n'est pas possible de s'en servir directement en tant que porte-monnaie. Cela est lié au fait que cette mémoire est "destructive". Elle est de type EPROM (Electric Programable Read Only Memory) : une information mémorisée ne peut pas être remplacée par une autre. Il est donc impossible de recharger un crédit épuisé. Dans les nouvelles puces, la mémoire est une EEPROM (Erasable EPROM). Sorte d'ardoise magique électronique, elle peut être intégralement effacée puis réécrite, et cela environ 10 000 fois. C'est donc le composant électronique idéal pour l'utilisation visée.

Maintenant, afin que ce nouveau système de paiement soit cohérent, il faut lui associer un dis-

Gronenberger Reporter-REA



Le trajet réel de l'argent virtuel

L'utilisateur approvisionne sa carte depuis un distributeur de billets ①. Celui-ci, connecté sur le réseau bancaire, débite son compte. Lors de l'achat, un lecteur autonome effectue directement le transfert d'argent de la carte de l'acheteur à celle du commerçant ②. Ce dernier peut ensuite verser sur son compte les sommes encaissées, également par l'intermédiaire d'un distributeur de billets ③.



positif informatique de gestion des transactions financières qui soit souple. Comme nous l'avons dit plus haut, il est inutile d'avoir recours à un gros centre informatique pour faire transiter quelques francs d'un compte à un autre. Dans cette optique, des lecteurs autonomes sont utilisés.

Pour comprendre leur fonctionnement, prenons le cas de la consommation d'une tasse de café dans un bar. Trois éléments entrent en jeu : la carte porte-monnaie du client, celle du commerçant et, enfin, le lecteur. La carte du commerçant est logée dans ce dernier pendant toute la période d'ouverture du magasin : c'est son fonds de caisse. Le client, lors du paiement, insère sa carte dans le lecteur. Ce dernier débite alors le montant du café et l'ajoute au crédit déjà présent sur la carte du commerçant. Cette transaction n'a pris que quelques micro-secondes sans qu'un transit d'informations par un réseau quelconque soit nécessaire.

Le soir venu, ou lorsqu'il juge la somme atteinte suffisamment rondelette, le commerçant se rendra vers un distributeur automatique de

billets et pourra transférer directement le contenu de sa carte porte-monnaie sur son compte. Le client fera de même pour remplir sa carte d'un montant qui lui sera automatiquement débité. Tout se passe exactement comme si l'appareil lui délivrait des billets sauf que, dans ce cas, il s'agit de monnaie électronique...

La carte porte monnaie présente de nombreux avantages. Elle permet à son possesseur de conserver l'anonymat. De plus, pour un commerçant, elle apporte une certaine sécurité. En effet, un code confidentiel devra toujours être composé avant un règlement. Inutile donc de tenter de voler une carte porte-monnaie même si celle-ci est aussi bien garnie que le serait normalement la caisse. Il en est de même pour les distributeurs automatiques, qui suscitent bien souvent des convoitises.

Demain, nous réglerons peut-être une consommation à la terrasse d'un café par un simple échange entre puces. Mais alors, que deviendra le pourboire ? Peut-être conserverons-nous tout de même quelques pièces plus sonnantes et trébuchantes qu'une nuée d'électrons sous plastique...

(1) Respectivement Centre national d'études des télécommunications et Centre commun d'études de télédiffusion et télécommunications.

JUMELLES

Elles savent tout faire !

Les jumelles modernes n'ont plus grand-chose à voir avec celles d'autrefois. Elles ont décuplé leurs performances et leur confort tandis que l'électronique et l'informatique les ont dotées de nouvelles fonctions. Panorama d'une mutation technologique.

PAR STÉPHANE
FAUDEUX

Indiquer la distance et la direction

C'est l'exploit que réalise la Géovid de Leica. Un télémètre à infrarouge donne instantanément la distance, et une boussole électronique indique la direction. Le tout est assisté par un micro-ordinateur de 24 bits de puissance.



Effectuer une mise au point automatique

Dérivé de l'autofocus des appareils photographiques, ce système est surtout développé par Minolta.



Photos X tous droits réservés

Stabiliser l'image

Plusieurs procédés existent. Celui de Canon fait appel à un stabilisateur optique dérivé des caméscopes de la marque. La société Zeiss a mis au point un stabilisateur mécanique très perfectionné, mais aussi très cher.



Aller sous l'eau

Les jumelles Weathermatic de Minolta sont submersibles jusqu'à 1 mètre de profondeur. Les fabricants ont élaboré des procédés de fabrication très poussés pour obtenir une étanchéité parfaite. Leica commercialise un modèle étanche à 5 mètres.



Observer la nuit

La Perl Milky Way 14X100, d'un poids impressionnant (près de 4 kg), est dotée d'un objectif d'une grande luminosité. Ce qui en fait un instrument bien adapté à l'observation astronomique.



Pour le navigateur, pour le randonneur comme pour le chasseur, les jumelles figurent au premier rang des instruments indispensables à la pratique de leur passion. Mais, il y a seulement dix ou vingt ans, de bonnes jumelles coûtaient fort cher. Aujourd'hui, pour moins de 1 000 F, elles sont infiniment plus nettes, plus claires, plus compactes.

Les jumelles n'étant que des lunettes d'observation raccourcies par un jeu de prismes, l'amélioration de leurs performances ne pouvait que

suivre les progrès généraux de l'optique. Rappelons ici que ces progrès ont d'abord été obtenus par l'assemblage de lentilles dont les défauts s'annulent, constituées de verres ayant des indices de réfraction et des pouvoirs dispersifs différents. Aux verres classiques, le crown (silicate double de potasse et de chaux) et le flint (silicate double de potasse et de plomb), se sont ajoutés, surtout après 1945,

des centaines de verres spéciaux à base d'oxydes de terres rares. Les calculs de combinaisons des lentilles, de leur épaisseur, de la courbure de leur surface, devenus très complexes, duraient des années et ne purent finalement être affinés qu'avec l'arrivée des ordinateurs.

La réduction des aberrations résiduelles des groupes optiques a fait gagner aux jumelles un champ plus large, de la netteté jusque sur le bord des images, du contraste et de la clarté.

Parmi les techniques qui ont amélioré la luminosité et le contraste figure le traitement de surface (ou antireflet).

Il s'agit de déposer sous vide (aujourd'hui par bombardement électronique) des couches homogènes d'oxydes métalliques, notamment, dont

Modèle	Type	Construction	Grossissement
Oural 7X50	Standard	Prismes de Porro ; revêtement caoutchouc	7
Nikon 8X21 CF	Ultra-compacte	Prismes de Porro	8
Olympus 8X24 PC	Ultra-compacte	Prismes de Porro	8
Olympus 10X24 PC	Compacte	Prismes de Porro	10
Minolta 8X20 EZ	Ultra-compacte	Prismes de Porro	8
Olympus 8X22 RC	Ultra-compacte	Prismes en toit	8
Pentax 7X21 UCF Mini	Ultra-compacte	Prismes de Porro ; une lentille asphérique	7
Nikon 10X21 CF	Compacte	Prismes de Porro	10
Perl Mini Rallye 10X25	Ultra-compacte	Prismes en toit	10
Pentax 9X21 UCF Mini	Ultra-compacte	Prismes de Porro ; une lentille asphérique	9
Olympus 10X24 RC	Compacte	Prismes en toit	10
Perl Futura 10X42	Standard	Prismes de Porro	10
Minolta 8X22	Ultra-compacte	Prismes de Porro	8
Pentax 10X24 UCF-WR	Étanche	Prismes de Porro ; une lentille asphérique	10
Nikon 10X25 CF III	Compacte	Prismes de Porro	10
Nikon 8X20 DCF Sportstar	Compacte pliante	Prismes en toit	8
Perl Grand Prix 8X40	Sans mise au point	Prismes de Porro	8
Minolta 10X25	Compacte	Prismes de Porro	10
Minolta 10X50 XL	Standard	Prismes en toit	10
Pentax 16X50 PCF II	Standard	Prismes de Porro ; revêtement caoutchouc	16
Minolta Weathermatic 8X23	Submersible à 1 m de profondeur	Étanches avec joints toriques	8
Minolta 8-17X25	Compacte à zoom	Prismes en toit	8 et 17
Minolta 7-15X35	Zoom	Prismes en toit	7 et 15
Minolta 8X23F	Compacte autofocus	Prismes en toit	8
Minolta 10X23F	Compacte autofocus	Prismes en toit	10
Pentax DCF-HR 8X42	Haute résolution	Prismes en toit	8
Nikon 8x23 CFAS	Compacte	Prismes de Porro	8
Nikon 7-15X35CF	Zoom	Prismes de Porro	7 et 15
Nikon 10X25 CF-AS	Compacte	Prismes de Porro	10
Pentax DCF-HR 12X42	Haute résolution	Prismes en toit caoutchouté	12
Swarovski 8X20 B	Étanche	Prismes en toit ; joints hermétiques	8
Zeiss 6X18	Ultra-compacte	Prismes en toit	6
Perl Marine 7X50	Étanche pour la mer avec compas	Prismes de Porro ; étanchéité totale	7
Nikon 7X50 IF-WP Compas	A boussole (compas)	Étanche, à prisme de Porro ; remplie d'azote	7
Pentax 7X50 PIF	Standard marine	Étanche, à prismes de Porro ; remplie d'azote	7
Swarovski SLC 8X30 WB	Étanche	Prismes en toit ; joints hermétiques	8
Swarovski 10X50 LS	Étanche	Prismes de Porro ; joints hermétiques	10
Zeiss 8X30 BGAT	Standard	Prismes en toit	8
Canon 12X36 IS	A stabilisateur d'image	7 lentilles à prismes en toit	12
Zeiss 7X45 B	Standard	Prismes de Porro	7
Nikon 8X40 DCF-WP	Standard étanche	Prismes en toit	8
Leica Trinovid 8X50 BA	Standard étanche	Antichoc, à prismes de Porro ; remplie d'azote	8
Leica Trinovid 10X50 BA	Standard étanche	Antichoc, à prismes de Porro ; remplie d'azote	10
Zeiss 7X50 BC	Étanche marine	Prismes de Porro ; haute étanchéité	7
Perl Milky Way 14X100	Nocturne	Prismes de Porro	14
Leica Geovid 7X42 BD	A télémètre	Antichoc, à prismes de Porro	7
Leica Geovid 7X42 BDA	A télémètre et boussole	Antichoc, à prismes de Porro	7
Zeiss 20X60	Standard à stabilisateur	Prismes de Porro	20

Appellation : les constructeurs désignent leurs divers modèles par deux nombres, par exemple 8X40. Le premier représente le grossissement, le second le diamètre de l'objectif (ou pupille) en millimètres.

Champ visuel : c'est le champ qu'on peut observer à une distance de 1 000 mètres. Il est généralement désigné par la largeur en mètres de la zone

observable. Parfois, il est donné en degrés ; chaque degré correspond à un champ de 17,50 m. Le champ diminue avec le grossissement, mais il varie aussi en fonction du champ des oculaires. Le champ visuel se situe le plus souvent entre 80 et 120 mètres.

Diamètre de l'objectif : donné en millimètres, il caractérise sa luminosité. Plus le diamètre

est large, plus il passe de lumière. Ainsi, pour des jumelles de même grossissement (par exemple 10), mais de diamètres différents (par exemple 40 et 50), le modèle 10X50 est le plus lumineux.

Grossissement : c'est le premier nombre de désignation des jumelles. Par exemple, dans 8X40, le grossissement est de 8 (ou G=8). Cela signifie qu'un

sujet situé à 800 m est vu comme s'il était situé à 100 m. Les jumelles à zoom ont un grossissement variable. Plus le grossissement est élevé, plus il est difficile de tenir à la main des jumelles, car le moindre tremblement est amplifié au point de faire danser l'image dans le champ de façon gênante. L'arrivée des stabilisateurs optiques remédie à cet inconvénient.

UN VASTE CHOIX

Diamètre de l'objectif (en mm)	Pupille de sortie (en mm)	Luminosité géométrique	Indice crépusculaire	Champ à 1 000 m	Mise au point	Poids	Prix
50	7,1	51	18,7	114 m	-	730 g	650 F
21	2,6	6,8	13	110 m	3 m	220 g	690 F
24	3	9	13,8	125 m	2,10 m	220 g	690 F
24	2,4	5,8	15,5	100 m	3,20 m	285 g	790 F
20	2,5	6,3	12,6	131 m	3 m	220 g	890 F
22	2,74	7,6	13,3	125 m	2,10 m	220 g	890 F
21	3	9	12,1	140 m	3 m	210 g	890 F
21	2,1	4,4	14,5	87 m	3 m	200 g	890 F
25	2,5	6,25	15,8	96 m	-	210 g	940 F
21	2,3	5,4	13,7	114 m	3 m	210 g	990 F
24	2,4	5,8	15,5	100 m	3,20 m	295 g	995 F
42	4,20	27,56	20,5	101 m	-	630 g	1 150 F
22	2,75	7,8	13,3	143 m	-	270 g	1 190 F
24	2,4	5,8	15,5	105 m	4 m	330 g	1 190 F
25	2,5	6,3	15,8	87 m	5 m	260 g	1 290 F
20	2,5	6,3	12,6	109 m	5 m	210 g	1 290 F
40	5	25	17,9	158 m	-	690 g	1 375 F
25	2,5	6,3	15,8	114 m	-	280 g	1 490 F
50	5	25	22,4	114 m	-	1 000 g	1 490 F
50	3,1	9,6	28,3	52 m	9 m	920 g	1 490 F
23	2,9	8,4	13,5	122 m	3,50 m	500 g	1 590 F
25	3,1 et 1,5	9,6 et 2,3	14,1 et 20,6	86 et 54 m	5 m	295 g	1 590 F
35	5 et 2,3	25 et 5,4	15,6 et 23,2	105 et 65 m	4,9 et 5,5 m	620 g	1 590 F
23	2,9	8,4	13,5	115 m	2 m	440 g	1 890 F
23	2,3	5,3	15,2	93 m	2 m	400 g	2 290 F
42	5,25	27,6	18,3	180 m	4 m	660 g	2 390 F
23	2,9	8,4	13,5	105 m	3 m	305 g	2 395 F
35	5 et 2,3	25	15,6 et 22,9	102 m	7 m	795 g	2 395 F
25	2,5	6,3	15,8	87 m	3 m	485 g	2 585 F
42	3,5	12,2	22,4	73 m	4 m	660 g	2 990 F
20	2,5	6,25	12,6	115 m	4 m	215 g	2 990 F
18	3	9	10,4	122 m	2 m	175 g	2 990 F
50	7,1	51	18,7	122 m	-	1 130 g	3 315 F
50	7,1	50,4	18,7	122 m	25 m	1 210 g	3 985 F
50	7,1	50,4	18,7	128 m	8 m	1 650 g	4 900 F
30	3,75	14,4	15,5	136 m	4 m	590 g	5 250 F
50	5	25	22,4	115 m	6 m	1 130 g	6 570 F
30	3,75	13,7	15,5	135 m	3 m	580 g	6 700 F
36	3	9	20,8	98 m	3,7 m	920 g	7 000 F
45	6,42	40,9	17,7	151 m	3 m	1 210 g	8 235 F
40	5	25	17,9	122 m	5 m	840 g	8 895 F
50	6,25	39	20	115 m	5,40 m	1 150 g	9 784 F
50	5	25	22,4	115 m	4,80 m	1 150 g	9 950 F
50	7,1	50,4	18,7	131 m	6,5 m	1 340 g	10 180 F
100	7,14	51,4	37,4	58 m	-	3 980 g	10 550 F
42	6	36	17,2	120 m	25 m	1 390 g	21 400 F
42	6	36	17,2	120 m	12 m	1 390 g	25 000 F
60	3	9	34,7	110 m	7,50 m	1 660 g	29 900 F

Indice crépusculaire : il correspond à la racine carrée du produit du diamètre par le grossissement. Ainsi, pour des jumelles 10X50, il est de $\sqrt{10 \times 50} = 22,4$. Il définit l'aptitude à la vision en faible lumière. Toutefois, si l'indice crépusculaire est peu élevé, la vision en faible lumière peut être favorisée par une grande pupille de sortie.

Luminosité géométrique : c'est l'ouverture relative de la lunette par rapport à sa focale. Elle est désignée par le rapport distance focale (en millimètres) par diamètre de cet objectif (également en millimètres).

Prisme de Porro : inventé par l'Italien Porro en 1850, c'est un système redresseur d'image qui utilise deux prismes.

Prisme en toit : de concep-

tion plus complexe, il est utilisé aussi dans les appareils photographiques à visée reflex.

Pupille d'entrée : autre désignation du diamètre de l'objectif.

Pupille de sortie (ou cercle oculaire) : c'est le diamètre du faisceau lumineux à la sortie de l'oculaire. Elle est égale au quotient de la pupille d'entrée par le grossissement. Par

exemple, avec des jumelles 8X40, elle est égale à $40 : 8 = 5$ mm. Le confort visuel augmente avec le diamètre de la pupille de sortie. La pupille de l'œil humain variant de 2 à 7 mm environ, il est souhaitable que la pupille de sortie des jumelles soit d'environ 7 mm pour pouvoir utiliser au mieux le flux lumineux en éclairage pauvre.

JUMELLES

suite de la page 129

► l'épaisseur atteint le quart de la longueur d'onde lumineuse à traiter (soit une épaisseur de l'ordre de un dix millièmètre de millimètre). L'indice de réfraction de la couche est calculé pour que la lumière qu'elle réfléchit soit en opposition de phase avec l'onde de la lumière incidente. De ce fait, lorsqu'elle interfère avec cette onde incidente, l'onde réfléchie est annulée. La perte de lumière par réflexion est donc éliminée. Il est facile d'imaginer l'intérêt de ce procédé lorsqu'on sait que si l'on multiplie les lentilles pour corriger les aberrations, il y a multiplication des pertes lumineuses, pertes qui peuvent représenter 90 % de la lumière. En fait, sans le traitement antireflet, il n'aurait pas été possible de créer des systèmes à plus de 4 ou 5 lentilles et encore moins des zooms qui, pour permettre la variation des focales, ont souvent plus de 10 lentilles.

Le traitement avec une seule couche n'agit que pour une longueur d'onde de la lumière. Pour qu'il soit efficace, il faut donc déposer des couches différentes (substances et épaisseurs) pour les diverses longueurs d'onde. Les traitements les plus complets font appel à des dizaines de couches dont l'épaisseur est parfaitement contrôlée. Dans les jumelles, outre celles des lentilles, les surfaces des prismes sont aussi traitées.

Plus récemment, la qualité de l'image sur les bords du champ a été améliorée par l'incorporation de lentilles asphériques. Il faut rappeler à ce propos que l'optique fait surtout appel à des lentilles sphériques, dont la surface est une portion de sphère de rayon déterminé. Il en est ainsi parce que leur fabrication est plus facile à mécaniser. L'avantage des lentilles à surfaces asphériques est double : affiner les corrections sur le bord du champ et réduire le nombre des lentilles, notamment des zooms (car une surface asphérique peut assurer une correction qui, auparavant, exigeait plusieurs surfaces sphériques). Les gains ainsi obtenus en définition d'image, en contraste, en luminosité, en homogénéité dans tout le champ seraient illusoire si, parallèlement, l'assemblage des lentilles et des prismes sur leur axe optique n'avait pas bénéficié de plus de précision. Les progrès, sur ce plan, procèdent autant des technologies optiques que des mécaniques.

La micromécanique de précision a permis des assemblages au micromètre près dans des matériaux durs et légers (alliages d'aluminium et de magnésium). Ces matériaux et le profil des logements des lentilles assurent aujourd'hui une bonne tenue aux chocs et à l'usure.

Autre aspect mécanique des jumelles modernes, leur étanchéité. Celle-ci est importante

Parmi les meilleurs...

L'Olympus 10X24 PC figure dans la vaste catégorie des jumelles de qualité à prix abordable. Compact et léger, ce modèle est destiné à tous les usages (690 F).

Photos X. Tous droits réservés



pour éviter des dépôts de buée sur les lentilles internes. Elle élimine aussi les pénétrations de poussières. Les techniques sont multiples et l'étanchéité est sévèrement contrôlée : un constructeur comme Swarovski plonge ses jumelles dans un aquarium pendant une heure avec une pression interne de 0,3 bar. Leica renforce l'étanchéité des fûts en les trempant dans un bain de résine jusqu'à pénétration dans le métal. Le corps des jumelles est très souvent rempli d'azote ; des joints toriques sont utilisés pour assurer l'étanchéité des assemblages. Les revêtements de surface, en résine ou en caoutchouc, sont aussi d'utilisation courante pour améliorer la résistance aux chocs et faciliter la tenue en main.

Pour améliorer cette tenue en main, les opticiens font appel aux lentilles flottantes, notamment pour le changement de focale (jumelles à zoom) ou la mise au point (mise au point dite "interne"). Dans ces deux cas, des groupes de lentilles se déplacent pour assurer les réglages : la longueur des jumelles reste constante. Les progrès de la micromécanique et de l'optique, ainsi que le recours à des matériaux légers et résistants, ont été mis à profit pour réaliser des jumelles compactes, de plus en plus ergonomiques.

L'ensemble des caractéristiques n'a pas changé fondamentalement : les jumelles restent des



... rapports qualité-prix

Le modèle UCF 9X21 Mini de Pentax est ultra-compact, avec une lentille asphérique à haute résolution. Protection caoutchoutée antichoc. Idéal pour les vacances (990 F).

instruments d'observation. C'est l'apport de l'électronique qui a commencé à doter ces instruments de nouvelles fonctions.

L'exemple le plus caractéristique est sans doute fourni par Leica avec le lancement en 1993, à l'intention du grand public, de ses jumelles Géovid, dotées d'un télémètre à laser, d'une boussole électronique et d'un micro-ordinateur capable d'effectuer 25 millions de calculs par seconde (voir *Science & Vie* n° 916, p. 113).

Ces dispositifs permettent de mesurer à la fois la distance à laquelle se trouve un sujet et son orientation. Une simple pression sur une touche suffit pour que distance et orientation s'affichent dans le champ de la jumelle. Le microprocesseur calcule instantanément la distance à partir du laps de temps écoulé entre l'envoi de l'impulsion lumineuse et sa réception après réflexion par le sujet pointé. La portée de la Géovid est de 25 à 1 000 mètres, même de nuit. La boussole électronique ne comporte aucune pièce mobile. Elle fonctionne également en position inclinée jusqu'à $\pm 35^\circ$. Cette boussole fait appel à trois détecteurs à corps solide, montés à angle droit les uns par rapport aux autres. Ils détectent le sens de la course du champ magnétique terrestre. Un logiciel in-

corporé interprète les données recueillies. Quelle que soit la position de l'utilisateur sur le globe, les jumelles indiquent la direction du pôle Nord géographique. Il y a quelques mois, Leica a commercialisé un modèle sans boussole, la Géovid 7X42 BD, dont le télémètre est surtout adapté aux applications de chasse et de sauvetage. Les jumelles Zeiss 7X50 BC et Perl 7X50 sont également dotées d'une boussole de navigation (compas).

Autre caractéristique récente sur des jumelles, la mise au point automatique, système dérivé de l'autofocus des appareils photographiques. On la retrouve essentiellement sur des modèles Minolta. Le point se fait en 0,5 seconde lorsqu'on appuie sur un bouton.

Le plus récent des perfectionnements concerne la stabilité, impossible à obtenir en tenant à la main des jumelles à fort grossissement. Pour pallier cet inconvénient, Zeiss a doté ses jumelles 20X60 S (grossissement 20 fois) d'un stabilisateur mécanique : tout le bloc de prismes est doté d'une suspension à cardan. Les composants optiques sont ainsi asservis au bougé de la main, mais avec des mouvements inversés. Grâce à cette disposition, les rayons lumineux parviennent toujours sur le même point du plan image. La réalisation de ce système est exemplaire et de haute précision. Mais le prix s'en ressent : 35 000 F. Canon vient de concevoir un dispositif plus économique (7 000 F), dérivé de celui des stabilisateurs des caméscopes de la marque. Il interpose sur le trajet des deux faisceaux lumineux un prisme à angle variable constitué d'un liquide entre deux lames de verre reliées par un soufflet. La variation d'angle de ce prisme permet de faire varier la dé-

L'avenir est aux stabilisateurs d'image

viation des rayons lumineux qui le traversent de façon à compenser le tremblement intempestif des jumelles. Il faut, bien sûr, une synchronisa-

tion parfaite de ces deux mouvements. Ce rôle revient à deux dispositifs piézo-électriques détectant les tremblements et libérant le courant proportionnel utilisé pour commander le soufflet.

