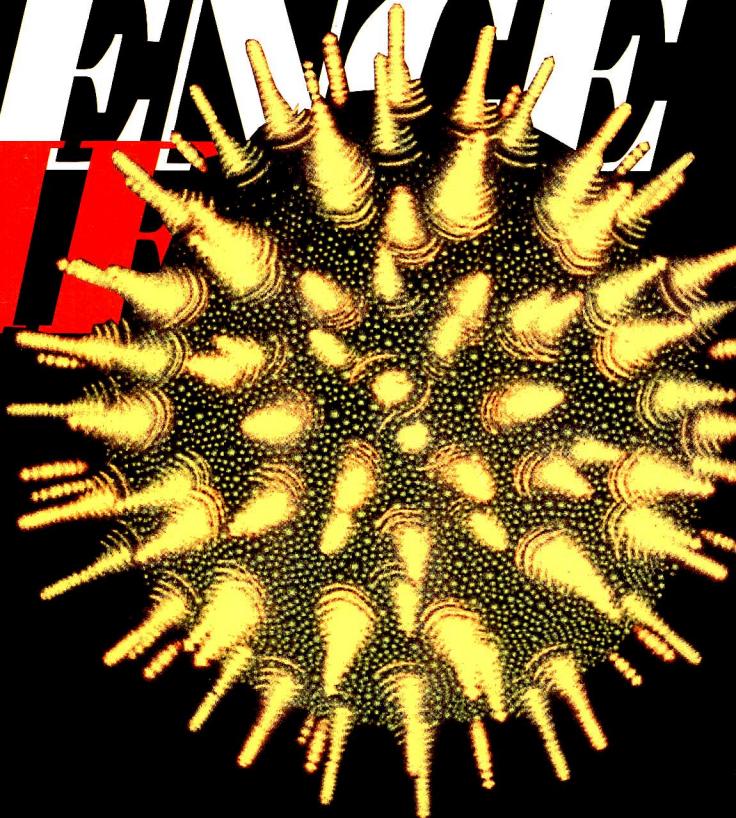


SCIENCE & VIE

- Le mystère de la maison brûlante résolu
- A la recherche des Martiens



VIRUS *La fin de l'Homme ?*

CRÈMES SOLAIRES
Sont-elles utiles ou
dangereuses ?

Portrait de famille.



HEINEKEN. AU NOM DE LA BIÈRE.

L'ABUS D'ALCOOL EST DANGEREUX POUR LA SANTÉ. A CONSOMMER AVEC MODÉRATION

L'ÉVÉNEMENT

La domestication du feu est l'une des étapes les plus troublantes de l'évolution humaine : c'est l'une des capacités qui différencie l'homme de l'animal. S'il existe beaucoup de traces bien attestées de l'usage du feu à partir de 300 000 avant notre ère, les découvertes de foyers plus anciens sont extrêmement rares, et leur datation comme leur identification sont parfois contestées.

Cela donne encore plus d'importance à la découverte que vient de faire Jean-Laurent Monnier, directeur de recherches au Centre national de la recherche scientifique : il est tombé sur des traces de feux anthropiques sur le site de Menez-Drégan (sud du Finistère) – utilisés à plusieurs reprises par les hommes du Paléolithique. Ce sont les plus vieux foyers au monde aménagés et entretenus par des hommes.

Tout autour ont été retrouvés les restes osseux de grands mammifères (fait exceptionnel en Bretagne, où l'acidité du terrain n'en favorise pas la conservation), ainsi que quelque 18 000 outils de pierre archaïques, caractéristiques du Paléolithique inférieur (des galets à un seul bord tranchant et des éclats de silex, notamment), qui deviennent les plus anciennes traces de peuplement primitif de l'Ouest de la France.

Les premières datations de ces foyers ont



G.V. Fain/The Image Bank

Homo erectus savait maîtriser le feu.

été effectuées par Christophe Falguères, du CNRS, au moyen de la résonance paramagnétique électronique. Cette méthode est fondée sur la fixation dans du quartz des électrons déplacés par la radioactivité naturelle

du sol. Le temps écoulé depuis le moment de la chauffe est calculé en fonction du nombre d'électrons fixés dans les atomes de quartz. Christophe Falguères a ainsi pu déterminer l'âge des foyers de Menez-Drégan : entre 380 000 et 465 000 ans. D'autres datations vont être réalisées au Centre des faibles radioactivités (CNRS-CEA), par thermoluminescence, à partir d'éclats de silex tombés dans le feu. L'importance du site et de l'enjeu justifie un tel déploiement de techniques.

Cette découverte exceptionnelle ôte à

FEU
Il y a 400 000
ans, déjà...

Homo sapiens le privilège de la maîtrise du feu, et la fait remonter à *Homo erectus*. Dès cette lointaine époque, ce dernier a donc surmonté sa

peur et fait du feu un atout décisif. Grâce à cette conquête, il a pu se chauffer, s'éclairer, éloigner les animaux, transformer la matière, cuire la nourriture, fracturer bois de cervidés et pierres dures, durcir les armes de bois... *Homo erectus* s'éloigne décidément de l'image de brute épaisse que l'on avait de lui, pour devenir l'un de nos semblables.

S & V

Publié par Excelsior Publications SA
 Capital social : 11 100 000 F - durée : 99 ans.
 1 rue du Colonel-Pierre-Avia,
 75003 Paris Cedex 15.
 Tél. : 1 46 48 48 48. Fax. : 1 46 48 48 57.
 Adresse télégraphique : Sitemex Paris.
 Principaux associés :
 Yveline Dupuy, Paul Dupuy.

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. Rédacteurs en chef-adjoints : Didier Dubrana, Jean-François Robredo. Secrétaires de rédaction : Françoise Sergent, Nadine Raguet, Agnès Marillier. Rédacteurs : Renaud de La Taille, Pierre Rossion, Marie-Laure Moinet, Roger Bellone, Henri-Pierre Penel, Isabelle Bourdial, Thierry Pilorge, Alexandre Dorozynski, Philippe Chambon. Direction artistique : Gilles Moine. Maquette : Lionel Croson, Elisabeth de Garrigues. Service photo : Anne Levy. Correspondante à New York : Sheila Kraft, PO Box 1860, Hemlock Farms Hawley PA, 18428 Etats-Unis.

ONT COLLABORÉ À CE NUMÉRO

Pierre Challier, Germain Chambost, Sonia Feertchak, Jean-Luc Glock, Hélène Guillermo, Philippe Henarejos, Eric Kalis, Catherine Tastemain.

RELATIONS EXTERIEURES

Michèle Hiling, Guyline Brehin.

PUBLICITÉ

Excelsior Publicité Interförder, 23 rue Baudin, 92303 Levallois-Perret Cedex, tél. : 1 41 34 82 08. Directrice 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 Poirier, tél. : 1 46 48 47 18.

SERVICES COMMERCIAUX

Chef de produit marketing : Emmanuelle Foulon. Chef de produit ventes : Marie Cribier. Téléphone vert : 05 43 42 08 (réservé aux dépositaires). Belgique AMP, 1 rue de la Petite-Isle, 1070 Bruxelles. Abonnements et marketing direct : Patrick-Alexandre Saradeil.

ABONNEMENTS

Relations clientèles abonnés : service abonnements, 1 rue du Colonel-Pierre-Avia, 75003 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 des 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 reciliation dans le cadre légal.

Les manuscrits non insérés ne sont pas rendus. La rédaction ne reçoit que sur rendez-vous.

Copyright 1989 Science & Vie.



J.L. Roitmann

N° 934
JUILLET
1995

Photo de couverture :
Michael Freeman/
Ana

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

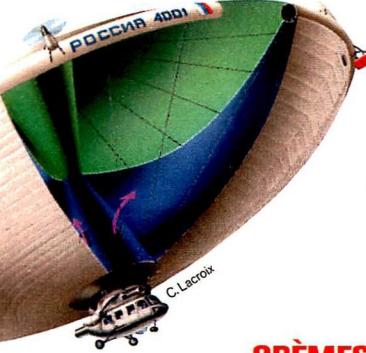
Recevez Science & Vie
chez vous. Votre
bulletin d'abonnement
se trouve p. 147.
Vous pouvez
commander les
reliures de
Science & Vie
p. 143. Vous pouvez
aussi vous abonner
par minitel en tapant
36 15 ABON.

36 15
SCV

Votre journal
en direct
sur minitel.

UN DIRIGEABLE DANS LE VENT

Il tient plus de la soucoupe volante que de la montgolfière : le plus léger que l'air est de retour dans le ciel. p. 100



CRÈMES

SOLAIRES : UTILES OU DANGEREUSES ?

Le soleil, un ami qui vous veut du mal... p. 126



D. de Lossy/The Image Bank

PLONGÉE EN MER ROUGE

Les poissons du
golfe d'Aqaba :
un festival de
couleurs, de formes
et de prodiges
d'adaptation. p. 92

REPÈRES

Plutonium : le cycle infernal.....36
Didier Dubrana

DOSSIER VIRUS

**L'invasion
des mutants.....39**
Pierre Rossion

**L'explosion des fièvres
hémorragiques.....46**
Catherine Tastemain

**La stratégie
du parasite tueur.....48**
Catherine Tastemain

VIE EXTRATERRESTRE

Où sont passés les Martiens ?54
Philippe Henarejos

CATASTROPHE
Adoptez un bébé trou noir.....64
Walter C. Dridger

SUPERCORDES
**Réconcilier Einstein
et la mécanique quantique.....68**
Hélène Guillermot

HIÉROGLYPHES
Déchiffrez l'écriture maya.....76
Thierry Pilorge

CECI EST L'UNIVERS...

... vu par la théorie des supercordes,
qui réalise le vieux rêve d'unité
des physiciens. p. 68

JSI



Renault communication

LE PLEIN D'ÉLECTRONS

La voiture électrique s'apprête à révolutionner nos déplacements en ville. p. 118



P.Hudson

A LA RECHERCHE DES MARTIENS

La découverte d'eau sur la planète rouge relance la question de la vie sur Mars. p. 54



PARLEZ-VOUS MAYA ?

Grâce à notre dictionnaire de hiéroglyphes, lisez le maya dans le texte ! p. 76

S	L'ÉVÉNEMENT	1
R	RECHERCHE	6
E	Rubrique dirigée par Thierry Pilorge	
N	ENVIRONNEMENT	22
T	Rubrique dirigée par Didier Dubrana	
O	TECHNOLOGIE	108
U	Rubrique dirigée par Gérard Morice	
Q	QUOTIDIEN	134
U	Rubrique dirigée par Roger Bellone	
I	MÉDIATHÈQUE	140
O	Rubrique dirigée par Gérard Morice	
A	AGENDA	146
I	comment ÇA MARCHE	148
R	Renaud de La Taille	
E	ÉLECTRONIQUE amusante	152
N	Henri-Pierre Penel	
F	INFORMATIQUE amusante	154
B	Henri-Pierre Penel	
R	BIOLOGIE amusante	156
I	Didier Pol	
C	journal de L'ASTRONOME	158
H	Yves Delaye	
E	ÉCHECS & maths	162
U	Alain Ledoux et Louis Thépault	
F	FORUM	164
I	IL Y A	168
R	Marielle Véteau	

MAISON BRÛLANTE

- Un gigantesque court-circuit.....84**

Pierre Rossion

MALVOYANTS

- Réapprendre à voir.....88**

Germain Chambost

CAHIER PHOTOS

- Plongée en mer Rouge.....92**

Pierre Rossion et Thierry Pilorge

DIRIGEABLES

- Le retour des plus légers que l'air.....100**

Pierre Challier

ÉCLAIREUR

- Le robot à tout faire.....116**

Germain Chambost

VILLE

- Feu vert pour la voiture électrique....118**

Henri-Pierre Penel et Yann Werdefroy

COSMÉTIQUES

- Les crèmes solaires sont-elles utiles ou dangereuses ?.....126**

Isabelle Bourdial





"CE NOUVEL APPAREIL
EST BEAU. IL A UN
FLASH AUTOMATIQUE. MAIS
HORREUR
IL VA NOUS QUITTER"

NOUVEAU PRÊT-À-PHOTOGRAPHIER KODAK FUN GOLD.
POUR LE DÉVELOPPER, IL VA FALLOIR S'EN SÉPARER.

RECHERCHE

Dirigé par Thierry Pilorge



Reconstitué par ordinateur, voici à quoi devait ressembler l'appareil buccal d'un animal conodont.

Paléontologie

Un "serpent de mer" pour comprendre l'évolution des vertébrés

Des travaux publiés dans la revue britannique *Nature* proposent une solution à une énigme vieille de plus d'un siècle. Les conodontes, ces minuscules dents fossiles (de l'ordre du millimètre), bien connues des géologues en quête de gisements pétroliers, ont trouvé preneurs. Elles appartiennent à de petits vertébrés primitifs ayant vécu dans les anciens océans,

il y a de 500 à 200 millions d'années.

C'est d'abord la description, en 1983, de l'empreinte dans du calcaire d'un petit "serpent de mer" de 1,5 cm, qui l'a montré. En fait de serpent, ce sont plutôt ses affinités avec les poissons qui sautèrent aux yeux des chercheurs : muscles en chevrons, axe dorsal, petite queue et deux grosses masses noires qui évoquent des yeux. La découverte de nouveaux fossiles, dont un "géant" de 40 cm, confirma cette affiliation.

Selon Philippe Janvier, du laboratoire de paléontologie du Muséum national d'histoire naturelle, ces animaux devaient grouiller sur la vase, prêts à se jeter sur les petits organismes passant à leur portée. A moins qu'ils n'aient plutôt été des charognards. Certains fossiles de poissons le laissent à penser : à l'intérieur de ceux-ci se trouvent d'in-

nombrables conodontes, comme si les bestioles avaient envahi des individus malades pour les dévorer...

Quoiqu'il en soit, le principal intérêt des animaux conodontes est d'éclairer l'évolution des vertébrés, notamment de permettre de comprendre dans quel ordre les différents caractères propres à ce groupe sont apparus : les yeux sont plus perfectionnés que ceux des myxines, ces "poissons-sorcières" également charognards ; les dents minéralisées (caractère évolué) co-existent avec une structure générale assez primitive (il n'y a pas de nageoires paires) ; enfin, l'appareil lingual, comparable à celui des lamproies, représente, selon Philippe Janvier, un premier essai de système adapté à la préation chez les vertébrés, qui sera plus tard abandonné au profit du système à mâchoires.

**36 15
SCV**

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

Le cerveau toujours jeune

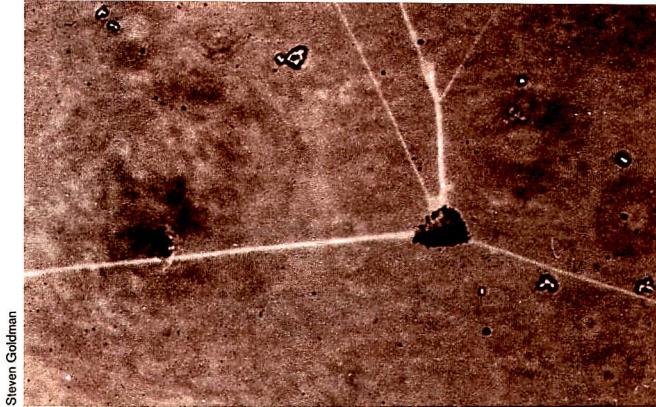
Le dogme selon lequel, chez les mammifères, le nombre de neurones diminue inexorablement à partir de la naissance a-t-il vécu ? En tout cas, Steven A. Goldman, du Cornell University Medical College de New York, vient de lui porter un sérieux coup. On sait déjà que, chez les canaris, les alouettes et chez d'autres vertébrés, le cerveau adulte se régénère périodiquement. On a même pu forcer des canaris femelles, qui normalement ne chantent pas, à s'égoiser, en leur injectant des hormones mâles. Celles-ci agissent en induisant le développement

des neurones associés au chant dans le cerveau des femelles canaris. Cela n'est possible que parce qu'il existe chez ces oiseaux des cellules précurseurs qui, lorsqu'elles sont stimulées, croissent et se différencient en neurones.

Cette fois, c'est dans le cerveau de mammifères adultes que Goldman a trouvé des noyaux ressemblant à de telles cellules précur-

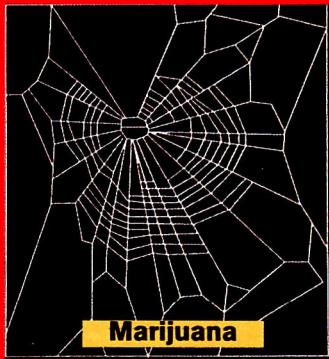
seurs. Reste à prouver qu'elles peuvent aussi croître et se transformer en neurones sous l'effet d'une stimulation.

Si tel était le cas, cette découverte déboucherait sur tout un champ d'applications. On pourrait notamment cultiver ces précurseurs en vue de greffes, pratiquées pour régénérer une moelle épinière accidentée ou pour soigner certaines maladies neurologiques dégénératives (Alzheimer, Parkinson, etc.). Ils remplaceraient avantageusement les neurones prélevés sur des fœtus avortés – jusqu'ici les seuls capables de croître en culture –, ce qui n'est pas sans poser des problèmes d'ordre éthique. R. I.

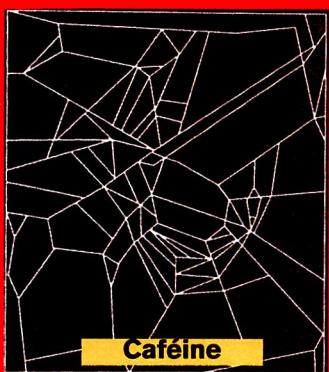


Cette cellule précurseur, présente dans la matière blanche du cerveau, serait l'antidote aux maladies dégénératives comme l'Alzheimer.

ARaignée droguée, toile trouée



● Une araignée prenant de la marijuana
Commence sa toile mais ne la finit pas,
Une araignée sous hydrate de chloral
S'assoupit sans même entamer son voile.
Une araignée excitée à la benzédrine
Esquisse un brouillon où les trous culminent,
Sous caféine enfin,
l'araignée tisse et tente en vain
De construire un édifice qui rimera toujours à rien.



Conclusion : Plus la substance est toxique,
Plus la toile est tragique.

Moralité : Les toiles durement tissées
Par les arachnides droguées
Sont tant et si bien affectées,
Qu'à la Nasa,
En Alabama,
Les araignées sont convoitées
Pour tester la toxicité
Des remèdes et autre pharmacopée.

De l'oxygène pour Europe

● Europe, une des lunes de Jupiter, rejoint le club très fermé des satellites avec une atmosphère (Io, Titan et Triton), et, pour la première fois, il s'agit d'oxygène. Très ténue, comparable à celle se trouvant à quelque 600 km au-dessus de la Terre, cette atmosphère n'en est que plus précieuse pour les astronomes. Cette présence s'expliquerait par le fait qu'Europe est un satellite entièrement recouvert de glace.

RECHERCHE

Archéologie

Journal d'une mort rangée

Une grotte sépulcrale de l'âge du fer (VIII^e et VII^e siècles avant J.-C.) a été découverte à Boussac, dans le Lot. Pour Jean-Pierre Giraud, du Service régional de l'archéologie, « c'est une découverte vraiment exceptionnelle ! D'abord, les squelettes sont en place et bien conservés, ce qui permettra de déterminer très précisément la façon dont les corps ont été déposés et certaines pratiques funéraires. Ensuite, les morts semblent avoir été disposés avec une volonté de "rangement", ce qui est tout à fait inhabituel. »

Dix-neuf squelettes, dont ceux de plusieurs enfants, sont en effet regroupés "en paquets" par tranche d'âge. Trois, au contraire, ont été déposé isolément : ceux d'un homme portant un bracelet de fer, d'une femme avec un collier rigide torsadé de bronze, et d'un jeune homme paré d'un collier de bronze, le seul à porter des armes (couteau et pointe de lance en fer). « Notre hypothèse de travail est de mettre cette disposition des corps en rapport

avec les débuts de la hiérarchisation sociale, l'émergence de "chefs", qui s'est produite à l'époque », explique encore Jean-Pierre Giraud.

La grotte semble avoir été utilisée pendant un temps très bref : les céramiques, bijoux et armes sont contemporains et les anthropologues, de l'université de Bordeaux I, ont établi que les premiers corps amenés portaient encore de la

chair lorsque les autres ont été déposés. Ces morts rapprochées sont-elles dues à une épidémie ou s'agit-il de personnes tuées lors du décès du jeune "chef" ? Seuls une datation fine des objets et des ossements et la recherche d'éventuelles traces de maladie et de liens de parenté entre les morts, par l'étude de l'ADN fossile, permettront de le préciser.

C.C.



Une étape dans l'évolution des rites funéraires.

J.-M. Giraud/Ministère de la Culture

Paléontologie

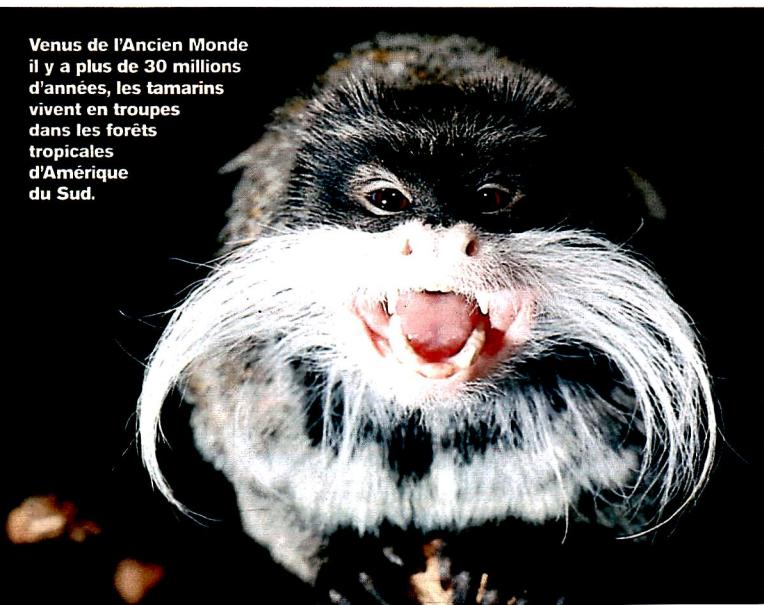
Les singes d'Amérique made in Africa

Tout comme l'homme moderne a son berceau en Afrique de l'Est, les singes du Nouveau Monde ont eux aussi des ancêtres africains. Jusqu'à présent, les paléontologues se posaient la question de savoir comment les singes appelés platyrhiniens avaient pu gagner le continent américain. Etaient-ils venus

par l'Antarctique, du temps où celui-ci se trouvait sous des latitudes plus clémentes, ou bien étaient-ils originaires d'Afrique, d'où ils auraient dérivé sur des radeaux végétaux ? Tout au plus la douzaine de fragments fossilisés de dents et de crânes mis au jour dans le sol américain permettaient-ils de circonscrire l'époque des migrations entre 55 et 30 millions d'années, durant le paléocène et l'éocène.

La découverte, au Chili, dans la cordillère des Andes, d'un crâne fossile en bon état, âgé de 20 millions d'années, permet de retenir une origine africaine pour ces singes. Baptisé *Chilecebus carrascoensis*, du nom de son inventeur, Gabriel Carrasco, de l'université de Californie, ce nouveau fossile présente, en effet, des similitudes frappantes avec *Aegyptopithecus* et *Apidium*, deux singes fossiles africains trouvés en Egypte et vieux d'une trentaine de millions d'années. Voilà qui enractive encore plus les primates en terre africaine. P.R.

Venus de l'Ancien Monde il y a plus de 30 millions d'années, les tamarins vivent en troupes dans les forêts tropicales d'Amérique du Sud.



Seïtre/Bios



Schhhh...!

Astronomie

Baby boom galactique

Dans les véritables pouponnières cosmiques que sont les galaxies, les étoiles naissent et meurent au gré des destins stellaires. Dans la galaxie Markarian, un véritable baby boom s'est produit il y a seulement 3 ou 4 millions d'années donnant naissance à de très nombreux bébés joufflus (des étoiles très massives dites de Wolf-Rayet). Ces géantes cosmiques dont la taille initiale doit dépasser 30 fois celle de notre soleil sont ainsi dix mille fois plus nombreuses que dans notre propre galaxie, la Voie Lactée. Une surabondance difficile à expliquer d'autant plus qu'on pensait jusqu'à maintenant que les étoiles Wolf-Rayet naissaient au compte-gouttes.

A priori les astronomes cherchent des causes catastrophiques à de telles flambées d'étoiles. On imagine le choc entre deux galaxies voisines, la fusion, l'absorption de l'une par l'autre, etc. Dans ce cas, aucune des traces de telles catastrophes n'est perceptible ; il



H. Hammel/MIT/NASA

TÊMPETE SUR NEPTUNE

- Après le survol rapproché de la sonde Voyager en 1989, Neptune était apparue, à l'instar de Jupiter, comme une planète torturée par les vents et aux nombreux phénomènes atmosphériques.

Une grande tache sombre de la taille de la Terre avait ainsi été découverte dans l'hémisphère Sud. Or, si ces phénomènes durent sur Jupiter (de mémoire d'astronome la tache rouge a toujours été présente), la tache sombre a disparu sur les images récentes de Neptune prises par le télescope Hubble. En revanche, au nord, d'autres ouragans sont apparus montrant la vitalité de la planète géante malgré son éloignement du Soleil. Ci-contre, les nouveaux cyclones (en rose) apparus en 1995.

Adieu à l'oncle d'Amérique



Sipa

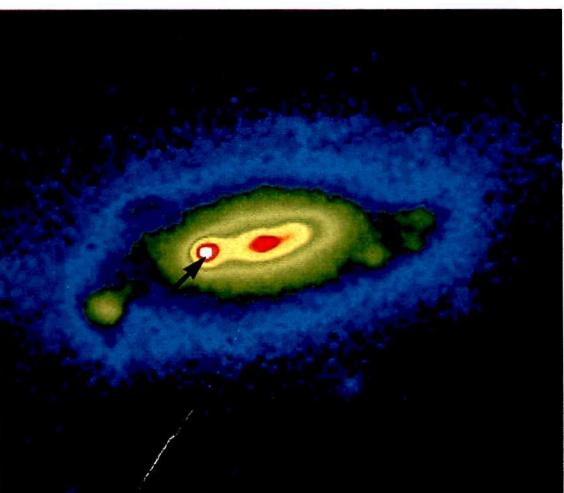
- Henri Laborit est mort le 18 mai à Paris, à l'âge de 80 ans. Rendu célèbre auprès du grand public par le film *Mon oncle d'Amérique*, inspiré à Alain Resnais par ses thèses sur le comportement humain (notamment l'"agressologie", discipline inventée par lui, exposée dans *l'Eloge de la fuite*), ce grand savant original et fécond, dont le dernier livre, *la Légende des comportements*, est paru en 1994, était mondialement réputé au sein de la communauté scientifique pour ses travaux sur les tranquillisants et sur l'hibernation artificielle.

est plus probable que la rotation de cette galaxie spirale a été perturbée régulièrement, favorisant l'écoulement et la concentration de gaz interstellaire en un endroit particulier, près du centre.

Observée par des astronomes de l'observatoire Midi-Pyrénées, cette galaxie constitue une curiosité qui devrait relancer le débat sur la formation des étoiles et l'évolution à long terme des galaxies. J.-F.R.

A quelques milliers d'années-lumière de son centre (flèche), la galaxie Markarian a connu une intense activité procréatrice qui a donné naissance à des milliers d'étoiles massives, très rares dans l'Univers.

CRS



**PREPAREZ
VOTRE PERMIS**



**ET L'ACHAT DE
VOTRE 1^{RE} VOITURE**

ON PEUT ENFIN DIRE A SES PARENTS D'ATTACHER LEUR CEINTURE.



CENCEP/ECF Paris C 220 000 047 / BDDP

A DEUX, C'EST MIEUX QU'A UN...

La Caisse d'Epargne et ECF vous aident à passer la vitesse supérieure. Apprendre à conduire tôt en bénéficiant d'une formation de qualité et acheter votre 1^{re} voiture grâce à votre épargne et à un prêt* spécialement étudié pour vous.

De plus, avec le guide-conseils "A comme Argent" de la Caisse d'Epargne, vous apprendrez à mieux gérer votre argent, vos voyages, vos études...

LE VOLANT D'UNE MAIN...

Ah, le doux bruit de la ceinture qui s'attache, le 1^{er} jour de conduite !

Dès 16 ans, avec l'AAC, l'Apprentissage Anticipé de la Conduite, c'est possible d'apprendre à conduire tout en étant accompagné... d'un adulte bien sûr. De plus, grâce au Livret A Feu Vert pour la Conduite vous faites une économie de 500 F sur les cours ECF, l'Ecole de Conduite Française. Votre permis en poche, vous pourrez bénéficier d'un prêt privilégié* pour acheter votre première voiture et le porte-clés qui va avec.

...LE CHEQUIER DE L'AUTRE.

Maintenant que vous avez votre voiture, il faudrait peut-être penser à l'argent pour l'essence ! Aujourd'hui, avec les Comptes Satellis, à vous le chéquier et les Cartes Satellis ou la Carte Bleue pour régler vos dépenses quotidiennes. En plus, avec les services Phonécureuil et Télécureuil, vous pourrez toujours vérifier votre compte à distance et, grâce à votre épargne sur votre Livret A, faire de grands projets pour les vacances...



CAISSE D'EPARGNE

Archéologie

Eternelle Egypte...



Osiris veille sur les fils de Ramsès II

K. Weeks/Upi/Magapp

Vallée des Rois. Dans un certain nombre de chambres funéraires, les archéologues ont en effet trouvé des inscriptions portant les noms d'une cinquantaine de fils du pharaon Ramsès II, qui régna sur l'Egypte au cours du XIII^e siècle avant J.-C.

Pour l'instant, l'équipe américaine qui a effectué la découverte n'a pas encore mis au jour de momie ni de sarcophage, mais elle espère bien en découvrir en dessous du niveau des tombes.

La question, bien sûr, est de savoir ce qui a bien pu causer une telle hécatombe parmi les fils de Ramsès II. Comme ce pharaon régnait au moment de l'exode des Juifs hors d'Egypte,

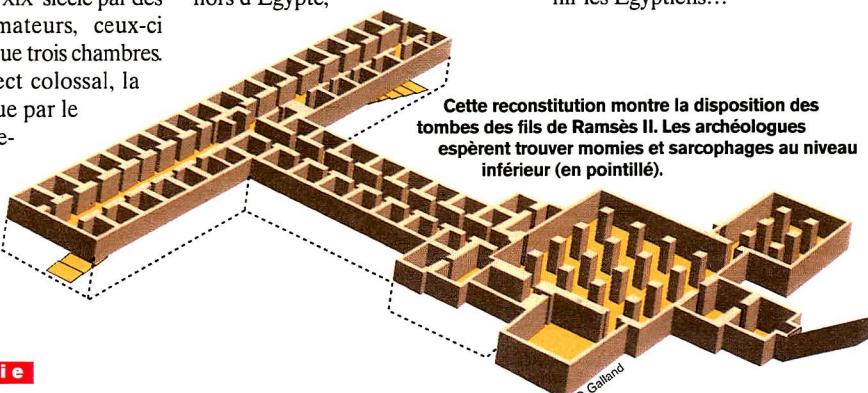
Télescopes sans frontières

- Une observation commune entre des télescopes situés en France (Iram, sur le plateau de Bure, dans les Alpes) et en Espagne (Pico Veleta, près de Grenade) réalisée dans une longueur d'onde millimétrique constitue une première mondiale. Cette technique d'observation dite interférométrique permet d'enregistrer un même signal sur des antennes séparées de plusieurs centaines, voire milliers de kilomètres et ainsi d'améliorer la résolution de l'image enregistrée. Lors de cet essai, les astronomes ont pointé au plus près le cœur de notre Galaxie.

L'Egypte recèle encore bien des merveilles ! A commencer par l'extraordinaire découverte, à Louxor, sur les bords du Nil, d'un mausolée composé de 67 chambres funéraires. Bien que l'entrée en eut été découverte au XIX^e siècle par des archéologues amateurs, ceux-ci n'avaient trouvé que trois chambres.

Outre son aspect colossal, la tombe se distingue par le fait que c'est la première fois que l'on découvre une tombe de princes dans la

une égyptologue citée par notre confrère *Le Monde* évoque l'éventualité d'une épidémie : une des plaies envoyées par Dieu pour punir les Egyptiens...



Archéologie

... encore et toujours

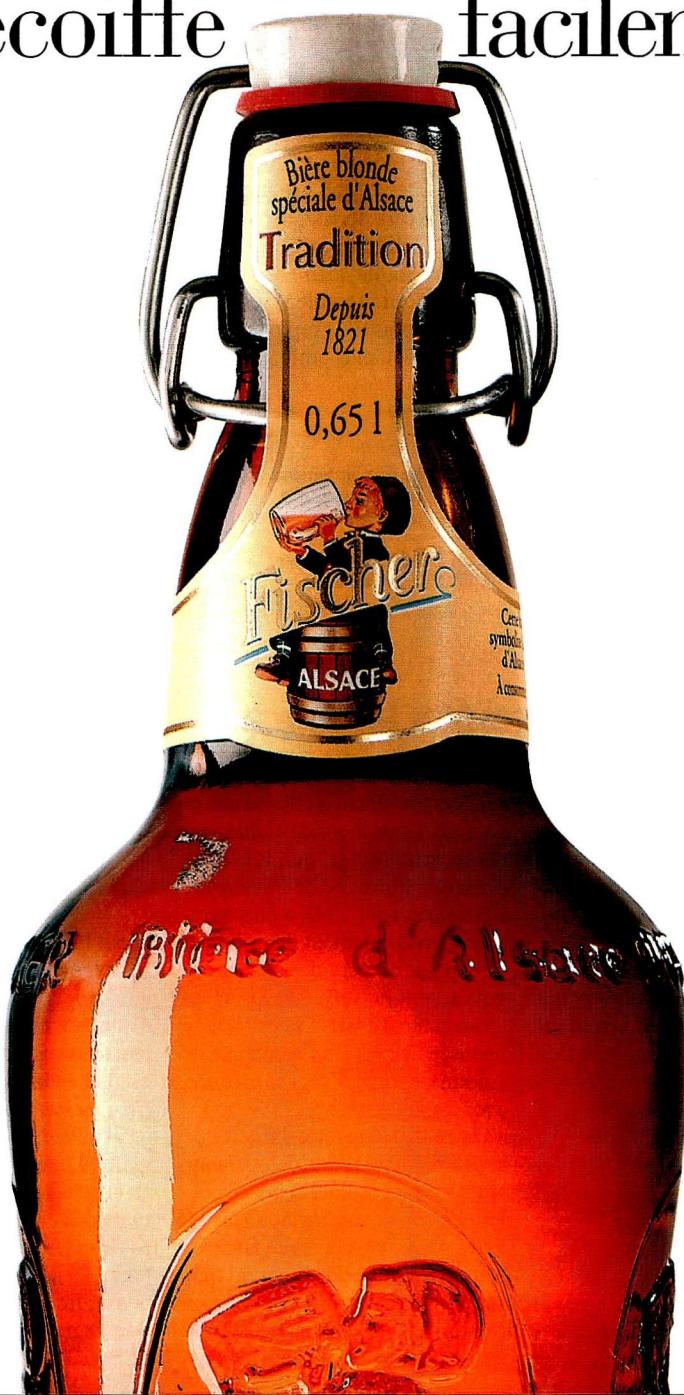
Quelques jours avant cette découverte, Jean Leclant, professeur honoraire au Collège de France, avait annoncé que la 97^e pyramide venait d'être dégagée à Saqqarah, par une équipe française placée sous sa houlette. C'est la pyramide de la reine Méritités, qui vécut dans le premier quart du II^e millénaire avant J.-C. et dont on pense qu'elle fut l'épouse du fils de Pépi I^e, Néferkaré. Le tombeau de

Méritités, réduit aujourd'hui à un amas pierreux de 3 m, devait mesurer de 15 à 20 m de haut sur 20 de côté. Son étude devrait fournir des données sur une période mal connue de l'Egypte ancienne, la première période intermédiaire.

En attendant cette découverte, l'équipe du Pr Leclant n'a pas chômé. Après trente ans de labeur, elle vient d'achever le déchiffrement des hiéroglyphes gravés dans

la chambre funéraire de Pépi I^e. La difficulté tenait au fait que la pyramide de ce pharaon a servi de carrière, et que les pierres gravées étaient dispersées tous azimuts. Bien qu'elles n'aient pu être toutes récupérées, les 2 000 qui l'ont été ont permis de déchiffrer le message contenu dans ce texte sacré vieux de 4 000 ans : « aider le pharaon dans son voyage dans l'au-delà et dans sa résurrection ». C. C.

Vraie blonde,
la FISCHER
se décoiffe facilement.



hopla!
FISCHER

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

Ethologie

Ici le monde du silence

Les poissons sont bavards et bruyants. En tout cas les poissons-perroquets (un nom qui leur va décidément bien !) et quelques autres étudiés par Philip Lobel, directeur d'un laboratoire de recherche sur un atoll du Pacifique.

A l'aide d'hydrophones et de caméscopes étanches, il a élucidé les rapports entre les sons émis et le comportement des poissons, en période de ponte.

Lorsque les poissons-perroquets femelles pondent, près de la surface de l'eau, elles émettent un grognement caractéristique qui s'amplifie brusquement. Ce signal attire les mâles qui fécondent les œufs, puis tous replongent en eau plus profonde.

La technique de Lobel permet en outre d'étudier les écosystèmes côtiers sans déranger les animaux, en écoutant simplement la vie marine. Ces deux domaines, recherche sur la communication des poissons et étude « discrète » de la faune côtière par l'enregistrement sonore, n'en sont qu'à leurs balbutiements.

Les poissons-perroquets étant des hôtes fréquents des aquariums domestiques, Philip Lobel encourage les aquariophiles amateurs à faire des découvertes intéressantes à peu de frais.

Y. W.



Fovea

Le comportement reproducteur des poissons-perroquets est déclenché par le grognement des femelles.

Astronomie

Ida et Dactyl, les astéroïdes jumeaux

La force de gravité a ceci de particulier qu'elle favorise les rencontres cosmiques et les mises en orbite des corps les uns autour des autres. La plupart des planètes possèdent ainsi leur lune : la Terre une, Mars deux, et les planètes géantes en abondance. Depuis un an, on sait aussi que les astéroïdes, ces petits cailloux de l'espace qui forment un

“collier de perles” entre Mars et Jupiter, peuvent avoir des satellites naturels. C'est la sonde *Galileo*, en route vers Jupiter, qui, lors d'un passage rapproché de l'astéroïde Ida 243 en août 1993, a photographié l'environnement du caillou et fait apparaître, sur des clichés envoyés vers la Terre un an après (pour cause d'avarie), sa petite lune baptisée Dactyl. Une montagne de 1,6 km de long, d'aspect arrondi, avec quelques impacts.

Outre la découverte, l'intérêt de cette mini-lune réside dans l'analyse de sa composition, et donc la détermination de son origine. Deux articles parus dans la revue anglaise *Nature* (avril 1995) suggèrent que, Ida et Dactyl ayant une composition très proche, ils soient issus de la désintégration d'un même bloc qui



JPL/NASA

aurait formé un large nuage d'astéroïdes connus sous le nom de Famille Koronis. Il ne s'agit donc pas d'une capture par Ida d'un corps errant dans l'espace (contrairement au capitaine Haddock par Adonis dans *On a marché sur la Lune...*).

Par ailleurs, les chercheurs ont remarqué que la composition de ces astéroïdes est sensiblement différente de celle des météorites (astéroïdes échoués sur Terre). Comment l'expliquer si, comme on le pense, les deux sont des témoins non dégradés de la formation du système solaire ?

J.-F.R.

**36 15
SCV**

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

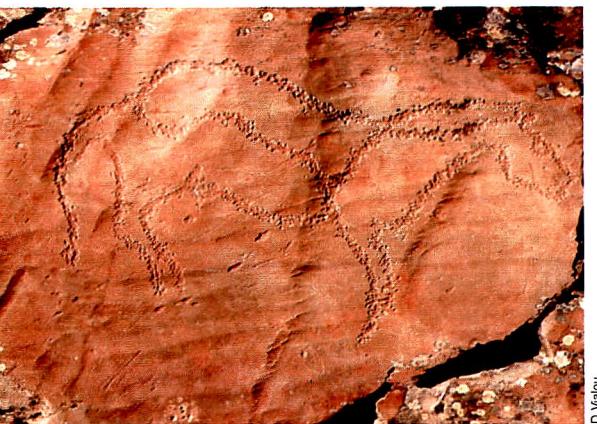


L'ABUS D'ALCOOL EST DANGEREUX POUR LA SANTE, CONSOMMEZ AVEC MODERATION.

McCANN

Préhistoire

Chronique d'une noyade annoncée



Dans la vallée de la Côa, au Portugal, des milliers de gravures rupestres sont menacées d'être englouties par les eaux.

protéger le site contre le vandalisme ! Ces propos, on s'en doute, ont soulevé l'ire des chercheurs portugais, qui ont décidé d'en appeler à leurs collègues espagnols et français. Dans un rapport envoyé au président Mario Soares,

ces chercheurs, parmi lesquels Denis Vialou et Rodrigo de Balbin, qui étudie le site paléolithique de plein air de Siega Verde, estiment que l'immersion causerait la dégra-

Dans la vallée de la Côa, au nord-est du Portugal, des centaines, voire des milliers, de gravures s'étendant en plein air sur 17 km de parois schisteuses ont été découvertes à l'occasion des travaux préparatoires à la construction d'un barrage. Des chevaux, des aurochs, des bouquetins, des cerfs, des représentations humaines et des signes abstraits, dont l'âge se situe entre 10 000 et 20 000 ans. Selon Denis Vialou, professeur au Muséum national d'histoire naturelle, il s'agit « d'une découverte immense », qui change radicalement la vision que les préhistoriens avaient de l'art paléolithique. Un art qui, à l'opposé des grottes, était ici accessible à tous.

L'homme du XXI^e siècle, lui, risque bien de n'avoir pas la même chance, puisque EDP, la compagnie d'électricité du Portugal, a lancé la construction d'un barrage dans cette vallée. Il doit alimenter en eau les barrages du sud du pays lors des saisons sèches et produire 330 millions de kilowatts chaque année.

Paradoxalement, la mise en eau, prévue pour 1998, reçoit l'aval de certains experts de l'UNESCO : selon eux, la submersion des gravures serait un mal pour un bien, le Portugal n'ayant pas les moyens de

dation irréversible des gravures. Sortir les roches principales pour les mettre à l'abri relève de l'utopie, étant donné leur nombre et leurs dimensions. Quant à la fabrication de moulages, elle prendrait des années, tout en perdant l'information relative à la situation des gravures sur les parois. La seule solution, à leurs yeux, est de faire du site de la Côa un parc naturel.

A ce jour, aucune décision n'a encore été prise. Mario Soares est en faveur de la protection des gravures, mais il ne peut ignorer les aspects économiques du problème. L'UNESCO se contente de recommander de surseoir aux travaux. Enfin, pour Denis Vialou, c'est à l'Union européenne de trouver les compensations financières et des sites de remplacement.

DÉCOUVERTE DES SOURCES DU MÉKONG

● Les sources d'un des plus longs fleuves d'Asie, le Mékong, étaient encore inconnues. Quelques explorateurs les avaient déjà cherchées, mais ils s'étaient fourvoyés. Il faut dire que le pays est plutôt hostile : orages électriques d'une violence extrême et averses de grêle en été, froid intense et neige en hiver. Il y a aussi les loups... et les guerriers khambas, aux yeux desquels tout étranger est un voleur de bétail en puissance et qui n'ont jamais accepté l'autorité de Pékin. Depuis quelques années le conflit s'est calmé, mais les Chinois craignent toujours les Khambas. C'est dans ce contexte que l'explorateur français Michel Peissel est parti à la découverte des sources du Mékong. Et, au bout d'une expédition de dix jours, il a pu, avec ses

coéquipiers, se planter devant deux maigres filets d'eau : au-delà, plus rien, la terre est archisèche. Ce sont enfin là, à 4 975 m d'altitude dans les plateaux du Tibet, au col de Rup-sa-la, les véritables sources du Mékong, authentifiées par la Royal Geographic Society.



Orangina *Plus* L'Orangina enrichi.



Enrichi
en vitamines.

(Vit C, PP, B⁶ et B¹)

Résurrection

La bactérie au bois dormant

Une bactérie a été réveillée en sursaut par des chercheurs de l'université polytechnique de Californie. Celle-ci dormait profondément depuis 25 à 40 millions d'années dans l'intestin d'une abeille, bien morte, elle, et figée dans l'ambre. Il faut dire que la bactérie s'était endormie sous forme de spore, une forme de vie extrêmement ralentie, qui permet de résister aux conditions les plus sévères... et aux outrages du temps.

Les chercheurs, Raul Cano et Monica Borucki, n'ont eu qu'à la placer en culture pour voir, au bout de deux semaines, des colonies bactériennes proliférer. Pour identifier l'espèce en question et la situer dans l'arbre de l'évolution, les chercheurs ont prélevé un fragment d'ARN de 500 paires de bases. « Je ne comprends pas pourquoi ils n'ont pas pris la totalité de l'ARN ribosomal », s'interroge Catherine Hänni, spécialiste de l'ADN ancien



Le réveil d'une bactérie endormie dans un abeille figée dans l'ambre : Jurassic Park ? Tout de même pas.

Reuter/Maxppp

à l'institut Pasteur de Lille. Peut-être pour pouvoir faire plus vite leur annonce aux médias...

Certains n'ont pu s'empêcher d'évoquer le film Jurassic Park, dans lequel des chercheurs font renaître des dinosaures à partir de leur ADN préservé dans le sang de moustiques, eux aussi figés dans l'ambre. Toutefois, les chercheurs californiens, pour l'instant, se sont

contentés de réactiver la bactérie, sans avoir à la faire revivre à partir de son ADN. L'organisme était entier, et beaucoup plus simple qu'un dinosaure ! Sans compter que du chromosome unique des bactéries aux nombreux chromosomes des vertébrés, il y a plus d'un pas : on n'a encore pas trouvé de dinosaures emprisonnés dans l'ambre !

Neurologie

L'interprétation (moléculaire) des rêves

Si l'on débat toujours de l'interprétation psychanalytique des rêves, l'on est sur le point d'en comprendre les mécanismes moléculaires. Selon Michel Jouvet (INSERM, Lyon), spécialiste de l'étude du sommeil, cela devrait être possible avec le neurobiocapteur à fibre optique mis au point par

Stéphane Mottin, de l'Ecole des Mines de Saint-Etienne, et présenté lors du dernier colloque de la Société des neurosciences.