Ces premiers systèmes stabilisateurs d'image pour jumelles sont si efficaces qu'on peut prévoir sans risque leur généralisation future. Les jumelles sont donc encore loin d'avoir achevé leur mutation. Dès aujourd'hui, cependant, et comme le montre notre tableau, les perfectionnements acquis ont permis une grande diversification des modèles proposés sur le marché, et souvent même de les adapter à des applications spécifiques. ■

Dirigé par
Roger
Bellone

TAM-TAM, le premier messenger

Une révolution dans la radiomessagerie : pour utiliser le Tam-Tam, pas besoin d'abonnement. Celui-ci est remplacé par une facturation de l'appel. Un concept de service réellement novateur. Jusqu'à présent, l'utilisation de ce type de produit, souvent baptisé "bip", se cantonnait à des usages strictement professionnels et, plus particulièrement à tous les corps de

(filiale de la Générale des eaux), a su contourner. Avec le Tam-Tam, deux possibilités sont offertes pour envoyer un message. Par l'intermédiaire d'une opératrice : il suffit de lui communiquer le nom ou le numéro de la personne à joindre et de lui dicter le message ; ou à l'aide d'un serveur minitel. Dans les deux cas le coût moyen d'un appel se situe aux alentours de 3,65 F. Aussitôt,

messages peut, néanmoins, être plus long. Une touche permet de faire défiler les lignes afin de pouvoir lire le message dans son intégralité. Le Tam-Tam dispose d'une mémoire de 9 000 caractères ; 40 messages peuvent être mémorisés. Chaque message reçu est stocké tant que de la mémoire reste disponible. Au fur et à mesure des appels, les messages les plus anciens sont donc automatiquement

vibration de l'appareil. De plus, une sélection de dépêches de l'AFP est diffusée gratuitement trois fois par jour. Outre ces caractéristiques particulièrement bien adaptées à un produit grand public, ce messenger fonctionne sous la norme de transmission européenne ERMES, ce qui devrait lui permettre de pouvoir passer les frontières sans trop de problèmes, bien que, actuellement, son usage reste régional. Avec ses allures de console de jeu de poche, son prix relativement bas et sa grande simplicité d'utilisation, le Tam-Tam



métier travaillant dans l'urgence. Avec deux handicaps qui limitaient leur diffusion : le prix de l'appareil lui-même et, surtout, le coût de l'abonnement. Difficultés que la société TDR

le message apparaît sur l'écran. Si ce dernier, qui est à cristaux liquides, ne peut afficher que quatre lignes de 24 caractères chacune, le texte des

détruits. L'arrivée de chaque message est signalée soit par l'émission d'un bip sonore soit par une

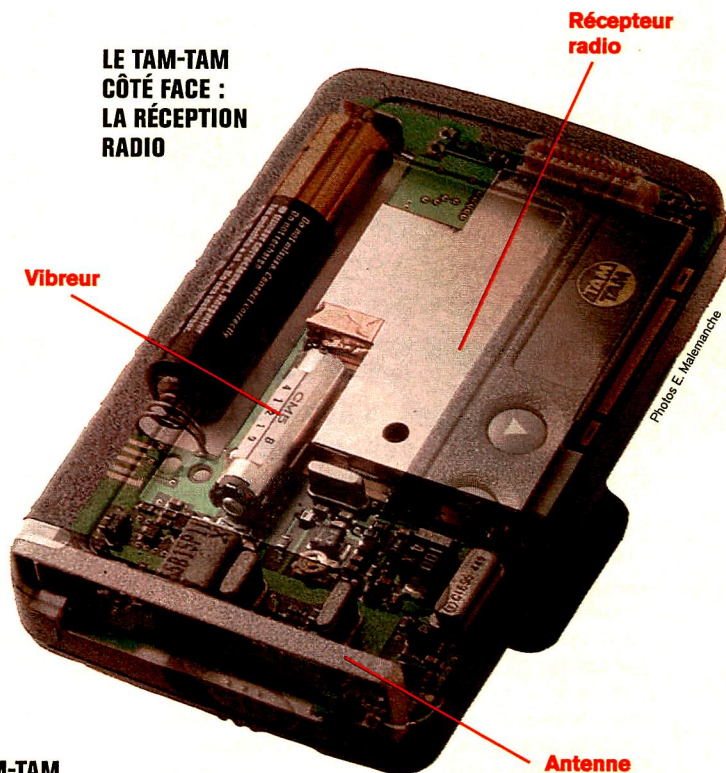
visé un public jeune.

Cependant, il peut présenter un intérêt pour des utilisateurs plus "sages". Il permet, en effet, d'être joint n'importe où de manière

de poche sans abonnement

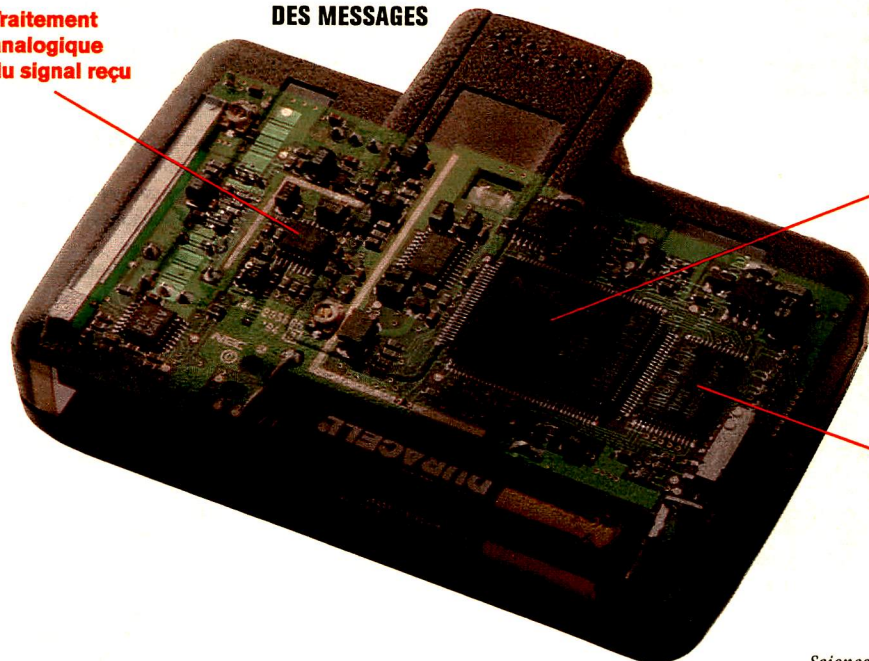
moins contraignante que par l'intermédiaire d'un radiotéléphone, et pour un coût sans comparaison. En ce qui concerne son alimentation électrique, ici aussi, la simplicité a été retenue. Une pile classique de 1,5 V (type R03) lui assure six semaines d'autonomie. Le Tam-Tam est disponible à la Fnac et dans les grandes surfaces pour **1 290 F**. Seule formalité pour sa mise en route : contacter le centre Tam-Tam afin de figurer sur la liste des personnes accessibles par ce service. H.-P.P.

**LE TAM-TAM
CÔTÉ FACE :
LA RÉCEPTION
RADIO**



**LE TAM-TAM
CÔTÉ PILE :
LE TRAITEMENT
DES MESSAGES**

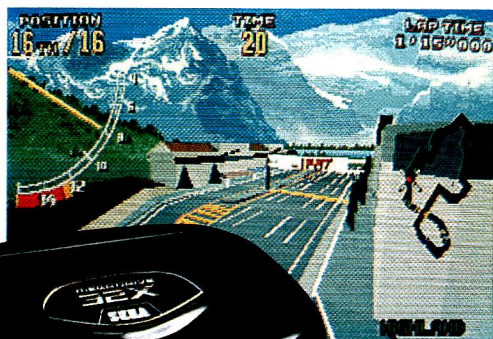
**Traitement
analogique
du signal reçu**



**Microprocesseur
de décodage et
de mémorisation
des messages**

**Contrôleur
de l'afficheur
à cristaux
liquides**

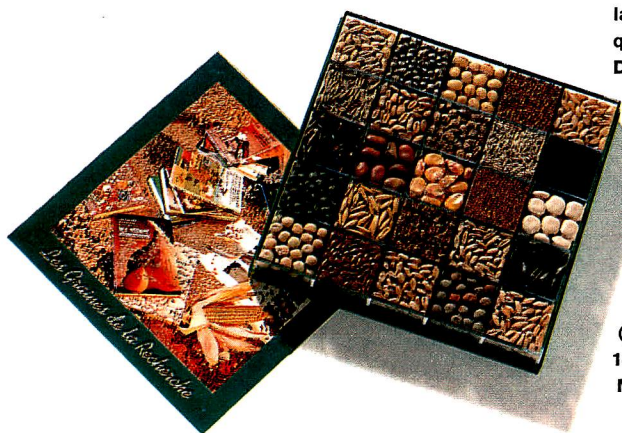
SPORTS ET LOISIRS



Les jeux vidéo des cafés débarquent sur la Megadrive

La console de jeu Megadrive Sega s'est dotée de deux processeurs 32 bits sous architecture RISC qui lui permettent de traiter 32 768 couleurs. Une puissance que pourraient lui envier bien des PC. Grâce à ce nouveau format, Sega propose de nombreux jeux jusqu'à présent réservés aux bornes vidéo installées dans les cafés, salles de jeu et

galeries marchandes, et nécessitant une forte puissance de calcul. Ainsi les célèbres *Dragon's Lair*, *Ristar*, *Soulstar*, *Motocross Championship*, sont maintenant disponibles sur cette console avec une qualité d'animation et de graphisme équivalente à celle des bornes de jeu. Le prix de ces nouvelles cartouches varie de 399 F à 499 F. H.-P.P.



Du soleil à toute heure

L'énergie solaire est de plus en plus utilisée pour l'alimentation d'instruments grand public. Ainsi, Swatch présente une montre solaire. Dotée de minuscules photopiles chargeant un accumulateur, elle peut fonctionner en permanence, son autonomie étant de soixante-douze à cent heures. La recharge complète dure quinze minutes au soleil, quatre-vingt-dix minutes par ciel nuageux ou six heures en lumière électrique ambiante. Prix : 300 F. S.F.



Prenez-en de la graine

Question pour les plus jeunes : quelle est la taille, la couleur, la forme des graines des cultures que vous voyez dans les champs ?

Difficile de répondre pour des enfants citadins. A leur intention, l'Institut national de la recherche agronomique, qui possède une filiale de création de variétés, Agri Obtentions, pour près de 40 espèces, présente dans un petit coffret différentes graines : pois, blé, fétuque, lin, luzerne, colza, etc. Prix : 95 F (INRA, salle d'actualités, 147 rue de l'Université, 75007 Paris). M.-L.M.

L'alimentation est un jeu d'enfant ▶

Nutrisimo, c'est d'abord un jeu sur notre alimentation. Les aliments y sont classés en neuf catégories : légumes et fruits, lait et produits laitiers, oléagineux (graines) etc., qui forment autant de domaines où le joueur peut accumuler des trophées s'il sait répondre aux questions posées sur les cartes tirées par le meneur de jeu ou le joueur suivant. Des plus faciles ("Couleur de l'aubergine ?") aux plus compliquées, elles

enrichissent notre vocabulaire ("Comment nomme-t-on une grosse tranche de poisson ?"), nos connaissances ("Quelle est la viande la plus grasse ?") et peuvent bouleverser nos habitudes alimentaires. Un seul regret : les questions (900) sont souvent de type oui-non, vrai-faux, et les réponses, n'étant pas argumentées, nous laissent sur notre faim. On ne saura pas le nom de l'apéritif à base de fleurs de pissenlit... Mais pour les jeunes de

10 à 99 ans, en famille, à l'école ou entre amis, la curiosité est aiguisée sur les multiples facettes des aliments : qualités, origines culturelle, géographique, technologique. Ce jeu de qualité, fabriqué par Ravensburger, a été concocté par l'équipe du docteur Jean-Michel Lecerf, chef du service de nutrition de l'Institut Pasteur de Lille. Prix : 239 F, plus 46 F de frais d'expédition. Renseignements : Institut Pasteur de Lille.

Tél. : (16)
20 87 78 21.
M.-L.M.



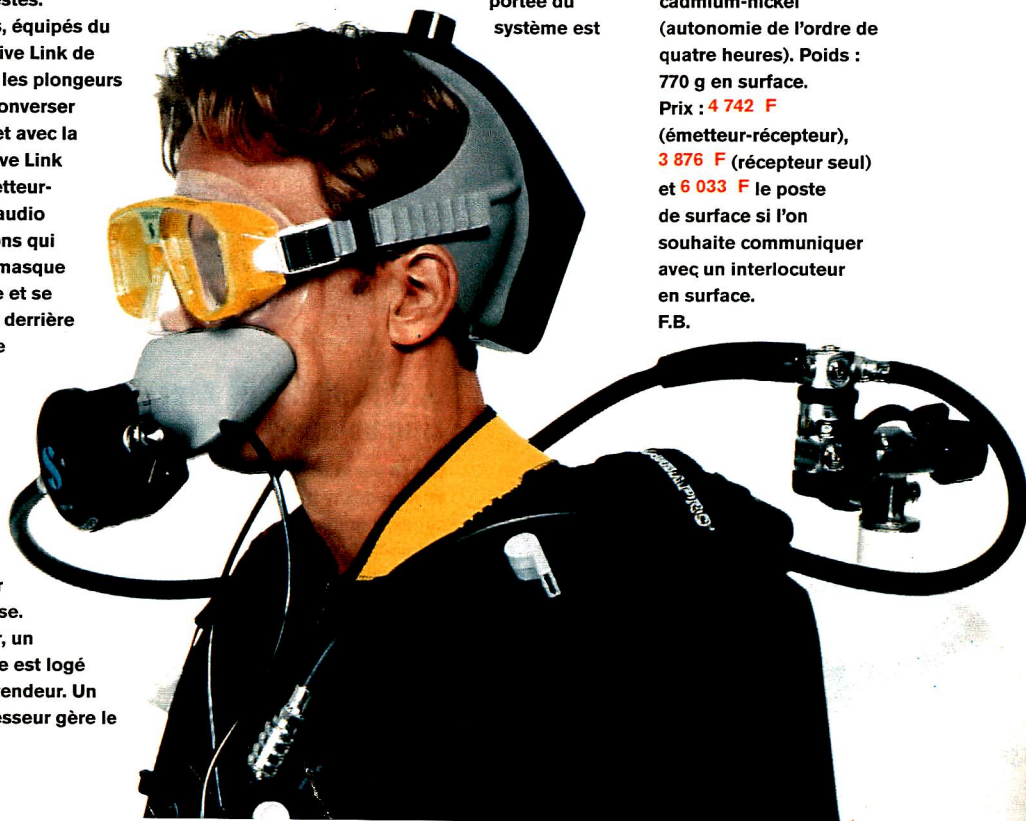
▼ Enfin, pouvoir parler sous l'eau !

Jusqu'ici, en plongée sous-marine, on ne pouvait communiquer que par gestes. Désormais, équipés du système Dive Link de Scubapro, les plongeurs pourront converser entre eux et avec la surface. Dive Link est un émetteur-récepteur audio par ultrasons qui se fixe au masque de plongée et se positionne derrière la tête. Une pastille réceptrice appliquée contre la tempe transmet l'écoute aux oreilles par voie osseuse. Pour parler, un microphone est logé dans le détendeur. Un microprocesseur gère le

tout, en particulier le réglage automatique des intensités et les

mises en fonction de l'écoute ou de l'émission de parole. La portée du système est

d'environ 50 m. Il est alimenté par accumulateur au cadmium-nickel (autonomie de l'ordre de quatre heures). Poids : 770 g en surface. Prix : 4 742 F (émetteur-récepteur), 3 876 F (récepteur seul) et 6 033 F le poste de surface si l'on souhaite communiquer avec un interlocuteur en surface. F.B.



Des disquettes sans virus ►

3M propose des disquettes pour PC préformatées, exemptes de tout virus. Car, c'est le plus souvent, lors de la phase de formatage que la disquette est infectée par un virus que

contient l'ordinateur. Le préformatage a été réalisé sur un système isolé, exempt de toute connexion réseau afin d'éviter le risque de contamination ; chaque disquette est contrôlée



bit à bit par rapport à une disquette de référence. De plus, des recherches de virus sont réalisées à plusieurs étapes de la production.

Et des recommandations utiles pour se protéger des virus sont fournies avec chaque boîte. Prix : **57 F** la boîte de 10 disquettes. H.-P. P.

*Ont participé à la rédaction de ces informations :
F. Bellone,
S. Feertchak,
M.-L. Moinet et
H.-P. Penel.*

**MAISON
ET JARDIN**

▼ C'est aussi un minitel

Equippé d'un écran, Sillage fait à la fois office de téléphone, de minitel et de répondeur-enregistreur numérique (sans cassette). Il dispose, parmi un éventail de fonctions assez large, d'un répertoire-carnet d'adresses (200 fiches) et il est disponible dans les agences France Telecom. Prix : **2 190 F**. H.-P.P.



▲ Un volume de Magic-Terre et cinq volumes d'eau...

Conçu par la marque KB, Magic-Terre est le premier terreau déshydraté. Présenté sous forme de petits cubes, il gonfle sous l'action de l'eau. Un volume de Magic-Terre et cinq volumes d'eau donnent sept volumes de terreau. Elaboré à partir de tourbe blonde et enrichi d'éléments nutritifs, ce produit convient à l'ensemble des plantes vertes ou fleuries d'appartement. Prix : **25 F** la boîte de 700 g. F. B.

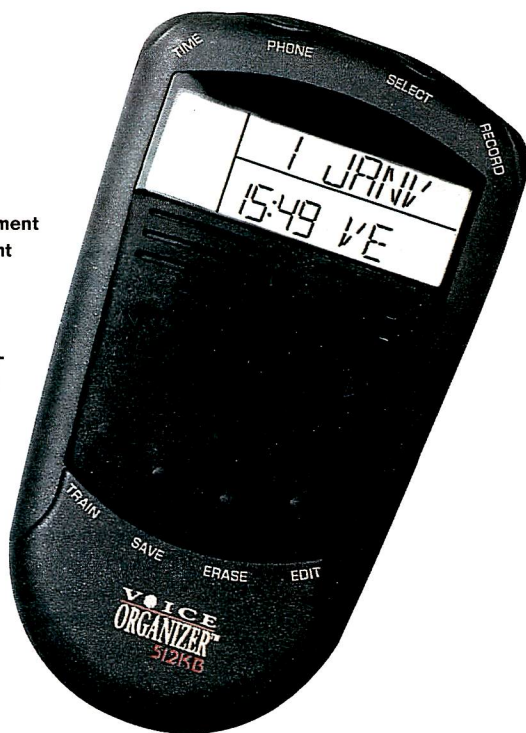
AUDIOVISUEL

Vous pouvez tout lui confier ►

Le *Voice Organizer*, assez classique dans ses fonctions (répertoire, agenda, mémos, messages de rappel, etc.), est un ordinateur qui reconnaît votre voix, à la suite d'un court apprentissage qui consiste à répéter une série de mots-types.

Vous pouvez ensuite enregistrer jusqu'à 100 noms et adresses, 99 mémos, 156 messages de rappel. Et lorsque, par exemple, vous voulez retrouver une adresse ou un numéro de téléphone, il suffit de lui susurrer le nom de la personne à contacter. Il vous

répondra immédiatement en restituant votre voix numérisée lors de l'enregistrement. Prix : **1 490 F.** H.-P. P.



▼ Ascenseur pour les CD



La chaîne Philips FW 15 regroupe un amplificateur de puissance efficace 2 x 15 W, un lecteur de disques compacts, un tuner numérique PO-GO-FM stéréo et un magnétophone à cassettes. Elle ne mesure pourtant que 18 x 25 x 28 cm. Ses possibilités musicales sont comparables à celles de modèles plus importants. Le lecteur de CD peut être programmé pour l'écoute de 70 titres, soit huit heures de musique en continu : les CD, rangés verticalement dans un magasin, sont acheminés successivement par un mini-ascenseur qui les dispose devant le laser de lecture. L'amplificateur est doté de quatre ambiances : jazz, rock, pop et classique. Le tuner peut être programmé pour déclencher une émission radio à une heure précise. Le lecteur de cassettes est couplé au lecteur CD et permet donc la copie d'un disque. Prix : **3 000 F.** F.B.

▼ Premier portable stéréo

Nokia vient de lancer le premier téléviseur portable stéréo, le modèle PAL/SECAM Océanic 3755. Compact, il est doté d'un écran de 37 cm, il mesure 36 x 37 x 38 cm, pèse moins de 10 kg, et dispose pourtant de tous les perfectionnements habituellement réservés aux postes plus encombrants. Ce

téléviseur est équipé du système NICAM, qui permet d'obtenir un son stéréo numérique avec les programmes TV diffusés en NICAM (ce qui est déjà le cas pour TF1 et France 2). L'Océanic 3755 possède encore un correcteur audio de tonalité, une balance droite-gauche et une prise casque avec réglage du volume indépendant. Deux déflecteurs amovibles et orientables permettent d'ajuster l'effet stéréophonique. Autres caractéristiques : la programmation des chaînes, l'affichage des fonctions sur l'écran et le réglage de la luminosité de l'image sont automatiques. Prix : **1 990 F.**



MÉDIATHÈQUE

LIVRES

Joël de Rosnay L'homme symbiotique

Regards sur
le troisième millénaire

Seuil

Avènement d'un être collectif

Joël de Rosnay

**L'HOMME
SYMBIOTIQUE**
Regards sur le
troisième millénaire

Seuil, 350 p., 130 F.

Vers quels horizons nous entraîne le développement exponentiel des communications et de l'informatique ? Allons-nous vers la réalisation d'une interface biotique entre le cerveau de l'homme et le cerveau des machines ? Ce qui semble inévitable, aux yeux de Joël de Rosnay, c'est la naissance d'un être collectif, le cybionte, auquel nous serons tous connectés. Avec quels moyens pourrions-nous piloter cette complexité ? Quelles seront les industries du troisième millénaire ? Enfin, quelles seront les valeurs humaines à mettre en avant et les outils à développer pour faire en sorte que le monde connexionniste de demain se développe au profit de tous et dans le respect de la diversité des cultures ? Joël de Rosnay répond à quelques-unes de ces interrogations :

Science & Vie : Joël de Rosnay, pourquoi ce titre ?

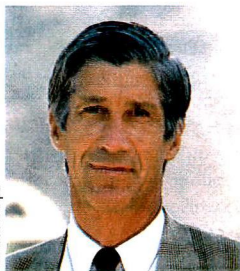
Joël de Rosnay : Parce que derrière homme symbiotique il y a symbiose. La symbiose est une association de la nature, solide et durable, aux bénéfices mutuels des partenaires. En face, nous trouvons le parasitisme, et le parasite peut finir par détruire l'hôte qu'il envahit. Or, à la vitesse à laquelle les pays industrialisés se développent, nous sommes en train d'entrer dans une relation parasitaire avec la planète et des sociétés humaines. Nous sommes engagés dans une évolution qui peut être catastrophique à terme sur les plans écologique et économique, mais il y a des moyens de vivre en symbiose avec la nature, avec nous-mêmes et avec l'organisme sociétal que nous sommes en train de construire.

S & V : Le cybionte, qui repose essentiellement sur le développement des moyens de communication, ne risque-t-il pas de générer une dérive totalitaire ?

J de R. : Oui, c'est à double tranchant. Si nous n'arrivons pas à intégrer les lois de la symbiose dans l'intérêt de l'homme, le respect des diversités humaines, alors nous risquons de voir le cybionte contrôlé par quelques-uns aux détriments de tous les autres.

S & V : Pensez-vous que l'on puisse forcer l'émergence des valeurs de partage et de solidarité ?

J de R. : L'accélération du développement de nos sociétés



Y. Mallory/Sipa

tés nécessite de faire des grands choix pour le long terme et non à cinq ans, à sept ans. Je pense que l'on peut, non pas forcer l'avènement de cette symbiose, mais, en douceur, trouver les moyens, comme on a su le faire dans certaines organisations humaines, pour y parvenir.

S & V : Par l'éducation, par exemple ?

J de R. : L'éducation est le grand enjeu du troisième millénaire. C'est un grand choix à la fois des pays développés et des pays en voie de développement. L'école devra être reconfigurée. Elle doit, certes, rester un lieu de socialisation, de coéducation et de rassemblement autour du professeur. En revanche, le rôle du professeur doit évoluer. Il doit être un catalyseur, un chef d'orchestre des connaissances, utilisant les technologies nouvelles pour multiplier l'accès au savoir. En d'autres termes, l'élève doit apprendre à apprendre, et, surtout, apprendre à gérer l'information acquise par les autres moyens de communication, en dehors de la classe. Pratiquer une véritable diététique de l'information.

Propos recueillis par T. Pilorge

Les déliants d'Internet

Pierre Lévy

**L'INTELLIGENCE
COLLECTIVE**

La Découverte, 244 p., 150 F.

Philosophe, auteur de deux ouvrages que nous avons appréciés et présentés dans ces pages, *la Machine univers* et *les Technologies de l'intelligence*, Pierre Lévy est aussi professeur dans un département au nom mystérieux, "Hypermédia", à l'université Paris VII. Il explore, présente, commente et surtout fait l'éloge du monde qui naît sous nos yeux et qui est celui de la virtualité permanente, réseau Internet et autres autoroutes de l'information.

Pour lui, ce monde-là se fonde sur l'accueil, sur la justice et il tente de le démontrer à l'aide d'apologues bibliques. Il introduit ainsi, presque d'entrée de jeu, la notion des Justes, qui «concourent à la production et à l'entretien de tout ce qui peuple le monde humain». Or, c'est là le type de discours utopiques auquel nous croyions que Foucault avait tordu le cou. Au chapitre suivant, surprise, Lévy tient un discours révolutionnaire et contestataire, comme on disait en 68. La solution, selon Lévy, résiderait dans le "cyberspace", c'est-à-dire l'espace virtuel électronique ; là, chacun pourrait intervenir en temps réel sur la gestion de la société. Observons ici que c'est le projet qu'offrit à la dernière présidentielle américaine le candidat malheureux Ross Perot. On s'en gaussa beaucoup.

Pareilles propositions laissent, en effet, rêveur : com-

ment le citoyen pourrait-il donc intervenir sur la vie sociale et politique ? Comment les décisions seraient-elles prises ? Aux voix ? C'est alors à dire qu'il faudrait passer sa journée devant son écran ; c'est bien peu pratique. Philosophiquement, de plus, c'est redoutable, car cela mènerait au populisme de la meilleure farine.

Puis, Lévy se pique de beau langage contemporain et se livre à une orgie d'italiques. Exemple : «Le passage dans

Et si la bonne nouvelle était mauvaise...

Gerald Messadié

29 JOURS AVANT LA FIN DU MONDE

Robert Laffont, 348 p., 129 F.

Le président des Etats-Unis est victime d'un attentat électronique : un Donald Duck rigolard apparaît sur les écrans de télévision à sa place. D'honnêtes ménagères croyant visionner des films à l'eau de rose tombent sur des films pornos de dernière catégorie. La criminalité mondiale atteint des pics extraordinaires suite à la visualisation de cassettes vidéo infectées par des virus qui se livrent à des détournements d'images. Des terroristes lâchent des bactéries qui bouillent les câbles optiques, provoquant dans les réseaux de communication les catastrophes que l'on devine. Une secte bouddhiste (tiens, tiens !) infiltre les réseaux informatiques mondiaux et avec un esthétisme raffiné qui n'a d'égal que la simplicité des moyens utilisés, provoque l'effondrement du système financier mondial...

On l'aura compris, notre ami Gerald Messadié qui sait bien de quoi il parle, puisqu'il suit l'actualité scientifique et sociologique depuis plus de trente ans, utili-

se dans sa fable résolument actuelle une multitude d'arguments romancés et futuristes pour nous décrire une planète en proie aux délires virtuels (mais également bien réels !) proposés aujourd'hui par les tenants de la mondialisation électronique. Le délire virtuel, qui empêche de faire la discrimination entre l'imaginaire et la réalité, allié à la diffusion parmi les masses de connaissances et de technologies jusqu'ici contrôlées par les Etats, font littéralement sauter les structures étatiques et sociologiques, sans pour autant les remplacer. La thèse illustrée dans ce roman est à l'opposée de celle développée par Joël de Rosnay (voir présentation ci-contre) qui voit au contraire dans la mondialisation des réseaux, un moyen d'amplification de l'intelligence et de régulation des sociétés.

S'il est souvent cocasse, le dernier roman de Gerald Messadié utilise de nombreux exemples pris dans l'actualité (hackers - espions informatiques - pénétrant



dans les ordinateurs du Pentagone, secte japonaise fabriquant un gaz de combat, le sarin, pour son propre compte, *golden boy* responsable de la chute d'une banque bicentenaire, etc.), et les pousse jusqu'à leur ultime logique. Cela donne un roman prémonitoire et à peine outré comme viennent de nous le rappeler l'attentat au gaz du métro de Tokyo ou la faillite de la Barings. C'est la vision flamboyante d'un monde en transition essentiellement baroque, mais dangereux et cruel. Une sorte de nouveau Moyen Age. Gerald Messadié reste pessimiste sur le devenir de nos sociétés dites développées. Il nous montre qu'elles glissent insensiblement vers une barbarie postmoderne qu'auraient à peine osé décrire les écrivains traditionnels de science fiction.

Jean-René Germain

PIERRE LÉVY L'INTELLIGENCE COLLECTIVE

POUR UNE ANTHROPOLOGIE
DU CYBERSPACE



SCIENCE DE NOUVEAU
ÉDITIONS LA DÉCOUVERTE

les circuits médiatiques détrônent la représentation : «Vu à la télé... Dans la sémiotique marchande, le signe ne représente plus, il trace. Il ne fonctionne plus suivant une coupure ordonnée sur le verticale, mais suivant cent lignes de circulation horizontales.» A franchement dire, nous n'avons rien compris. Et quand, ailleurs, nous avons cru comprendre, nous avons frémé d'épouvante. C'est ainsi que Lévy a forgé avec un collègue la notion de «cosmopédie» : ce serait «un espace multidimensionnel de représentations dynamiques et interactives»...

contenant «autant de sémiotiques et de types de représentations que l'on peut en trouver dans le monde lui-même.» Horreur ! Le propre de la culture était d'offrir de la substantifique moelle. Dans ce

système, quand on demanderait un steak, on vous servirait le bœuf, la vache, le veau et la génisse, puis le pré avec. Cela, en clair, c'est la barbarie. Domage pour Lévy.

Gerald Messadié

36 15

SCV

**Questions / réponses
à la rédaction
(sous 24 ou 48 heures,
selon complexité).**

Sale temps pour les escrocs

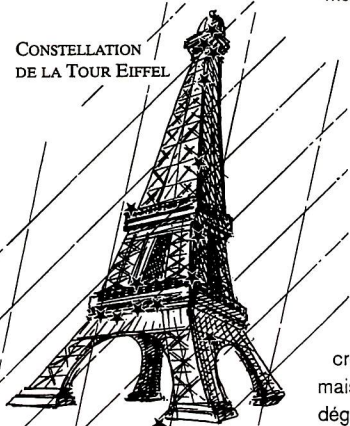
Alain Gillot-Pétré
**LES CHARLATANS
DU CIEL**

Michel Lafon, 242 p., 109 F.

On pourrait dire que Gillot-Pétré ne voit pas plus loin que le bout de son nez (qui s'étire quand même sur cinq jours) : en fait, c'est bien qu'il ne veut pas voir au-delà. Le ciel, l'animateur météo vedette le connaît trop bien pour vouloir lui faire dire plus qu'il ne peut. Quelques gouttes de pluies par ci, une éclaircie matinale par là, mais cachez ces élucubrations astrologiques, ces témoignages d'ovnis et ces prédictions météorologiques à long terme que je ne saurai voir...

Avec raison, et talent, l'animateur bondissant reprend joyeusement le procès des «charlatans du ciel». Loin des études sérieuses, argumentées jusqu'au pointillisme, et finalement sans effet sur le grand public, il se place au niveau populaire, et, sous la forme d'un pamphlet, assène les bons arguments : ceux qui

CONSTITUTION
DE LA TOUR EIFFEL



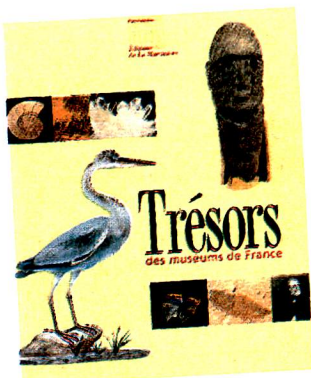
Mélancoliques richesses

Sous la direction
de Philippe Guillet
**TRÉSORS DES
MUSÉUMS
DE FRANCE**

Editions de
La Martinière,
alb. coul. 189 p., 295 F.

Excellente idée que d'avoir réuni les images de quelques merveilles des musées d'histoire naturelle de France, Aurillac, Besançon, Bourges, Colmar, Dijon, La Rochelle, Lille, Lyon, Rouen, Toulouse et, bien sûr, Paris. Mélancolique leçon : une grande partie de ces trésors est constituée d'espèces éteintes par la faute de l'homme, de l'hippopotame bleu, disparu en 1800, à la rhytine, exterminée dans le dernier quart du XVIII^e siècle. Sans oublier le couagga, massacré par les Boers à la fin du XIX^e siècle, l'aepyornis, disparu à la fin du XVI^e siècle, la rougette, une chauve-souris frugivore, disparue à la fin du XIX^e siècle, la huppe de Bourbon, disparue elle aussi à la même époque... Quelques spécimens naturalisés – et souvent mités – tentent funèbrement d'évoquer ce que fut la bête. Adieu donc, lagostrophe, tétras de Cupidon, grande outarde, voici le temps des inventaires !

G.M.



parlent à tous. Que demander de mieux ?

On connaît les arguments anti-astrologie et anti-ovnis ; l'originalité du livre est bien plutôt tapie dans la troisième partie où il est question des «météodroles». La science météorologique a aussi sa cohorte d'allumés, aux prédictions insensées (plusieurs mois, voire plusieurs années à l'avance), aux influences calculées (retour des astres et plus particulièrement de la Lune), aux intentions malhonnêtes (toujours l'argent sur le dos de la crédulité), etc. Au total, jamais le ciel n'aura été aussi dégagé. Jean-François Robredo

Partout en danger, sauf en France

Ouvrage collectif
**LA POLLUTION
ÉLECTROMAGNÉTIQUE
ET LA SANTÉ**

Frisson-Roché, 180 p., 155 F.

On connaît bien aujourd'hui les effets de la pollution radioactive et donc les conséquences sur la santé humaine d'une exposition aux rayonnements électromagnétiques de très haute énergie. En revanche, on parle beaucoup moins des risques liés aux rayonnements de plus faible énergie comme ceux émis par

les lignes à haute tension. Cet ouvrage, fruit de la collaboration de plusieurs spécialistes européens, présente les différents aspects du problème.

En France, l'affaire est entendue : EDF a toujours refusé de reconnaître le danger. Ce n'est pas le cas de tous les pays, et au premier chef de la Suède qui réalise depuis plusieurs années des enquêtes épidémiologiques afin de déterminer les relations entre l'apparition des cancers (leucémies) et l'exposition aux lignes à haute tension (voir *Science & Vie* n° 905).

L'un des auteurs, le Pr Santini (chercheur à l'Institut national des sciences appliquées de Lyon) s'attache ainsi à expliquer les effets biologiques de ces champs électromagnétiques d'extrême basse fréquence et prodigue quelques conseils simples pour éviter de s'exposer aux champs des appareils domestiques. Il recommande «de ne pas laisser d'appareils électriques sous tension dans la chambre d'un enfant», d'«éloigner les appareils électriques (radio, répondeur téléphonique) de la tête du lit», ou encore «d'éviter de dormir sous une couverture chauffante électrique en fonctionnement».

Les auteurs ont eu le souci d'établir un glossaire des termes techniques, scientifiques et médicaux, ce qui n'est pas un luxe ! En effet, si cet ouvrage a le mérite de fédérer une partie des recherches scientifiques dans le domaine des effets des champs électromagnétiques sur la santé, il reste toutefois souvent incompréhensible pour un public non averti. Domage... Didier Dubrana

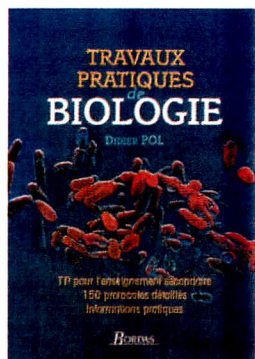
La biologie à pleines mains

Didier Pol

TRAVAUX PRATIQUES DE BIOLOGIE

Bordas, 240 p., 148 F.

Dans son *Introduction à la médecine expérimentale*, Claude Bernard écrivait déjà en 1865 : «Une main habile



sans la tête qui la dirige est un instrument aveugle ; la tête sans la main qui réalise reste impuissante». Notre enseignement, on le sait, privilégie beaucoup plus la tête que les mains, et rares sont les élèves qui expérimentent vraiment. C'est vrai en physique, ce l'est tout autant en biologie. Or, un chercheur est un expérimentateur, et s'il n'a que la tête sans les mains il ne fera jamais de découverte.

C'est pour combler cette lacune, qui concerne nombre de collégiés et de lycéens, que Didier Pol, professeur agrégé de biologie-géologie, a rédigé cet ouvrage qui vient apporter un indispensable complément à tous les élèves qui souhaitent acquérir de réelles connaissances pratiques en biologie. Il regroupe plus de 150 manipulations dont la

plupart sont classiques et éprouvées, mais auxquelles l'auteur a ajouté quelques trucs, souvent méconnus, pour qu'elles marchent à coup sûr. D'autres sont moins courantes, mais elles ont de toutes façons été déjà pratiquées.

Chaque manipulation couvre exactement une page – facilité de lecture – avec les schémas nécessaires, la liste du matériel et une description concise, mais très claire, des opérations à effectuer : on peut dire que, ici, le professeur prend vraiment l'élève par la main. *Renaud de La Taille*

Pour retrouver la légèreté de la science

Anna Alter
et Jean-Pierre Cagnat.

LA SAGA DU VIVANT La grande aventure de l'homme et de l'Univers

Editions du Félin, 144 p., 178 F.

Comme le reconnaît Hubert Reeves dans sa préface, l'humour n'est pas toujours le fort des chercheurs, qui ont un peu trop tendance à se prendre au sérieux. C'est donc avec un humour débridé qu'Anna Alter a abordé le vaste sujet de l'histoire de l'Univers et de la vie. Le message scientifique n'est pas traité par-dessus la jambe pour autant. L'auteur passe en revue la plupart des grandes théories actuelles sur les différents thèmes abordés – la naissance de l'Univers, l'évolution, puis l'homme sous toutes ses coutures, les extrater-



La parade de l'Univers

Kristen Lippincott

L'ASTRONOMIE

John et Mary Gribbin

LE TEMPS ET L'ESPACE

Gallimard, collection "Passion des sciences", 64 p., 110 F.

Est-il encore besoin de vanter les éditions Gallimard jeunesse, leur qualité iconographique, leurs mises en scènes esthétiques, leurs textes courts et précis, etc. ? Avec ces deux ouvrages consacrés à l'astronomie et l'astrophysique, les éditeurs ont poussé leur art à l'extrême. Quoi de plus beau, en effet, que ces images du ciel, des planètes, des instruments d'observation passés ou présents... Quoi de plus enrichissant que de raconter l'histoire d'une science qui est sans doute la plus ancienne et la plus riche des branches de la connaissance humaine... Quoi de plus fascinant aussi que d'essayer d'expliquer le temps, l'espace, les paradoxes de l'Univers dans des schémas clairs et précis... On trouvera donc tout cela dans ces deux livres grand format qui s'adressent à un public très large. *J.-F.R.*

restres et, bien sûr, la fin de l'Univers. Tout cela est mené tambour battant, au rythme, on l'a dit, d'un humour omniprésent. Si celui-ci ne brille pas toujours par sa finesse et son originalité, il n'en rend pas moins le livre très vivant. Quant aux dessins de Jean-Pierre Cagnat, l'éditeur les veut «éclairants et impertinents». Pour ma part, je serais surtout tenté d'y voir de l'ironie, de la tendresse et de la poésie. Qu'on ne s'y trompe pas : il ne s'agit pas d'un livre de science, mais plutôt d'un regard sur la science qui, pour citer encore une fois Hubert Reeves, «invite à re-



trouver la légèreté oubliée du jeu scientifique ainsi que la dimension de plaisir de la recherche, si facilement écrasés sous le poids des lourdeurs académiques. *T.P.*

Tintin au pays de la génétique

Bertrand Jordan

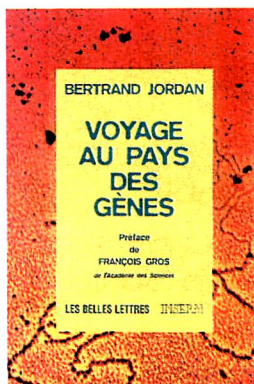
VOYAGE AU PAYS DES GÈNES

Les Belles Lettres-INSERM, 270 p., 110 F.

Le programme "Génome humain", lancé il y a quatre ans, à l'initiative de James Watson, l'un des découvreurs de la double hélice d'ADN, est le défi scientifique majeur de cette fin de siècle. Il consiste à établir les cartes physique et génétique de l'ADN, cette molécule de 2 mètres de long, pelotonné dans le noyau des cellules, puis à dresser l'inventaire des dizaines de milliers de gènes qui y sont inscrits, et enfin à déchiffrer le message de ces gènes.

Cette entreprise colossale, dans laquelle des sommes d'argent considérables sont investies et à laquelle participent des milliers de chercheurs dans le monde entier est abordée de différentes manières selon les moyens mis en œuvre, les techniques utilisées et la personnalité des chercheurs.

Au cours d'une année sabbatique, Bertrand Jordan, directeur de recherche au Centre d'immunologie de Marseille a décidé de visiter, pour son propre profit, mais aussi pour celui des autres chercheurs, les principaux "Genome Centers" du monde entier. Un voyage qui l'a conduit aux Etats-Unis, au Japon, en Australie. C'est ce voyage au jour le jour qu'il nous raconte. Un livre enrichissant, qui nous en apprend



plus sur la psychologie des Japonais que les plus savants traités, et passionnant, car Jordan a eu la bonne idée de parsemer son récit d'anecdotes sur les us et coutumes des peuples qu'il a rencontrés. "Tintin au pays des gènes" aurait été un titre parfaitement approprié.

Pierre Rossion

CD-ROM

Dix volumes sur un disque

ENCYCLOPEDIE BORDAS MULTIMEDIA

Bordas éditeur, 430 F.

L'Encyclopédie Bordas connaît aujourd'hui une révolution depuis Gutenberg : la restitution de l'intégralité de ses dix volumes sur un seul CD-Rom. La version imprimée conserve néanmoins son attrait et est complétée chaque année par un volume d'actualisation, ainsi que par les deux volumes du *Dictionnaire de la langue française*.

Le CD-Rom prend le relais du support papier pour le com-



pléter en faisant entrer l'utilisateur dans une autre dimension : après un simple clic, un personnage célèbre apparaîtra en personne sur l'écran pour raconter sa vie ou son œuvre, on pourra entendre la sonorité d'une batterie ou d'un banjo, visionner une séquence de film... Ce support numérique reste dans le monde familier de la page et porte une attention particulière au graphisme et au mode de présentation. Le

CASSETTES

En direct du cosmos

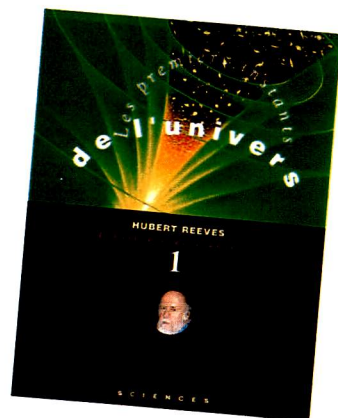
Hubert Reeves

L'HISTOIRE DE L'UNIVERS

Editions Dictys, 5 cassettes de soixante-cinq minutes, 356 F.

On connaît les succès de librairie d'Hubert Reeves. Son talent pour mettre en scène, romancer, et surtout vulgariser l'histoire de l'Univers a marqué l'édition scientifique de ces vingt dernières années. Mais ceux qui le connaissent savent que la qualité de ses propos n'a d'égal que le plaisir de les écouter. C'est ce que proposent ces cassettes enregistrées en 1994 lors d'une série de conférences dans la grand amphi de la Sorbonne, sur "Les premiers instants de l'Univers", "Le monde des galaxies et des étoiles", "La naissance du système solaire", "Les planètes et leurs satellites", et enfin "L'avenir de l'Univers".

Pour ceux qui n'ont jamais eu la chance de voir en direct l'orateur, sachez que celui-



ci, seul sur l'estrade face à plusieurs milliers de personnes, assis décontracté sur un petit coin du bureau, un micro cravate discrètement accroché à son inévitable pull à col roulé, est capable de parler pendant plus d'une heure sans lire de notes, sans jamais hésiter, respectant un ordre bien établi mais avec un discours en partie improvisé et toujours vivant. Un chef d'œuvre de communication, de vulgarisation scientifique qui captive tous les auditoires. Un plaisir que les cassettes arrivent en grande partie à redonner.

J.-F. R.

sous-menu «sons, animations, vidéos», l'un des différents itinéraires du menu principal, offre, entre autres, des éléments animés bien travaillés qui visualisent le fonctionnement d'une écluse, les principes du billard, la circulation sanguine ou encore la trajectoire d'un satellite.

► **Configuration requise :** PC (486 DX2 4 à 8 Mo de RAM), Macintosh (au moins 8 Mo de RAM), lecteur de CD-Rom.

Marie-Sophie Germain

Le CD-Rom de l'année

LOUIS PASTEUR

Iconomics éditeur et distributeur, environ 350 F.

Pour tout savoir sur Louis Pasteur – sa vie, son œuvre et ses grands travaux de recherche –, il existe, depuis fin

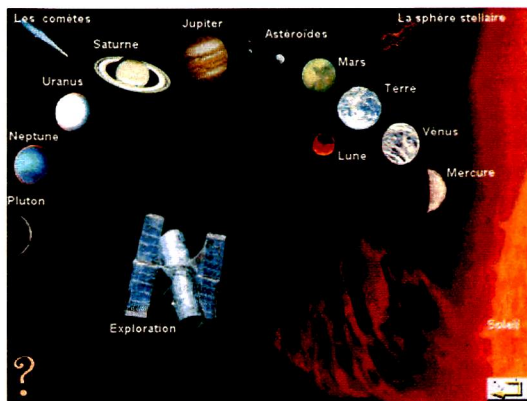
janvier, une borne interactive mise en place à l'Institut Pasteur. Destiné au grand public, un CD-Rom en reprend le contenu.

On y trouve une biographie du célèbre savant, une description des événements politiques, culturels, artistiques et scientifiques qui ont accompagné sa vie et une description détaillée des huit grands ensembles de recherche (dont l'un des plus connus, la rage) qui ont fait sa renommée.

Ce CD-Rom contient également un grand nombre d'informations sur ceux que l'on nomme les "grands pasteuriens", ces hommes qui ont travaillé avec Pasteur durant sa vie ou qui ont ensuite poursuivi ses recherches. Enfin, il intègre également un aperçu des grands axes de la recherche contemporaine.

► **Configuration requise :** PC MPC, lecteur de CD-Rom.

Olivier Cadou



Grands espaces sur petits écrans

ETOILES, PLANÈTES ET ALENTOURS...

EMME Multimédia éditeur et distributeur, environ 300 F.