Cet appareil, testé sur le rat, est constitué d'une fibre optique de 200 micromètres de diamètre. Enfilée jusqu'au cerveau au moyen d'une canule préalablement mise en place sous anesthésie, elle guide un faisceau laser et transmet en retour

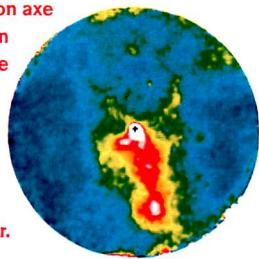
la fluorescence induite, caractéristique des substances spécifiques libérées dans le tissu nerveux en fonction de son activité. Ainsi, le laser azote, qui émet dans une longueur d'onde de 337 nm avec une fréquence de 20 Hz, induit un signal à 460 nm dans le cortex frontal du rat et dans le raphe dorsalis. Ce signal provient du NADH, une molécule dont la concentration augmente nettement lors du sommeil paradoxal.

L'utilisation de fibres optiques multiples et plus fines et de lasers de différentes longueurs d'onde devrait permettre l'identification de toutes sortes de molécules, révélant tous les mécanismes énergétiques liés au cycle veille-sommeil et ouvrant d'autres voies de recherche en neuropharmacologie et en neuropathologie.

C. H.

Les restes de la supernova crachent encore le feu

● Le pulsar des Voiles, reste de l'explosion d'une supernova, crache un jet puissant de rayons X (en rouge) dans la direction de son axe de rotation. La fin d'une énigme : ce pulsar perdait en effet plus d'énergie que sa seule vitesse de rotation ne pouvait expliquer. Mais aussi une première : jusqu'ici on n'avait observé que des bouffées en « anneaux ».



Univ. of Wisconsin-Madison

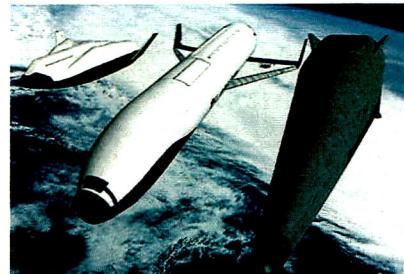
Mission impossible pour la future supernavette ?

Quel aspect aura la navette spatiale de nouvelle génération, censée prendre son envol vers 2004-2005 ? La NASA a déjà ouvert le concours et les propositions sont multiples, comme le montrent ces trois vues d'artistes : à gauche, le projet du géant de l'aérospatiale Lockheed Martin, au centre, celui de Rockwell, le constructeur de l'actuelle navette, et, à droite, un projet encore mystérieux, celui de McDonnell Douglas et Boeing.

Le cahier des charges ? Emporter 11 t (un peu plus que la navette actuelle) à une station spatiale ou 18 t en orbite basse, voler par presque tous les temps, utiliser toute sorte de piste de décollage. Pouvoir repartir quelques jours à peine après avoir

atterri, contre quatre-vingts jours actuellement, et emporter les satellites pour un coût quatre fois moins élevé qu'aujourd'hui... Voilà qui ressemble fort à la quadrature du cercle. Pour réussir, la Nasa estime qu'il faudrait introduire une étape intermédiaire, pendant laquelle les nouvelles technologies seraient testées sur un modèle réduit du projet. Quoi qu'il en soit, les inconnues sont encore nombreuses. Quelle sera la part de l'Etat, de la NASA (qui veut se désengager partiellement) et des autres partenaires ? Et, surtout, quels seront les clients, NASA mise

● Ont collaboré à cette rubrique : Catherine Chauveau, Sonia Feertchak, Christiane Holzhey, Roman Ikonikoff, Jean-François Robredo, Pierre Rossion et Yann Werdefroy.



Trois projets pour un programme qui a du mal à décoller.

NASA

à part ? Le créneau visé inclut aussi bien la mise sur orbite d'astronautes que l'envoie de satellites. Or, dans ce domaine, la supernavette entrerait en concurrence avec les lanceurs de type fusée, notamment le projet EELV de l'US Air Force. ■

**LA VIANDE,
INFORMEZ-VOUS**

VIANDE ET ÉQUILIBRE ALIMENTAIRE

PRÉJUGÉS

Si manger est en général une affaire de goût et d'envie, nous choisissons aussi nos aliments pour les vertus que nous leur prêtons. Ces vertus, plus ou moins fondées, reposent sur nos croyances, nos idées reçues et même parfois, sur des messages publicitaires.

Mais alors :

*Comment élaborons-nous nos menus ?
Pensons-nous toujours à réaliser un équilibre alimentaire ?
Sommes-nous sûrs de nos critères ?*

CIV
CENTRE D'INFORMATION DES VIANDES

IDÉES RECUES

Pour vous apporter des réponses, le Centre d'Information des Viandes, aidé de son conseil scientifique, a formulé des règles simples pour construire des repas équilibrés. **Le maître-mot en diététique est la diversité** : nous sommes omnivores et trouvons les éléments dont nous avons besoin dans un large éventail de produits. Au sein d'une alimentation équilibrée, la viande rouge présente un intérêt nutritionnel spécifique. Pour découvrir et redécouvrir ces notions fondamentales, le C.I.V. vous propose gratuitement la brochure : "Viande et équilibre alimentaire".

LA VIANDE, UN PATRIMOINE QUI BÂTIT LA VIE

Programme cofinancé par la Commission Européenne
"Bœuf Européen de Qualité"

Le logo "Bœuf Européen de Qualité" signifie l'adhésion à des conditions communautaires strictes pour le contrôle de qualité et l'identification du produit, du producteur au consommateur.

Pour recevoir la publication du C.I.V. : "Viande et équilibre alimentaire", retourner le coupon à R.E.S. - B.P. 1032 - 75873 PARIS CEDEX 18.

Mme Melle Mr Nom.....
Prénom..... Adresse.....
.....

VIANDE ET ÉQUILIBRE ALIMENTAIRE

LA VIANDE INFORMEZ-VOUS

CIV

PROGRESSION - COMARAL



**Avec le réseau Itineris,
vous n'êtes jamais
très loin de vos proches
collaborateurs.**



Et vice versa ! Avec l'Option Europe, vous pouvez utiliser votre téléphone mobile dans 17 pays et surtout, vous passez les frontières sans changer de numéro. Quoi qu'il arrive et où que vous soyez on peut donc vous joindre à tout moment... et vice versa !

N°VERT 05 10 07 07

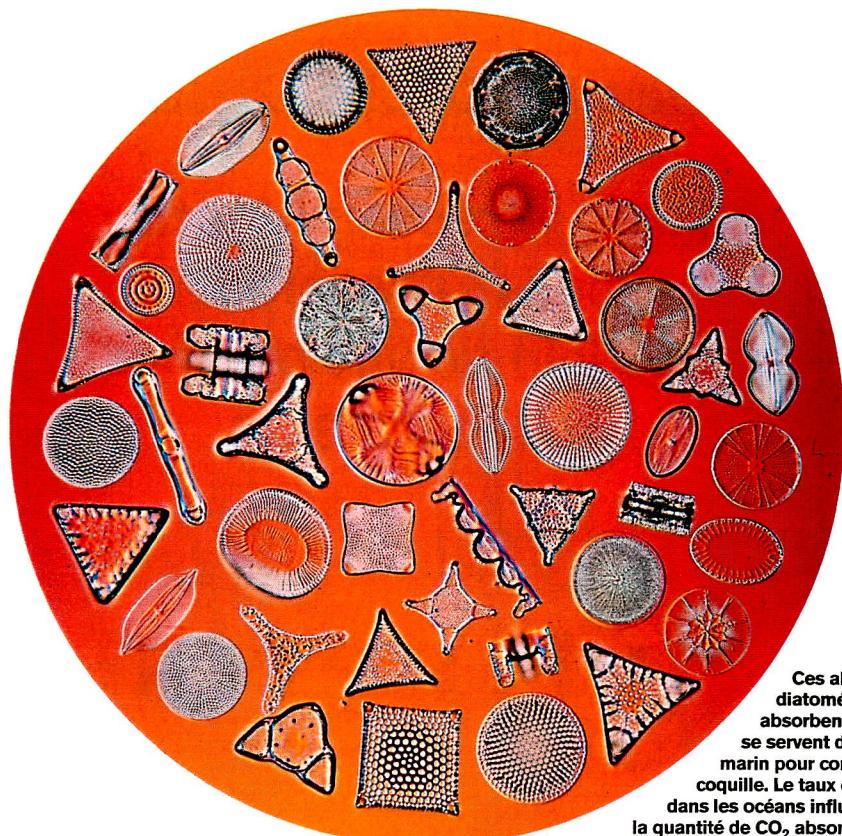
On va beaucoup plus loin avec Itineris.



**France Telecom
Mobiles**

ENVIRONNEMENT

Dirigé par Didier Dubrana



Ces algues diatomées, qui absorbent le CO₂, se servent du silicium marin pour construire leur coquille. Le taux de silicium dans les océans influe donc sur la quantité de CO₂ absorbé.

M. Kage/SPL/Cosmos

Climat

Une pompe à CO₂

Les océans sont un élément clé pour la compréhension de l'effet de serre. En effet, ils stockent une partie du gaz carbonique (CO₂) produit en grande partie par l'industrie. Ils pourraient de ce fait jouer un rôle tampon en ralentissant l'accumulation de ce gaz dans l'atmosphère.

Or, si les océans captent le CO₂, c'est parce qu'ils sont recouverts de diatomées, des algues unicellulaires qui utilisent ce gaz pour grandir lors de la chimie de la photosynthèse. On a constaté que cette "pompe" naturelle à CO₂ dépend beaucoup de la teneur en

silicium de l'eau de mer. Ce dernier, en effet, intervient dans la formation des coquilles des diatomées, organisées en de très beaux arrangements de verre organique. C'est donc le taux de silicium (sous forme d'acide silicique) dans l'eau qui gouverne la croissance de ces micro-organismes (1).

La connaissance du cycle biogéochimique du silicium devrait donc permettre de mieux apprécier l'impact des océans sur l'effet de serre.

(1) Paul Tréguer, *Flux de matière et Réponse du vivant*, unité associée CNRS-université de Bretagne occidentale, Brest.

Halte au trafic de déchets

- La Commission européenne propose d'interdire, à partir du 1^{er} janvier 1998, « toutes les exportations de déchets dangereux pour des opérations de recyclage ou de récupération ». L'application de ce règlement pourrait mettre fin au trafic de déchets vers les pays pauvres, qui sont aujourd'hui - moyennant finance - la poubelle des pays industrialisés.

Des arbres meurtriers

Selon une équipe de chercheurs américains de l'université de Cincinnati, dirigée par Thomas Algeo, « les arbres ont exterminé 70 % de la faune marine voilà 380 millions d'années » (1). Ces extinctions mystérieuses – huit crises s'échelonnant sur 18 millions d'années, au cours du Dévonien supérieur – n'avaient jusqu'ici trouvé aucune explication scientifique cohérente.

Les plantes terrestres ont considérablement évolué lors du Dévonien supérieur. Thomas Algeo retrace le scénario de ces mutations. Les buissons rampants qui recouvrerent la Terre devinrent peu à peu des arbres. 22 millions d'années plus tard, ces arbres développèrent des graines qui leur permirent de

conquérir de nouvelles terres. Cette colonisation verte plongea ses racines dans le sol. La terre ainsi craquelée libéra des nutriments, que la pluie lessiva vers les rivières et les océans. Résultat : cet apport soudain de fertilisants provoqua l'explosion de populations d'algues. Selon Algeo, « ce furent ces végétaux qui, en mourant, étouffèrent les espèces marines en consommant l'oxygène des eaux profondes lors de leur décomposition ». E.M.

(1) *New Scientist*, 22 avril 1995.

Ce fossile d'*Holoptichius* a 360 millions d'années. Poisson ancêtre des amphibiens, il aurait disparu asphyxié par la prolifération d'algues.

Et de trois !

- Trois nouveaux parcs naturels régionaux viennent d'être créés, ce qui porte à 33 le nombre de sites régionaux protégés en France. Le parc régional de la Chartreuse s'étend sur 63 000 ha, couvrant 33 communes en Isère et 13 en Savoie. Celui des Grands Causses correspond à l'ensemble du bassin versant de la moyenne vallée du Tarn (315 600 ha). Quant au parc naturel du Vexin français (65 670 ha), il constitue l'un des territoires les plus remarquables d'Ile-de-France.



MNHN

Botanique

Allô ! vieille branche ?

Des groupes d'arbres partageaient le même biorythme électrique ! C'est dans des forêts naturelles japonaises que cette étonnante découverte a été faite. Son auteur, Yoshiyuki Miwa, a développé une technique de mesure similaire à l'électrocardiogramme. Dans chaque forêt, de 20 à 50 arbres (d'une douzaine d'espèces) montrent un rythme « cardiaque » similaire, d'autant plus en phase qu'ils sont proches. C'est par

leurs racines qu'ils communiqueraient. D'un jour sur l'autre, des arbres rejoignent le groupe, alors que d'autres s'en retirent.

Pour préciser les conditions de ce « dialogue » forestier, Miwa va retirer des arbres du groupe et mesurer les changements. Si les arbres restant répondent de manière forte à la perte de certains de leurs congénères, ce sera une preuve supplémentaire de l'importance de cette communication. C.G.

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.



D.B. Freeham - OSF/Fotolia

Biologie

La baleine et la bactérie

C'était intrigant : pourquoi certaines baleines supportent-elles de plus grandes concentrations de polychlorobiphényles (PCB) et autres poisons accumulés dans leur nourriture que d'autres ? La réponse est peut-être dans leur estomac. Parmi les milliers de bactéries qui y vivent,

des universitaires de l'Oregon State University (Etats-Unis) en ont découvert quatre qui ont une affinité certaine avec ce polluant, extrêmement difficile à éliminer.

Mais ce n'est pas tout. D'autres bactéries préfèrent le naphtalène et l'anthracène, deux produits carcinogènes dérivés du pétrole et

particulièrement rétifs à la transformation. Contrairement aux bactéries marines, les hôtes de la baleine sont anaérobiques : elle transforme sans oxygène les molécules polluantes en d'autres non toxiques. D'où l'idée de les utiliser, lors de marées noires, pour dépolluer des lieux difficiles d'accès – sous les rochers, par exemple.

Sur terre aussi, les bactéries stomaquées ont des qualités encore inexploitées : ainsi, l'estomac des moutons et des chèvres en renferme une qui casse le TNT, un polluant bien connu aux alentours des dépôts de munitions.

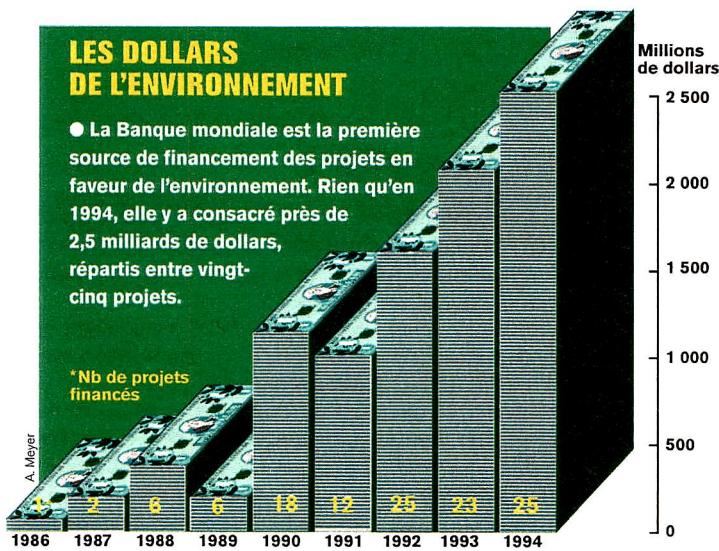
Enfin, quatre hôtes de l'estomac du mouton sont capables de digérer un alcaloïde présent dans une herbe. La plante, mortelle pour les vaches et les chevaux, laisse donc indemnes ces charmants bêteurs. En introduisant les bactéries *ad hoc* du mouton dans l'estomac d'une dizaine de vaches, les chercheurs ont rendu ces dernières capables de manger sans dommage l'herbe délétère.

C.G.

LES DOLLARS DE L'ENVIRONNEMENT

- La Banque mondiale est la première source de financement des projets en faveur de l'environnement. Rien qu'en 1994, elle y a consacré près de 2,5 milliards de dollars, répartis entre vingt-cinq projets.

*Nb de projets financés



LA VIDANGE, conseil N° 1



**Pour ceux qui se la coulent douce,
mais n'ont pas envie de couler une bielle ...**



Il existe Shell Hélix Jaune.

Shell Hélix Jaune, c'est pour tous les moteurs et pour tous les jours. Existe aussi en version Diesel. Une couleur par lubrifiant, c'est plus simple et plus gai.



Shell, le plein d'essentiel

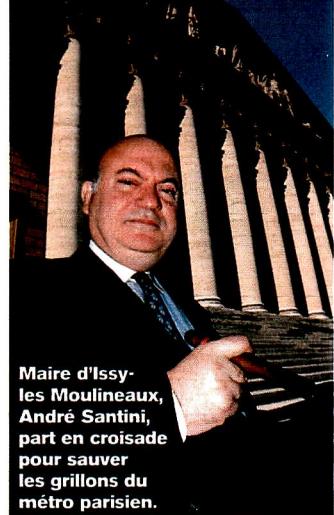
Ça gaze à Tchernobyl

● Un consortium de douze sociétés étrangères, dirigé par le groupe helvético-suédois Asea Brown Boveri, vient de signer un accord avec le gouvernement ukrainien afin de remplacer la centrale nucléaire de Tchernobyl par une usine à gaz. Ce choix a été retenu pour des raisons évidentes de sécurité, de coût et de protection de l'environnement, mais aussi pour créer des emplois en Ukraine.

Entomologie

Mégots grillés et grillons gourmands

Que des grillons peuplent les voies du métro parisien, on le savait déjà. Arrivé au début du siècle avec les boulangers, le grillon du foyer (*Acheta domesticus*), cousin du grillon des champs (*Gryllus campestris*), trouve sur certaines lignes (3 et 9, notamment) tout ce dont il a besoin pour subsister : chaleur (due au freinage des rames de type MS67), lumière, humidité et nourriture. Les grillons se rendent utiles en "nettoyant" le ballast, sans



Maire d'Issy-les-Moulineaux, André Santini, part en croisade pour sauver les grillons du métro parisien.

A. Baumann/Sipa Press

compter qu'ils donnent un côté champêtre aux voyages souterrains des Parisiens stressés. Bref, ils ont éveillé des sympathies : une Association de protection des grillons du métro parisien s'est créée en 1992.

Seulement, voilà : avec la loi Evin, il n'y a (normalement) plus de fumeurs dans le métro, donc plus de ces mégots dont les grylliades grignotent le tabac. Autrement dit, l'une des sources de nourriture des grillons disparaît. L'association, qui entend faire parler d'elle, craint de voir la population "grillonne" menacée, et réclame, avec humour, un assouplissement de la loi Evin. Une amicale parlementaire a même vu le jour, au sein de laquelle figure M. Santini, maire d'Issy-les-Moulineaux et membre du Club des fumeurs de havane, qui propose de collecter les mégots de cigare pour les déposer dans le métro, emballés dans des sacs portant l'inscription "Evin" !

S.F.

LE GRAND RETOUR DU POTAGER

● La culture potagère familiale fut longtemps l'apanage des agriculteurs : en 1954, ils cultivaient 53 % de la surface occupée par les jardins potagers. Près de quarante ans plus tard, les agriculteurs ont réduit cette activité de moitié

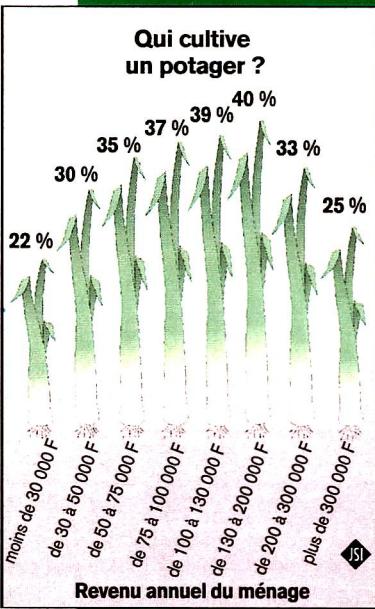
(en 1993, ils ne cultivaient plus que 20 % des jardins potagers).

Qui sont ces nouveaux cultivateurs ?

Selon une enquête de l'INSEE ("Jardin, jardinage et autoconsommation alimentaire", bulletin de l'INRA Sciences sociales

n° 2, avril 1995), il s'agit surtout de ménages à revenus moyens (voir ci-contre) vivant en habitat pavillonnaire.

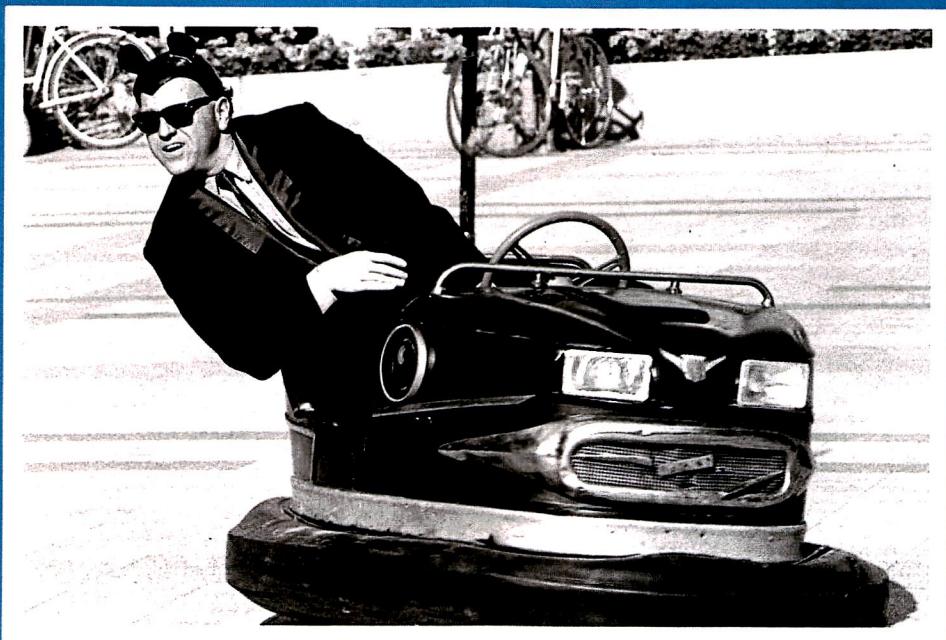
« Le développement de l'habitat pavillonnaire au cours des trente dernières années (...) a rendu parfois nécessaire une autoconsommation alimentaire, du fait des contraintes budgétaires subies par certains ménages endettés. »



Une ville "branchée"

● La Société des transports collectifs Rochelais vient de lancer un nouveau système de location à courte durée de véhicules électriques dans la ville : 80 F par jour pour une Citroën AX, 60 F pour un scooter.