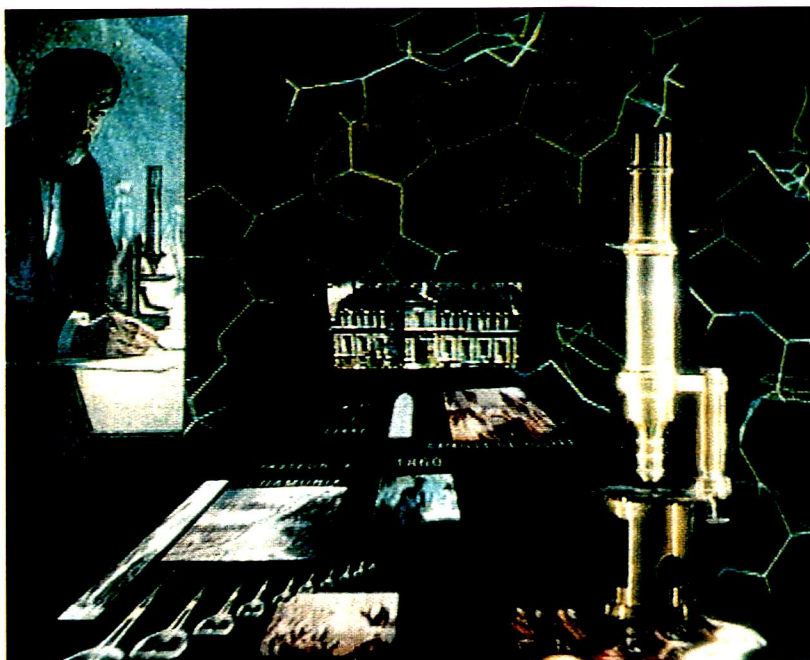
Véritable livre d'images interactif, *Etoiles, Planètes et Alentours...* débute par une préface de l'auteur, Rossana Rossi, qui présente en

quelques mots et en images notre système solaire. Elle y décrit la naissance de la Terre, de la vie et de l'homme pour aboutir à la conquête spatiale et aux images satellites qui ont permis la réalisation de ce CD-Rom. Celui-ci se divise en plusieurs chapitres : "Les planètes", "Les comètes", "La sphère stellaire", "Les astéroïdes", "La Lune", "Le Soleil" et "Les explorations".

Chaque chapitre comporte une liste de thèmes auxquels sont associés une série d'images, un texte et un accompagnement musical. La partie "Explorations" permet de revivre en animations quelques grandes étapes de la conquête de l'espace, de la visite de la Lune aux images radar du désert de la planète Mars, en passant par le lancement de la navette spatiale américaine.

Néanmoins, l'utilisateur reste sur sa faim : les images possèdent une faible résolution (640 x 480) et seulement 256 couleurs. Les séquences vidéo demeurent au format timbre poste et les informations fournies sont parfois insuffisantes.

► **Configuration requise :** PC, 4 Mo de RAM, lecteur de CD-Rom. O. C. ■



AGENDA

Expositions

● HORIZONS MATHÉMATIQUES.

Manipuler des objets, observer leur forme, leur structure, faire des hypothèses et les vérifier, jusqu'au 28 mai. CCST la Casemate, place Saint-Laurent, 38000 Grenoble. Tél. : 16 76 44 30 79. Entrée 15 F.

● A LA DÉCOUVERTE DE L'OR.

Initiation à l'extraction et aux techniques de transformation de l'or, du 15 mars au 11 juin à l'écomusée de la région de Fourmies-Trélon, place Maria-Blondeau, 59612 Fourmies. Tél. : 16 27 60 66 11.

● LE TRÉSOR D'EAUZE.

C'est une des plus importantes découvertes de monnaies et



d'objets précieux romains. Mis au jour en 1985, cet ensemble retrouve sa cité d'origine après sept années d'inventaire et d'études. Musée archéologique, place de la République, 32800 Eauze. Tél. : 16 62 09 71 38.

● CIGALES, VIE ET SYMBOLE.

La biologie et l'histoire de ces insectes mal connus, jusqu'au 31 décembre au musée des Alpilles, 13210 Saint-Rémy-de-Provence. Tél. : 16 90 92 08 10.

● ENTRE CAMPAGNE ET JARDIN.

Bourse d'échanges, jardiniers-conseils, paysagistes, botanistes au château de la Roche-Guyon les 6 et 7 mai, 1 rue de l'Audience, 95780 La Roche-Guyon. Tél. : 16 34 79 74 42.

● **TRÉSORS ROMANS D'ITALIE DU SUD ET DE SICILE.** Œuvres inédites de l'époque des croisades présentées pour la pre-



mière fois hors d'Italie jusqu'au 5 juin au musée des Augustins, 21 rue de Metz, 31000 Toulouse. Tél. : 16 61 22 21 82.

● L'ARBRE CACHE-T-IL LA FORÊT ?

La mythologie de la forêt, l'héritage des siècles et l'impact de l'homme, la mise en valeur de la forêt, la science au service de l'homme, jusqu'au 16 juillet. ALIAS, 75 chaussée de l'Hôtel-de-Ville, 59650 Villeneuve-d'Ascq. Tél. : 16 20 91 36 57.

● ICARE OU LES HOMMES VOLANTS.

Du 2 au 13 mai au centre, Léonard-de-Vinci, place René-Lescot, 69550 Feyzin. Tél. : 16 78 67 65 11.

Colloques & conférences

● PASSÉ, PRÉSENT ET FUTUR

DE L'UNIVERS, par Jean Audouze, le 13 mai à 15 h au CNAM, 292 rue Saint-Martin, 75003 Paris. Rens. : AFAS, 1 40 05 82 01.

● SCIENCES ET FAUSSES

SCIENCES, débat animé par J.-P. Lentini, le 22 mai à 20 h 30, au cinéma le Kosmos, 94120 Fontenay-sous-Bois. Tél. : 1 48 75 44 88.

● CONFÉRENCE DIAPORAMA

SUR MOZART, par F. Objois à l'USTL Culture A 3, 59655 Villeneuve-d'Ascq. Tél. : 16 20 43 69 09.

● L'EXPLORATION BOTANIQUE

DU TSINGY DE BEMARAHA,

MADAGASCAR, par J.-N. Labat le 18 mai à 17 h 30, Muséum d'histoire naturelle, amphithéâtre Rouelle, 57 rue Cuvier, 75005 Paris. Tél. : 1 40 79 30 00.

● V^e FESTIVAL DES SCIENCES

DE LA TERRE ET DE SES HOMMES, rencontres, débats, films, expositions sur le thème du chaos, les 25, 26 et 27 mai, 74400 Chamonix Mont-Blanc. Tél. : 16 50 53 38 24.

● ARITHMÉTIQUE ET SÉCURITÉ, OU LES SECRETS DE LA MULTIPLICATION

, par M. Demazure, le 18 mai à 20 h 30, Espace Eculli, 7 rue du Stade, 69130 Eculli. Tél. : 16 72 44 56 75.

● ÉCRIRE : PAPIER-CRAYON

OU ORDINATEUR ? par A. Piolat, le 18 mai à 18 h 30, CNRS, salle de conférences, 31 chemin Joseph-Aiguier, 13402 Marseille Cedex 20. Tél. : 16 91 16 40 00.

● CONFÉRENCES DU PALAIS

DE LA DÉCOUVERTE :

– **Histoire géologique des planètes Mars et Vénus**, par Ph. Masson, le 13 mai à 15 h.



– **Touareg à Thin Tabaraden, cycle "Déserts chauds"**, par Claude Faraldo, le 17 mai à 18 h 30.

– **Les bétons du futur : des matériaux pour construire l'avenir**, par S. Feneuille, le 20 mai à 15 h.

Salle de cinéma du Palais de la découverte, avenue Franklin-Roosevelt, 75008 Paris. Tél. : 1 40 74 80 00.

● 1^{er} FESTIVAL INTERNATIONAL

DU FILM SUR LES INSECTES ET FORUM ENTOMOLOGIQUE, du 10 au 14 mai au palais des Congrès, place Armand-Lanoux, 66000 Perpignan. Tél. : 16 68 05 30 46.

● FAUT-IL AVOIR PEUR DES

ESPÈCES TROPICALES QUI COLONISENT LA MÉDITERRANÉE ?, par J. Jaubert, le 10 mai

à 20 h au grand amphithéâtre, Institut océanographique, 195 rue Saint-Jacques, 75005 Paris. Tél. : 1 43 25 63 10.

Télévision

● Arte

● **ARCHIMÈDE : LE SOLEIL.** Aurores boréales, éclipses, les réactions de fusion, les neutrinos, la sonde *Ulysse*, les coups de soleil, tout ce que vous avez toujours voulu savoir sur le Soleil sans oser le demander, le 5 mai à 22 h 15.

Radio

● France Culture

● **HOMMAGE À PASTEUR** : du 8 au 12 mai de 8 h 30 à 9 h, le 9 mai de 20 h 30 à 21 h 30 et le 10 mai de 9 h 05 à 10 h 30.

● DOSSIER SPÉCIAL SUR LA

TOXICOMANIE, dans l'émission Grand Angle, de 11 h à 12 h le 29 avril et le 6 mai.

● LA SCIENCE ET LES

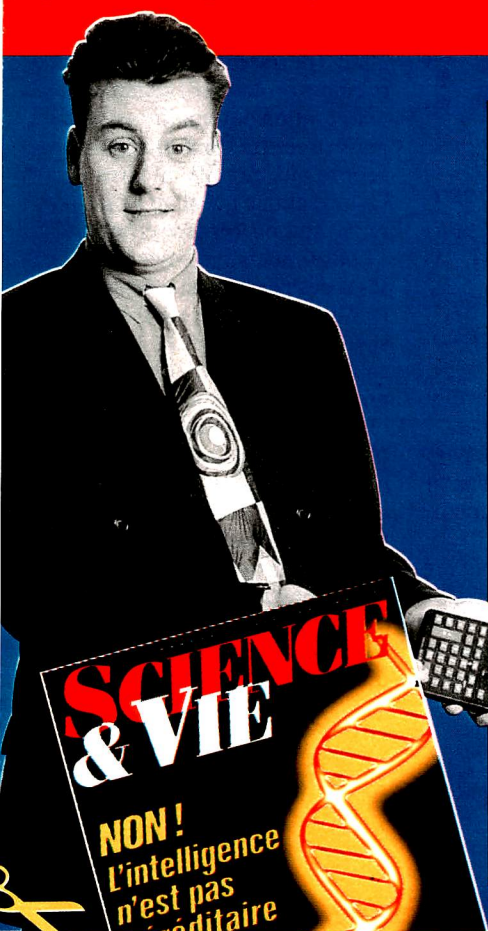
HOMMES, de 9 h 05 à 10 h 30.

– **Tobie Nathan et Isabelle Stengers**, par M. Cazenave, le 3 mai.

– **Les impossibles aux origines du langage**, par E. Noël et Ph. Boulanger, avec André Langany, le 17 mai.

– **Astrologie et astronomie**, par M. Cazenave, le 31 mai. ■

... Abonnez-vous en " libre durée " à SCIENCE & VIE pour 55 F seulement !



NOUVEAU

LES 5 AVANTAGES DE MON ABONNEMENT " LIBRE DUREE " :

- 1 Une formule économique**
SCIENCE & VIE est livré chaque mois à mon domicile, à un prix inférieur au prix de vente en kiosque.
- 2 Un prix garanti**
En m'abonnant, je suis préservé des augmentations de prix pendant au moins un an.
- 3 Un paiement échelonné**
Chaque trimestre, 55 francs seulement sont automatiquement prélevés sur mon compte.
- 4 Je choisis la durée**
A tout moment, je me réserve la liberté de résilier mon abonnement par simple lettre, et les prélèvements seront stoppés aussitôt.
- 5 J'en profite même en vacances**
Je fais suivre mon abonnement à SCIENCE & VIE sur mon lieu de vacances, sans aucun frais supplémentaire.

BULLETIN D'ABONNEMENT "LIBRE DUREE" A SCIENCE & VIE

OUI
je m'abonne dès aujourd'hui à SCIENCE & VIE, et je ne paierai que 55 francs par trimestre, par prélèvement mon compte bancaire ou postal, et remplis l'autorisation de prélèvement ci-contre ainsi que la grille adresse ci-dessous.

ADRESSE DE RECEPTION DE MON ABONNEMENT

NOM : _____
 PRENOM : _____
 ADRESSE : _____
 CODE POSTAL : _____
 VILLE : _____

à retourner à SCIENCE & VIE - 1, rue du Colonel Pierre Avia - 75503 Paris Cedex 15

Autorisation de prélèvement

1 TITULAIRE DU COMPTE A DEBITER

USUEL : _____
 PRENOM : _____
 ADRESSE : _____
 CODE POSTAL : _____
 VILLE : _____

2 COMPTE A DEBITER

ETABLISSEMENT : _____ CODE : _____ GUICHET : _____
 N° DU COMPTE : _____ CLE RIS : _____

J'autorise l'établissement teneur de mon compte à prélever sur ce dernier le montant des frais de prélèvement mensuels prélevés par SCIENCE & VIE. Je vous demande de faire connaître ces prélèvements sur mes extraits de compte mensuels. Je m'adresse directement à SCIENCE & VIE pour tout ce qui concerne le fonctionnement de mon abonnement.

Nom et adresse de l'organisme créancier
 SCIENCE & VIE - 1, rue du Colonel Pierre Avia
 75503 Paris Cedex 15

N° national d'émetteur : 415137

Comment bien remplir votre autorisation de prélèvement

- 1 :** Indiquez les nom, prénom, et adresse du débiteur
- 2 :** Indiquez les coordonnées de votre relevé d'identité bancaire ou postal
- 3 :** Indiquez le nom et l'adresse de votre agence bancaire et joignez votre R.I.B.

3 ETABLISSEMENT TENEUR DU COMPTE A DEBITER

ETABLISSEMENT : _____
 ADRESSE : _____
 CODE POSTAL : _____
 VILLE : _____

DATE ET SIGNATURE OBLIGATOIRES :

OFFRE VALABLE
 JUSQU'AU 31/03/1995 ET RESERVEE
 A LA FRANCE METROPOLITAINE

Qu'est-ce qu'un autofocus ?

Une photo réussie doit déjà être une photo nette, ce qui implique une parfaite mise au point. Il y a encore une dizaine d'années, cela se faisait à la main avec l'aide d'un télémètre couplé ou du dépoli des reflex. Aujourd'hui, un petit montage opto-électro-mécanique, dit autofocus, assure automatiquement ce réglage.

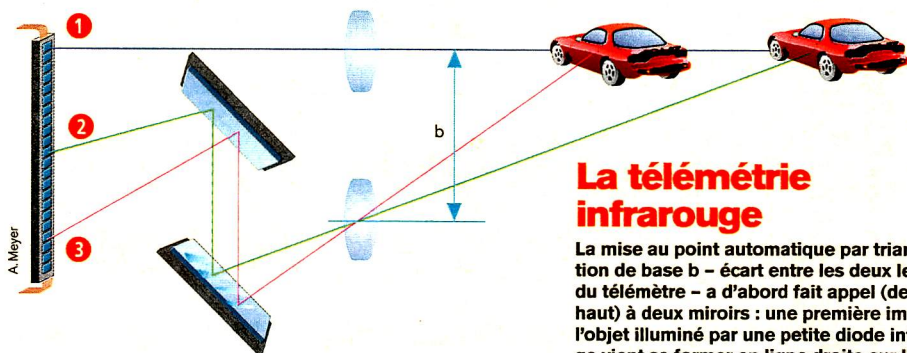
L'objectif photo partage avec l'œil cet avantage d'avoir un plan de netteté qui varie avec la distance du sujet observé. Ce qui est plus près est flou, et ce qui est plus loin l'est aussi, grâce à quoi l'environnement prend de la profondeur et du relief. Pour voir net un sujet placé à une distance donnée, l'œil accomode de lui-même, alors que l'objectif doit

être réglé d'une manière ou d'une autre sur cette distance.

En effet, la vue se met au point toute seule grâce à toute une interconnexion neuromusculaire entre le cristallin (la lentille de l'œil), la rétine (le film) et le cerveau, alors que l'objectif, jusqu'à ces dernières années, devait être avancé ou reculé par rapport au film au moyen d'une bague gra-

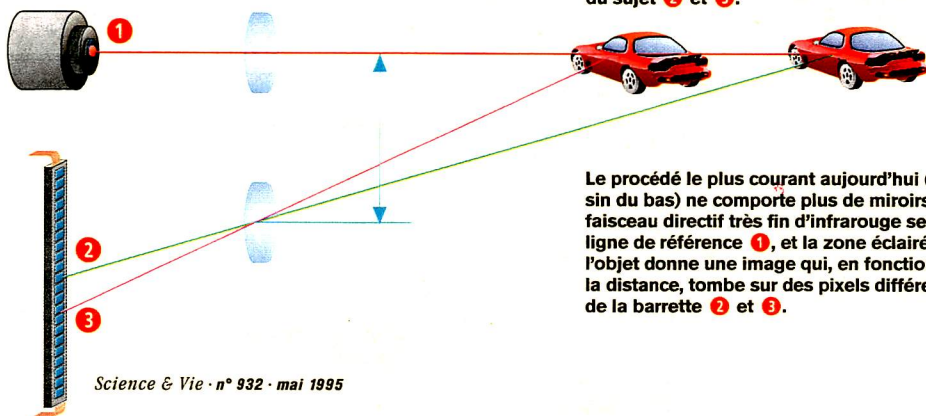
duée en mètres et centimètres. L'arrivée des cellules photoélectriques et des servomécanismes allait permettre de réaliser quelques prototypes assurant cette opération automatiquement, mais c'est la miniaturisation propre aux circuits intégrés de l'informatique qui allait en assurer la diffusion à grande échelle.

Les premiers systèmes proposés reposaient sur une technique identique à celle des télémètres, à savoir la triangulation. Celle-ci est à son tour basée sur la trigonométrie, dont nous n'allons qu'effleurer l'un des résultats les plus simples : si, dans un triangle, on connaît deux angles et un côté, on peut en déduire le troisième angle et les deux autres côtés. On se simplifie encore la vie en prenant un triangle rectangle : comme l'un des angles est déjà connu, celui qui est droit, il suffit d'un côté et d'un angle pour



La télémétrie infrarouge

La mise au point automatique par triangulation de base b – écart entre les deux lentilles du télémètre – a d'abord fait appel (dessin du haut) à deux miroirs : une première image de l'objet illuminé par une petite diode infrarouge vient se former en ligne droite sur l'extrémité de la barrette CCD (1). La seconde, renvoyée par les deux miroirs, se forme plus ou moins loin de la première selon la distance du sujet (2) et (3).



Le procédé le plus courant aujourd'hui (dessin du bas) ne comporte plus de miroirs. Le faisceau directif très fin d'infrarouge sert de ligne de référence (1), et la zone éclairée de l'objet donne une image qui, en fonction de la distance, tombe sur des pixels différents de la barrette (2) et (3).



La netteté est automatique

Hier encore, pour avoir une photo parfaitement piquée de ce coquelicot, il fallait surveiller le dépoli du reflex tout en tournant la bague des distances de l'objectif. Aujourd'hui, le système autofocus fera une mise au point exacte sur la portion de fleur située à l'intérieur du petit cadre dessiné sur le dépoli.

connaître les deux autres côtés et le second angle aigu.

L'application de ce résultat à la mesure des distances est immédiate : imaginons par exemple un arbre A dans un terrain marécageux sur lequel on ne souhaite pas s'embourber avec le décamètre à la main. On marque alors sur le bord un premier point B en face de l'arbre A ; on se décale de quelques mètres sur la droite ou sur la gauche et on marque un second point C. De B on vise l'arbre avec une lunette à réticule genre lunette de tir, et on mesure l'angle qu'elle fait avec la droite BC ; on recommence la même opération du point C, et pour finir on mesure la distance BC. On est alors dans le cas trigonométrique cité : dans le triangle ABC, on connaît la longueur BC et les deux angles

B et C. On en déduit par le calcul la valeur des deux autres côtés, et de là la distance entre l'arbre et le bord du marais matérialisé par BC.

Tel est le principe de la télémétrie par triangulation, la distance BC étant appelée la base du télémètre – la précision de la mesure est d'autant meilleure que cette base n'est pas trop minuscule par rapport à la distance à évaluer. Dans la pratique, on simplifie beaucoup le procédé avec un montage comportant deux objectifs écartés d'une distance BC, et un jeu de miroirs mobiles autour d'un axe dispo-

sés de façon à pouvoir ramener au même point les deux images données par les objectifs.

On a toujours la base BC et les deux angles qui sont ceux dont il a fallu faire tourner les miroirs pour amener la coïncidence des images. On simplifie encore l'instrument en visant l'objet droit devant le premier objectif, de telle sorte que ABC soit un triangle rectangle. Il ne reste plus qu'un miroir mobile dont l'angle de rotation suffit pour connaître la distance de l'objet A.

Pour l'usage photographique, on relie directement ce miroir à la bague de distances de l'objec- ►

► tif : quand on obtient la coïncidence des images du sujet à filmer en tournant cette bague, la mise au point est faite. Tel est le principe du télémètre couplé qu'on trouve toujours sur les Leica M, et qui était courant dans les années 1950-1960 (Foca, Contax, Retina, etc.).

Restait à rendre le procédé automatique. L'œil repère facilement le léger décalage de deux images identiques, mais une cellule photoélectrique n'y voit pas grande différence, à moins que le sujet ne présente un point lumineux très repérable, par exemple une ampoule allumée suspendue à l'arbre qui nous a servi d'exemple. A ce moment, la cellule peut traduire par un courant fort l'image de cette source lumineuse, et par un courant subitement plus intense encore le moment où une seconde image de cette source vient se superposer à la première.

Cette technique, qui reçut le nom d'autofocus (focalisation automatique), fut utilisée dès les années 1970 par les Japonais sur les caméras Super-8. Mais la personne à filmer ayant rarement une ampoule sur le nombril, il fallait créer artificiellement ce point lumineux. Pour cela, on utilisait une diode infrarouge qui envoyait un mince faisceau sur le sujet visé. Ce faisceau formait la même tache lumineuse qu'on observe en promenant le pinceau d'une lampe torche sur un mur, et cette tache servait de source repère.

L'infrarouge fut choisi du fait que les objets émettent peu sur ces longueurs d'onde, et qu'il n'y avait donc pas de risque de confusion avec d'autres sources rayonnantes comme ce serait le cas avec la lumière visible. La mécanique propre à ce type d'autofocus était assez complexe car il fallait prévoir un moteur commandant la bague de distances couplée au miroir mobile,

et capable de s'arrêter pile dès que la cellule débitait le maximum de courant, donc au moment où les deux images venaient se superposer dessus.

Les barrettes CCD – registres photosensibles à décalage – allaient permettre vers 1980 de se passer du miroir mobile. Ces barrettes comportent en fait un alignement très serré d'éléments photosensibles (de 20 à plus de 200), et il n'était même plus nécessaire d'assurer la coïncidence des images. Le premier objectif, dans l'axe de visée, donnait une image de la tache infrarouge qui venait se former à l'une des extrémités de la barrette.

L'autre objectif donnait une seconde image qui, par un jeu de deux miroirs fixes, venait aussi se former sur la même barrette, mais d'autant plus loin de la première que le sujet était plus proche. Un microprocesseur décomptait alors le nombre de cellules élémentaires, ou pixels, qu'il y avait entre les deux images et en déduisait la distance qui était automatiquement reportée en déplacement de l'objectif par rapport au film ; la mise au point était faite.

LE CASSE-TÊTE DE LA MISE AU POINT SUR UN MUR UNIFORMÉMENT GRIS

Ce type d'autofocus, dit actif parce qu'il nécessite un illuminateur infrarouge, équipe pratiquement tous les compacts 24x36 depuis 1980 environ. Selon le nombre de pixels de la barrette, on parle d'autofocus à 20 paliers, ou à 30 paliers, ou même à 290 paliers pour les plus performants. Cette dénomination est d'autant plus juste qu'elle indique bien que la mise au point ne se fait pas en continu, mais par paliers successifs plus ou moins nombreux.

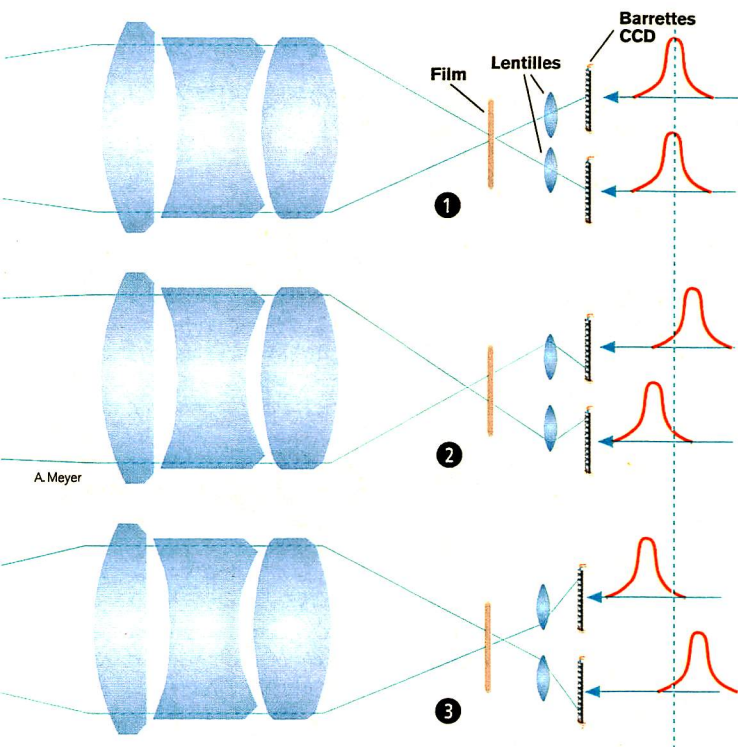
Or ce système, très bien adapté à des appareils simples, convenait mal aux reflex à objectifs inter-

changeables, dont la mise au point doit être beaucoup plus fine, surtout avec les téléobjectifs de 100 mm et plus de focale. En effet, la triangulation par barrette, avec une base de quelques centimètres, donne des indications assez justes entre 20 cm et 10 m, mais guère au-delà. Or les objectifs de 100 mm et plus réclament une mise au point précise bien au-delà de 10 m.

Si l'on voulait une mise au point exacte quelle que soit la focale, il fallait renoncer au télémètre infrarouge et trouver l'équivalent de ce qu'est la mise au point sur dépoli, laquelle ne fait intervenir que la netteté de l'image au niveau du film. Or cette netteté est liée au contraste, autrement dit à l'écart de luminosité entre certains points de l'image et les points très voisins. Encore faut-il que le sujet présente de tels contrastes, faute de quoi un œil d'aigle lui-même ne ferait pas la différence – comment faire une mise au point sur un mur uniformément lisse et gris ?

Dans le cas où le sujet est contrasté, l'image nette va présenter de brusques chutes de teintes d'un point à un autre, alors que l'image floue n'offrira que des dégradés progressifs. Un réseau de pixels serrés peut traduire les brusques écarts d'éclairement par de fortes différences de tension que le microprocesseur est capable de repérer. Un moteur déplacera donc l'objectif par rapport au film jusqu'à ce que les sauts de tension soient au maximum : le contraste est alors aussi à son maximum et la mise au point est faite.

Ce procédé présente toutefois un défaut : s'il est parfait avec des sujets à forts contrastes, il l'est moins avec des scènes un peu uniformes : portraits par temps gris, photo en sous-bois, etc. Aussi lui préfère-t-on depuis longtemps un procédé beaucoup plus pointu, la corrélation de phase.



La corrélation de phase

Sur les reflex à objectifs interchangeables, le télémètre infrarouge n'est plus assez précis pour les longues focales. Selon que le sujet est plus ou moins proche de l'objectif, l'image se forme pile sur le film **1**, ou devant **2**, ou derrière **3**. Pour détecter le point de convergence du faisceau issu de l'objectif, on interpose deux petites lentilles auxiliaires qui vont former deux images sur deux barrettes CCD. Si le sommet du cône de convergence est bien sur le film, ces deux images tombent en deux points précis des barrettes et donnent deux courants électriques en phase. Mais si le sommet du cône est devant ou derrière le film, les deux images auxiliaires sont décalées par rapport aux points repères et donnent deux signaux électriques déphasés. Un microprocesseur va détecter le sens de ce déphasage, et commander le moteur de mise au point qui déplacera l'objectif de la quantité voulue pour arriver à une parfaite corrélation de phase.

Nous allons nous limiter à une brève description de cette technique, dont nous présentons un schéma simplifié. Tout objectif peut être assimilé à une lentille simple convergente, du type loupe de bureau, laquelle forme une image réelle par focalisation conique de tous les rayons issus de sa surface. Le point de convergence, qui est le sommet du cône, se situe plus ou moins loin de la lentille selon la distance de l'objet filmé – d'où la nécessité de déplacer l'objectif par rapport au film pour avoir une image nette.

Pour savoir si le sommet du

cône tombe bien sur le film, et non devant ou derrière, on intercepte deux minces faisceaux diamétralement opposés de ce cône, et on les fait passer à travers deux petites lentilles auxiliaires pour former deux minuscules images sur une barrette CCD. Si le point de convergence est bien sur le film, les deux images tombent sur deux pixels prédéterminés de la barrette, et couplés de manière à ce que les signaux électriques qui en sont issus soient en phase.

Si le point de convergence se forme devant ou derrière le film, les images auxiliaires viennent se

former à côté des points repères et les signaux électriques sont décalés – ou, plus précisément, déphasés. Le microprocesseur détecte le sens de ce déphasage et commande le moteur de mise au point pour avancer ou reculer l'objectif. Durant tout ce processus, la corrélation de phase entre les deux signaux est analysée jusqu'à obtenir un accord parfait.

Cette technique est dite passive puisqu'il n'est pas besoin d'éclairer le sujet, le capteur se contentant de la lumière ambiante – à condition, bien sûr, qu'elle ne soit pas trop faible. Le schéma de principe que nous en avons donné est susceptible de nombreuses variantes ou améliorations, avec optiques de reprise, capteurs en ligne ou en croix, prise en compte de trois ou quatre faisceaux du cône de convergence au lieu de deux seulement, etc.

L'autofocus par corrélation de phase est d'emploi universel sur les reflex 24 x 36 à objectifs interchangeables car il présente l'avantage, par rapport au système télémétrique, de prendre directement en compte la netteté de l'image sans commencer par évaluer la distance qui est, si l'on peut dire, donnée par surcroît. Il est donc adapté aussi bien aux courtes focales des grands angulaires qu'aux longues focales des téléobjectifs.

De plus, associé à un réseau de mémoires et de microprocesseurs, il peut garder la mise au point un sujet mobile où assurer le déclenchement au moment où ce mobile est net. Il faut vraiment aujourd'hui des sujets très particuliers, genre macrophoto ou composition artistique, pour que la mise au point manuelle reprenne l'avantage sur l'autofocus. ■

LE MOIS PROCHAIN :
Le compteur électrique

Pilotons des lampes (l'électronique)

Nous allons, ce mois-ci, utiliser notre interface pour commander des lampes de secteur depuis l'ordinateur. Comme application de cette fonction, nous vous proposons de réaliser un chenillard programmable. Le logiciel, que nous avons souhaité aussi souple que possible, vous est présenté dans notre rubrique Informatique Amusante. Cependant, il ne s'agit là que d'un exemple, cette carte pouvant trouver bien d'autres usages : simulateur de présence, gestion de l'éclairage d'une maison ou d'un jardin, etc.

Notons qu'il ne faut pas connecter de charges inductives (moteurs, tubes fluorescents) en sortie de ce montage. Les surtensions qu'elles provoquent risqueraient d'endommager les triacs chargés de la commutation du secteur. Si cette commande est particulièrement facile à câbler, nous attirons cependant votre attention sur le fait que le secteur est présent sur la plupart des composants qui l'équipent. Le câblage doit donc être particulièrement soigné et il faut impérativement «habiller» cette réalisation d'un boîtier isolant avant sa mise sous tension.

Le principe de fonctionnement de cette carte d'adaptation est extrêmement simple. Sa mission principale est d'isoler électriquement l'ordinateur du secteur. En effet, la commutation de la tension d'alimentation des lampes est assurée par des triacs. Si ces composants fonctionnent un peu comme des

relais, ils ne permettent cependant pas d'isoler directement les éléments de commande du secteur qui, si l'on n'y prenait garde, pourraient remonter jusqu'à l'ordinateur. Or, dans notre cas, il est absolument indispensable d'assurer une isolation parfaite. Afin d'assurer cette dernière, des opto-triacs sont utilisés. Il s'agit d'une diode électroluminescente et d'un triac de faible puissance rassemblés au sein d'un même composant. Comme la puissance de commutation de cet élément est modeste, nous ne pouvons pas les utiliser directement pour

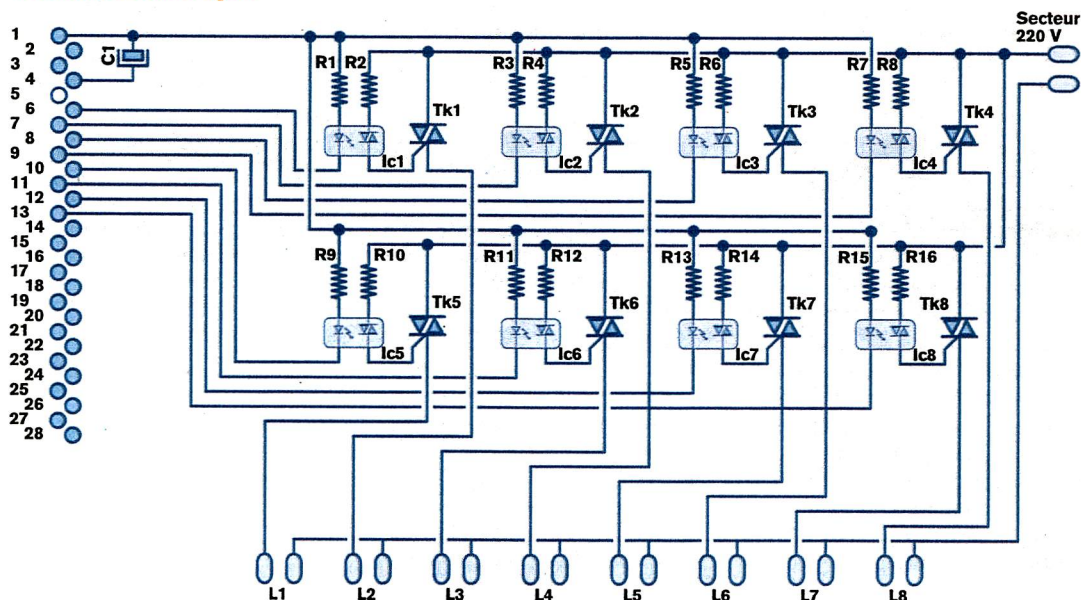
OÙ SE PROCURER LES COMPOSANTS

- MAGNETIC FRANCE, 11 place de la Nation, 75011 Paris. Tél. : 1 43 79 39 88.
 - TSM, 15 rue des Onze-Arpens, 95130 Franconville. Tél. : 1 34 13 37 52.
 - URS MEYER ELECTRONIC, 2052 Fontainemelon, Suisse.
- Disponibles chez la plupart des revendeurs régionaux.

36 15
SCV

Envoyez-nous vos idées
(rubrique "courrier")

Schéma électrique



commander les lampes. Des triacs de puissance, commandés par les optotriacs, sont réservés à cet usage.

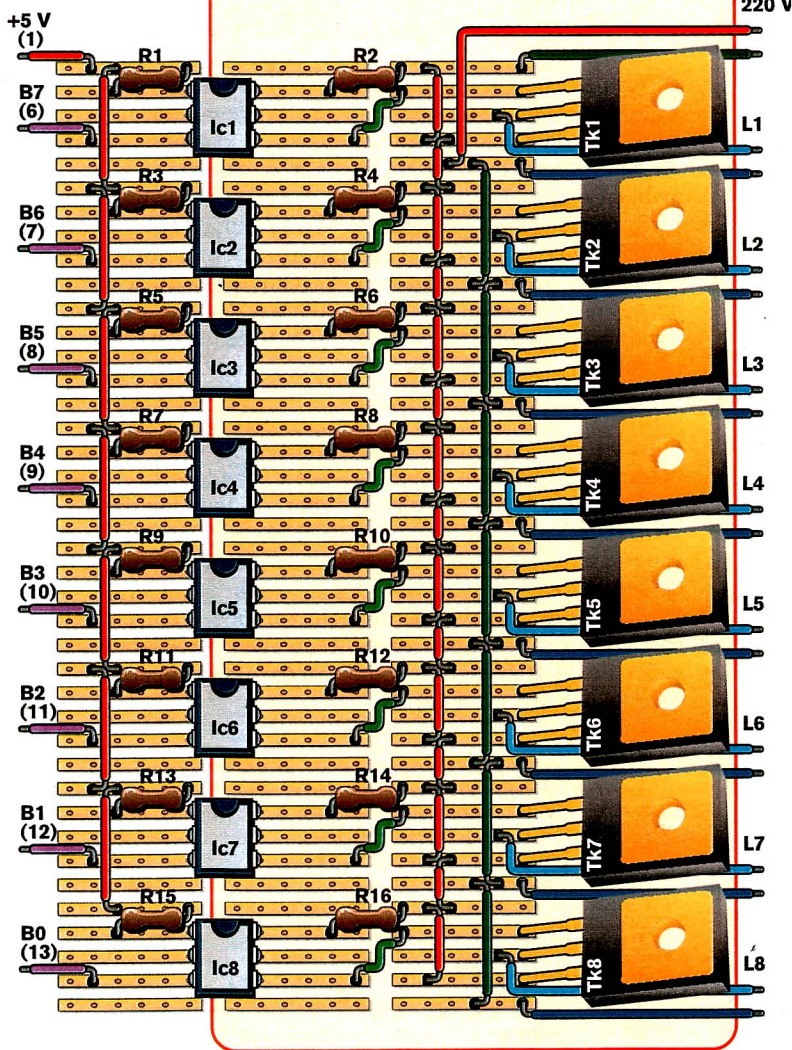
Les optotriacs assurent donc l'isolation, et les triacs conventionnels se chargent, eux, de la commutation du secteur.

L'utilisation d'optotriacs est particulièrement avantageuse dans notre cas. En effet, ces composants réagissent, électriquement, exactement comme des diodes électroluminescentes. Pour les commander depuis notre interface, leur câblage est donc très proche de celui de la plaquette de visualisation que nous avons fabriquée pour tester le bon fonctionnement de celle-ci.

Le câblage de cette réalisation est aisé en raison du faible nombre de composants utilisés. Qui plus est, comme nous travaillons sur huit bits, il se compose de huit «sections» strictement identiques. Signalons, au passage, que si vous n'avez pas besoin de huit commandes mais de quatre ou de six, par exemple, il est tout à fait possible de ne câbler que le nombre de «canaux» souhaités.

Cette unité de commande peut piloter jusqu'à 500 watts par canal sans qu'il soit nécessaire d'équiper les triacs de radiateurs. Si des puissances supérieures peuvent parfaitement être commandées (jusqu'à 1 500 W par canal), il ne faut cependant pas perdre de vue que la puissance que doit pouvoir fournir la fiche secteur d'alimentation est égale à la somme des puis-

Schéma de câblage



NOMENCLATURE

R1= 470 ohms	(jaune, violet, brun, or)
R2= 470 ohms	(jaune, violet, brun, or)
R3= 470 ohms	(jaune, violet, brun, or)
R4= 470 ohms	(jaune, violet, brun, or)
R5= 470 ohms	(jaune, violet, brun, or)
R6= 470 ohms	(jaune, violet, brun, or)
R7= 470 ohms	(jaune, violet, brun, or)
R8= 470 ohms	(jaune, violet, brun, or)
R9= 470 ohms	(jaune, violet, brun, or)
R10= 470 ohms	(jaune, violet, brun, or)
R11= 470 ohms	(jaune, violet, brun, or)
R12= 470 ohms	(jaune, violet, brun, or)
R13= 470 ohms	(jaune, violet, brun, or)
R14= 470 ohms	(jaune, violet, brun, or)
R15= 470 ohms	(jaune, violet, brun, or)
R16= 470 ohms	(jaune, violet, brun, or)

C1 = 22 microfarads 12 volts

Ic1 = optotriacs MOC 3020 ou équivalent
Ic2 = optotriacs MOC 3020 ou équivalent
Ic3 = optotriacs MOC 3020 ou équivalent
Ic4 = optotriacs MOC 3020 ou équivalent
Ic5 = optotriacs MOC 3020 ou équivalent
Ic6 = optotriacs MOC 3020 ou équivalent
Ic7 = optotriacs MOC 3020 ou équivalent
Ic8 = optotriacs MOC 3020 ou équivalent

TK1 à TK 8 = triacs 400 V 10 A
(TIC 2260 ou équivalent)

De L1 à L8 : sorties lampes

De 1 à 28 : contacts du connecteur
"fond de panier"

sances commutées. Cette puissance peut donc atteindre 12 kW ! Cependant, dans la majeure partie des cas d'utilisation «raisonnable», il est rare que cette puissance maximale excède les 1,5 kW. Une prise secteur conventionnelle suffit alors.

LE MOIS PROCHAIN :
Un simulateur de présence
téléphonique

Pilottons des lampes (le logiciel)

Comme exemple d'utilisation de notre interface de commande de lampe, nous allons réaliser un chenillard programmable. En fait, le principe de ce programme est extrêmement simple. L'allumage d'une lampe est obtenue par passage en 0 du bit qui lui correspond, son extinction au retour de ce même bit en 1. Le seul travail qu'effectue le programme est donc de transformer les séquences que l'utilisateur détermine sur l'écran de l'ordinateur en une série de 1 et 0 correctement placés. De plus, afin de rendre conviviales tant la «programmation» de séquences lumineuses que l'utilisation du chenillard ainsi constitué, nous avons doté ce logiciel de véritables fonctions

d'éditions, de programmation et de sauvegarde sur disquette. Cela dit, passons à l'écriture de ce programme.

La première ligne a pour mission d'initialiser la liaison entre l'ordinateur et notre interface. En effet, lors du démarrage du Q-Basic, les vitesses de transmission et les protocoles de contrôle peuvent être différents de ceux fixés par configuration de l'ordinateur. Dans notre cas, la vitesse est fixée à 9 600 bauds, vitesse standard de fonctionnement de notre interface.

Ensuite, des tableaux de mémorisation sont réservés. Ceux-ci correspondront, entre autres, aux données correspondant à l'état de chaque lampe (allumée ou éteinte) durant chaque phase

de l'animation lumineuse, au séquençement de ces états, et à un nom qu'il est possible d'attribuer à chaque séquence.

Cela nous amène au menu principal du programme. En fait, il s'agit ici d'un «gros aiguillage», dont chaque destination conduit à une tâche bien précise. Chacune de ces tâches sera assurée par une sous-routine spécifique. Elles sont au nombre de 7 et sont numérotées de 1 000 en 1 000.

La sous-routine de saisie affiche à l'écran 16 groupes de huit lampes. Il est donc possible de programmer une séquence comportant 16 combinaisons de lampes allumées ou éteintes. Pour changer l'état d'une lampe, il suffit de taper le numéro lui correspondant. Notons que le

```
' *****
' * INITIALISATION DE LA TRANSMISSION. *
' *****
OPEN "COM1: 9600,N,8,1,CD0,CS0,DS0,OP0,RS" FOR RANDOM AS #2
OUT (1016), 255: SCREEN 9: COLOR 15, 1: CLS
CIRCLE (10, 10), 8, 15: PAINT (10, 10), 14, 15
CIRCLE (10, 30), 8, 7: PAINT (10, 30), 8, 7
DIM LON(60): DIM LOFF(60): NST = 1
DIM SEQ(22, 16, 8): DIM NOMS(22): DIM PROG(2, 21)
GET (2, 2)-(18, 18), LON: GET (2, 22)-(18, 38), LOFF
' *****
' * MENU PRINCIPAL. *
' *****
DO: CLS : STL = 1: COLOR 15
LOCATE 5, 35: PRINT "MENU PRINCIPAL : "
LOCATE 8, 15: PRINT "Pour saisir une séquence taper 1."
IF LS = 22 THEN LOCATE 8, 15: PRINT "**** MEMOIRE DE
SEQUENCES PLEINE ! ****"
LOCATE 10, 15: PRINT "Pour visualiser une séquence taper 2."
LOCATE 12, 15: PRINT "Pour modifier une séquence taper 3."
LOCATE 14, 15: PRINT "Pour programmer un cycle taper 4."
LOCATE 16, 15: PRINT "Pour exécuter le programme taper 5."
LOCATE 18, 15: PRINT "Pour le sauver sur disquette taper 6."
LOCATE 20, 15: PRINT "Charger un programme taper 7."
100 CHOIX = 0: DO WHILE KS = "": KS = INKEY$: LOOP
CHOIX = ASC(KS) - 48: IF CHOIX < 1 OR CHOIX > 7 THEN 100
CLS : ON CHOIX GOSUB 1000, 2000, 3000, 4000, 5000, 6000, 7000
KS = "": OUT (1016), 255: LOOP
' *****
' * SOUS ROUTINE SAISIE DES SEQUENCES. *
' *****
1000 LS = 0: FOR I = 1 TO 22
IF NOMS(I) <> "" THEN LS = I
NEXT I
IF LS = 22 THEN RETURN
NST = LS + 1: GOSUB 9000
1010 DO: LINE (34, 42 + (18*STL))-(166, 58 + (18*STL)), 15, B
KS = "": DO WHILE KS = "": KS = INKEY$: MOV = 0: LOOP
```

```
NLP = ASC(KS) - 48
IF ASC(KS) = 13 THEN 1100
IF KS = CHR$(0) + CHR$(80) AND STL < 16 THEN MOV = 1
IF KS = CHR$(0) + CHR$(72) AND STL > 1 THEN MOV = -1
IF MOV <> 0 THEN LINE (34, 42+(18*STL))-(166, 58+(18*STL)), 1, B
STL = STL + MOV
IF NLP < 1 OR NLP > 8 THEN 1010
SEQ(NST, STL, NLP)=SEQ(NST, STL, NLP) XOR 1: TV=SEQ(NST, STL, NLP)
IF TV = 0 THEN PUT (20 + (16*NLP), 42 + (18*STL)), LOFF, PSET
IF TV = 1 THEN PUT (20 + (16*NLP), 42 + (18*STL)), LON, PSET
LOOP
1100 LOCATE 5, 40
INPUT "Nom de cette séquence"; NOMS(NST)
IF NST < 16 THEN NST = NST + 1
RETURN
' *****
' * SOUS ROUTINE VISUALISATION SEQUENCES. *
' *****
2000 CLS : GOSUB 8000: TP = 200
LOCATE 8, 10: INPUT "Numéro de séquence"; NS
DO: FOR VIS = 1 TO 16
FOR LP = 1 TO 8: STB = SEQ(NS, VIS, LP)
IF STB = 0 THEN PUT (20 + (16 * LP), 60), LOFF, PSET
IF STB = 1 THEN PUT (20 + (16 * LP), 60), LON, PSET
KS = INKEY$: TP = TP + 10 * (KS = "+") - 10 * (KS = "-")
IF KS = " " THEN RETURN
IF TP = -10 THEN TP = 0
NEXT LP: FOR T = 1 TO TP: NEXT T: NEXT VIS
LOOP
RETURN
' *****
' * SOUS ROUTINE MODIFICATION DE SEQUENCE *
' *****
3000 CLS : GOSUB 8010
LOCATE 8, 10: INPUT "Numéro de séquence"; NS
NST = NS: CLS : GOSUB 9000: GOSUB 1010
RETURN
4000 CLS : GOSUB 8010: COLOR 15: K = 1
```


groupe sur lequel s'effectue la frappe est indiqué par un cadre blanc. Pour changer de groupe, il faut utiliser les flèches de déplacement du curseur (flèche vers le haut, flèche vers le bas). Pour valider la séquence, il suffit de taper la touche Entrée. L'ordinateur demande alors de donner un nom à la séquence ainsi créée.

Il est possible de visualiser immédiatement la séquence programmée grâce à la seconde sous-routine (choix 2 du menu principal). La machine affiche alors l'ensemble des séquences programmées qu'elle possède en mémoire, puis demande que vous lui précisiez le numéro de celle que vous souhaitez voir. Pour revenir au menu principal, il faut taper Espace.

De même, l'option 3 du menu permet à tout moment de modifier une séquence. Lorsque cette option est demandée, comme dans le cas précédent, l'ensemble des séquences dispo-

nibles sont présentées et l'ordinateur demande le numéro de celle qui est à modifier. Toute la séquence s'affiche alors sur l'écran et il est possible d'en modifier le contenu.

Lorsqu'un certain nombre de séquences sont déterminées, il est possible de les chaîner entre elles. C'est là le but de l'option 4 du menu. De plus, on peut répéter un nombre de fois quelconque une séquence avant de passer à la suivante. C'est pour cela que cette «programmation» doit respecter une certaine syntaxe. Il faut, à chaque fois, préciser le nombre de répétitions puis le numéro de séquence. Cette syntaxe s'affiche d'ailleurs automatiquement tout au long de la programmation. Pour terminer un programme, il suffit de taper deux fois de suite sur la touche Entrée.

Pour exécuter le programme, c'est l'option 5 du menu qui est utilisée. Le programme peut être



sauvegardé sur disquette. C'est la fonction de l'option 6.

La réciproque de cette sauvegarde est l'option 7 du menu.