LA VIDANGE, conseil N° 2



**Pour ceux qui prennent les voitures au sérieux,
mais veulent jouer longtemps avec ...**

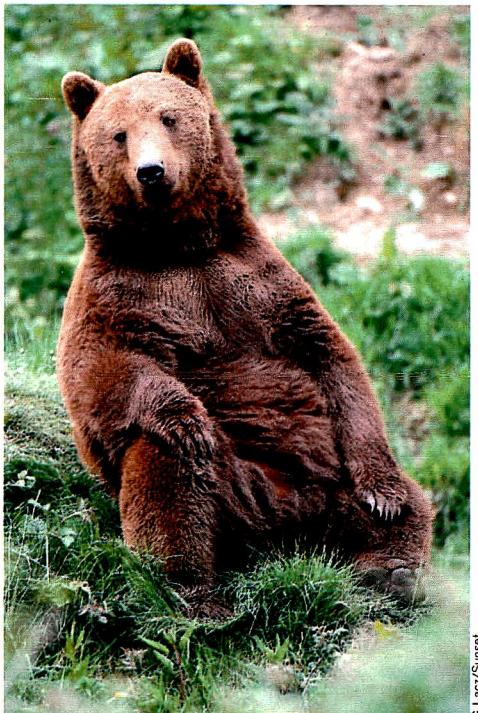


Il existe Shell Hélix Bleu.

Shell Hélix Bleu, c'est pour tous les moteurs récents et performants. Existe aussi en version Diesel. Une couleur par lubrifiant, c'est plus simple et plus gai.



Shell, le plein d'essentiel



G. Lacz/Sunset

Trois ours de Slovénie seront bientôt introduits dans les Pyrénées afin d'apporter un peu d'"oxygène" à la maigre population ursine.

Cette fois, on le disait bel et bien perdu. La rumeur portait les effectifs des ours des Pyrénées à trois. Trois mâles, qui plus est, bien en peine de trouver l'âme sœur pour procréer.

C'était vendre la peau de l'ours un peu vite ! Le

l'écorce des arbres aux tanières en passant par les excréments. On a ainsi récolté 146 indices, 83 pistes (ou

réseau Ours vient de rendre publiques ses estimations, sensiblement plus optimistes. Les relevés d'empreintes en 1994 attestent de la présence de cinq animaux côté français et de deux côté espagnol. Des chiffres similaires à ceux de 1993. Cette absence de mortalité s'explique en partie par la clémence du climat et par l'abondance de nourriture qu'elle a entraîné. Les glands, notamment, ont été très appréciés. N'oublions pas que le régime de l'ours est végétarien à plus de 80 %.

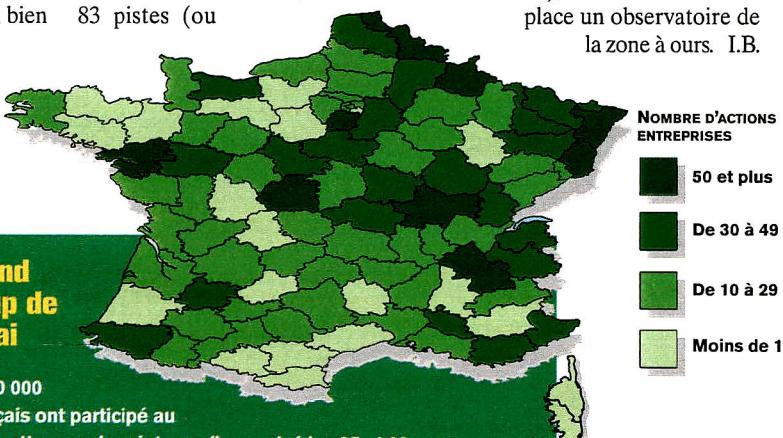
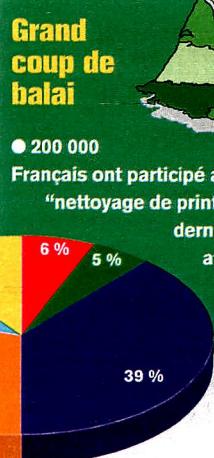
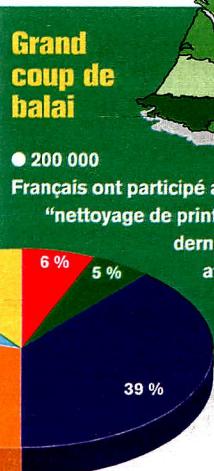
Le réseau Ours a également relevé avec soin toutes les traces laissées par l'animal et susceptibles d'éclairer son comportement – des griffades sur

suites d'empreintes) et 18 échantillons de poils. Ces derniers ont été envoyés à l'université de Grenoble, où des scientifiques procèdent à une analyse génétique afin de déterminer le sexe de leurs propriétaires. Pour l'instant, on ne connaît pas encore le "sex-ratio", c'est-à-dire la proportion des deux sexes dans la petite population relictuelle des Pyrénées.

Le recensement évite tout contact direct avec cet animal sur le point de disparaître. Les observateurs du réseau, supervisé par l'Office national de la chasse, ne cherchent à aucun prix le contact visuel. Ils parcourront chaque année les 50 000 ha des dernières zones à ours, qui s'étendent dans les belles vallées d'Aspe et d'Ossau. Le Fonds d'intervention éco-pastoral participe activement à ce travail de titan en coordonnant le suivi de l'ours sur le versant espagnol. Avec le soutien financier d'une autre association, le WWF France (Fonds mondial pour la nature), l'association a mis en place un observatoire de la zone à ours. I.B.

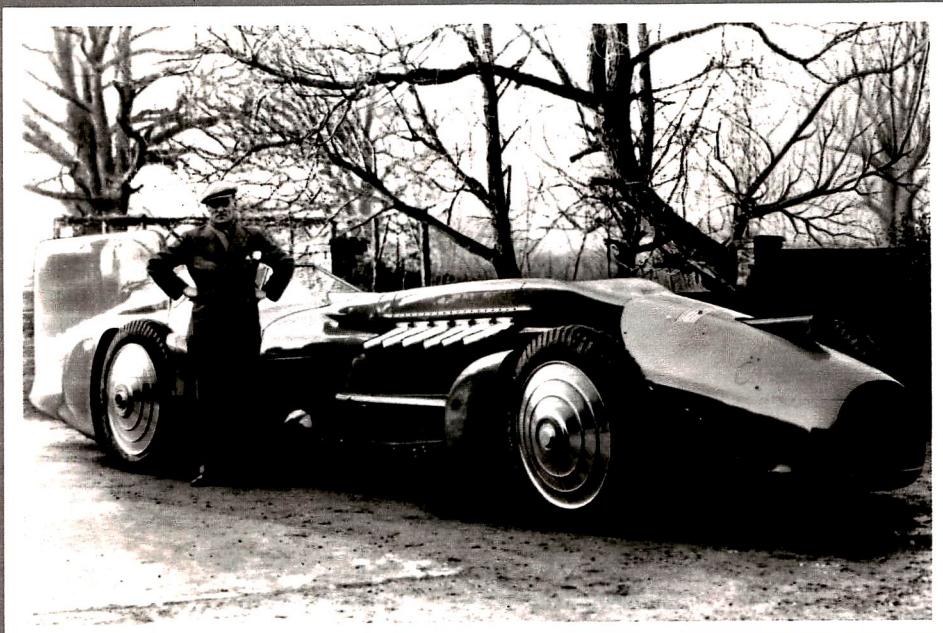
QUI ORGANISAIT LES OPERATIONS ?

Collectivités locales	
Associations	
Etablissements scolaires	
Clubs sportifs	
Administration	
Divers	



D. Guillard

LA VIDANGE, conseil N° 3



**Pour ceux qui torturent leur moteur,
mais ne veulent pas l'entendre pleurer...**



Il existe Shell Hélix Gris.

Shell Hélix Gris, c'est pour les moteurs puissants et exigeants.
Cette huile de synthèse existe aussi en version Diesel.
Une couleur par lubrifiant, c'est plus simple et plus gai.



Shell, le plein d'essentiel

Ex-militante de Génération Ecologie, avocate spécialisée dans le droit de l'environnement et gérante du cabinet d'avocats Huglo-Lepage-Molas, Corinne Lepage est la ministre de l'Environnement du gouvernement d'Alain Juppé.

Science & Vie : « Votre nomination marque l'entrée d'une "technicienne" au poste de ministre de l'Environnement. Cela veut-il dire que les problèmes environnementaux se régleront désormais devant les tribunaux, comme aux Etats-Unis ? »

Corinne Lepage : « Le droit est devenu plus complexe, peu lisible, et l'environnement est un lieu privilégié de l'exercice du droit. Cela explique probablement que le Premier ministre ait pensé qu'une "technicienne" pourrait être utile au ministère de l'Environnement.

» Voilà vingt ans que je me consacre, en tant qu'avocate, aux problèmes de l'environnement. Mais ce n'est pas parce qu'un ancien avocat est nommé au ministère de l'Environnement que les problèmes à traiter le seront davantage devant les tribunaux. Je ne compte pas succomber au virus américain qui conduit à recourir systématiquement aux tribunaux pour trouver une solution au moindre problème. Mon désir est de mener une politique en partenariat avec les acteurs concernés – politiques, administratifs, associations, industriels,



T.Otban/Sympa

Corinne Lepage

Ministre de l'Environnement

« La question de la reprise des essais nucléaires ne relève pas du ministère de l'Environnement. »

particuliers – et de chercher avec eux une solution consensuelle et constructive, chaque fois qu'elle s'avérera possible. »

S & V : « Vous êtes classée comme une "antinucléaire", et votre cabinet a la charge d'un dossier contre l'usine de retraitement des déchets radioactifs de la Hague. Que va devenir ce dossier ? »

C. L. : « Le soir même de la nomination du gouvernement par le secrétaire général de l'Elysée, je me mettais en congé de l'Ordre des avocats du barreau de Paris. De plus, le cabinet Huglo-Molat s'est déchargé des dossiers qui nécessitent l'arbitrage du ministre de l'Environnement. C'est le cas de celui concernant l'usine de retraitement de La Hague. »

S & V : « Peut-on à la fois être ministre de l'Environ-

nement et s'opposer au nucléaire dans le pays le plus nucléarisé de la planète ? »

C. L. : « Je le répète, je rejette cette image d'antinucléaire primaire. Le rôle du ministre de l'Environnement est de garantir la sûreté nucléaire, conjointement avec le ministère de l'Industrie, et de veiller à la sécurité des populations. J'y serai particulièrement attentive, jouant ainsi pleinement mon rôle. »

S & V : « Etes-vous favorable ou non à la reprise des essais nucléaires dans le Pacifique ? »

C. L. : « La question de la reprise des essais ne relève pas de mon ministère. De plus – le Premier ministre l'a rappelé dans sa déclaration de politique générale –, cette question ne peut être tranchée qu'en fonction des éléments

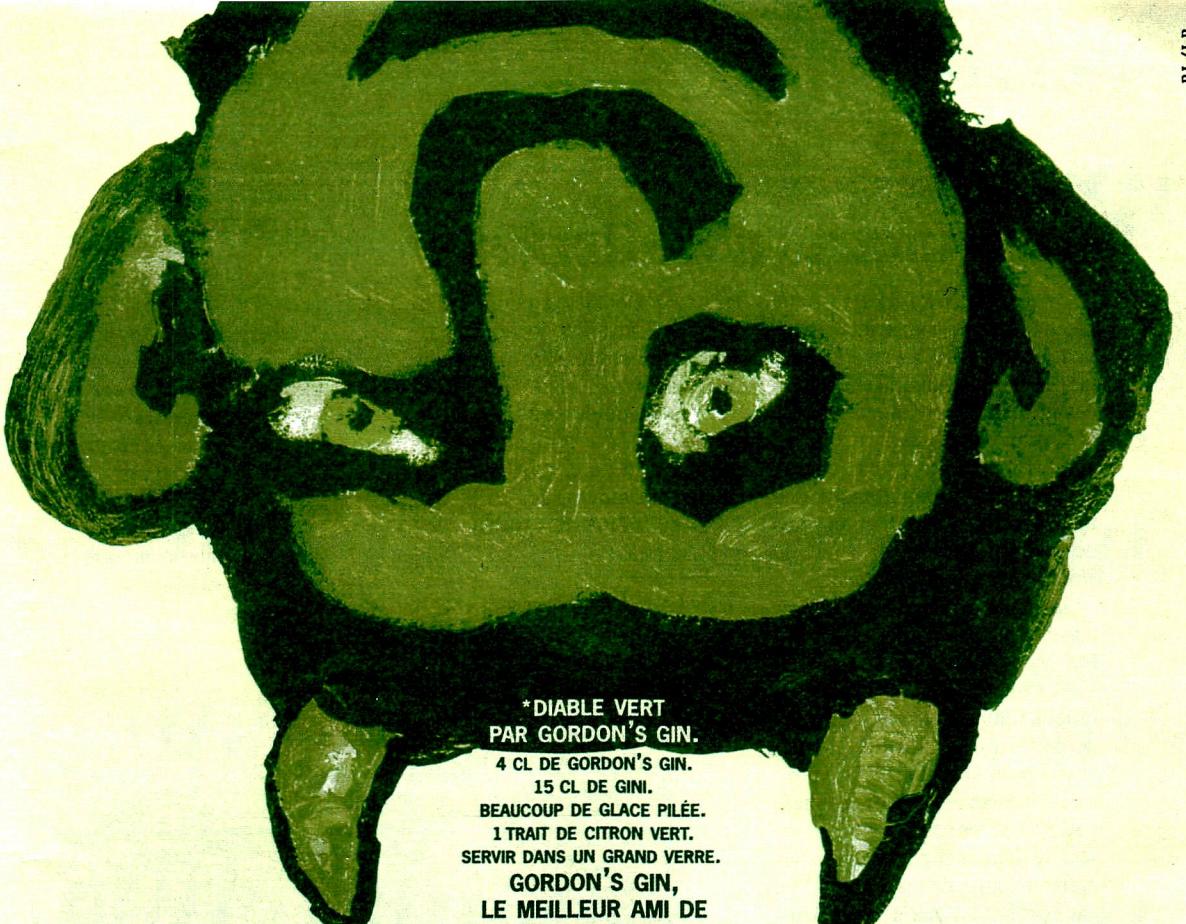
d'appréciation des experts, qui seront remis très prochainement au chef de l'Etat. Une réflexion doit être engagée sur le sujet. Elle doit prendre en compte d'une manière rigoureuse les évolutions techniques et internationales. Alain Juppé a d'ailleurs indiqué que son objectif demeurait la conclusion d'un traité d'interdiction des essais nucléaires fin 1996. »

S & V : « Le surgénérateur Superphénix va-t-il être stoppé ?

C. L. : « Comme vous le savez, Superphénix a déjà été arrêté à la suite d'incidents. Une autorisation de travaux est actuellement à l'instruction. »

S & V : « Pollution de l'air dans les villes, pollution des eaux souterraines ou de surface, déchets... Quelles sont vos priorités pour la protection de l'environnement ? »

C. L. : « Tous ces domaines sont prioritaires. Néanmoins, je formulerais deux observations. D'une part, le problème de la pollution atmosphérique dans les villes devient une urgence à traiter. Je vais m'y employer. D'autre part, je souhaiterais que, dans le cadre de la participation du ministère de l'Environnement à la lutte contre le chômage, le secteur de l'environnement – où les gisements d'emploi sont nombreux – soit favorisé. Des progrès doivent être faits dans le domaine des déchets, de l'assainissement et de l'écologie urbaine. »



*DIABLE VERT
PAR GORDON'S GIN.
4 CL DE GORDON'S GIN.
15 CL DE GIN.
BEAUCOUP DE GLACE PILÉE.
1 TRAIT DE CITRON VERT.
SERVIR DANS UN GRAND VERRE.
GORDON'S GIN,
LE MEILLEUR AMI DE
VOS COCKTAILS.



green devil by Gordon's gin*

L'ABUS D'ALCOOL EST DANGEREUX POUR LA SANTE, CONSOMMEZ AVEC MODERATION

Pollution des mers

Plates-formes désaffectées

La mer du Nord ne sera-t-elle bientôt plus qu'un cimetière de plates-formes pétrolières ? Le gouvernement britannique et les compagnies pétrolières s'interrogent sur le devenir des plates-formes "usagées". En effet, les forages en mer existent depuis maintenant une trentaine d'années, et les premières des 400 plates-formes de la mer du Nord atteignent un âge critique.

L'association Greenpeace, dans une étude (1) dont les résultats ont été remis au gouvernement fin 1994, s'inquiète de voir que les solutions retenues seront – selon ce dernier – les moins coûteuses, mais aussi les plus dommageables pour un environnement déjà très pollué.

Alors que les compagnies proposent de démonter partiellement les plates-formes, de les "cacher" en eaux profondes ou de les transformer en récifs artificiels (comme cela a été fait dans le golfe du Mexique), l'association explique que démon-

ter entièrement la plate-forme et la sortir de l'eau serait l'option la plus écologique, la plus sûre et la moins onéreuse.

Il faut rappeler qu'une plate-forme pétrolière contient de l'aluminium, du zinc, de l'acier, du plomb, du cuivre, des PCB, des CFC et même des substances radioactives. S.F.

(1) *No Grounds for Dumping.*

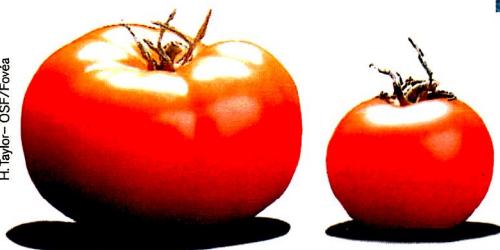
Gorilles dans la guerre

● José Kalpers prend la relève de la célèbre primatologue américaine Diane Fossey au Rwanda. Ce zoologiste de 34 ans devra veiller sur les 300 gorilles de montagne du parc national des Volcans. Sa tâche lui paraît bien dérisoire au regard des centaines de milliers de morts du génocide rwandais...



Sigma

H. Taylor - OSF/Fovéa



Des organismes génétiquement modifiés pourraient voyager librement par la poste...

Une enquête de Greenpeace montre qu'il est possible d'expédier des organismes génétiquement modifiés (bactéries, virus, cellules végétales, semences...) par la poste. En six mois, dix-huit colis de ce type ont été expédiés de Washington DC et de Suisse vers l'Europe, les Etats-Unis, l'Amérique latine, l'Afrique et l'Extrême-Orient.

Biotechnologie

Bombes biologiques en vadrouille

Une étiquette en précisait le contenu, mais les services postaux les ont distribué chez des particuliers sans faire aucune difficulté. Trois de ces paquets fuyaient à leur arrivée, sans que cela suscite la moindre réaction des employés. Pour l'anecdote, ils ne contenaient en fait qu'un mélange d'eau et de levure de boulanger.

Selon l'association de protection de la nature, il est « extrêmement inquiétant de savoir que des organismes potentiellement dangereux

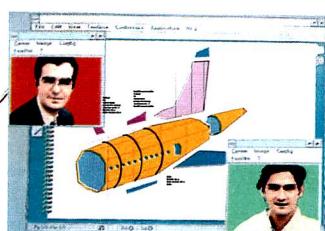
peuvent être postés n'importe où. Accidentellement dispersés dans l'environnement, ils pourraient y supplanter les espèces naturelles, réduisant un peu plus la diversité biologique de la planète.

● Ont collaboré à cette rubrique : Isabelle Bourdial, Sonia Feertchak, Corinne Guertzon et Emmanuelle Müller.

Dans l'Espace-Réunion sur micro-ordinateur, deux souris peuvent accoucher d'une montagne.



Travailler en équipe à distance, en temps réel, créer, modifier sur un même document, enregistrer vos travaux instantanément tout en dialoguant avec un interlocuteur présent sur votre écran, c'est ce que France Télécom vous propose. L'Espace-Réunion vous



sur micro-ordinateur s'inscrit dans l'univers du travail quotidien, s'applique aux plus petits comme aux plus grands projets. Pour créer l'Espace-Réunion entre deux micros, il suffit d'installer un kit

France Télécom sur chacun d'eux et d'être abonné à Numéris®, le réseau privilégié des services multimédia. Ces kits disponibles à partir de 12 500 F HT* ont été conçus pour l'environnement PC en partenariat avec INTEL®, MATRA COMMUNICATION® et SAT®, pour l'univers Macintosh® avec APPLE® et SAT®. Et pour vos communications Numéris® en visiophonie,

France Télécom vous offre une remise de 4 800 F HT* jusqu'au 30 juin et de 3 200 F HT* du 1^{er} juillet au 31 août 1995.

Pour plus d'informations, pour connaître les adresses des revendeurs, tapez 3614 FRANCE TELECOM*. Vous pourrez également obtenir ces informations et recevoir gratuitement une cassette vidéo de démonstration en appelant le **N° Vert 05 141 141**.

*Prix TTC : 14 825,00 F - 5 692,80 F - 3 795,20 F - 3614 FRANCE TELECOM : 0,12 F à la connexion, 0,36 F/min.
Toutes les marques citées sont des marques déposées par leurs propriétaires respectifs.

*Et si vous communiquiez
avec les outils d'aujourd'hui ?*



France Telecom



Extra plat, orienté vers
réparti sur chaque couche
le Grain T est un vrai piège



la source lumineuse,
sensible aux couleurs,
à lumière. De 25 à 1000 ISO.



FILM KODAK EKTAR.
IL RÉVÈLE AUSSI BIEN LES LUMIÈRES
QUE LES PHOTOGRAPHES.

o o

REPÈRES

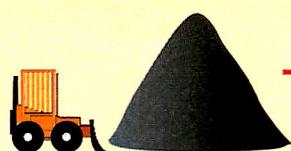
Plutonium : le

Le démantèlement des armes nucléaires a son revers : on assiste à une dissémination du plutonium sur la planète.

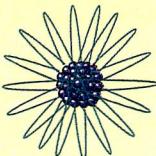
Nous savons déjà que le contrôle total de la gestion de cette matière radioactive est impossible. Ce sera l'un des problèmes politiques majeurs du siècle prochain...

PAR DIDIER DUBRANA

D'où vient-il ?



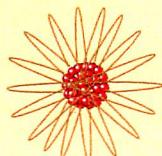
Mine d'uranium



Uranium



Centrale nucléaire



Plutonium

L'uranium : il existe à l'état naturel sous forme d'un mélange comportant trois isotopes, le U 238 (99,28 %), le U 234 (0,006 %) et le U 235 (0,71 %).

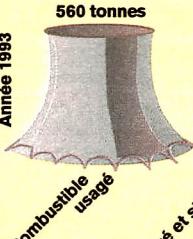
Ce dernier est le seul fissile, ce qui explique son utilisation comme source d'énergie après enrichissement pour atteindre une proportion d'uranium fissile (U 235) de 3 à 4 %.

Le plutonium : c'est un déchet du combustible uranium. Il existe 15 isotopes de la famille du plutonium allant du nombre de masse 232 à 246. Leurs périodes varient de 2,85 années pour le Pu 236 à 24 111 ans pour le Pu 239. Seuls trois isotopes sont produits dans les réacteurs nucléaires : le Pu 242, le Pu 241 et le Pu 239. Ce dernier est employé pour la fabrication des armes.

Où le trouve-t-on ?

Photo GAMMA

Année 1993



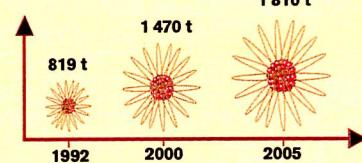
Civil

560 tonnes
Séparé et stocké
90 t
Dans les générateurs
40 t
réutilisé dans les centrales
15 t



Militaire

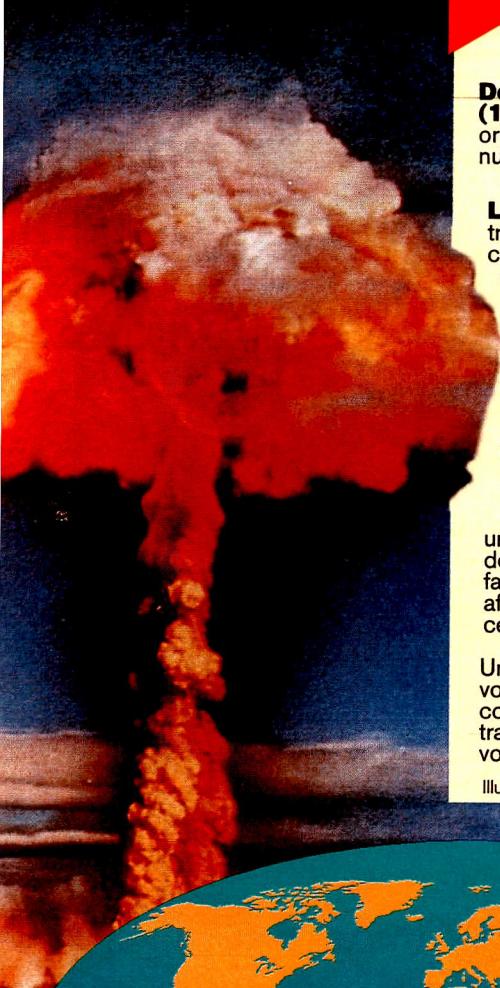
180 t
Dans les têtes nucléaires
60 t
Non utilisé dans les têtes
25 t
Utilisable, stocké



Estimations des stocks

Sources AIEA, SNPNW, EDF, Atlas du nucléaire (Payot)

cycle infernal



DÉSARMEMENT, ET APRÈS ?

Deux traités internationaux START I (1991) et START II (1993) visent à organiser le démantèlement des armes nucléaires soviétiques et américaines.

Les usines de retraitement ① permettent de traiter le combustible irradié par des procédés chimiques afin d'en isoler l'uranium 235 (95 % de la masse) et le plutonium (1 % de la masse) en vue de le réutiliser dans les centrales nucléaires. La voie de réutilisation choisie par la France est la fabrication du MOX (Mixed Oxyde : 95 % d'uranium appauvri et 5 % de plutonium).

Le stockage souterrain ②. Cette solution dépend de la découverte de sites géologiques fiables.

La piscine ③, une solution d'attente : c'est un réservoir rempli d'eau placé hors de la centrale nucléaire. Cela permet de faire décroître le niveau de radioactivité afin de transporter le combustible vers un centre de retraitement.

Un demi-million d'**experts du nucléaire** ④ voyagent à travers le monde pour participer à des colloques ou des stages. Mais, 700 experts qui travaillaient naguère en Afrique du Sud se sont volatilisés dans la nature...

Illustrations D. Galland, A. Meyer.

D. Halstead/Liaison/GAMMA



■ Pays ayant pris dans le passé des dispositions pour se doter d'un armement nucléaire, mais qui ont abandonné ce projet.

PROLIFÉRATION CLANDESTINE

TERRORISME

Des terroristes pourraient fabriquer, avec un peu de plutonium et un bon détonateur, une bombe "radiologique" capable de contaminer une ville entière.



COMMENT IREZ-VOUS DEMAIN ?

ÉDITION SPÉCIALE

SCIENCE & VIE

**LES
DERNIÈRES
DÉCOUVERTES
MÉDICALES**

- Les maladies d'aujourd'hui
- Qui sont nos médecins ?

**MÉDECINE
PUBLIQUE OU
MÉDECINE
PRIVÉE ?**

**VONT-ILS
SUPPRIMER
LA SÉCU ?**

**Bilan
1995**

**VOUS
ET VOTRE
SANTÉ**



230 FB - 10,50 FS - Scan 5,50 - Portugal cont 700 Esc - 50 Dh - 5.000 Dt - 225 Flux - Réunion/Antilles/Guyane 35 F

EN VENTE PARTOUT, 32 F SEULEMENT

DOSSIER

Virus

Le

**"péril viral" est
annoncé pour le troisième
millénaire. Aux nombreux virus
déjà connus s'ajoute en effet la
menace d'une multitude d'autres.**

**Confortablement installés dans
quelques espèces, ces derniers ne
demandent qu'à se propager à
l'homme à la faveur d'un
bouleversement de
l'écosystème.**

La fin de l'Homme?

L'invasion des mutants

PAR PIERRE ROSSION

**L'explosion des fièvres
hémorragiques**

PAR CATHERINE TASTEMAIN

**La stratégie
du parasite tueur**

PAR CATHERINE TASTEMAIN



M.Freeman/ANSA



L'invasion des mutants

Le sida n'est certes pas la seule maladie à menacer l'humanité. Il y en a bien d'autres, dues à des virus inconnus tous plus méchants les uns que les autres, qui ont fait leur apparition, un peu partout dans le monde, au cours de ces dernières décennies. C'est le cas notamment du fameux virus Ebola, qui sévit depuis quelques semaines au Zaïre, tuant plus de deux cents personnes. «Une secousse à peine ressentie sur l'échelle de Richter des épidémies», note le Dr Wain-Hobson, chef de l'unité de rétrovirologie à l'Institut Pasteur. Mais il y en a d'autres plus terrifiants encore tapis au fond des forêts équatoriales.

Si la majorité des "nouveaux" virus restent pour l'instant localisés dans les continents où ils sont apparus, rien n'empêche que, demain, ils se répandent dans le reste du monde comme le virus du sida. Personne ne peut prédire quand. «Tout ce que l'on sait c'est que les virus se moquent du temps et qu'ils vont continuer à faire leur trou», dit Simon Wain-Hobson. Ils surgiront d'autant plus facilement que le terrain est prêt pour faciliter leur explosion : migrations humaines de plus en plus importantes ; concentration toujours plus massive des populations dans les grandes villes ; développement des transports aériens, dans des endroits toujours plus reculés du monde et sans protection sanitaire.

La catastrophe sera d'autant plus grave que, pour la plupart de ces "nouveaux" virus, il n'existe ni traitement, ni vaccin, ni aucune structure sanitaire pour s'en protéger. «La France ne possède même pas un laboratoire de très haute sécurité permettant de faire des recherches actives sur un virus aussi dangereux qu'Ebola», relève le Dr Wain-Hobson. Seuls les grands laboratoires américains, comme celui d'Atlanta (Géorgie), offrent les garanties suffisantes de sécurité.

Outre les problèmes gravissimes de prévention et de recherche de traitements, une question revient dans tous les esprits : d'où viennent ces virus et comment vont-ils évoluer dans le futur ? Car la bonne façon de poser le problème est bien de le situer dans le contexte "évolutionniste". Autrement dit, il faut revenir sur ce que l'on sait de l'histoire des virus, leur évolution, de leurs relations avec

Les mégalopoles et le développement des transports aériens facilitent la propagation de virus jusque-là tapis dans les forêts équatoriales. Après de multiples mutations, ces "nouveaux" virus deviennent mortels pour l'homme.

PAR PIERRE ROSSION

l'homme et le monde vivant en général.

Certains biologistes situent, mais sans en apporter la démonstration, l'apparition des virus il y a 3,2 milliards d'années, peu après l'émergence des premières cellules prokaryotes (cellules n'ayant pas de noyau, comme les bactéries), qui leur ont fourni le support nécessaire à leur multiplication. Car, estiment-ils, dès qu'il y a eu vie, le parasitisme n'a pas dû tarder à apparaître. En effet, contrairement aux bactéries, les virus n'ont pas de vie propre ; ils se résument à une enveloppe de protéines contenant un acide nucléique – ADN (acide désoxyribonucléique) ou ARN (acide ribonucléique) –, portant les informations génétiques nécessaires à leur reproduction.

Aussi, pour se multiplier, les virus, tels des vampires, doivent parasiter une cellule, dont ils détournent à leur profit la "machinerie" : leurs informations génétiques sont lues, traduites pour produire de nouveaux virus. Selon le type de virus, la cellule-hôte est alors tuée ou non : le virus de la grippe est inoffensif pour la cellule, alors que le virus du sida lui est fatal. Le plus connu des virus parasites de bactéries est le virus lambda, bien connu des chercheurs en ingénierie génétique,



K. Wothe/Fovea

Bombe virale à retardement

Depuis la nuit des temps, les singes, comme cet orang-outan, abritent des virus inconnus et inoffensifs pour eux, prêts à contaminer l'humanité à la moindre occasion.

puisque'il sert de vecteur pour introduire expérimentalement des gènes étrangers dans des bactéries que l'on veut modifier génétiquement.

En revanche, d'autres biologistes situent l'apparition des virus il y a environ 1,7 milliard d'années, avec l'avènement des premières cellules eucaryotes, c'est-à-dire possédant un noyau bien différencié. Pour expliquer le mécanisme de leur formation, ils proposent trois hypothèses. Pour la première, les virus seraient issus de bactéries dégénérées ; pour la seconde, ils proviendraient de fragments d'ARN cellulaire ayant acquis une autonomie propre. Pour la dernière, enfin, ils auraient pour origine des acides nucléiques ayant pénétré dans les cellules où ils auraient évolué pour leur propre compte (voir schéma pages 43).

Mais une question reste en suspens : quel est le rôle des virus et pourquoi sont-ils toujours là ? Selon certaines théories, ils pourraient être un facteur d'évolution des êtres vivants. En s'intégrant dans leur patrimoine génétique (puisque'ils ne sont constitués que de morceaux d'acide nucléique), ils

leur fourniraient de nouveaux gènes, développant des potentialités que les cellules n'avaient pas auparavant. On en a un (mauvais) exemple avec les oncogènes, ou gènes du cancer, qui auraient été apportés aux mammifères et aux oiseaux, par des virus au cours de la nuit des temps.

Les premiers virus apparus sur la Terre sont, semble-t-il, les virus à ARN. Puis sont venus les virus à ADN. Puis, avec le temps, les virus se sont diversifiés (plus de 30 000 recensés aujourd'hui regroupés en plusieurs familles), chacun se choisissant une niche écologique de prédilection présentant les conditions les plus favorables à sa vie et sa reproduction. Cette niche idéale est soit un végétal, soit un animal, dans lequel le virus vit en bonne intelligence. Car, contrairement à l'idée répandue, le "but" d'un virus n'est pas de détruire son hôte, mais simplement de l'utiliser pour se reproduire. Cet hôte de prédilection est appelé "réservoir du virus". Ainsi, pour les virus Ebola, de Marburg et VIH, c'est le singe ; pour le virus de la dengue, c'est le moustique, etc.

Le virus peut quitter son hôte et aller dans un autre hôte : on le sait trop bien quand on attrape la grippe. Ce passage se fait par l'intermédiaire d'un vecteur (air, insecte) ou par contact direct (relation sexuelle, transfusion sanguine). Il peut être cependant beaucoup plus sophistiqué. En effet, comme la plupart des pandémies de grippe viennent de Chine, on en est venu à mettre en cause l'élevage intensif des cochons et



des canards pratiqué dans ce pays depuis des siècles. Les canards seraient les réservoirs du virus de la grippe, et les cochons lui serviraient de relais avant de passer à l'homme.

Si, dans l'hôte nouvellement infecté, le virus ne trouve plus les conditions dont il dispose dans le réservoir, il peut se transformer génétiquement et devenir pathogène. En effet, on pense qu'un réseau d'interactions variées s'établit entre le virus et le nouvel hôte. Ce que l'on appelle le processus de co-évolution, qui, au stade final, aboutit à un équilibre entre l'hôte et le virus.

Voyons comment les choses se passent. En pénétrant dans un nouveau biotope, le virus trouve des conditions de vie pour lesquelles il n'est pas adapté. Il ne peut donc plus proliférer. Aussi, sous la pression de l'environnement, il se trouve contraint à muter et à développer de nouvelles souches. Les mieux adaptées au nouveau milieu survivront, les autres seront éliminées. Comme ces souches sont nouvelles pour l'hôte, et que celui-ci n'a pas encore appris à cohabiter avec, elles sont forcément pathogènes. Quant aux hôtes infectés par le virus, ils sont également sélectionnés en fonction de leur capacité à lui résister. Les plus fragiles succombent, les plus résistants survivent, si bien qu'à la longue, il finit par s'établir un modus vivendi entre l'hôte et le virus. C'est ainsi que

s'expliqueraient la plupart des nouvelles épidémies observées ces dernières décennies. Cependant, ces épidémies sont encore trop récentes pour qu'un équilibre hôte-virus ait eu le temps de s'établir.

Ainsi en est-il du sida qui serait dû au passage accidentel d'un virus du singe à l'homme. A l'appui de cette hypothèse, trois arguments. D'une part, l'infection expérimentale de singes par le VIH ne provoque pas l'apparition de la maladie du sida. D'autre part, dans le sang des singes d'Afrique existe un virus, le VIS (virus de l'immunodéficience du singe), en général inoffensif pour l'animal, qui présente des analogies troublantes avec le VIH. Enfin, c'est à l'ouest de la crête

Congo-Nil, dans la vaste cuvette occupée notamment par le Zaïre, qu'a démarré l'épidémie de sida. Or, c'est dans cette cuvette que les peuples consomment du singe et, par conséquent, manipulent sa chair avant cuisson. En revanche, à l'est de la crête congo-Nil, où les peuples ne mangent pas de viande de singe, le sida n'est pas apparu.

En dépit de leur dénomination, les virus, apparus ces derniers temps ne sont donc pas "nouveaux", c'est-à-dire ne sont pas nés par génération spontanée. Ils proviennent de souches ancestrales qui, au cours du temps, se sont transformées génétiquement, du fait, comme on l'a dit, de la pression de l'environnement et de la sélection.

Le virus Ebola n'est pas le plus méchant

L'épidémie qui a récemment sévi au Zaïre a pu être jugulée, grâce à la mise en place d'un cordon sanitaire efficace et de mesures d'hygiène élémentaires. Il n'en aurait pas été de même si le virus avait été transmis par voie aérienne et non par contact.



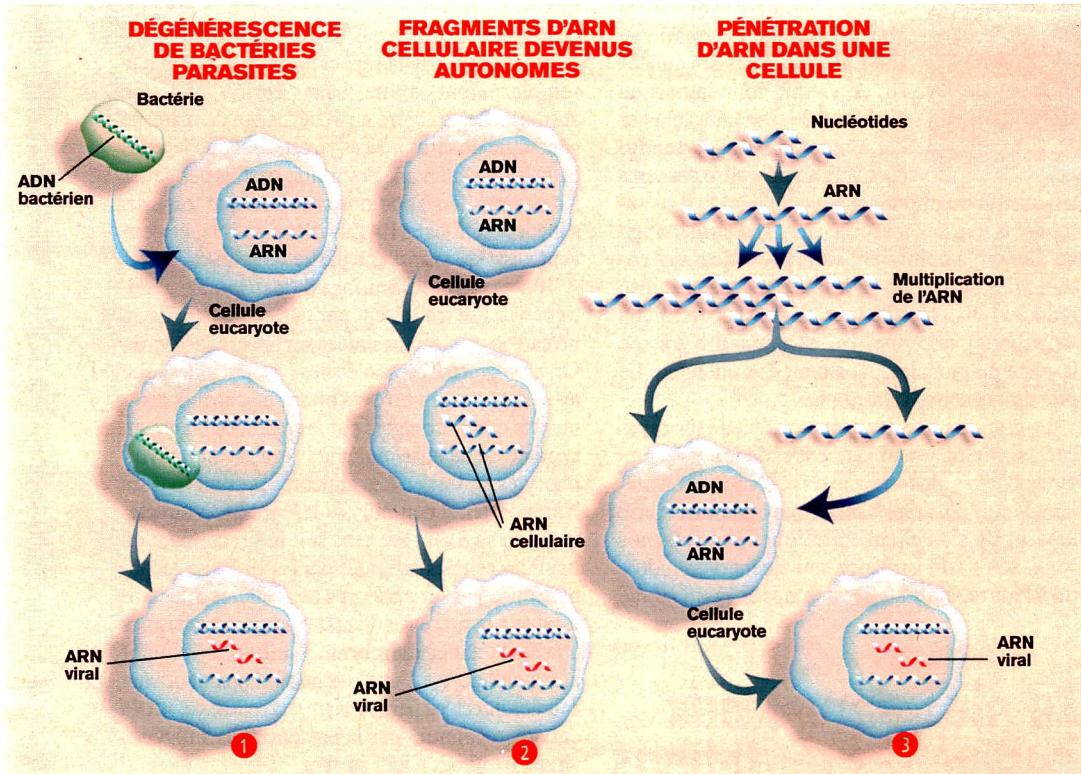


Illustration Sylvie Dessert

Trois théories sur l'origine des virus

La première les fait provenir de bactéries qui auraient parasité des cellules, puis dégénéré. L'ARN synthétisé par l'ADN bactérien aurait alors évolué en ARN viral ①. La seconde implique que de l'ARN cellulaire a pu se transformer, pour son propre compte, en ARN viral ②. La troisième suppose que de l'ARN formé, puis multiplié à l'air libre, à partir de simples nucléotides, ait pénétré dans une cellule où il a donné naissance à de l'ARN viral ③. Il ne resterait plus ensuite aux ARN vitaux qu'à s'entourer d'une enveloppe pour donner des virus complets.

La maladie dont les virus sont la cause peut dépendre de la manière dont l'organisme réagit contre le virus. Toute infection virale mobilise, en effet, le système immunitaire du patient qui répond en produisant des anticorps, des cytokines, et en faisant intervenir des cellules appropriées comme les macrophages, les lymphocytes T cytotoxiques et les lymphocytes K tueurs. Or, toute cette armada de défense peut être plus néfaste que bénéfique pour l'organisme et provoquer ce que l'on appelle une maladie immunopathologique : en se défendant, l'hôte se détruit. Les symptômes de la dengue hémorragique sont la conséquence de tels mécanismes.

La maladie peut être aussi fonction du type de cellules infectées par le virus. C'est ce que l'on appelle le tropisme cellulaire. Ainsi, le virus de l'hépatite n'agit que sur les cellules du foie, et c'est en se multipliant intensivement dans ces cellules qu'il provoque leur nécrose. Dans la grippe, le virus qui est projeté dans l'air par éternuement pénètre dans l'hôte par le nez et se fixe sur les cellules de la trachée artère. Puis, il pénètre dans ces cellules et s'y multiplie. De là, le virus gagne les poumons – dont il provoque l'inflammation – et les muscles. D'où les courbatures caractéristiques de la grippe.

En général chaque virus déclenche une maladie spécifique. Cependant, selon la souche et le terrain, on observe des différences importantes de virulence. Par exemple, si le virus de la grippe espagnole, qui fit une vingtaine de millions de morts, en 1918, en Europe, revenait, il ne provoquerait plus qu'une fièvre bénigne. Avec le temps, le virus et l'hôte ont appris à se supporter. Le virus Ebola, qui aujourd'hui provoque une fièvre hémorragique mortelle, pourrait demain n'entraîner qu'une fièvre bénigne.

Il y a cependant des virus qui provoquent des pathologies nouvelles et inconnues, comme c'est le



cas du VIH. La raison en est que ce virus restait confiné au singe jusqu'à la fin des années 70, et n'avait donc jamais eu l'occasion de se manifester chez l'homme. On peut s'attendre aussi à voir apparaître des virus tellement bouleversés génétiquement qu'ils n'auront plus rien à voir avec le virus ancestral d'origine. Ces virus pourraient alors provoquer des pathologies, dont on n'a aucune idée. Ainsi, redoute-t-on, plus que tout, de voir apparaître un virus mortel, susceptible de se transmettre, comme la peste pulmonaire, par simple éternuement. Le pire des scénarios catastrophes...

La grande force des virus c'est bien leur capacité à se multiplier rapidement et donc aussi à muter : mille fois plus vite que les bactéries, et un million de fois plus rapidement que l'homme. Ainsi, le virus du sida change pratiquement sous nos yeux. Son profil varie non seulement d'un individu à l'autre, mais au fil du temps chez un même

individu. Les modifications peuvent être des mutations, c'est-à-dire des "fautes de frappe" produites au cours de la réPLICATION virale, comme le remplacement d'une base azotée par une autre (1). Ce peut être aussi l'échange de matériel génétique de virus à virus ; c'est ainsi que le virus de la grippe humaine emprunte parfois des gènes à des virus de grippe porcine. Lorsque les virus s'incorporent dans l'ADN d'une cellule, ils peuvent aussi se saisir d'une partie de celui-ci.

Toutes ces modifications du patrimoine génétique viral se traduisent par des changements au niveau des molécules situées sur la paroi des virus. Or, c'est grâce à ces molécules (ou antigènes) que les virus peuvent être reconnus et détruits comme des corps étrangers par les globules blancs du système de défense immunitaire, à savoir les lymphocytes B, T et K. Les anticorps produits par les lymphocytes B neutralisent les virus, soit directement en se fixant sur eux, soit indirectement en tuant les cellules infectées par les virus. La reconnaissance par les anticorps des cellules infectées est due à la présence d'antigènes viraux exprimés à la surface des membranes cellulaires. Quant aux lymphocytes T et K, ils ne s'attaquent qu'aux cellules infectées par les virus, ces cellules étant, là encore, reconnues par la présence des antigènes viraux exprimés à leur surface.

En mutant, les virus peuvent cependant prendre le système immunitaire par surprise, du fait que les nouveaux antigènes viraux qu'ils expriment n'ont pas le temps d'être reconnus par ce système. Les virus à ARN sont ceux qui échappent le plus facilement à sa vigilance. En effet, contrairement aux virus à ADN, les virus à ARN ne possèdent pas de système de réparation enzymatique. Quand une anomalie génétique se produit, elle est transmise de génération en génération (voir schéma ci-contre). On ne s'étonnera donc pas que tous les "nouveaux" virus qui sévissent actuellement sont, sans exception, des virus à ARN.

Les mutations des virus peuvent aller dans le sens d'une plus grande ou d'une moins grande virulence, sans qu'on puisse à l'avance le prévoir. Tout dépend du siège de la modification génétique, mais aussi du terrain. La plupart des virologues qui se sont penchés sur l'évolution des virus sont partagés. Certains estiment que les virus les moins agressifs sont à la longue les plus dangereux, car ils ont tout le temps de se multiplier et de se répandre, tandis que les plus pathogènes tuent leur hôte avant d'avoir eu le temps d'essaimer. A titre d'exemple, ils se réfèrent à l'épidémie de myxomatose qui survint en Australie en 1950, suite à l'introduction du virus de cette maladie pour en-

Le plus dangereux cultive les mutations

Lorsqu'un virus à ADN est l'objet de mutations, différentes enzymes se chargent d'éliminer et de remplacer la partie mutée. L'ADN est ensuite multiplié pour constituer de nouveaux virus ①. En revanche, lorsqu'un virus à ARN mute, les erreurs se retrouvent dans leur descendance ②.

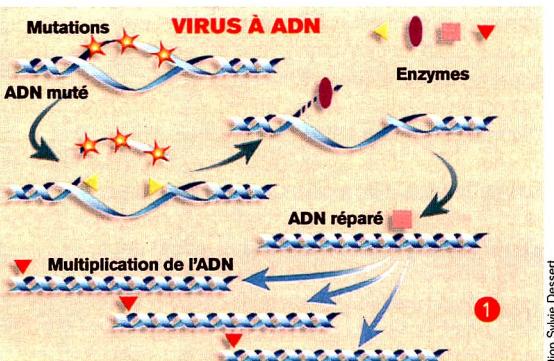
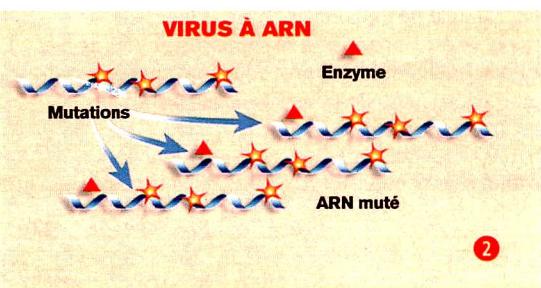


Illustration Sylvie Dessert



(1) Les bases azotées de l'ADN sont l'adénine, la cytosine, la guanine et la thymine, celles de l'ARN sont identiques, sauf que l'uracile remplace la thymine.