Enfin, il est possible de générer plusieurs programmes différents à partir d'une même base de séquences. Pour cela, il suffit de charger le programme qui l'exploite puis de demander l'option 4 du menu. L'ancien programme est alors effacé sans que cela n'affecte les séquences. ■

**LE MOIS PROCHAIN :
A la poursuite
des nombres premiers**

```
FOR I= 1 TO 21: FOR J= 1 TO 2: PROG(J,I)= 0: NEXT J: NEXT I
LOCATE 1,2:PRINT"Syntaxe: Répète n fois séquence x":COLOR 11
LOCATE 2, 2: PRINT "(taper Entrée après chaque nombre)"
LOCATE 3, 2: PRINT "(taper 2 fois Entrée pour terminer.)"
COLOR 15: SPRG = 1: DO WHILE SPRG < 21 AND K <> 0
LOCATE SPRG+ 3,2: INPUT "Répète"; K: PROG(1, SPRG) = K
LOCATE SPRG+ 3,14:INPUT "fois séquence";K: PROG(2, SPRG)= K
SPRG = SPRG + 1: LOOP
RETURN
' *****
' *          SOUS ROUTINE PROGRAMMATION.          *
' *****
5000 CLS : SEQ = 1: PRG = 1
IF PROG(1, 1) = 0 THEN CHOIX = 0: RETURN
GOSUB 8000
DO: FOR CYCLE = 1 TO PROG(1, PRG)
FOR STL = 1 TO 16: TX = 0: FOR LP = 1 TO 8
STT = SEQ(PROG(2, PRG), STL, LP)
IF STT = 0 THEN PUT (20 + (16 * LP), 60), LOFF, PSET
IF STT = 1 THEN PUT (20 + (16 * LP), 60), LON, PSET
IF STT = 1 THEN TX = TX + 2 ^ (LP - 1)
KS = INKEY$: IF KS = " " THEN RETURN
TP = TP + 10 * (KS = "+") - 10 * (KS = "-")
IF TP = -10 THEN TP = 0
NEXT LP: FOR T = 1 TO TP: NEXT T
OUT (1016), (255 - TX)
NEXT STL: NEXT CYCLE
PRG = PRG + 1: IF PROG(1, PRG) = 0 THEN PRG = 1
LOOP
' *****
' *          SOUS ROUTINE SAUVEGARDE PROGRAMME.          *
' *****
6000 CLS : COLOR 15: LOCATE 10, 10
INPUT "Nom de ce programme"; NS
OPEN "O", #1, "A:" + NS + ".PSY"
FOR A = 1 TO 2: FOR B = 1 TO 21
WRITE #1, PROG(A, B): NEXT B: NEXT A
FOR A = 1 TO 22
```

```
WRITE #1, NOMS(A): NEXT A
FOR A = 1 TO 22: FOR B = 1 TO 16: FOR C = 1 TO 8
WRITE #1, SEQ(A, B, C): NEXT C: NEXT B: NEXT A
CLOSE : RETURN
' *****
' *          SOUS ROUTINE CHARGEMENT PROGRAMME.          *
' *****
7000 CLS : COLOR 15: LOCATE 10, 10
INPUT "Nom du programme a charger"; NS
OPEN "I", #1, "A:" + NS + ".PSY"
FOR A = 1 TO 2: FOR B = 1 TO 21
INPUT #1, PROG(A, B): NEXT B: NEXT A
FOR A = 1 TO 22
INPUT #1, NOMS(A): NEXT A
FOR A = 1 TO 22: FOR B = 1 TO 16: FOR C = 1 TO 8
INPUT #1, SEQ(A, B, C): NEXT C: NEXT B: NEXT A
CLOSE : RETURN
' *****
' *          SOUS ROUTINE AFFICHAGE LISTE SEQUENCES.          *
' *****
8000 LOCATE 20, 2: PRINT "Menu principal taper ESPACE"
LOCATE 21, 2: PRINT "Augmenter la vitesse taper +"
LOCATE 22, 2: PRINT "Diminuer la vitesse taper -"
8010 LOCATE 2, 10: PRINT "Liste des"
LOCATE 3, 10: PRINT "séquences programmées : "
FOR I = 1 TO 22: LOCATE I + 1, 40
COLOR 15: PRINT I; : COLOR 11: PRINT NOMS(I): NEXT I
RETURN
' *****
' *          SOUS ROUTINE AFFICHAGE SYMBOLES LAMPE          *
' *****
9000 PRINT CHR$(7): FOR V = 1 TO 16: FOR H = 1 TO 8
STA = SEQ(NST, V, H)
IF STA = 0 THEN PUT (20 + (16 * H), 42 + (18 * V)), LOFF, PSET
IF STA = 1 THEN PUT (20 + (16 * H), 42 + (18 * V)), LON, PSET
NEXT H: NEXT V
COLOR 11: LOCATE 4, 6: PRINT "1 2 3 4 5 6 7 8"
RETURN
```


Les piles de la vie

L'électricité est connue depuis fort longtemps : Thalès (640-550), l'un des sept sages de la Grèce antique, connaissait déjà la propriété de l'ambre d'attirer des matériaux légers. C'est d'ailleurs par référence à l'ambre jaune (*elektron* en grec) que fut créé le mot, ou plutôt celui de "vertu électrique", *vis electrica*, employé pour la première fois par W. Gilbert (1540-1603), médecin du couple royal d'Angleterre. On connaissait également, à cette époque, la propriété de certains poissons d'infliger des décharges.

En 1745, l'Allemand E. von Kleist et le Hollandais P. van Musschenbroek découvrirent indépendamment, et par hasard, le premier dispositif capable d'accumuler de l'électricité, la célèbre bouteille de Leyde, ancêtre du condensateur. En 1757, Michel Adanson, un botaniste français qui explora le Sénégal pendant cinq ans, émit l'hypothèse que la décharge du silure du Sénégal pourrait être analogue à celle de la bouteille de Leyde. Trois ans plus tard, Van Musschenbroek exprima la même idée à propos de l'anguille électrique de Guyane.

ON SAIT DEPUIS DEUX SIECLES QU'IL Y A DU COURANT DANS LES NERFS

Cette hypothèse fut démontrée en 1772 par John Walsh sur un autre poisson électrique, la torpille.

C'est à la même époque, en 1771, que le médecin et physicien italien Luigi Galvani fit une découverte capitale : un de ses assistants toucha le nerf d'une patte de grenouille écorchée, fixée à un crochet de cuivre, avec la pointe d'un scalpel. Aussitôt, les muscles des pattes furent agités de contractions. Galvani répéta l'ex-

périence sous diverses formes, conclut à l'existence d'une forme d'électricité animale et passa à côté d'une découverte majeure, celle de la pile électrique. En revanche, son compatriote et contradicteur Alessandro Volta (1745-1827) profita de l'étude de ce phénomène pour inventer la première pile en 1800.

Les observations de Galvani ne se limitèrent cependant pas aux effets de pile obtenus lorsque deux métaux différents sont en contact avec un nerf ou un muscle. Il constata également que la «patte galvanoscopique» se contractait lorsque son nerf était mis en contact simultanément avec la surface du muscle et l'intérieur. Ainsi était prouvée pour la première fois l'existence de courants électriques au sein des nerfs.

Ce phénomène put être généralisé à l'ensemble des organes vivants après l'invention de galvanomètres très sensibles vers 1811. On remarqua que ces courants disparaissaient en cas de privation d'oxygène et après la mort.

Un physicien italien, Carlo Matteucci (1811-1868) et un physiologiste allemand, Emil du Bois-Reymond (1818-1896), entreprirent alors une étude expérimentale systématique de ces observations. Ils découvrirent que les nerfs et les muscles sont parcourus par un courant, une onde de négativité, lorsqu'ils sont stimulés. Ce courant fut qualifié de courant d'action par opposition à celui de signe opposé mesuré en dehors de toute excitation, et appelé alors courant de repos.

Pourtant, en mesurant dès 1850 la vitesse de cet «influx nerveux» et la trouvant égale à quelques mètres par seconde, le physicien et physiologiste allemand H. von

Helmholtz (1821-1894) démontrait par la même occasion que la propagation de l'influx nerveux dans les nerfs ne pouvait être assimilé à un simple courant électrique parcourant un fil conducteur, à une vitesse de propagation égale à celle de la lumière, soit 300 000 km/s. La nature exacte de l'influx nerveux restait donc encore mystérieuse.

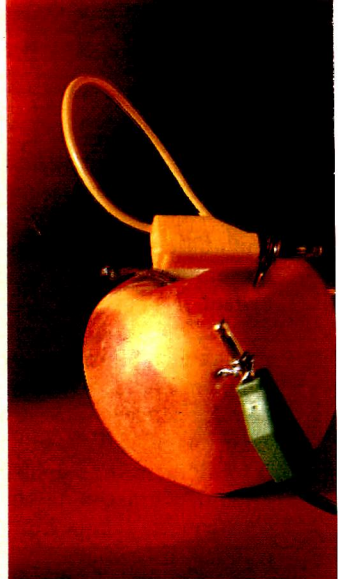
Son étude connut un progrès décisif avec l'invention, au début de ce siècle, de l'amplificateur et de l'oscilloscope. Avec ces appareils, il devenait possible de mesurer et de visualiser des phénomènes électriques de très faible intensité et de très courte durée.

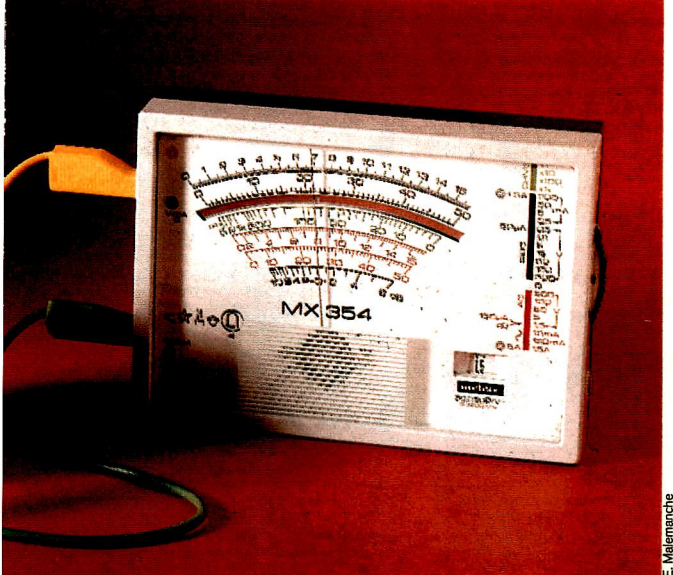
Edgar Adrian (1889-1977) fut le premier à comprendre tout le parti qu'il pourrait en tirer. Avec un vieil amplificateur de l'armée, il put montrer que l'activité des neurones se traduit par l'émission

Construire une pile électrique avec une pomme

Matériel nécessaire

Une pomme (ou tout autre fruit ou légume : citron, tomate, etc.), un morceau de fil





E. Malmarche

de cuivre (ou un bout de cuivre),
un trombone, un contrôleur
universel, des fils de liaison.

Comment procéder ?

Enfoncer dans la pomme
le cuivre d'un côté et le
trombone de l'autre.
Commuer le contrôleur en
voltmètre (gamme 1 volt
continu). Relier le morceau
de cuivre à la pointe
de touche rouge (plus) et

le trombone à la pointe
de touche noire (moins).

Qu'observe-t-on ?

La tension mesurée va de
0,5 V à 0,9 V selon le légume
utilisé (voir photo).
C'est parce qu'ils sont
d'une grande richesse en ions,
que le tubercule ou le
fruit assurent le rôle de
l'électrolyte dans cette pile
semi-biologique.

de décharges électriques d'une
durée de l'ordre de la milliseconde,
de fréquence allant jusqu'à
quelques centaines de hertz et
d'une amplitude de quelques
dizaines de millivolts. Il partagea le
prix Nobel avec Charles Sherrington,
en 1932 (voir *Science & Vie*,
n° 924, p. 146).

En 1938, A.L. Hodgkin et A.F.
Huxley parvinrent à introduire
une microélectrode dans un axone
géant de Calmar. Ils confirmèrent
ainsi l'existence, en l'absence de
toute stimulation, d'une différence
de potentiel entre l'intérieur du
neurone, négativement chargé, et
l'extérieur, chargé positivement.
Ils montrèrent que, à la suite
d'une stimulation, cette différence
de potentiel s'inverse pendant de
une à deux millisecondes, l'intérieur
devenant positif par rapport
à l'extérieur négatif. De plus, cette
inversion de polarisation, appelée

désormais potentiel d'action, se
propage inchangée le long de
l'axone à une vitesse de l'ordre du
mètre par seconde conforme aux
résultats de von Helmholtz.

En 1947, A. Hodgkin et B. Katz
émirent l'hypothèse que la polarisation
électrique de la membrane
neuronale était liée aux différences
de concentration en ions
de part et d'autre de cette membrane :
les ions potassium sont majoritaires
dans le milieu intracellulaire tandis
que les ions sodium et chlorure sont
majoritaires dans le milieu extracellulaire.
La cellule s'apparenterait donc, d'un
point de vue électrique, à une pile
de concentration si la membrane
est capable de maintenir stables
ces différences de concentrations
en ions. Pour cela, elle doit dépenser
de l'énergie car les concentrations
en ions de part et d'autre
d'une membrane ont tendance à

devenir spontanément égales si la
membrane est perméable. Hodgkin
et Huxley postulèrent également
que le potentiel d'action des
cellules excitables pouvait être
interprété comme une entrée transitoire
d'ions sodium à l'intérieur
du neurone. L'utilisation de traceurs
radioactifs confirma le bien-fondé
de ces hypothèses.

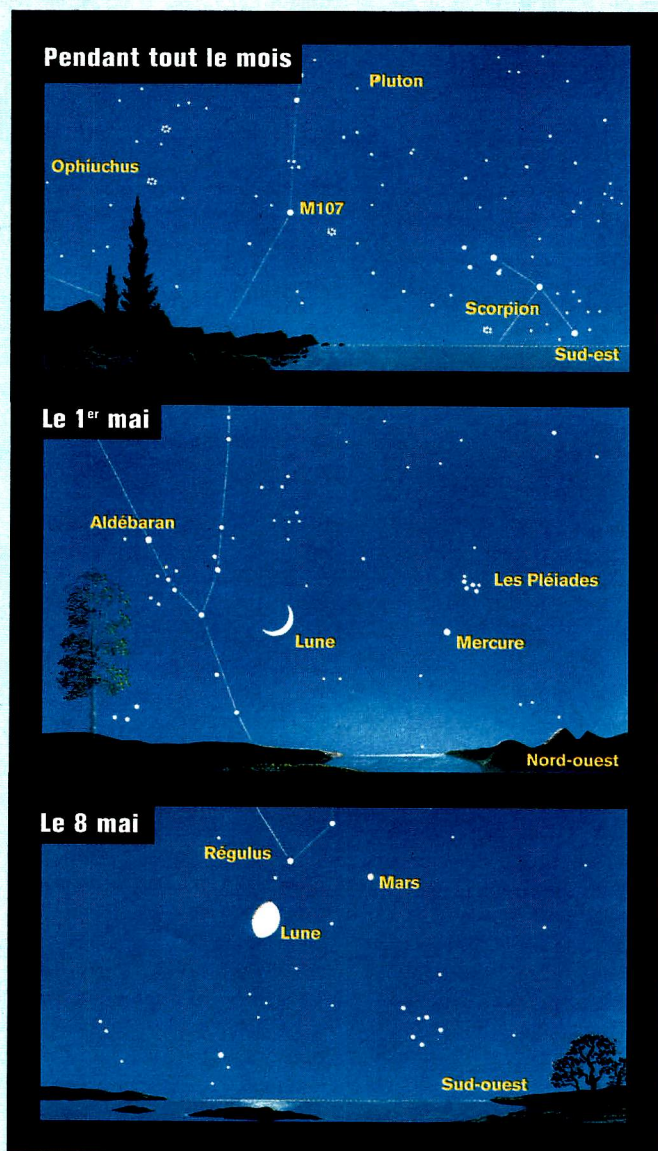
Mais comment comprendre que
la membrane des neurones peut
être imperméable au sodium lorsqu'elle
est au repos et perméable pendant
quelques millisecondes lorsqu'elle
est stimulée ? Hodgkin et Huxley
supposèrent l'existence de canaux
spécifiques qui s'ouvriraient brièvement
lors d'une stimulation. Leur travail
expérimental exemplaire permit
de vérifier les modèles théoriques
fondés sur les équations décrivant
les mouvements d'ions à travers
une membrane et les courants
associés. Conjointement avec J. Eccles,
un neurophysiologiste australien
né en 1903, qui appliqua les mêmes
méthodes à l'étude des synapses,
ils reçurent tous trois le prix Nobel
en 1963.

Depuis, les fameux canaux ont
pu être caractérisés. Il s'agit de
protéines membranaires de forme
grossièrement cylindrique. Le gène
de certaines d'entre elles a pu être
cloné et exprimé dans des ovules
de crapaud. L'ovule acquiert ainsi
des propriétés de neurones. Plus
réfinement, il est maintenant possible
d'isoler un seul canal et d'enregistrer
les courants le traversant dans
différentes conditions. Cette technique,
dite du « patch-clamp » a valu le
prix Nobel en 1991 à ses inventeurs,
les Allemands Erwin Neher et Bert
Sakmann.

Pourtant, malgré le degré de
précision atteint dans la connaissance
des parties (les neurones), l'exploration
du fonctionnement du tout (le cerveau)
est très loin d'être terminée. ■

LE MOIS PROCHAIN :
Une molécule très excitable

Pluton et Charon : la planète double



dessins : M. Roux-Saget

Les rendez-vous du mois

Pendant tout le mois

Pluton évolue à proximité de la constellation Ophiuchus.

Le 1^{er} mai

Peu après le coucher du Soleil, on observe un beau rapprochement entre la Lune, Mercure et les Pléiades.

Le 8 mai

La Lune, Mars et Régulus forment un triangle vers minuit.

C'est à l'observatoire Flagstaff, créé par Sir Percival Lowell en Arizona, que, dans la nuit du 18 février 1930, un astronome amateur de 23 ans, employé comme assistant, découvrit la neuvième planète du système solaire : Pluton. Cette découverte était le fruit d'une recherche lancée depuis de nombreuses années et qui se basait sur les irrégularités des mouvements de Neptune sur son orbite. Mais alors qu'on pensait trouver une planète à l'orbite "régulière" et sept fois plus massive que la Terre, on découvrit un astre très petit gravitant autour du Soleil sur une orbite excentrique.

En raison de sa faible dimension et de son éloignement, Pluton resta longtemps une planète mal connue. Ce n'est que récemment que l'évolution des techniques a permis une meilleure connaissance de cette planète, sans pour autant avoir levé tous les voiles.

Pluton, avec un diamètre d'environ 2 300 kilomètres, bien inférieur à celui de la Lune, qui est de 3 476 kilomètres, est la plus petite des neuf planètes principales. Alors que les orbites des autres planètes sont toutes, à peu de choses près, coplanaires, le plan de l'orbite de Pluton est incliné de 17° sur le plan de l'écliptique. Avec une excentricité de 0,25, c'est aussi l'orbite la plus elliptique du système planétaire. Conséquence directe : la distance de Pluton au Soleil varie de 4,45 à 7,4 milliards de kilomètres ! Il en résulte d'importantes variations de température mais tout est relatif car, lorsque la planète est au périhélie, sa température maximale est de

- 223 °C ! L'orbite elliptique de Pluton l'amène à recouper celle de Neptune, ce qui est le cas en ce moment. Partant de là, Pluton pourrait-elle être un satellite échappé de Neptune ? Cela est peu probable, surtout depuis que l'astronome américain James Christy lui a découvert un satellite, le 22 juin 1978. Nommé Charon, celui-ci est aussi un corps étrange. En effet, Charon a un diamètre de 1 200 kilomètres, soit la moitié de sa planète mère, ce qui est un cas unique dans le système solaire. Face à Pluton et Charon, il vaut mieux parler de planète double. Autre particularité du couple : les deux astres tournent sur eux-même autour d'un axe incliné de 122° par rapport au plan de leur orbite ; ainsi, leur rotation s'effectue en sens inverse de leur circulation orbitale, ce qui est appelé rotation rétrograde. Leurs périodes de rotation sont identiques, 6,4 jours, et égales à la durée de révolution de Charon autour de Pluton. En conséquence, Pluton et Charon tournent toujours la même face l'un vis à vis de l'autre et Charon est immobile dans le ciel de Pluton !

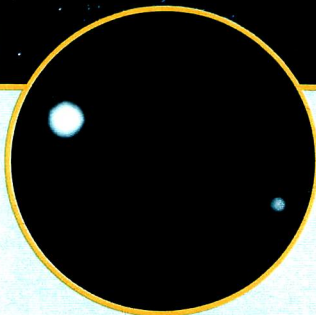
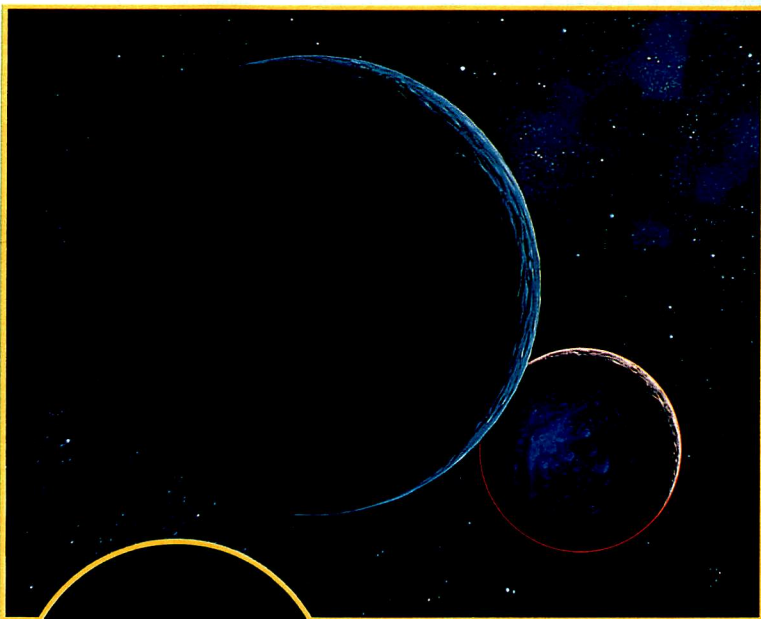
Pluton met 248 ans à parcourir son immense orbite autour du Soleil. Tous les 124 ans, depuis la Terre, l'orbite de son satellite se réduit à une ligne droite et des éclipses de Charon par Pluton peuvent alors être observées, ce qui se produisit de 1985 à 1991. Les astronomes mirent à profit ces circonstances pour mieux connaître ce couple étrange. En premier lieu, la durée de la dis-

parition de Charon au bord de la planète permit de déterminer avec plus de précision le diamètre du satellite mais, surtout, lorsque celui-ci était occulté, il était possible d'analyser la lumière solaire réfléchie par la seule Pluton. Cela révéla la présence de méthane, soit dans l'atmosphère, soit sous forme de glace. Comme l'intensité de cette présence diffère en fonction de la rotation de la planète, il est plus probable que la planète soit recouverte partiellement de méthane glacé. L'éclat de Pluton varie périodiquement au cours de sa rotation et selon que ses pôles sont visibles ou non. Cela donne à penser que sa surface présente des zones plus ou moins claires et que la planète a des calottes polaires. Toutefois, sa densité moyenne, aux alentours de deux grammes au centimètre cube, permet de déduire qu'elle est constituée à 80 % de roches et

que nous ne sommes pas en présence d'un seul bloc de glace.