La grippe : des canards chinois aux mégapoles

Les grandes épidémies qui sévissent chaque année, en Europe, auraient pour origine les élevages intensifs du canard, en Chine. Du fait de la multiplication des transports aériens, le virus est rapidement transporté dans tous les points du globe où il trouve un terrain favorable à son développement dans les grandes concentrations urbaines.

M. Loiseau/Ernoult Features



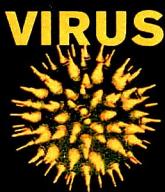
B. Simmons/Zeta-Stockmarket

rayrer la prolifération des lapins. Dans un premier temps, ceux-ci moururent comme des mouches. Mais cinq ans après, ils n'étaient plus infectés que par des virus mutants qui avaient perdu de leur virulence. Et l'hécatombe avait sélectionné les lapins les plus résistants qui survivaient aux agressions du virus. D'autres virologues pensent au contraire que les virus pathogènes sont plus dangereux. Le meilleur exemple en est le virus du sida, qui depuis qu'il sévit est toujours aussi agressif et ne semble pas vouloir se calmer.

Mais il y a encore pire que le virus du sida, c'est le prion, qui serait une sorte de virus dégénéré. Tout ce qu'on sait de lui c'est qu'il est impliqué, chez l'homme, dans des maladies dégénératives du système nerveux comme la maladie de Creutzfeldt-Jakob. Chez l'animal, il intervient dans la tremblante, ou scrapie du mouton, et dans la maladie des vaches folles. Raison de l'inquiétude :

tude : depuis l'épidémie qui a décimé des milliers de vaches en Grande-Bretagne, à partir de 1985, trois fermiers anglais ont été atteints de maladie de Creutzfeldt-Jakob. Or, cette maladie, extrêmement rare, ne touche, statistiquement, qu'un individu par million d'habitants et par an. Comme il y a cent mille éleveurs de bétail en Grande-Bretagne, un seul aurait dû être touché en dix ans. Officiellement, il y en a eu trois fois plus. Mais il est bien possible qu'il y en ait davantage, car les signes de la maladie ne sont pas évidents tout de suite.

Tous ces agents pathogènes risquent donc bien de confirmer la terrible prophétie du Pr Guy de Thé, de l'Institut Pasteur, qui, en avril dernier, annonçait «le péril viral pour le troisième millénaire». La science ne désarme pas, mais sera-t-elle assez puissante pour vaincre ces petits organismes à peine vivants ? ■



L'explosion des fièvr

On assiste depuis vingt ans à une recrudescence inquiétante des maladies à virus. Certaines, comme le sida, n'ont épargné aucune région du globe.

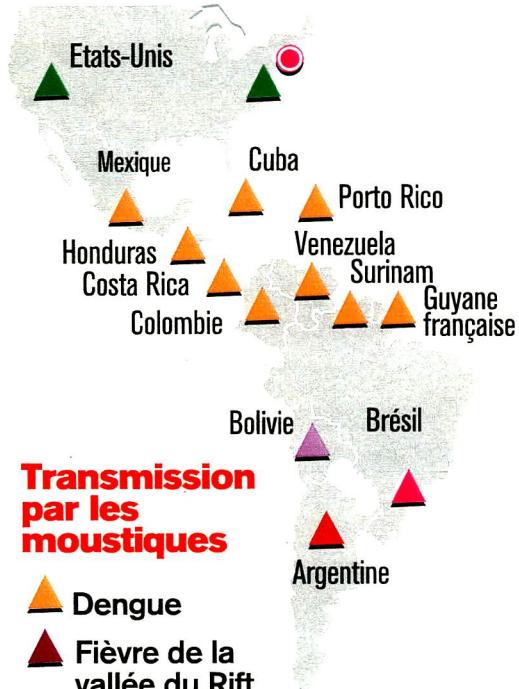
PAR CATHERINE TASTEMAIN

Depuis la plus haute antiquité, les infections virales, avec leur cortège de maladies et de morts, ont eu trop d'impact sur le monde pour qu'on les ignore. Elles ont même, à diverses reprises, influé sur le cours de l'histoire. On peut ainsi se demander si la poignée de soldats espagnols qui conquiert le Mexique, au XVI^e siècle, aurait mené à bien sa besogne sans l'"aide" du virus de la variole, qui décima les populations amérindiennes locales. La construction du canal de Panama ne put être achevée que lorsqu'on eut réussi à vaincre la fièvre jaune en luttant contre les moustiques vecteurs du virus Amaril. Et, des grandes épidémies de grippe de ce siècle, on retiendra celle de 1918-1919, dite épidémie de grippe espagnole, qui tua une vingtaine de millions de personnes.

Les épidémies virales n'ont donc rien de nouveau. Pourtant, l'émergence, ces dernières années, de graves infections virales inconnues jusqu'alors, inquiète. L'exemple le plus flagrant est celui du sida, transmis par le VIH, et qui s'est disséminé dans la population mondiale au début des années quatre-vingts. Mais il faut aussi parler des fièvres hémorragiques tropicales, plus ou moins graves, souvent extrêmement contagieuses, qui aujourd'hui se multiplient et se manifestent à des milliers de kilomètres de leur lieu d'origine. En quelques années, on a identifié plus une quinzaine de virus (voir carte) responsables de tels syndromes. Ce printemps, le virus Ebola a largement nourri les imaginations avides de catastrophes planétaires.

Dans leur grande majorité, ces maladies sont dues à des agents pathogènes présents depuis très longtemps dans l'environnement. Si de tels virus arrivent aujourd'hui à sortir de l'ombre, la faute en incombe souvent – mais pas de façon systématique – à l'homme lui-même. Par son action, il per-

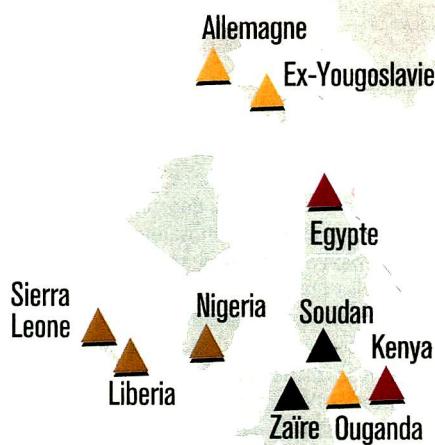
Illustration J.S./Source OMS



turbé l'environnement du virus et facilite son transfert de l'animal à l'homme ou son introduction dans une population jusque-là épargnée, puis sa dissémination au sein de cette population. Dans le cas d'Ebola, on ne connaît pas le réservoir naturel de ce virus. Il est donc encore difficile de déterminer comment il est arrivé à infecter l'homme. En revanche, lors de la première épidémie au Zaïre, en 1976, le virus fut introduit par un patient en milieu hospitalier et, clairement, sa dissémination fut grandement facilitée par la réutilisation d'aiguilles et de seringues non stérilisées (l'hôpital n'en possédait que cinq). L'épidémie dura deux mois et toucha 318 personnes, dont 280 mortellement. Elle prit fin avec la fermeture de l'établissement.

Le développement agricole est aussi un facteur facilitant. En Argentine, à la fin des années quarante, c'est la transformation des prairies en champs de maïs qui favorisa la prolifération des rongeurs réservoirs du virus Junin. Relâché en grande quantité dans les excréments des petites bêtes, ce dernier était ensuite inhalé par les travailleurs agricoles.

les hémorragiques



Transmission inconnue

- ▲ Ebola
- ▲ Marburg

Transmission par les rongeurs

- ▲ Lassa
- ▲ Machupo
- ▲ Sabia
- ▲ Junin
- ▲ Hanta



Des milliers de personnes furent touchées.

La terrible épidémie de fièvre de la vallée du Rift, que connut l'Égypte à la fin des années soixante-dix, s'explique aussi par des perturbations écologiques. Le barrage d'Assouan, avec ses millions de mètres cubes d'eau emprisonnée, est considéré comme le grand responsable. Le gigantesque ouvrage attira aussi bien les populations humaines que... les moustiques et, avec ces derniers, le vecteur du phlébovirus, responsable de la fièvre de la vallée du Rift. Jusqu'alors confiné à l'Afrique subsaharienne, où il touchait essentiellement les animaux, le virus trouva là des conditions on ne peut plus propices à sa dissémination : on estime à 200 000 le nombre de personnes infectées, et à 600 le nombre de morts, sans parler des pertes en bétail.

En fait, la liste des facteurs responsables de l'accroissement du nombre de maladies émergentes et de leur dissémination rapide est longue : outre les facteurs climatiques interviennent les déplacements des populations, l'augmentation des échanges internationaux, les changements dans les

comportements humains et l'introduction de nouvelles technologies. Sans parler – dans les pays tropicaux où sont apparus pour la première fois certaines de ces fièvres hémorragiques – de la misère et de la dégradation des structures sanitaires.

Dans les pays occidentaux, la qualité des centres de surveillance et des services hospitaliers est, en général, un frein à l'extension de certaines maladies virales. Ainsi, le virus de la fièvre hémorragique de Lassa (du nom d'un village du Nord-Est du Nigeria) a été à diverses reprises introduit en Europe et aux Etats-Unis. Pourtant, l'infection n'a jamais vraiment fait souche dans ces régions du monde. A l'inverse, les virus de la famille des hantavirus, responsables de fièvres hémorragiques avec syndrome rénal, connues en Asie depuis fort longtemps, semblent émerger en Europe et en Amérique du Nord.

Face à la menace virale, la priorité, outre l'amélioration des structures sanitaires, est la mise en place d'un système de surveillance permettant une détection précoce des infections.



La stratégie du parasite tueur

Ils sont infiniment petits : une molécule unique stockant l'information génétique, entourée d'une enveloppe de protéines.
Pourtant, ils font des ravages. Comment les virus provoquent-ils des maladies aussi graves et aussi diversifiées ?

PAR CATHERINE TASTEMAIN

S.Camazine / S.S.Billola / Cosmos

La "découverte" du premier virus remonte maintenant à un peu plus d'un siècle, avec les travaux d'Adolf Mayer. En 1886, ce chimiste allemand cherchait à déterminer si une maladie du tabac, connue sous le nom de mosaïque du tabac et caractérisée par l'apparition de taches claires et sombres sur les feuilles de la plante, avait une origine infectieuse ou non. En utilisant des broyats de ces feuilles malades, il réussit à transmettre la maladie à des plants sains. Mais, curieusement, il ne put isoler l'éventuelle bactérie ou le champignon à l'origine de la maladie.

Quelques années plus tard, en Hollande, Martinus W. Beijerinck montrait que la maladie était due à un agent infectieux, mais que celui-ci passait à travers le nouveau "filtre à bactéries" mis au point par un autre fameux scientifique de l'époque, Chamberland. Cet étrange agent infectieux était donc beaucoup plus petit qu'une bactérie commune – qui, rappelons-le, mesure de un à deux micromètres (10^{-6} mètre).

On le sait aujourd'hui, les virus, quelle que soit leur forme, sont d'une taille bien inférieure à 0,3 micromètre. Rapidement, dans les années qui suivirent, on isola d'autres agents transmissibles de ce type chez les végétaux, mais aussi chez l'animal et chez l'homme.

Différents des bactéries par la taille, les virus ont d'autres particularités qui les mettent tout à fait à part dans le monde de l'infiniment petit. Avec les progrès récents de la microscopie électronique et de la biologie moléculaire, il est devenu possible de les visualiser et de

Le premier démasqué

Le virus de la mosaïque du tabac est le premier virus identifié. Dès la fin du siècle dernier, on soupçonna que ce minuscule agent infectieux n'était pas une bactérie.



A. B. Dowsett/SPL/Cosmos

Tapis dans les nerfs

Bouton de fièvre, lésions génitales, infections oculaires : les virus *Herpes simplex*, très répandus, sont responsables d'une longue liste de pathologies – avec une nette affinité pour les cellules des muqueuses. Une fois installés dans les nerfs sensoriels, ils peuvent y rester cachés très longtemps, hors d'atteinte du système immunitaire. Ils se réveillent ensuite à la faveur d'un stress physique ou émotionnel.

connaître leur structure. On sait maintenant qu'ils présentent une extraordinaire variété de formes et de structures – à la base, d'ailleurs, de leur classification actuelle. Mais tous sont composés de deux parties : une molécule d'acide nucléique (ADN ou ARN, mais jamais les deux) portant l'information génétique ; et, entourant et protégeant ce génome, une coque de protéines (la capsid), de symétrie cubique ou hélicoïdale. Cette capsid peut elle-même être entourée d'une enveloppe lipidique contenant des protéines.

Le virus ne forme donc pas vraiment une cellule comme la bactérie. De plus, du fait qu'il ne contient jamais à la fois de l'ADN et de l'ARN, il ne peut faire exprimer son patrimoine génétique ni se multiplier tout seul : il a besoin de la

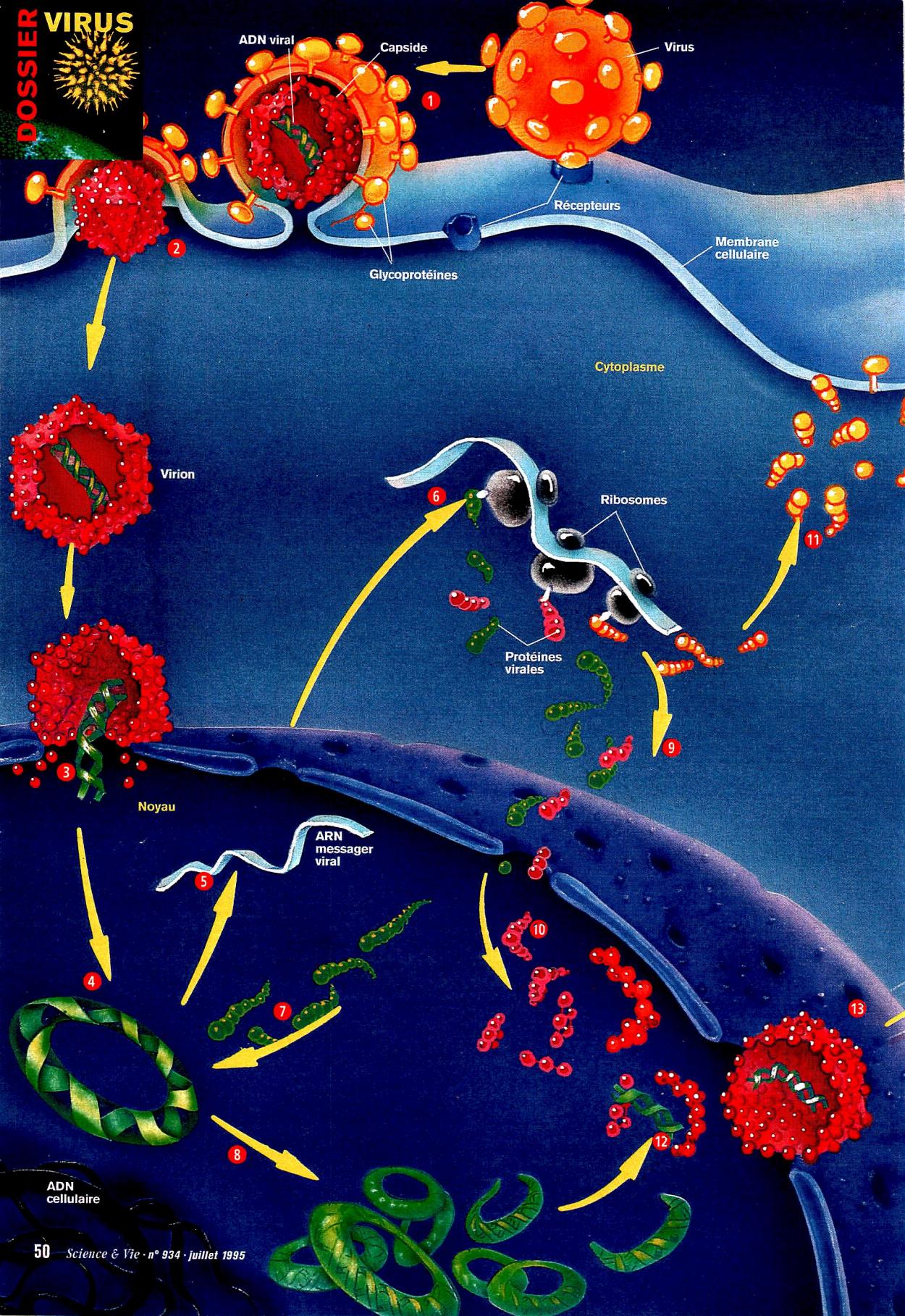
machinerie d'une cellule. Autrement dit, c'est obligatoirement un parasite intracellulaire, dont l'hôte peut être une cellule végétale ou animale ou encore une bactérie (pour les bactériophages).

Dans la mesure où ils ne se reproduisent pas tout seuls, les virus appartiennent-ils au monde du vivant ou à celui du non-vivant, composé de molécules et de cristaux ? Les scientifiques n'arrivant pas vraiment à s'entendre là-dessus, nous ne prendrons pas position.

Vivants ou non, et si petits et simples soient-ils, les virus n'en font pas moins des ravages depuis fort longtemps. C'est que, pour assurer leur pérennité, ils déploient une infinité de stratégies qui leur permettent d'envahir les cellules cibles, de s'y multiplier, d'infecter des organismes vivants, parfois en les tuant, et de passer d'un sujet infecté à un autre de manière assez directe.

Du virus de la grippe à celui du sida, leurs voies de transmission sont multiples : respiratoire, digestive, cutanée, traumatique, transplacentaire, sanguine, ou par les muqueuses. Du lieu de pénétration jusqu'aux tissus cibles, le virus devra ensuite parcourir un trajet plus ou moins long, dans le sang ou caché dans une cellule, ou encore le

DOSSIER VIRUS



Herpès : une leçon d'efficacité

L'ADN viral du virus de l'herpès est protégé par une capsid protéique, elle-même entourée d'une enveloppe lipidique dans laquelle des glycoprotéines forment des protubérances. Ces glycoprotéines virales s'attachent à la cellule par l'intermédiaire des récepteurs situés à la surface de la membrane cellulaire ①. L'enveloppe virale fusionne avec la membrane cellulaire, et le virion pénètre dans la cellule ②.

Le virion se déplace à travers la cellule, et l'ADN viral est libéré dans le noyau ③. Très vite, le génome de la cellule cesse de fonctionner, alors que l'ADN viral se circularise ④. Certains gènes du virus sont traduits en ARN messager ⑤.

Glycoprotéines

CELLULE

L'ARN
messager viral sort
alors du noyau et va monopoliser la
machinerie cellulaire afin de synthétiser des
protéines virales ⑥.

Ces protéines, de retour dans le noyau ⑦, vont provoquer une cascade d'événements. Certaines vont promouvoir la synthèse de nouvelles protéines. D'autres vont participer à la duplication de l'ADN viral ⑧. Lorsque des milliers de copies de l'ADN viral sont synthétisées, la production de protéines virales est à son maximum ⑨. Il y a accumulation dans le noyau des protéines qui vont former les capsides virales ⑩, et migration vers la membrane cellulaire des glycoprotéines de l'enveloppe ⑪.

Le matériel génétique viral (ADN double brin) est entouré par les protéines qui forment la capsid ⑫. Les virions sortent du noyau et se dirigent vers la membrane cellulaire ⑬. Les glycoprotéines virales, insérées dans la membrane cytoplasmique, entourent les virions au moment où ils quittent la cellule ⑭. L'assemblage et la production de nouvelles particules virales continuent ⑮, jusqu'à ce que la cellule hôte se désintègre.



suite de la page 49

long des nerfs, comme le font le virus responsable de la rage et celui de l'herpès.

Une fois la cellule sensible atteinte, le cycle de réplication du virus se fait en plusieurs étapes, depuis l'attache du virus

sur un récepteur, à la surface membranaire de la cellule, jusqu'à la libération de centaines de particules virales. Mais, là encore, chaque virus a développé une stratégie qui lui est propre.

Schématiquement, on peut distinguer trois phases : après la pénétration de la molécule d'ADN ou d'ARN viral dans la cellule, chez beaucoup de virus, seule une fraction du génome viral s'exprime. Elle permet alors la synthèse d'un premier ensemble de protéines. Ces protéines précoces vont contribuer à la réplication du chromosome viral. Mais elles peuvent aussi agir sur le génome de la cellule et jouer un rôle dans la cancérisation des cellules par certains virus.

Ensuite, le virus va multiplier son matériel génétique des centaines ou des milliers de fois. Chez certains virus à ADN, cette multiplication passe par l'intégration de l'ADN viral dans l'ADN cellulaire. Ensuite, l'ADN viral induit la formation d'ARN messagers, qui entraînent la synthèse de nouveaux virus complets.

Chez les virus à ARN, deux cas se présentent : s'il s'agit d'un rétrovirus (le HIV, par exemple), l'ARN est d'abord transformé en ADN par l'intermédiaire d'une enzyme, la transcriptase inverse. Puis l'ADN viral est intégré dans l'ADN cellulaire. Les nouveaux virus sont alors produits comme dans le cas précédent. S'il s'agit d'un vi-

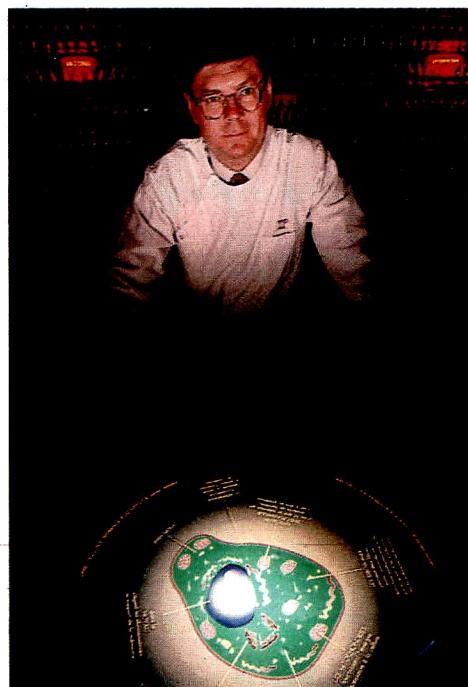
rus à ARN classique (type grippe), l'ARN viral se comporte immédiatement comme un messager pour produire de nouveaux virus.

Certains virus peuvent rester silencieux pendant des années dans la cellule, attendant pour se multiplier une activation de leur cycle par un stimulus extérieur (stress émotionnel, autre infection, fièvre, exposition aux ultraviolets du soleil...) C'est le cas d'*Herpes simplex*. D'autres, au contraire, comme le virus de la grippe se multiplient immédiatement.

L'impact de ces événements sur la cellule est très variable. Certains virus arrêtent l'activité de la cellule afin de détourner à leur profit la machinerie permettant la synthèse des protéines. Le virus *Herpes simplex* utilise cette stratégie (voir dessin de la double page précédente). D'autres virus, qui ont besoin d'être dans une cellule active, stimulent au contraire la division cellulaire.