C'est en observant des occultations d'étoiles par Pluton qu'il fut possible de conclure à la présence d'une atmosphère. En effet, si tel n'avait pas été le cas, l'extinction de la lumière de l'étoile au bord de la planète aurait été brutale ; or, à chaque fois, une diminution progressive traduit la présence d'une couche gazeuse jouant le rôle de filtre. Cette atmosphère est constituée principalement de méthane mais la présence d'azote n'y est pas exclue, comme dans celle de Titan ou Triton. Elle est ténue, se traduisant par une pression atmosphérique qui n'est que le cent-millième de celle de la Terre, et n'est peut-être pas permanente. Elle pourrait apparaître lorsque Pluton est au plus près du Soleil, comme en ce moment, puis se condenser sous forme de givre ou de neige lorsque la pla-

Photos Ciel et Espace

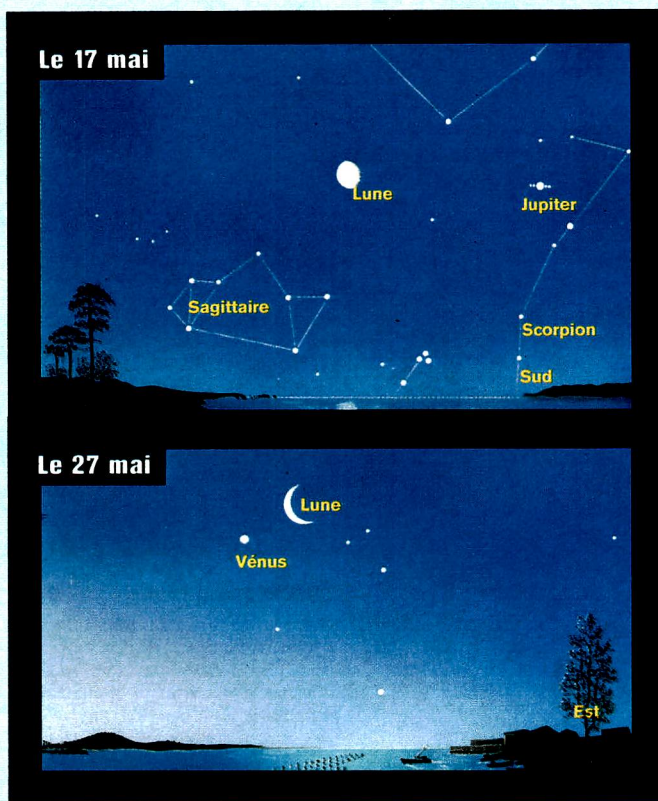


Soudés par une barre invisible

Aux confins du système solaire, Pluton et Charon sont des mondes de glace. Ci-dessus, une vue d'artiste et ci-contre la meilleure photo prise par le télescope Hubble.

36 15
SCV

Les positions
des planètes ce soir



Le 17 mai

En milieu de nuit, la Lune est à côté de Jupiter.

Le 27 mai

Peu avant le lever du Soleil, la Lune est à moins de 1° de Vénus. La planète est occultée quatre heures plus tard.

► nète s'éloigne de l'astre central.

L'origine de Pluton n'est pas établie avec certitude. Il semble de plus en plus qu'elle se serait formée dans cette région en même temps que les autres planètes. Il y aurait eu de très nombreux corps de même style dans cette zone, par ailleurs balayée par la planète géante Neptune. A la suite d'une gigantesque partie de billard cosmique, certains des planétoïdes seraient devenus des satellites de Neptune, comme Triton, d'autres auraient été éjectés beaucoup plus aux confins du système solaire et le couple Pluton-Charon aurait acquis cette orbite si particulière...

Ce mois-ci, le 20, Pluton est à son opposition, c'est donc la pé-

riode favorable pour l'observer ; mais tenter de la repérer n'est pas une mince affaire, la planète étant très peu lumineuse, avec une magnitude moyenne de 15. En ce mois de mai, les circonstances sont toutefois un peu différentes. En effet, Pluton se rapproche de la Terre à 4 milliards 327 millions de kilomètres, ce qui constitue la plus courte distance jamais observée entre les deux planètes. Conséquence de ce rapprochement, la magnitude de Pluton, autrement dit son éclat, augmente et atteint 13,7. Les amateurs disposant d'un télescope de 200 millimètres de diamètre peuvent la repérer, à la condition expresse de bénéficier d'une nuit sans Lune et d'un site

sans lumière parasite. La meilleure technique consiste à pointer la planète selon les coordonnées données dans les éphémérides, puis à dessiner le champ observé en notant soigneusement toutes les étoiles visibles. Quelques jours plus tard, la même observation est renouvelée et il s'agit alors de trouver "l'étoile" qui s'est déplacée... c'est Pluton. Ajoutons qu'un grossissement moyennement élevé peut faciliter la recherche car il augmente le contraste en diminuant la luminosité du fond du ciel.

Pour ceux qui n'ont pas un instrument suffisamment puissant, il est possible de faire appel à la photographie pour palier le manque de diamètre. A la différence de l'œil, le film photographique accumule la lumière reçue. Pour enregistrer l'image d'astres peu lumineux, il suffit de prolonger le temps d'exposition. Cela suppose d'installer l'appareil photo sur une monture équatoriale, équipée d'un moteur électrique pour compenser la rotation de la Terre pendant l'exposition du cliché. Il est nécessaire de s'assurer de la qualité du suivi de la monture et d'apporter les corrections éventuelles.

L'opération est envisageable à condition de disposer d'un téléobjectif d'au moins 400 millimètres de focale. Le diaphragme sera ouvert au maximum et il faudra poser au moins trente minutes, avec un film de 800 ASA de sensibilité.

Pluton apparaîtra sur le cliché comme un point comparable aux étoiles les plus faibles qui auront été enregistrées sur la pellicule. Seule la comparaison du cliché avec un atlas céleste permettra d'identifier à coup sûr la planète.

LE MOIS PROCHAIN :
Les filtres optiques

Les étoiles variables

On peut constater au fil des jours ou des mois que certaines étoiles ne brillent pas toujours avec le même éclat. C'est l'astronome Fabricius Marius qui, le 13 août 1596, remarqua la variation régulière d'éclat d'une étoile de la Baleine, qui fut nommée Mira, "la merveilleuse". Ainsi, fut établie l'existence d'étoiles variables. Plus de trente mille étoiles variables sont cataloguées et suivies, mais il en existe certainement beaucoup plus.

Les raisons de ces variations d'éclat sont de plusieurs ordres. Schématiquement, deux grandes catégories sont à distinguer.

La première regroupe les variables géométriques. Il s'agit en fait d'étoiles doubles. Ces couples serrés, c'est-à-dire dont les astres gravitent à faible distance l'un de l'autre, ne sont pas forcément discernables depuis le sol. C'est très souvent l'analyse spectrale qui permet de soupçonner le compagnon. Au cours de la rotation, celui-ci, souvent moins brillant, passe devant l'étoile principale, puis s'écarte, passe derrière, et ainsi de suite. Les lumières des deux étoiles s'additionnent ou se soustraient, occasionnant la variation de lumière.

Le seconde catégorie concerne les variables intrinsèques. Là, les raisons de la variation de lumière sont dues à des causes internes propres à l'étoile. Cette catégorie se divise en deux groupes. Le premier est celui des variables pulsantes. L'étoile augmente de diamètre, puis diminue. Cette variation de volume se traduit par un changement d'éclat. Il existe plusieurs types de pulsantes. Certaines sont très régulières, l'amplitude de la variation étant faible et la période, temps sépa-

rant deux maximums de lumière ou deux minimums, étant très courte. Par exemple, les Céphéides varient de 0,1 à 2 magnitudes en 1 à 70 jours. D'autres, au contraire, ont une période très longue et une grande amplitude. C'est le cas de Mira Ceti qui varie de la magnitude 3 à la magnitude 11 en 345 jours. D'autres encore sont totalement irrégulières ; elles restent stables pendant une longue période pour brutalement changer d'éclat.

L'autre groupe de variables intrinsèques est celui des éruptives. Les plus connues des éruptives sont les novæ et super-novæ. Dans ce cas, l'étoile expulse la plus grande partie de sa matière au cours d'une explosion cataclysmique qui se termine par sa quasi disparition. La variation de lumière est très importante et peut atteindre plus de dix à quinze magnitudes. L'étoile devient parfois si brillante qu'elle peut être visible en plein jour pendant plusieurs semaines ! Spectacle extraordinaire mais, hélas, pour les amateurs, très rare...

LE RENDEZ-VOUS DES DÉBUTANTS

Saturne

Saturne présente un bien curieux aspect ce mois-ci. Ceux qui se lèveront suffisamment tôt, soit vers cinq heures du matin, pourront apercevoir la planète à son lever entre les constellations de Pégase et du Verseau, au-dessus de l'horizon est.

A l'œil nu, rien de particulier mais, à l'aide d'un instrument, surprise : la planète, célèbre pour ses anneaux, en est totalement dépourvue ! N'incriminez pas votre télescope ou ne redoutez pas une erreur de pointage... Les anneaux de Saturne ont bel et bien disparu. Si, physiquement, ils sont toujours bien présents autour de la planète, depuis la Terre ils ne sont plus vi-

sibles. Cela est dû aux mouvements orbitaux de la Terre et de Saturne qui font que, tous les quinze ans, la Terre se trouve alignée exactement dans le plan des anneaux. Comme ceux-ci sont très minces, ils ne sont plus visibles, du moins avec les instruments d'amateur. En fait, vous pourrez encore deviner leur présence par le fin trait noir de leur ombre sur le disque planétaire. Les anneaux seront invisibles jusqu'à la mi-août, puis ils réapparaîtront un peu pour disparaître à la mi-novembre. Ce n'est qu'à partir de février 1996 qu'ils redeviendront observables,

jusqu'à leur prochaine disparition en 2010 ! ■



Le péril jeune

A douze ans, Etienne Bacrot vient de réaliser, à Cannes, une norme de maître international. Il lui en faudra trois pour décrocher le titre qui n'est partagé que par quelque 1 500 joueurs dans le monde. Voici une superbe partie où le jeune Français donne une sévère leçon à un fort maître international russe.



E. Bacrot - A. Chtchekatchev - Cannes 1995

1. d4	27. ♖xe5!! (k) fxe5	53. ♘f2	♘f1
2. ♘f3	28. ♘f6+ ♘d8 (l)	54. ♘e4	♘e3+
3. ♘f4	29. ♘xd7+ ♘c8	55. ♘b3	♘d5
4. e3	30. ♙e6 (m) ♙b6	56. ♘d6+	♘a7
5. ♙g5	31. ♙d5+ ♙xe6	57. ♙f3	♘g4
6. ♙h4	32. ♙xc5+ ♘b7	58. ♘b5+	♘b6
7. ♘f2! (b) ♘g7	33. ♘xg4! ♘c6 (n)	59. ♙f4	♙g5
8. ♙g3	34. ♘e3	60. ♘d6	♘e5
9. ♙d3	35. ♘d1	61. ♘c4+	♘xc4
10. ♙f3	36. ♙c4	62. ♘xc4	♙c5+
11. hxg3 (c) ♘c6	37. ♘c2	63. ♘d4	♙c6
12. c3	38. ♙e1	64. ♙f5	♙d6+
13. ♙e2	39. a4	65. ♘c4	♙c6+
14. ♘a3	40. f4	66. ♘b3	♙h6
15. ♘c2	41. ♙xe5	67. ♙f3	♘c5
16. d5	42. gx f3	68. ♘a3	♘c4
17. e4	43. ♘b3	69. ♙f5	♙a6
18. dxc6	44. ♙h4	70. b4	♘xc3
19. 0-0-0 (d) ♙b8	45. ♙xh5	71. ♙xa5	♙h6
20. ♙c4! (e) d5	46. ♙b5+	72. ♙c5+	♘d4
21. ♙b3	47. ♙e5	73. a5	♙a6
22. ♘e3	48. ♙d5	74. ♘a4	♙a8
23. ♘dc4!! (g) ♙c5 (h)	49. ♙d2	75. ♙c1	♙h8
24. exd5	50. ♙f2	76. a6	
25. ♘xe5!! (i) ♙xe5	51. ♘c2		
26. ♘xd5	52. ♙f6+		

**Les noirs
abandonnent.**

a) Le maître russe décide de pourchasser le Fou blanc, une idée qui se révélera bien néfaste. Plus raisonnable était le naturel 4. ... ♙g7.

b) Les Noirs avaient peut-être «oublié» ce coup qui démontre l'inanité de leur plan. A présent, 7. ... gxh4 8. ♖xh5 serait catastrophique, le pion h4 étant condamné. Ici, il fallait reconnaître son erreur et ramener le Cavalier sur sa case naturelle par 7. ... ♘f6 8. ♙h3 ♙g7. Mais les Noirs s'entêtent.

c) Les Noirs ont réalisé leur plan mais le résultat n'est guère brillant. Aucun des deux camps ne pourra effectuer le petit roque, les ailes-roi étant trop affaiblies. Or, les Blancs ne vont pas tarder à pouvoir

réaliser le grand roque, alors que les Noirs en sont bien loin. d) Les Blancs ont achevé leur développement. Bien sûr, les Noirs disposent de la colonne b face au roque, mais leur Roi est condamné à rester au centre.

e) Il faut toujours s'efforcer de rechercher des coups remplissant plusieurs fonctions. Ici, le Fou vise la case faible f7, libère la colonne d pour la Tour et s'apprête à défendre la colonne b en b3.

f) A présent, les Noirs menacent 23. ... a4 24. ♙xa4 (ou ♙c2) ♖xb2 mat.

g) Magnifique réaction. Si les Noirs prennent le Cavalier, ils subissent une attaque irrésistible: 23. ... dxc4 24. ♘xc4 ♖c7 (24. ... ♖b7 ou 24. ...

♖b5 perdent la Dame après 25. ♘d6+) 25. ♘d6+ ♘f8 (25. ... ♘d5 26. ♘xf7+) 26. ♘xf7 ♙h7 27. ♘g5 ♙h6 28. ♖c4 (menace 29. ♖f7 mat) ♙f6 29. ♘h7+, etc.

h) Sinon, les Blancs prennent tout simplement en d5.

i) Un nouveau sacrifice qu'il n'est cette fois pas question de refuser, car après la prise du pion d5, les Blancs renforceraient leur attaque tout en ayant deux pions de plus.

j) Forcé, car sur 26. ... ♙g7, suivrait tout simplement 27. ♙h1 gagnant le Cavalier en e7.

k) Et à présent la Dame! Encore un sacrifice qu'il faut accepter à cause, entre autres, des menaces 28. ♖xb8+ et 28. ♘xf6+.

l) 28. ... ♘f8, 29. ♘xd7+ suivi de 30. ♘xc5.

m) La menace de l'échec à la découverte regagne la Dame noire.

n) Et non 33. ... hxg4?? 34. ♙xh8. Bilan de la somptueuse phase tactique qui a précédé : les Blancs ont trois pions de plus et le gain n'est plus qu'une «affaire de technique», que le jeune champion réglera avec une grande sérénité.

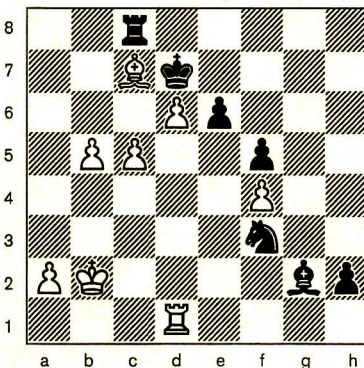
o) Vous souveniez-vous de la «prise en passant»? Le pion noir prend le pion blanc qui a avancé de deux cases comme s'il n'avait avancé que d'une case.

p) Au prix d'un pion, les Blancs ont éliminé toutes chances de contre-jeu noir sur l'aile-roi.

La solution du n° 931

Tal - Vooremaa (Riga 1971)
1. ♖xf8+! ♘xf8 2. ♙h6+ et sur 2. ... ♘e8 comme sur 2. ... ♘g8, 3. ♙a8+ est suivi du mat.

A vous de jouer !



Les Noirs ont la victoire à portée de la main. Mais encore faut-il éviter un dernier piège. Aurez-vous la même sûreté de jugement qu'Etienne Bacrot ? Les Noirs jouent et gagnent.

La solution... dans le prochain numéro !

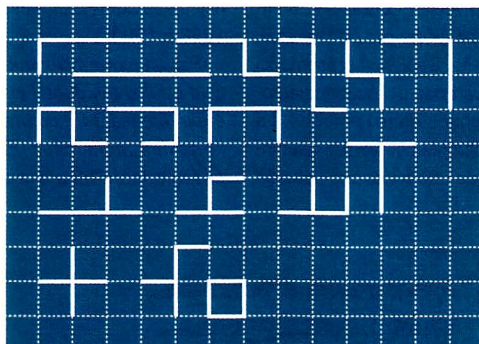
D'autres puzzles

On appelle «puzzle» un casse-tête consistant à correctement assembler des pièces aux formes «bizarres». Mais on peut fort bien ranger dans la famille des puzzles les problèmes d'assemblage de figures régulières. Et ce ne sont pas forcément les plus faciles !



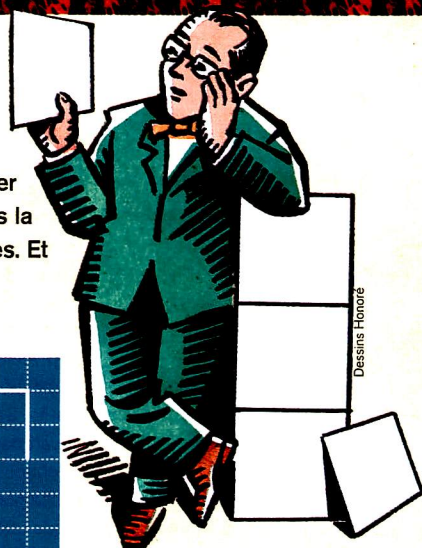
Ceci est un exemple de pentomino, figure obtenue par la juxtaposition de cinq carrés identiques.

Si l'on suppose qu'il s'agit de pièces manipulables, on dénombre douze pentominos différents. Nous vous laissons le soin de tous les retrouver, puis de les assembler de manière qu'ils forment un rectangle 6×10 .



De la même manière, on peut imaginer une autre famille de figures, constituée de quatre segments identiques assem-

blés comme pour se superposer aux lignes d'un quadrillage régulier. Il existe seize quadri-



En utilisant 15 des 16 quadri-segments, est-il possible de constituer une grille complète 5×5 (il est interdit de faire se croiser les différents quadri-segments) ?

Les solutions... dans le prochain numéro !

Les solutions du n° 930

1^{er} problème

Le 2^e chiffre du multiplicateur est 2. Le 2^e produit partiel commence donc par 14 et on déduit que le premier chiffre du multiplicande est 7.

Le 3^e produit partiel ne peut commencer que par 65 et on déduit alors que le 1^{er} chiffre du multiplicateur est égal à 9 et le 2^e chiffre du multiplicande un 3. Soit $731 \times 92 =$

$$\begin{array}{r} 736 \\ \times 926 \\ \hline 4386 \\ 1462 \\ 6579 \\ \hline = 676906 \end{array}$$

2^e problème

Le produit est divisible par 3 et par 8. En le décomposant en ses facteurs premiers, on obtient :

$$123456 = 26 \times 3 \times 643$$

643, nombre premier, est l'un des facteurs et l'autre est 192. Seule possibilité : 192 est multiplicande ; 643 est multiplicateur.

3^e problème

Le problème se réduit à résoudre un cryptarithme :

$$\begin{array}{r} \bullet \bullet \bullet \bullet \\ + \quad A \quad B \quad C \quad D \\ = \quad D \quad C \quad B \quad A \end{array}$$

dans lequel le premier nombre contient les 4 lettres A, B, C, D dans le désordre (24 possibilités). Si l'on rejette les cas où le 1^{er} chiffre est D ou le dernier A (cas conduisant à des impossibilités), il reste 13 arrangements possibles. La solution est obtenue

$$\begin{array}{r} \quad \quad A \quad D \quad B \quad C \\ + \quad \quad A \quad B \quad C \quad D \\ = \quad \quad D \quad C \quad B \quad A \end{array}$$

en résolvant le cryptarithme ci-dessus, qui donne $A = 1, D = 2, C = 9, B = 6$, avec la solution :

$$\begin{array}{r} \quad \quad 4 \quad 2 \quad 3 \\ \times \quad \quad 7 \quad 4 \quad 3 \\ \hline \quad \quad 1 \quad 2 \quad 6 \quad 9 \\ \quad 1 \quad 6 \quad 9 \quad 2 \\ 2 \quad 9 \quad 6 \quad 1 \\ \hline = 3 \quad 1 \quad 4 \quad 2 \quad 8 \quad 9 \end{array}$$

4^e problème

Si X est le nombre formé par les trois premiers chiffres, et les trois derniers, le produit est égal à $1001 \times X$. Or, 1001 est le produit de $7 \times 11 \times 13$. Du multiplicande ou du multiplicateur, un de ces deux nombres est donc multiple de 11. Or, si l'on inverse l'ordre des chiffres d'un nombre multiple de 11, le nouveau nombre obtenu est lui-même multiple de 11. Du multipli-

cande et du multiplicateur, un des deux nombres est multiple de 13 et donc de :

$$11 \times 13 = 143.$$

Seuls multiples de 143 possibles avec 3 chiffres : 143, 286, 429, 572, 715, 858.

Parmi ceux-ci, 429 est le seul pour lequel l'inverse, 924, est multiple de 7. On obtient : $924 \times 429 = 396\,396$.

5^e problème

En 4^e colonne, on a (retenue 0 ou 1) $+ V + V + V = V$. L'astérisque ne peut représenter qu'un 5. Le reste est facile grâce notamment au premier produit partiel qui commence par 555 :

$$\begin{array}{r} \quad \quad 6 \quad 1 \quad 7 \\ \times \quad \quad 5 \quad 3 \quad 9 \\ \hline \quad \quad 5 \quad 5 \quad 5 \quad 3 \\ \quad 1 \quad 8 \quad 5 \quad 1 \\ 3 \quad 0 \quad 8 \quad 5 \\ \hline = 3 \quad 3 \quad 2 \quad 5 \quad 6 \quad 3 \end{array}$$

Un instantané qui en dit long

Apropos de notre "Instantané" intitulé "Les pays qui font la science" (*Science & Vie* n° 930, p. 30), M.S.Eyssautier, du Bouscat, s'indigne. « (...) A un sujet d'une telle ampleur, on aurait pu attendre de vous un bilan plus fouillé qu'un "Instantané" : l'indigence même du commentaire, qui se borne à un catalogue "points forts, points faibles, évolution par pays ou ensemble de pays", pourrait nous faire penser, nous lecteurs assidus de votre "revue spécialisée quasi-institutionnelle", que vous nous considérez si pauvres d'esprit que nous ne puissions comparer nous-mêmes les pourcentages sus-cités ! »

La rubrique "Instantané" est destinée à mettre en images un nombre succinct d'informations. Aux antipodes de l'analyse détaillée, elle s'attache à présenter l'essentiel sous une forme graphique, plus plaisante à l'œil, plus immédiate aussi, qu'un tableau de chiffres. Le texte vient en renfort pour souligner quelques points importants, sans autre forme de commentaire.

L'exercice est périlleux. Loin de sous-estimer le lecteur, il lui laisse au contraire le soin de réagir et de tirer ses propres conclusions.

« Mais à propos des chiffres, confinés dans de minuscules encadrés, essaïmés dans un océan de couleurs, que faut-il en penser ? Primo, comment d'entre l'Union européenne peut-elle faire montre d'une augmentation de 34,2 % de ses publications scientifiques alors que, des

pays qui la composent, la plus forte progression est française avec 5,1 %, et que le Royaume-Uni subit un fâcheux -8,7 % ? »

Ce lecteur soulève un problème de "signalétique". A trop vouloir condenser, on finit peut-être par perdre en lisibilité. 34,2 % représente ici la part des publications européennes dans le monde. La flèche pointée vers le haut indique une tendance actuelle

à la hausse. Il en va de même pour les chiffres et les tendances françaises. Le Royaume-Uni, quant à lui, signe 8,7 % des publications mais régresse sensiblement. Ces tendances ont été calculées sur dix années, de 1983 à 1993.

« Pas un mot sur l'Afrique du Sud ou l'Israël, dont il aurait été intéressant de connaître l'état des recherches. Et je passe encore bien des sin-

gularités comme l'inexistence de la Norvège sur la carte de l'Europe ou la stagnation de l'Océanie à 2,8 % (...) ».

Cette fois, ce lecteur est un peu sévère ! L'exiguïté de cette rubrique ne nous permet pas de commenter toutes les données. La revue entière n'y suffirait d'ailleurs pas. Quant à la Norvège, nous nous en serions voulu de la faire figurer sur une carte de l'Union européenne...

Préoccupés d'écologie mais pas écologistes



M. D. Bougrat, de Cestas, critique la légende qui accompagne notre infographie sur le commerce des bois tropicaux (*Science & Vie* n° 930, p. 23) : « Je m'étonne du ton anecdotique du commentaire, dans votre revue dont la vocation écologiste n'est plus à démontrer. »

Certes, notre rubrique environnement s'intéresse à de nombreux problèmes soulevés par les écologistes, mais nous n'avons pas, dieu merci !, une vocation "écologiste". L'écologiste est, en effet, un partisan de l'écologisme, qui est un courant de pensée. Notre revue se contente plus modestement de faire du journalisme, en se gardant bien d'adhérer à un quelconque courant de pensée.