L'infection virale se traduit souvent par des changements morphologiques. Parfois, les virus font éclater la cellule ou changent son programme génétique. Bien entendu, face à ces agressions, l'organisme attaqué, en particulier celui de l'être humain, a développé des défenses. Au premier rang de celles-ci, le système

immunitaire. Généralement, il répond à l'infection virale grâce à ses deux composants classiques : l'immunité humorale (les anticorps produits par les lymphocytes B) et l'immunité cellulaire (les cellules T tueuses, qui reconnaissent les protéines étrangères à la surface des cellules infectées par le virus et détruisent alors ces dernières). Selon les infections, ces défenses se révéleront plus ou moins efficaces. Lorsque l'on vaccine, ce sont elles qu'on cherche à activer. Objectif : les rendre aptes à reconnaître le virus, pour qu'elles soient encore plus efficaces en cas d'infection ultérieure.



Ph. Pially/Eurelios

La science contre-attaque

Les progrès de la microscopie et de la biologie moléculaire ont permis d'identifier de nombreux virus, et d'améliorer la connaissance des systèmes de multiplication et des modes de transmission (ci-dessus, le Dr Vincent Deubel, de l'Institut Pasteur).



Votre moteur sous haute protection !

Quel que soit votre style de conduite et quelle que soit la qualité de votre huile, votre moteur s'use inéluctablement. Ce sont les démarques, les petits trajets et les conditions modernes de conduite qui provoquent des micro-arrachements de métal néfastes pour le moteur. Résultat : les compressions diminuent, la puissance est altérée et la longévité du moteur est compromise. Pour lutter contre ces pertes de métal, seul un traitement à base de métaux peut le faire.

Premier remétaillant des moteurs, Métal 5 n'est pas un additif. Il est composé de microparticules extrêmement fines de métaux tendres qui viennent se « verrouiller » sous l'effet des frottements dans toutes les imperfections de surface du moteur.

L'efficacité Métal 5 ? Elle se prouve graphes en main ! L'effet Métal 5 se mesure sur une fiche de compressionmètre. Après traitement, on constate que les compressions remontent et s'équilibrent, la puissance s'améliore et la pollution diminue pour le plus grand bien des moteurs et leur longévité.

© Métal 5 est une marque déposée par SODITEN S.A.

Demandez la preuve de l'effet Métal 5 à votre professionnel auto, ils sont plus de 10.000 en France à pouvoir vous en parler. Métal 5 existe en 2 formules : Préventif à partir de 15.000 km et Curatif pour les moteurs de plus de 100.000 km.



Adressez moi, gratuitement, le Guide de la protection des moteurs (32 pages illustrées, 17 questions d'automobilistes et les réponses Métal 5).

Nom : _____ Prénom : _____

Adresse : _____

Code postal : _____ Ville : _____

Type de voiture : _____

Kilométrage : _____

Documentation en tapant 3615 METAL 5 ou sur retour de ce coupon à SODITEN S.A 127, AVENUE FELIX-FAURE 92000 NANTERRE - TEL : (1) 45.06.22.44 - FAX (1) 47.28.82.66

METAL 5°, LA PROTECTION ACTIVE DES MOTEURS.

VIE EXTRATERRESTRE

Où sont passés les Martiens ?

Il y a de l'eau sur Mars. Et il y en avait beaucoup plus dans le passé. Ces toutes récentes découvertes relancent la quête mythique des Martiens. La vie a-t-elle fleuri sur la planète rouge primitive ? Sous quelle forme peut-elle avoir survécu jusqu'à aujourd'hui ? Visite des sites possibles.

PAR PHILIPPE HÉNARÉJOS

Il y a 3,8 milliards d'années, une oasis

En ce temps-là, l'eau coulait à flots dans les déserts de la planète rouge. De véritables fleuves alimentaient des lacs et peut-être des mers. L'abondance du précieux liquide a probablement permis à la vie d'éclore... et aux Martiens d'exister !

Aujourd'hui, un désert

Le destin de Mars a tourné court. L'atmosphère s'est rapidement évaporée et l'eau a disparu pour laisser place à la planète-désert que nous connaissons aujourd'hui.

Dessins : P. Hudson

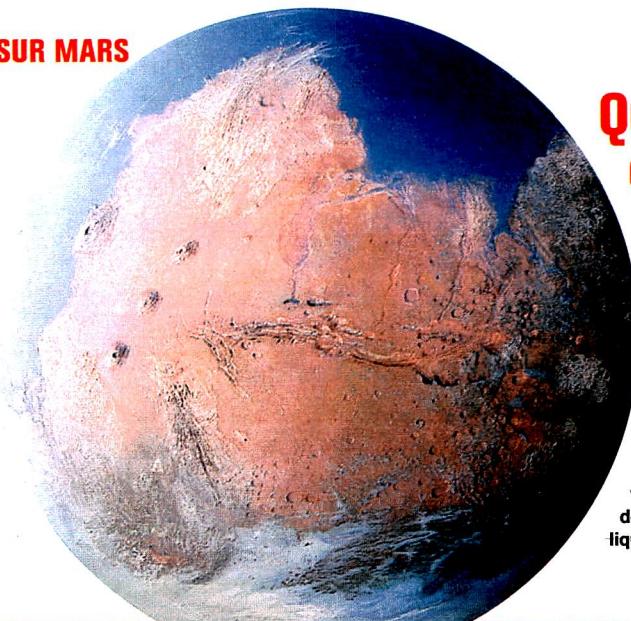


On l'appelle la planète rouge. C'est un monde désert. Sur toute sa surface, Mars n'est à perte de vue qu'une vaste étendue aride où l'eau n'est qu'un mirage. Sur ce Sahara planétaire, régulièrement balayé par de monstrueuses tempêtes de sable, aucun "voyageur cosmique" n'espérerait trouver la moindre oasis. Et pourtant, depuis quelques mois, un nouveau visage de Mars se dessine, moins désolant que prévu. En effet, selon Thomas M. Donahue, de l'université du Michigan, aux États-Unis, il existe sans doute aujourd'hui, dans le sous-sol de Mars, des quantités d'eau bien plus importantes qu'on ne le croyait (¹).

Il tire ses conclusions de l'étude de météorites particulières, baptisées SNC, trouvées sur Terre et qui sont très probablement des morceaux de Mars éjectés dans l'espace lors de chocs violents avec des astéroïdes. En mesurant les quantités de deutérium contenues dans ces roches, il en dé-

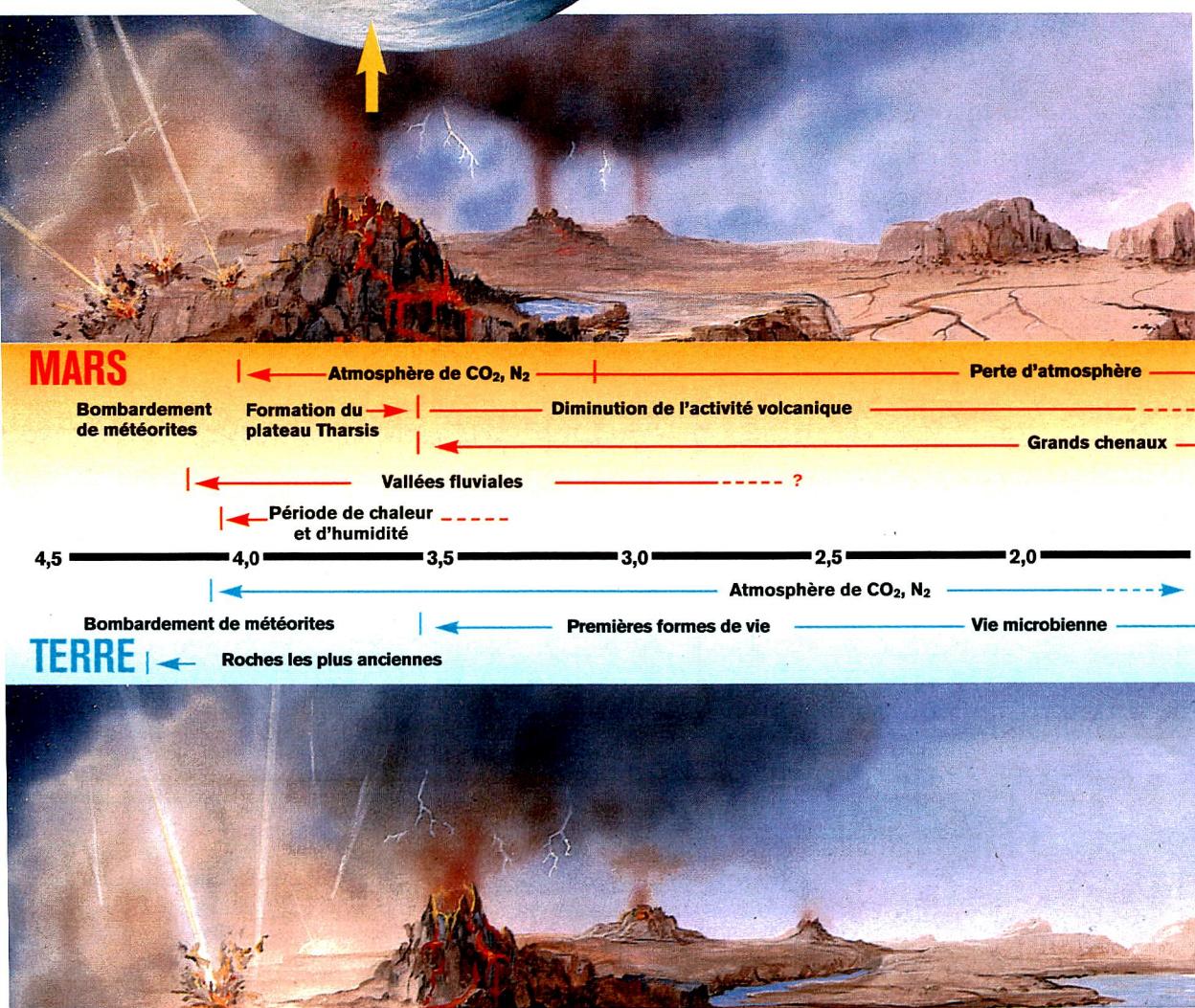
VIE SUR MARS

J.M.Joly/Ciel et Espace



Quand Mars était une planète-océan

Mars et la Terre se sont formées en même temps, il y a 4,5 milliards d'années. Elles ont subi un intense bombardement de météorites pendant 700 millions d'années et créé leurs atmosphères par dégazage et volcanisme. La vapeur d'eau s'est condensée pour former rivières, lacs et mers. Mars ressemblait alors à la Terre, avec des nuages, des océans et des continents (simulation ci-contre). Mais l'énergie interne de Mars, plus faible que celle de la Terre, n'a pas pu entretenir le volcanisme très longtemps : son atmosphère a cessé de se renouveler. Pendant la période où l'eau était liquide sur Mars, la vie aurait eu le temps d'apparaître.



► duit que «le réservoir actuel d'eau martienne doit être assez grand. Réparti sur toute la planète, il formerait une couche de plusieurs mètres de profondeur». Ce résultat remet en question les analyses d'atmosphère qui l'estimaient à seulement 0,5 m d'épaisseur. Par projection, Donahue conclut que, dans le passé, ce niveau d'eau s'élevait à plusieurs centaines de mètres d'épaisseur, ce qui semble parfaitement compatible avec les traces d'écoulements datant d'époques lointaines photographiées par les sondes spatiales.

Avec l'eau, c'est toute la question de la vie sur Mars qui rejaillit. En effet, sur Terre, les premières formes vivantes ont éclos dans un milieu aquatique, protégé des rayons cosmiques et suffisamment dense pour favoriser les associations de mo-

lécules. Si Mars a connu autrefois des jours plus cléments, il se pourrait que des Martiens aient existé, avant de périr dans une lente agonie.

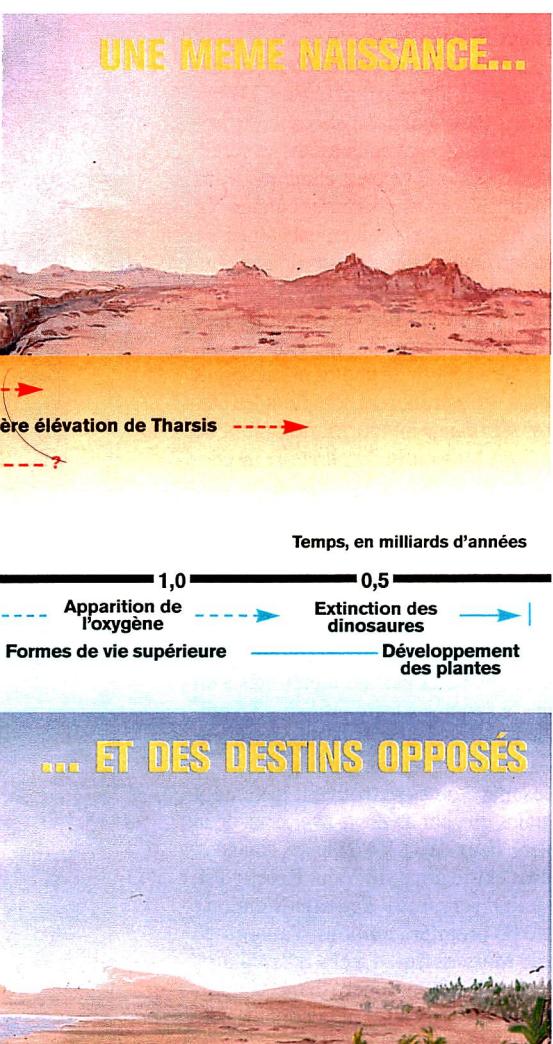
De toutes les planètes du système solaire, Mars est sans doute celle qui a le plus excité les imaginations. A la fin du siècle dernier, quand les télescopes ont été assez puissants pour y déceler des détails, les astronomes ont remarqué d'étranges similitudes avec la Terre : une journée de durée sensiblement égale, des calottes polaires fondant et se reformant au gré des saisons, des taches vert sombre faisant croire à des océans ou à de la végétation dont la couleur changeait au cours des mois.

Tous ces indices convergeaient pour faire de Mars une sœur jumelle de la Terre. Et ils n'ont jamais semblé autant se justifier qu'en 1905, lorsqu'un astronome américain, Percival Lowell, affirma qu'il avait découvert un réseau de «canaux d'irrigation». But supposé de cette colossale entreprise d'ingénierie extraterrestre : amener l'eau des pôles vers les régions arides de l'équateur. Lowell avait ainsi acquis et transmis à nombre de ses contemporains la certitude que Mars était habitée par des êtres intelligents. Il faudra attendre 1965 et la sonde *Mariner IV* pour détruire définitivement de telles idées : Mars n'est qu'un monde désolé, froid, criblé de cratères, semblable à la Lune, sans air, sans eau... sans vie.

Les «mauvaises nouvelles» vont s'accumuler avec les sondes Viking qui, en 1976, se posent pour la première fois sur le sol martien. Ce monde, tel qu'on le voit de près, se montre véritablement inhospitalier. La température moyenne ne dépasse pas -60 °C, malgré quelques rares pointes positives à l'équateur en été, et la pression atmosphérique (entre 5 et 10 hectopascals) est ridiculement faible par rapport à la Terre (10^3 hPa). Dans cet air raréfié, presque exclusivement composé de gaz carbonique, les modules Viking ont prélevé des échantillons de sable et recherché une forme de vie.

Trois expériences ont été réalisées à l'aide d'un mini-laboratoire automatique. La première consistait à rechercher s'il existait dans le sol une activité de photosynthèse produite par des micro-organismes. Elle montra que oui. Malheureusement, il fut impossible d'attribuer la réaction qui avait eu lieu (absorption de CO_2) à une forme de vie, car elle se produisait également après que l'échantillon de terre avait été chauffé à 145 °C et stocké quatre mois à l'abri de toute lumière (conditions synonyme de mort pour des micro-organismes). La deuxième expérience recherchait l'existence d'une activité métabolique semblable à la respiration (rejet de CO_2 ou d' O_2) quand l'échantillon était plongé dans de l'eau. Un fort dégagement d'oxygène eut bien lieu. Pourtant, là encore, le test du chauffage et du stockage de l'échantillon ►

(1) *Nature*,
vol. 374,
30 mars 1995.



► dans l'obscurité excluait toute forme de vie.

La troisième expérience devait établir si le sol produisait une assimilation de molécules organiques par d'éventuels micro-organismes. Pour cela, l'échantillon de sol fut mis en présence d'un milieu nutritif contenant sept substances organiques marquées au carbone 14. Un dégagement gazeux eut lieu. De plus, celui-ci cessa après un chauffage au-delà de 100 °C et une longue période d'obscurité. Ce dernier résultat était donc entièrement compatible avec l'existence d'une vie. Mais il reste incompatible avec les deux autres expériences, et surtout avec une fine analyse directe du sol n'ayant pas décelé la moindre molécule organique. «Cependant, certains disent que l'expérience a pu ne pas marcher», dit Christopher Mac Kay, astronome de la NASA au centre de recherche Ames (Californie). La même expérience a été réalisée avec des échantillons provenant de l'Antarctique, et aucune molécule organique n'a été trouvée, alors qu'il y en a. La question reste ouverte.» Enfin, beaucoup de scienti-

fiques pensent que l'activité observée dans les expériences Viking est due à la présence d'oxydants réactifs. Tout laisse à penser que, vraisemblablement, Mars est aujourd'hui une planète morte...

«En fait, le résultat de biologie le plus important sur Mars a été la découverte de traces d'eau liquide sur des photographies prises non pas au sol mais depuis l'espace», souligne Christopher Mac Kay. Sur les clichés de Viking, les scientifiques ont vu de nombreuses vallées, aujourd'hui asséchées, serpentant au milieu des

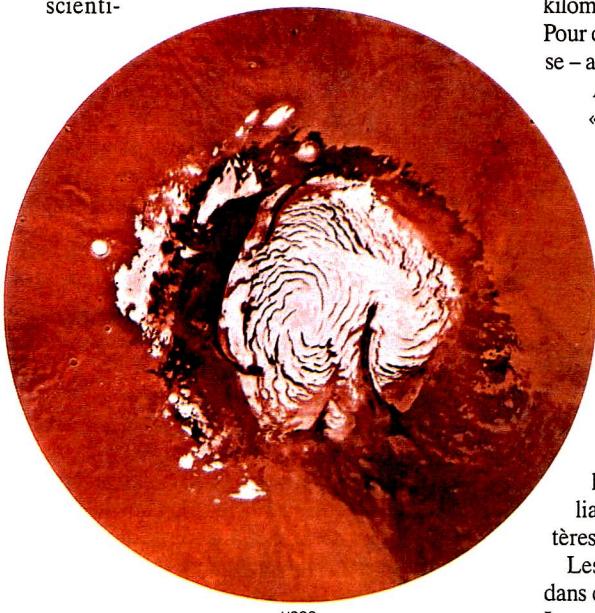
dunes martiennes. «Il existe deux types de chevaux sur Mars, explique François Forget, du Laboratoire de météo dynamique, à Paris. Le premier est constitué par des vallées très larges naissant dans des terrains chaotiques. Ils ont probablement été creusés par d'énormes quantités d'eau, contenues dans le sous-sol, libérées rapidement. De tels phénomènes ne nécessitent pas d'atmosphère dense et chaude et pourraient avoir lieu dans les conditions actuelles. Le second type est composé de lits de rivières, parfois longs de plusieurs centaines de kilomètres, formés par des écoulements réguliers. Pour cela, il a forcément fallu une atmosphère dense – au moins 30 hPa – et chaude.»

A quelle époque ces fleuves coulaient-ils ?

«Pour dater les terrains des planètes du système solaire à partir de photos prises depuis l'espace, les astronomes comptent les cratères d'impacts météoritiques, rappelle Philippe Masson, du Laboratoire de géologie dynamique de la Terre et des planètes, à Orsay. Les explorations de la Lune par les astronautes des missions Apollo ont en effet montré que plus une zone était criblée de cratères, plus elle était ancienne. Par ce biais, il a été possible de savoir qu'un intense bombardement des planètes par des météorites a eu lieu dans le système solaire jusqu'à -3,8 milliards d'années.» Ensuite, le nombre des cratères formés a très rapidement diminué.

Les vallées martiennes se trouvent justement dans des terrains qui, par analogie avec ceux de la Lune, semblent vieux de 3,8 à 4 milliards d'années. «Un consensus existe donc, dit Yann Rosenquist, astronome à l'Observatoire de Paris-Meudon : pendant les 700 premiers millions d'années de l'évolution de Mars, entre -4,5 et -3,8 milliards d'années, il y a eu une atmosphère dense, chaude, contenant de la vapeur d'eau et permettant la présence d'eau sous forme liquide au sol.»

Aujourd'hui, les réserves d'eau sont cachées



USGS

Les pôles, un réservoir gelé

Les calottes polaires constituent, après le sous-sol, le deuxième réservoir d'eau de Mars. Les pôles contiennent aussi du CO₂ sous forme de neige carbonique.

Un océan sous la surface

De grandes quantités d'eau se trouvent probablement encore dans le sous-sol de Mars, sous forme de glace. Lors de cet impact de météorite, la chaleur produite par le choc a brusquement liquéfié la glace en éjectas lobés. Sur cette image apparaît la frontière entre les anciens terrains de l'hémisphère sud et la croûte plus récente de l'hémisphère nord. Une falaise de 2 000 m sépare les deux. Près du cratère, la vallée fluviatile Mangala, venant du sud, se jette dans les étendues peu cratérisées du nord où existait peut-être un gigantesque océan.



USGS/Ciel et Espace

En ce temps-là, Mars devait probablement ressembler beaucoup à la Terre, qui elle-même était très différente d'aujourd'hui. Une épaisse atmosphère de gaz carbonique donnait au ciel diurne une belle couleur bleue, parfois troublée par l'arrivée de nuages blancs ou gris, identiques à ceux que nous connaissons aujourd'hui, chargés de vapeur d'eau. Apportés par les vents, ceux-ci éclataient sans doute en averses de pluie, mais plus souvent de neige. En plusieurs points de ce sol gris lunaire, l'eau des précipitations rejoignait en sources donnant naissance aux rivières. À 10³ hPa

de pression, un observateur capable de respirer cet air, posté au bord d'un de ces fleuves, aurait pu écouter le bruit de l'eau courante. Malgré l'effet de serre provoqué par la quantité de CO₂, la température devait rester assez froide (autour de 0 °C) puisqu'alors le Soleil était 30 % moins brillant et moins chaud qu'aujourd'hui. Au plus fort de l'hiver, les cours d'eau se paraient vraisemblablement d'une couche de glace. Suivant les pentes naturelles, ils se déversaient dans des lacs et peut-être même dans de véritables mers.

Sur les photographies de Viking, quelques sites ►

VIE SUR MARS

► semblent effectivement susceptibles d'avoir abrité des lacs. C'est notamment le cas du canyon de Hebes Chasma, situé en bordure nord de la gigantesque vallée Marineris (4 500 km de long, jusqu'à 300 km de large et 6 km de profondeur par endroits). A l'intérieur de cette dépression fermée de 300 km de long apparaissent nettement, en bordure de terrains effondrés, des strates superposées. «Il pourrait s'agir de sédiments accumulés au fond d'un ancien lac, dit Philippe Masson. Mais, pour l'instant, rien ne permet de l'affirmer avec certitude.» Pourtant, si c'était le cas, les restes des hypothétiques Martiens pourraient s'y trouver.