Cela dit, qu'on ne se méprenne pas. Notre lecteur semble croire que nous traitons le problème de la déforestation à la légère. Pas du tout ! En publiant la liste des plus gros consommateurs de bois exotique, il est bien évident que nous voulions dénoncer un pays comme le Japon, qui ne s'encombre pas, lui, de problèmes écologiques...

Sida et sang chaud

Question de M. R. Miralles, de Sète : « La lecture de l'article sur le sida de votre dernier numéro de mars me rappelle que, depuis dix ans déjà, il a été oublié que le sang prélevé chez un malade atteint du sida, et donc riche en virus, n'était plus contaminant après chauffage. Pourquoi donc ne pas faire bénéficier chaque malade de cette connaissance et faire passer le sang du bras gauche au bras droit après chauffage, et ainsi de transformer un sang contaminé en un sang sans virus ? Cette proposition est simpliste, mais est-elle fautive seulement parce qu'elle est simpliste ? »

Le virus VIH, responsable du sida, a la fâcheuse manie, comme tous les virus, de se multiplier dans les cellules qui l'hébergent. Il est inutile de prélever le sang d'une personne contaminée, de le chauffer pour le décontaminer et de le réinjecter ensuite par une autre veine : le sang "propre" ainsi injecté sera immédiatement contaminé lorsqu'il vient se mélanger avec le sang

qui reste dans le corps. La décontamination par le chauffage est cependant étudiée par une équipe américaine, qui propose de porter le corps entier à une température telle que la multiplication du virus deviendrait impossible. Problème : la température efficace risque d'être plus élevée que celle supportable par l'organisme.

La guerre des grottes n'aura pas lieu

A propos de notre article sur la "grotte Chauvet" (*Science & Vie* n° 930, p. 48), M. Lassi Hyvärinen, du Vésinet, s'interroge et doute.

«Une découverte extraordinaire ! De l'art rupestre abondant et différent des autres ! Si on devait redouter une surpercherie. J'ai toujours mes doutes, surtout avant la datation par le carbone.

»Voici mes points de vue :

1. Les peintures sont trop belles et en style trop moderne : "empilation" des animaux et impression de mouvement au moyen de répétition (la corne du rhinocéros).

2. La perspective : difficile à croire, l'invention de la perspective, même par un Da Vinci de l'année 20000 avant le temps présent.

3. Un zoo véritable : les animaux présentés sont au moins : lion, bison, cerf, renne, ours, cheval, rhinocéros, mammouth, panthère et hyène, même un hibou. Comme l'homme préhistorique ne voyageait pas dans les tropiques et dans l'Arctique, toute cette faune aurait dû être

sur place. Mais le rhinocéros et la panthère sont des animaux tropicaux, et on a trouvé le mammouth uniquement dans le Nord de la Russie. Le renne est également un animal arctique. J'ai du mal à

croire à une cohabitation paradisiaque pareille.

4. D'après des articles dans des hebdomadaires variés, la profondeur de la grotte est de 300 à 500 mètres. Comment l'homme primitif a-t-il pu y

descendre sans des torches électriques et un équipement d'escalade ? Comment les ours y ont-ils pénétré pour leurs bacchanales ?

5. Le crâne d'ours est le comble de la mise en scène.

6. Le climat : la dernière période glaciaire glaciaire a touché à sa fin vers 10000 avant le temps présent. Quel était le climat en Ardèche à cette époque-là ? Pas très chaud. Comment des animaux du climat chaud auraient-ils pululé dans la région ?

7. Est-il trop difficile de se procurer du carbone ancien pour faire de la peinture authentique ?»

L'utilisation de la répétition des membres pour donner l'idée du mouvement ou celle de la silhouette pour traduire la perspective se retrouvent dans d'autres grottes dont l'authenticité ne fait aucun ►

Ozone : à consommer avec modération

«J'aimerais avoir votre opinion», nous écrit M. E. Schircks, de Porrentruy, en Suisse, «sur le bien que peut représenter la production d'ozone dans les maisons. Il y a une trentaine d'années, de nombreux appareils proposés dans le commerce (des générateurs d'ozone) vantaient ses bienfaits, sur la base du fait que l'ozone comporte trois atomes d'oxygène. Il était censé améliorer la qualité de l'air pollué, chargé de gaz carbonique, fumée, poussières, etc. En 1967, j'en ai installé dans les bureaux de mes collaborateurs. Or, à présent, on a l'impression que l'ozone est considéré comme peu favorable à la santé.»

Effectivement, entre le "bon" ozone de la stratosphère, qui nous protège des rayons nocifs du Soleil, et le "mauvais"

ozone de la troposphère, produit par les pots d'échappement des voitures, il y a de quoi perdre son oxygène... Mais que notre lecteur se rassure : c'est la dose qui fait le poison, et les générateurs d'ozone sont inoffensifs lorsqu'ils restent dans les normes d'hygiène et de sécurité recommandées par l'Association française de normalisation (AFNOR).



► doute. En quoi ces moyens de suggérer le mouvement et la perspective, qui n'ont rien à voir avec les moyens modernes, sont-ils inimaginables pour cette époque ? Les scientifiques sont de plus en plus convaincus que l'homme du Paléolithique supérieur n'avait, du point de vue artistique, du moins, pas grand-chose à nous envier.

En ce qui concerne la faune représentée, l'homme de la grotte Chauvet n'a certainement pas eu besoin d'aller passer ses vacances sous les tropiques pour la découvrir.

Toutes ces espèces existaient dans la région, y compris les rhinocéros (il s'agit de rhinocéros laineux, adaptés aux climats froids) et les félins – lions des cavernes et panthères – : n'oublions pas que, même aujourd'hui, ces animaux ne se cantonnent pas exclusivement aux tropiques (il y a des panthères des neiges dans le Nord de la Chine et des tigres en Sibérie, où le climat actuel n'est certainement guère plus clément que celui qui régnait en Ardèche il y a 20 000 ans). Compte tenu du climat de l'époque dans la région, il n'est pas non plus étonnant de trouver représentés des rennes et des mammoûths, qui existaient en Europe occidentale.

Pour ce qui est de la "profondeur" de la grotte, le terme est peut-être ambigu. Il s'agit en fait de son extension dans l'épaisseur de la falaise, c'est-à-dire à l'horizontale. Donc, nul besoin de torches électriques (des torches naturelles, même si elles étaient moins pratiques, éclairaient d'ailleurs très bien) ni de matériel de spéléologie !

Par ailleurs, dire que le crâ-

ne d'ours est le comble de la mise en scène est une affirmation gratuite... à ceci près que, effectivement, il s'agit certainement d'une mise en scène ! Mais rien ne s'oppose à ce que l'homme de la grotte Chauvet en soit l'auteur, peut-être à des fins religieuses.

Enfin, dernier point, un faussaire pénétrant dans la grotte pourrait certainement se procurer sur place de la matière carbonée datant de l'époque. Mais – à supposer qu'il en trouve en quantité suffisante – il paraît beaucoup plus difficile, en revanche, de reproduire les transformations que subissent les pigments avec le temps, et les couches de calcite qui se déposent sur les peintures (couches que l'on est d'ailleurs capable de dater par la stratigraphie). Bref, ces arguments, et d'autres encore, militent vigoureusement en faveur de l'authenticité de la grotte Chauvet. Il n'empêche que l'on attend avec impatience la datation des peintures par le carbone 14, qui permettra d'en savoir plus sur la ou les périodes auxquelles elles ont été effectuées.



Le chemin qui monte est celui qui descend

Témoignage de M. G. Gillet, de Cheilly-les-Maranges :

"Je trouve dans votre n° 930, p. 154, une question sur une "côte qui descend", dans la région de Beaune. Il se trouve que je connais bien cette question, habitant cette région, et une partie de ceux qui l'ont lancée. Il s'agit du chemin vicinal qui relie les villages de Bouze-les-Beaune et Savigny-les-Beaune, carte Michelin n° 69, pli 9, ou n° 70, pli 1. Je connaissais déjà ce chemin lorsqu'il n'était pas goudronné et l'autoroute A6 pas construite. Personne ne s'était aperçu de rien, et pour cause !

Un quidam s'étant arrêté à cet endroit, sans frein à main

serré ni vitesse passée, a vu sa voiture partir toute seule. Il a pris ses amis et connaissances à témoin que la route "montait" bien à cet endroit et donc que la voiture "re-montait" la côte. Connaissant bien cet endroit, je peux vous affirmer que cette route descend et même pas mal. Il suffit de se retourner pour le constater sans ambiguïté. Si bien qu'il n'y a aucun mystère à voir une voiture la dévaler. Il est vrai que l'autoroute A6, construite latéralement, depuis une vingtaine d'années, descend encore davantage. Par effet d'illusion d'optique, le chemin semble monter alors qu'il descend. Il n'y a donc aucun mystère, ou plutôt il ne devrait pas.

"Ce serait sans compter avec le tapage organisé par quelques journalistes locaux et parisiens, très influencés par les conférences "soucoupistes" d'une certaine Mado, patronne d'un bar-boîte de nuit, rue du Lac, à Beaune. Certains m'ont pris pour un martien, et ma voiture pour une soucoupe, une nuit, précisément sur les hauteurs de Bouze-les-Beaune."

36 15
SCV

Les forums de Science & Vie !
Les grands débats de notre société.
Exprimez vos opinions.

La science enterre les races

Affirmations de M. P. Gaye, de Marciac : *"Dans le 'Forum' du n° 930, 'Science & Vie' esquivait les questions sur les races humaines. Dans 'le Racisme', collection 'Que sais-je ?', je lis qu'on 'ne peut nier l'existence des races'. Jean Ziegler, l'ethnologue suisse, affirme : 'Les races humaines, telles que nous les connaissons, existaient déjà au Paléolithique.' Elie Wiesel exhorte les Juifs à 'préservier leur identité raciale' (je conviens que ce n'est pas une preuve). Quand vous dites qu'il n'existe aucun système scientifique d'identification d'une race, c'est que, pour des raisons extra-scientifiques, on n'a pas voulu approfondir la question.*

"Jacques Monod avait osé dire : 'Faut-il persévérer, si la génétique doit divulguer, sur la différenciation des races, des secrets dont la portée morale et politique nous déborde ?' Quand vous dites que les Papous, bien que noirs, 'ne font pas partie de

la race noire', vous avouez vous-mêmes qu'on peut définir une race noire. De toute façon, il faut définir ce dont on parle, et dire en quoi la définition du mot 'race' dans les dictionnaires ('groupe dont les caractères sont constants et transmissibles') n'est pas valable.

"Et si elle n'est pas valable pour les hommes, elle ne l'est pas non plus pour les chiens, les chevaux, les bovins, et il faudra s'interdire de parler de vaches de race charolaise ou limousine. Quel mot faudra-t-il donc employer pour être 'politiquement correct' ? Il n'y a pas, ou il n'y a plus, de races germanique, slave, basque ou juive pures, mais les généticiens sont tout à fait capables de les reconstituer comme les généticiens allemands ont reconstitué l'auroch. Je ne dis pas que cette entreprise est souhaitable ou légitime, mais qu'elle est possible."

Les ethnologues parlent d'ethnies, les généticiens de populations humaines, et cela ne leur pose aucun problème. En quoi le terme de race est-il dangereux ? Parce qu'il en-

tretient deux notions totalement fausses, introduites depuis fort longtemps par les thèses racistes.

La première, c'est que l'on peut reconnaître inmanquablement à leurs caractères anatomiques – la couleur de la peau, par exemple – les différentes "races". Les Nazis tentèrent de donner des apparences scientifiques à leur propre classification en y introduisant les notions de "race aryenne" et de "race juive", entre autres.

De là découle la deuxième notion : selon ces mêmes thèses, il existerait une hiérarchie entre les races, certaines étant qualifiées de supérieures et d'autres, d'inférieures, voire de nuisibles.

Aucune de ces classifications n'a de fondement scientifique. Comme nous le rappelions dans notre "Forum" du n° 930, les Papous sont noirs, et ce n'est pas pour cela qu'il faut les assimiler à des Africains. Les Berbères, pour leur part, sont génétiquement plus proches des Lapons que ces derniers ne le sont des Esquimaux. La notion de race définie par des critères de couleur de peau (ou toute autre caractéristique anatomique) n'a donc aucun sens.

Il n'existe aucun gène spécifique à une race particulière : le brassage depuis au moins cent mille ans entre les diverses populations humaines a pour résultat qu'elles partagent toutes le même patrimoine génétique. Les seules différences existant concernent les proportions des divers allèles (les variantes d'un même gène, comme les différents groupes sanguins, la couleur des yeux,

3615
SCV

La question du mois

Chaque mois, la meilleure question posée sur notre serveur minitel 3615 SCV est récompensée par un abonnement d'un an à *Science & Vie*. Voici celle d'avril :

«Pourquoi huit des neuf planètes de notre système solaire sont-elles placées sur un même plan orbital ?»

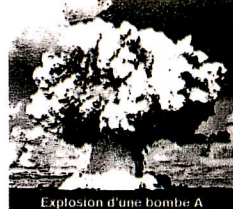
Lorsqu'un nuage de poussière interstellaire s'effondre sur lui-même, il se met à tourner autour d'un axe central, et la matière se répartit peu à peu sur un plan perpendiculaire à cet axe. C'est ainsi que se sont formées toutes les planètes de notre système solaire. Si la dernière d'entre elles, Pluton, a un axe de rotation incliné, c'est sans doute à cause des perturbations gravitationnelles causées par son imposante voisine : Neptune.

etc.) d'une population à une autre. Il paraît donc bien présomptueux d'avancer que les races humaines «*existaient déjà au Paléolithique*».

Il en va de même de la notion de "race pure", qui nie l'existence de toute variabilité au sein de populations originelles isolées. Elle va à l'encontre de ce que l'on sait des populations humaines les plus anciennes, que l'on trouve en Afrique : ce sont en effet celles qui présentent la plus forte variabilité. ■



il y a 40 ans



La bombe H et le temps

«Si aucun argument convaincant n'a pu faire de la bombe H le bouc émissaire des caprices du temps, certains affirment que son explosion donne des résultats analogues à ceux d'une forte éruption volcanique, modifiant durablement, par des réactions en chaîne, le temps et le régime des pluies.»

Le Djinn se pose à 4 000 mètres

«Le prix, la maniabilité, la sécurité et la facilité de pilotage sont autant d'atouts pour le Djinn, qui vient en tête des hélicoptères utiles pour le sauvetage en montagne. Ses pales antigivre, son absence de rotor arrière, sa moindre consommation sont d'autres performances techniques.»



L'héspéridine, un médicament miracle

Albert Szent-Györgyi a isolé l'héspéridine, dont la carence dans le sang entraîne la fragilité des vaisseaux capillaires, laissant s'échapper les globules rouges et ouvrant la voie à quantité d'affections. Son association avec la vitamine C permet de lutter contre le rhume, la grippe, les rhumatismes...



Des animaux momifiés vieux de 500 000 siècles

«Trésor étrange que celui exposé au Muséum d'histoire naturelle, 4 000 pierres d'ambre – la plus ancienne matière plastique du monde puisqu'on sait qu'elle est de la sève résineuse de conifère –, tombeaux transparents d'une faune et d'une flore des grandes forêts de la Baltique de l'ère tertiaire. Les spécialistes ont découvert des spécimens d'insectes similaires à des espèces vivant actuellement au Japon, en Amérique du Nord, ou en Chine.»



Photos D.R.

SCIENCE & VIE
 et **PARIS**
 n'a plus peur du FEU

Dernière mise au point des savants : LA BOMBE H et le temps

LES SECRETS DES ORCHIDÉES

50 ANS D'AVIATION DANS UN HANGAR

L'HESPÉRIDINE
nouvelle drogue miracle

LE PNEU INCROYABLE

LE DJINN BAT UN RECORD DU MONDE

EN EXCLUSIVITÉ : Le premier reportage en couleurs sur LA MECQUE

MAI 1955 - 100 Fr.
Éditions 20 Fr. - Suisse 1 Fr. 20

Une découverte surprenante de la médecine

POUR MAIGRIR, MANGEZ BEAUCOUP

Voir le régime révolutionnaire page 96

Mai 1955

«L'obésité est une des plus graves maladies qui frappent l'homme civilisé. Ses ravages sont plus considérables que ceux du cancer ou de la tuberculose. Elle raccourcit en moyenne la vie de cinq ans. De nouvelles données apparaissent tant sur les causes de cette maladie que sur les moyens de la traiter.»



Les automobiles conduites par un manche à balai

«Le Drivematic Control, invention américaine, en remplaçant le volant éviterait l'écrasement de la cage thoracique en cas d'accident.»

En forme de crosse de pistolet, ce manche, par des mouvements avant, arrière et sur les côtés, permet de manœuvrer le véhicule.»

Le vrai récit des grandes expérimentations

**Charles
Coulomb
et la force
électrique :
d'une très
délicate
expérience
de mesure
à une loi.**

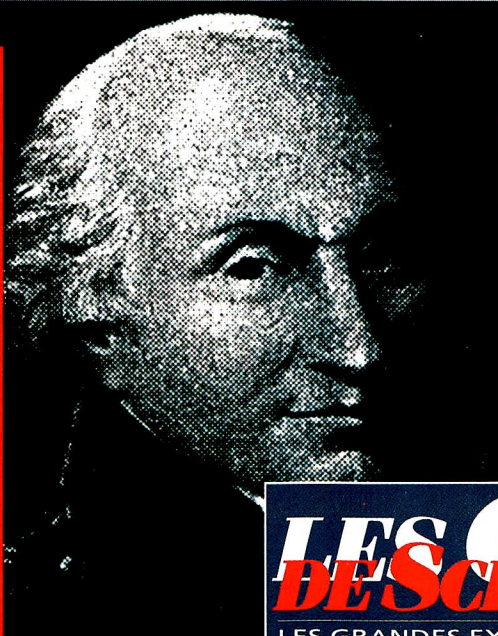


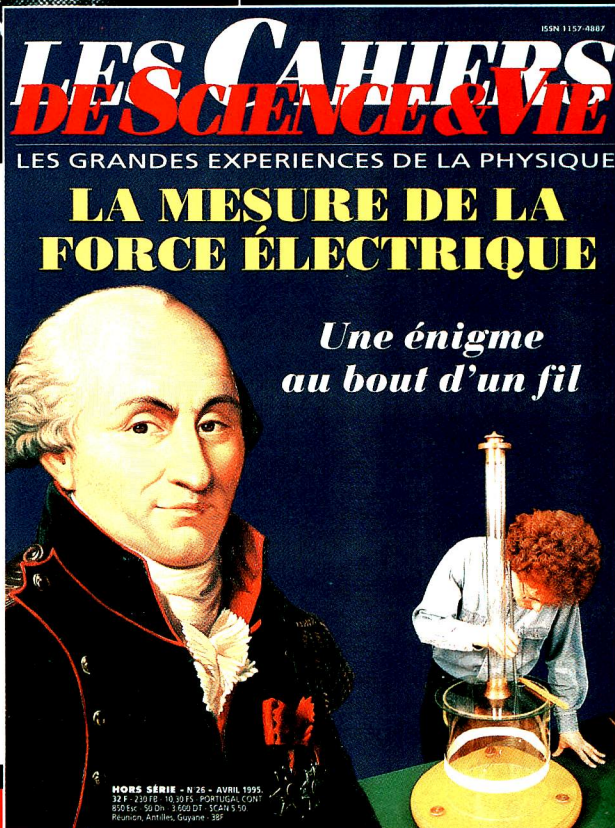
PHOTO ROGER-VIOLLET

Ingénieur militaire du XVIII^e siècle, Coulomb met au point un instrument dans le but de mesurer la force électrique. Pour cela, il s'inspire directement d'une boussole expérimentale qu'il a conçue pour la marine. De ses mesures, il tire une loi en tout point analogue à celle que Newton a énoncée pour la gravitation.

La balance de Coulomb devient un objet de culte laïque. Et parce qu'elle symbolise l'idéal français d'une physique toute mathématique, sa présence est rapidement rendue obligatoire par décret dans toutes les écoles.

Avec ce numéro des CAHIERS DE SCIENCE & VIE, revivez les grands moments de cette expérience si délicate qu'on eut bien du mal à la reproduire.

**Un ingénieur,
Charles Coulomb
et son instrument,
la balance
de torsion.**



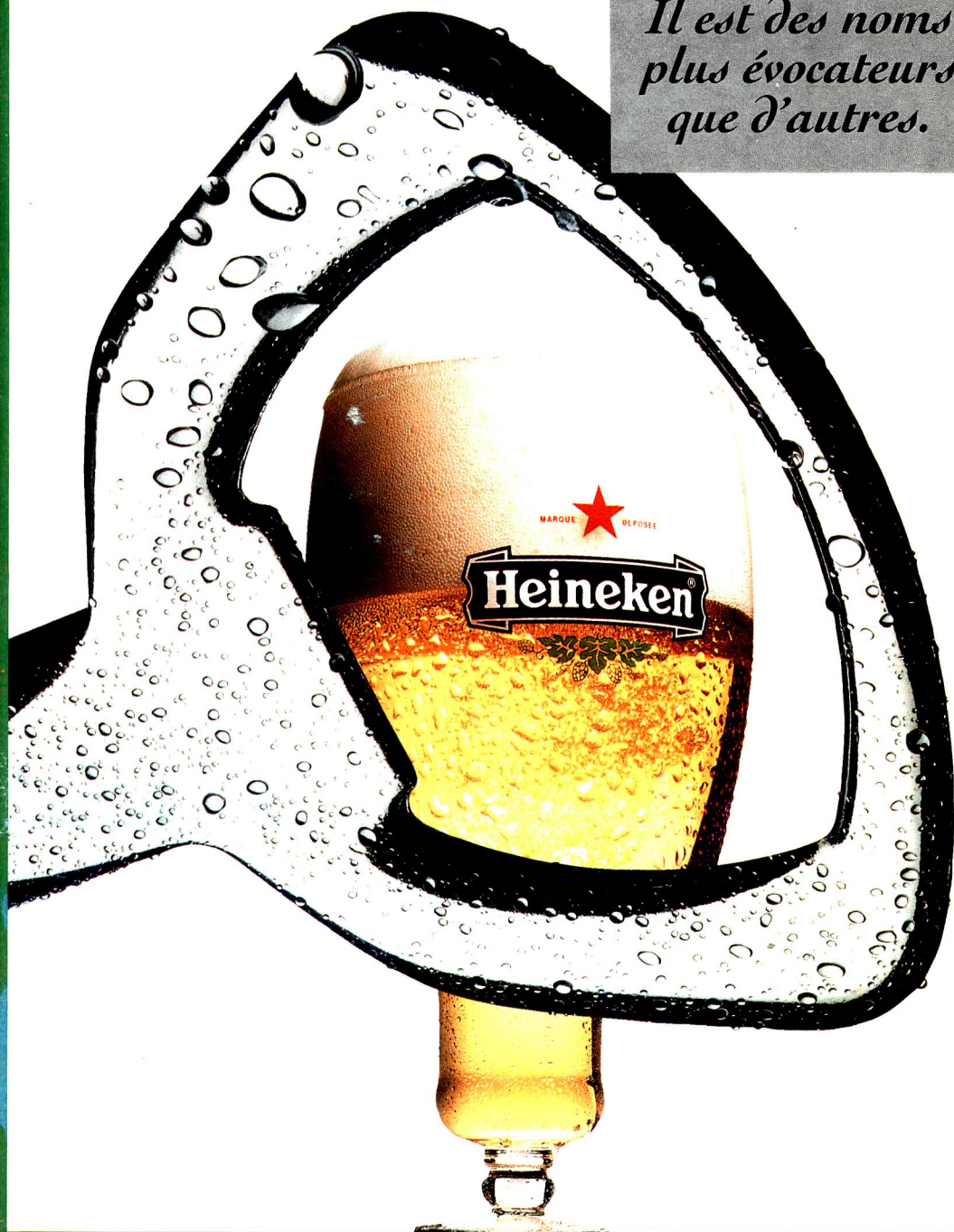
**LES CAHIERS
DE SCIENCE & VIE**

**DES HISTOIRES RICHES
EN DECOUVERTES**

EN VENTE PARTOUT



*Heineken.
Il est des noms
plus évocateurs
que d'autres.*



HEINEKEN. AU NOM DE LA BIÈRE.

L'ABUS D'ALCOOL EST DANGEREUX POUR LA SANTÉ. A CONSOMMER AVEC MODÉRATION