A quoi pouvaient bien ressembler ces êtres aux-

Où faut-il rechercher la vie ?

quels les aléas de l'évolution n'ont fait aucun cadeau ? «La seule chose que nous pourrions trouver sur Mars en examinant, par exemple, le sous-sol d'Hebes Chasma, ce sont les traces fossiles de micro-organismes, précise Christopher Mac Kay. Avec de la chance, nous découvririons des stromatolithes, c'est-à-dire des structures macroscopiques organisées en strates, créées par des microbes.» Cette vie primitive pourrait bien ressembler à celle qui se niche en Antarctique, dans l'un des endroits les plus froids et les plus secs de la Terre. Dans certaines vallées du continent austral, on a découvert des colonies de micro-organismes, malgré une température moyenne de -20 °C. L'une d'elles s'est réfugiée à l'intérieur de roches translucides. En été, quand un peu de glace fond, les "locataires" de la roche recueillent l'eau qui s'est infiltrée par les interstices et s'en nourrissent. L'hiver, ils dorment. Dans certains lacs, qui demeurent à l'état liquide malgré des températures largement négatives, il existe aussi des êtres vivants. En permanence recouvertes d'une couche de glace, ces étendues d'eau abritent des organismes photosynthétiques et même du plancton.

Si des Martiens ont jamais vu le jour, ils ont probablement ressemblé à cela. «La biologie martienne aurait toutes les chances de s'apparenter à celle de la Terre, dit Christopher Mac Kay. En même temps, j'espère qu'elle est un peu différente, avec certains traits typiques.» Mais une autre question se pose : en seulement 700 millions d'années, la vie a-t-elle eu le temps d'éclore ? Un début de réponse se trouve sur Terre. A la même époque, régnaient sur notre planète des conditions à peine plus clémentes. Et la vie avait déjà fait son apparition. Les premiers organismes vivants de notre planète da-



Nasa/Ciel et Espace

Au creux des rivières

Les photos des sondes Viking ont montré des réseaux de rivières gravés dans les plus anciens terrains de Mars, vieux de 4,5 milliards d'années. Ces vallées ont été lentement creusées par les flots au cours des millénaires. La vallée ci-dessus, baptisée Ma'adim, se jette dans le cratère Gusev qui devait être un lac. Ces fleuves représentent de bons terrains de recherche de la vie martienne.



NASA

Dans les lacs asséchés

Le canyon Hebes Chasma a probablement contenu un lac il y a quelques milliards d'années. Des strates affleurent au centre de la dépression. Si ces stratifications sont des sédiments, ce site serait le meilleur pour chercher des formes de vie fossiles.



C. Chevalier

Le futur explorateur de Mars est déjà prêt

Mis au point par le Centre national d'études spatiales et présenté il y a quelques semaines, ce robot devrait foulé le sol martien au début du siècle prochain, lors de la mission spatiale russe. Un robot intelligent pour la recherche de la vie...

tent en effet de -3,8 milliards d'années. Peut-être en existait-il avant, mais le renouvellement incessant de l'écorce terrestre par la tectonique des plaques a gommé les traces les plus anciennes.

Au contraire, la croûte de la planète rouge tient en un seul bloc, ce qui la maintient intacte. Si cette particularité entretient les espoirs de retrouver de la vie fossile, elle explique sans doute aussi pourquoi le destin des Martiens a tourné court. Pendant la phase d'intense bombardement météoristique, l'énergie interne a permis aux planètes de relâcher, par l'intermédiaire d'un fort volcanisme, les gaz (essentiellement du CO₂, mais aussi de la vapeur d'eau) qui allaient composer leur atmosphère. Une petite partie du CO₂ s'est envolée dans l'espace, et une grande partie a réagi avec le sol pour former des carbonates. Sur Terre, grâce à la tectonique des plaques et au volcanisme, le CO₂ des carbonates est régulièrement éjecté hors de la croûte, ce qui produit un renouvellement de l'atmosphère. «Mars est deux fois plus petite que la Terre, ex-

(2) Sol minéral brut des régions froides, gelé en permanence à une certaine profondeur.

plique Yann Rosenquist. Son énergie est donc plus petite, et le dégazage par volcanisme a cessé rapidement, alors que sur Terre il continue encore.» Ainsi figée, Mars n'a pas su garder son atmosphère dense ; progressivement, les rivières se sont taries, et la vie (si elle est apparue) s'est éteinte.

Mais, ici encore, des mystères demeurent. «Dans cette hypothèse, il devrait y avoir beaucoup de carbonates sur Mars, déduit Yann Rosenquist, or, on n'en a pas détecté. Peut-être se trouvent-ils sous la surface.» De son côté, François Forget remarque : «Nous n'arrivons pas à simuler la disparition de l'atmosphère martienne en si peu de temps par ces mécanismes.» Par ailleurs, il y a des traces d'eau beaucoup plus récentes. «Dans la région d'Alba Patera, l'eau a coulé il y a seulement deux millions d'années», précise Christopher Mac Kay. En divers autres lieux, Viking a photographié de gigantesques lits de rivières naissant dans des terrains chaotiques et disparaissant mystérieusement des centaines de kilomètres plus loin. De même, les flancs de la vallée Marineris, formée lors de la dernière élévation du plateau volcanique de Tharsis, il y a 800 millions d'années, semblent bien avoir été ravinés par des écoulements d'eau. «A ces époques, l'atmosphère était déjà raréfiée. Il se peut alors que l'eau ait déjà été piégée dans le sous-sol et que, sous l'effet de phénomènes volcaniques tardifs, des poches se soient temporairement liquéfiées avant de se glacer et de s'évaporer», avance Philippe Masson. La trace d'un volcanisme vieux de 130 à 200 millions d'années dans certaines météorites SNC vient étayer cette idée.

De plus, plusieurs cratères d'impacts récents sont entourés d'éjectas lobés, comme si la chute du météore avait produit un «splash». Ces vagues concentriques de boue figée suggèrent que la chaleur des collisions a brusquement liquéfié de grandes quantités de glace. «Une bonne quantité d'eau pourrait encore se trouver dans le sous-sol de Mars sous forme de pergélisol (°), dit Philippe Masson. Il existe peut-être un indice : des réseaux de fentes polygonales caractéristiques de glace contenue dans le sol ont été décelés sur Mars. Ils ressemblent à ceux que l'on trouve en Sibérie et dans le grand nord canadien. Mais, alors que ces derniers ne mesurent que quelques mètres, ceux de Mars atteignent le kilomètre.»

Pour résoudre définitivement ces énigmes, il faudra retourner sur Mars. «Mais serons-nous capables de trouver des micro-organismes fossiles avec des «rovers» automatiques ?» se demande Christopher Mac Kay. «Je crois que la présence humaine sera indispensable afin de choisir, réfléchir et comprendre.» La recherche de la vie ailleurs mérite plus que toute autre qu'on se dérange. ■

*perçue.

4,7% D'ALCOOL

0% D'AMERTUME*.

Cette bière est un

Kiki. Familièrement, la gorge, le gosier. Votre kiki vous le confirmera, K n'est pas une bière amère. En revanche, n'étant pas équipé de thermomètre, il ne pourra pas vous dire si on vous l'a vraiment servie à 2°C. K est brassée par Kronenbourg ●

L'ABUS D'ALCOOL EST DANGEREUX POUR LA SANTE, CONSOMMEZ AVEC MODERATION.



CATASTROPHE

Adoptez un bébé trou noir

Comme celle de n'importe quel animal domestique, l'adoption d'un trou noir implique des responsabilités. Mais, avant de les détailler, faisons le tour des étonnantes propriétés de cet étrange animal. Tout d'abord, il dévore tout ce qui passe à sa porté, y compris, s'il ne se tient pas à une distance raisonnable, son maître... De plus, Noiraud est à peu près de la taille d'un noyau atomique et donc difficile à voir.

En revanche, il n'y a pas de problème pour sentir sa présence : son champ gravitationnel vous attirera comme un chien tirant sur sa laisse. A une distance de deux mètres, ce champ est égal à celui de l'attraction terrestre. Mais n'approchez pas plus près : à 1 m, il vous attire quatre fois plus, à 50 cm, 16 fois plus, et à 25 cm, vous risquez vraiment gros : l'attraction est 64 fois plus forte. Si, par exemple, vous faisiez un pas vers Noiraud, votre tête resterait dans des conditions "terrestres", tandis que votre pied subirait une force considérable. Votre corps s'étirerait alors comme du chewing-gum, un pied englouti et la tête à peu près "normale". Vous imaginez le tableau ! Avec une petite bête aussi affectueuse, il faut vraiment faire attention !

Ces précautions prises, votre premier souci sera de retrouver Noiraud en orbite. Plus facile à dire qu'à faire ! Vous pourriez attendre qu'il attire votre fusée, bien sûr, mais une autre technique consiste à balancer en guise d'"appât" une sphère d'une quarantaine de tonnes au bout d'un câble. Malheureusement, la force d'attraction entre les deux est très déséquilibrée, et, si vous estimiez mal la distance, Noiraud aurait tôt fait d'avaler goulûment la proie, dans un éclair de lumière et de radiations.

Vous pourriez aussi songer à bombarder votre trou noir avec des ions, jusqu'à ce qu'il acquière une charge électrique importante. Il vous suffirait ensuite de l'attirer avec une charge de signe opposé. Mais cette méthode souffre du même défaut que la gravitation : la force faiblit très vite avec la distance. Si vous êtes trop loin, l'attraction

**Sacré petit veinard !
C'est votre anniversaire,
et votre tante Berthe vient
de vous offrir un cadeau
dont vous rêviez depuis
des années : un charmant
bébé trou noir ! "Noiraud"
est un micro-trou noir
d'à peine 900 millions
de tonnes, adorable petite
relique du big bang.
Il vous attend en orbite
haute, avide de rencontrer
son nouveau maître...**

PAR WALTER C. DRIDGER
(traduction Gilles Moine)

est trop faible, et, si vous êtes trop près, Noiraud risque de vous dévorer. Il existe aussi un autre problème : la charge électrique ne durerait pas. En effet, Noiraud aspirerait immédiatement les charges opposées disponibles dans son environnement proche et redeviendrait neutre quasi instantanément.

Une autre méthode consisterait à donner à Noiraud et à votre fusée la même charge. Puisque des valeurs de même signe se repoussent, vous pourriez le faire avancer au lieu de le tirer. Dans ce cas, plus proche vous seriez, plus fort serait l'effet de répulsion. Cela vous permettrait également d'approcher aussi près que vous le désirerez sans être aspiré. Un sérieux gage de sécurité !



D. Cordonnier

Cela dit, le problème de la neutralisation rapide des charges subsisterait.

On peut même imaginer comment votre micro-trou noir pourrait propulser un vaisseau. Il suffirait d'harnacher Noiraud et de le laisser tirer votre traîneau spatial. C'est assez simple à réaliser ; tout réside, une fois de plus, dans la manière de le nourrir. En effet, chaque fois que Noiraud avale quelque chose, il émet une bouffée de radiations qui, par réaction, le propulse dans la direction opposée au point d'arrivée de la nourriture. Quand vous voulez qu'il aille dans une direction donnée, envoyez-lui quelques tonnes d'"os" du côté opposé.

Il ne vous reste plus qu'à trouver une "laisse" pour qu'il vous entraîne dans l'espace. En fait, ça n'est pas si compliqué : mettez votre vaisseau spatial bien en face de Noiraud, en lui présentant votre arrière, que vous aurez pris soin de protéger à l'aide de boucliers antiradiations. Placez trois longues perches autour de Noiraud, dépassant vers l'arrière. Quand vous voudrez avancer, larguez quelques tonnes d'os derrière la bête. Cel-le-ci émettra une bouffée de radiations et se déplacera vers vous. A ce moment précis, ne lui jetez plus que quelques kilogrammes mais, cette fois, devant elle. Cela la ralentira un peu, et, surtout, la pression de radiation émise vers vous viendra frapper vos boucliers et vous poussera. Pour chan-

ger de direction, jetez vos os légèrement d'un côté ou d'un autre, et le tour est joué !

Pour finir, juste un petit avertissement avant de ramener Noiraud à la maison : la plupart des communes interdisent la possession de gros (et encombrants) animaux domestiques sur leur territoire. De plus, sachez préserver vos bonnes relations de voisinage : un trou noir peut se fâcher très fort s'il n'est pas nourri régulièrement. Bien sûr, vous pourriez garder l'animal sur Terre, mais cela nécessiterait d'énormes quantités de nourriture, afin d'assouvir son insatiable appétit. Malgré tous vos efforts, il ne

pourrait s'empêcher d'engloutir un flux permanent d'atmosphère en guise d'amuse-gueule. Et, si vous négligez de lui donner à manger ne serait-ce qu'un millième de seconde, Noiraud commencerait à s'attaquer au sol goulûment ! Il bêchera, creuserait de plus en plus profond et, lentement mais sûrement, se rapprocherait du centre de la Terre. Le tout dans un vacarme assourdissant qu'on pourrait entendre à des milliers de kilomètres. Les voisins n'apprécieraient ni le bruit ni les radiations...

Aussi, à moins que vous n'ayez vraiment beaucoup d'espace, vous devriez plutôt le garder dans une petite niche en orbite. Cela ne vous reviendrait pas très cher, et même, on vous payerait pour ça ! Il vous suffirait d'entourer la niche d'un gros réservoir d'eau : en mangeant, Noiraud dégagerait des radiations qui chaufferaient l'eau et la transformerait en vapeur. Celle-ci serait utilisée pour produire de l'électricité. Sa vente pourvoirait aux frais de nourriture, qui, à son tour...

Vous voyez, les trous noirs font, finalement, d'excellents animaux domestiques. Ils ne sont jamais malades et peuvent vivre pendant des millions d'années. Je suis sûr que vous en tirerez beaucoup de satisfactions. Mais, souvenez-vous, ils sont extrêmement affectueux. Aussi, gardez toujours vos distances ! ■

 Quand Olivier et Isabelle

m'ont proposé un raid de huit jours dans

les Pyrénées, sans télé, sans journal, sans

embouteillage, sans

rencontrer per-

sonne, si ce n'est

l'un de nos der-

niers ours,

j'ai tout de

suite imaginé le sac



Sac Décathlon
Cherokee 70/80 l, 659 F.
Sac à dos trekking.

à dos qu'il faudrait porter. Alors, avant de

donner ma réponse, je suis allé chez Décathlon pour voir si, par

hasard, il n'existerait pas un sac un peu plus confortable que les

autres. Et, bien sûr, il y en a un : le

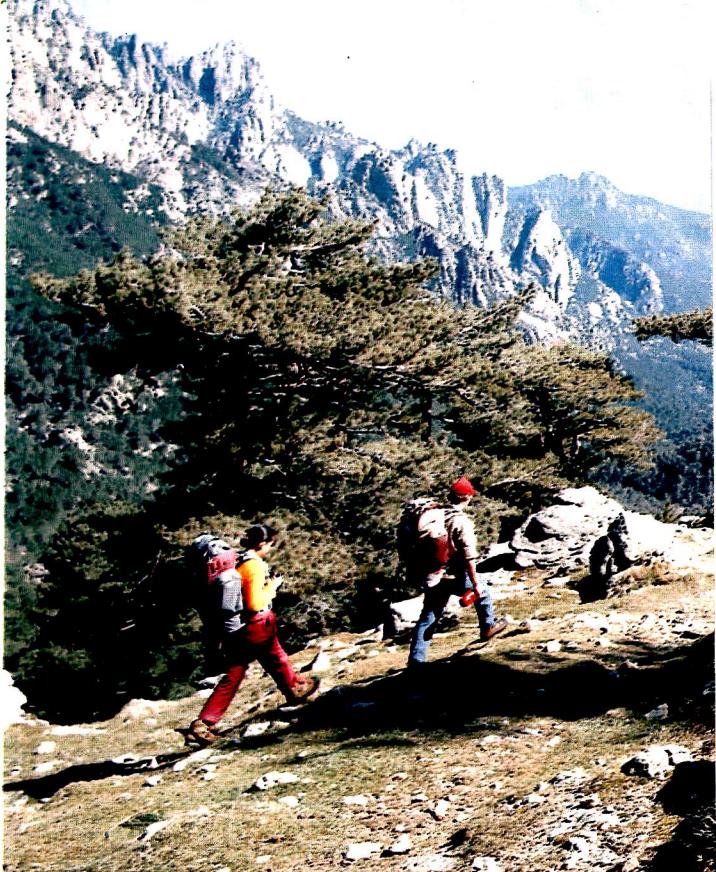
Cherokee 70/80 l (ça veut dire entre

70 et 80 litres de contenance, suivant

qu'on utilise ou non sa réhausse à soufflet, une armoire !). Vous

allez demander ce qu'il a de plus confortable

que les autres. Alors, laissez-moi vous



Quand on porte sur son dos, on n'a comme un

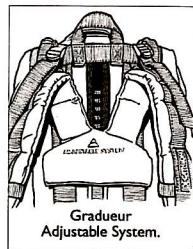
répondre : il possède un réglage précis et rapide de l'axe du

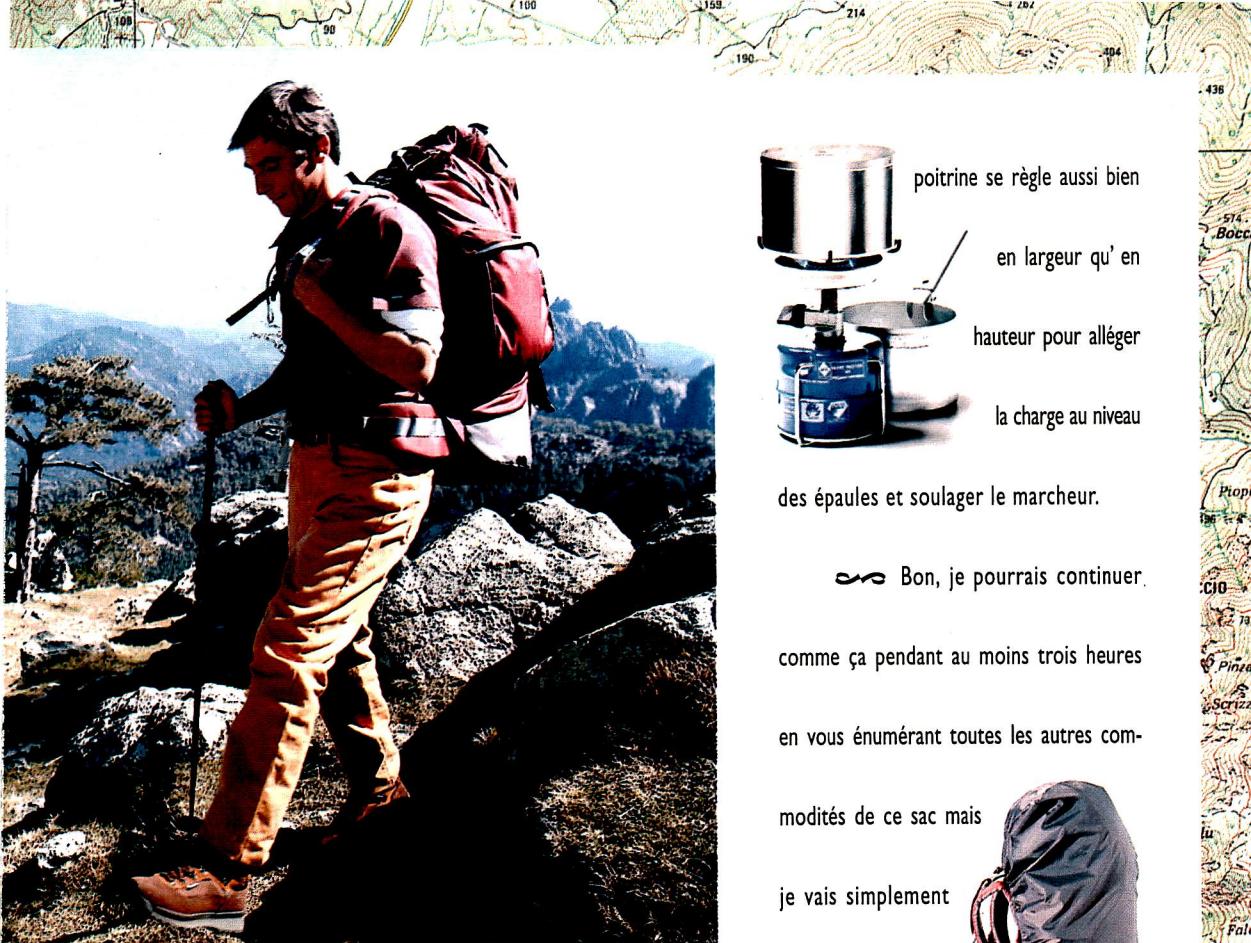
dos grâce au gradueur "Ajustable System", un rappel de la

charge au niveau scapulaire (des clavicles, sciences naturelles

niveau 3ème !) à 2 niveaux réglables, il est équipé de bretelles

anatomiques, d'une ceinture de portage en mousse bi-densité





Il porte sa maison il n'arrive pas forcément à l'escalier.

et d'un appui lombaire recouverts de Nylex pour absorber la transpiration (niveau fin d'études d'ingénieur chimiste pour comprendre !). Une large ceinture de portage enveloppe les hanches, des baguettes aluminium rigidifient le dos du sac pour une meilleure répartition de la charge et une barrette de

chez Décathlon on trouve aussi 27

autres modèles pour la balade jusqu'à

Housse anti-pluie amovible.

l'alpinisme de 39 à 659 F et que la tenue des couleurs et des coutures est garantie un an pour un usage normal.

« Bon, je pourrais continuer,

Olivier, non à la télé,

SAC A DOS

non aux embouteillages

DECATHLON
A FOND LA FORME

poitrine se règle aussi bien en largeur qu'en hauteur pour alléger la charge au niveau des épaules et soulager le marcheur.

» Bon, je pourrais continuer,

comme ça pendant au moins trois heures

en vous énumérant toutes les autres com-

modités de ce sac mais

je vais simplement

vous rappeler que



chez Décathlon on trouve aussi 27

autres modèles pour la balade jusqu'à

Housse anti-pluie amovible.

l'alpinisme de 39 à 659 F et que la tenue des couleurs et des coutures est garantie un an pour un usage normal.

» Pour conclure, vous l'aurez compris, j'ai dit oui à

Olivier, non à la télé,

SAC A DOS

non aux embouteillages

DECATHLON
A FOND LA FORME

SUPERCORDES

Réconcilier Einstein et la mécanique



**Le rêve
d'Einstein
réalisé ?**

Les scientifiques tentent d'unifier
l'explication de l'infiniment petit
et celle de l'infiniment
grand.

quantique

Einstein aurait adoré la théorie des supercordes, lui qui, pendant trente ans, a cherché à réunir sa relativité générale et la physique quantique... Avec les supercordes, on tient peut-être enfin cette "théorie du Tout". Elle décrit un univers déconcertant, où les particules élémentaires sont remplacées par des "cordes" vibrant comme celles d'un violon, et qui n'est autre que l'univers primitif du big bang...

PAR HÉLÈNE GUILLEMOT

«Pour la première fois dans l'histoire, nous avons peut-être découvert la théorie unifiée de toutes les particules et de toutes les forces de la nature !» Cette phrase n'est pas tirée d'un roman de science-fiction, ni du cerveau d'un illuminé, ni même de la plume d'un journaliste en mal de sensationnel. Elle a été écrite et prononcée par l'un des plus grands physiciens actuels, Muray Gell-Mann, prix Nobel de physique.

Comme beaucoup de ses collègues, Gell-Mann pense que la "théorie des supercordes" est «le meilleur candidat au titre de théorie du Tout» (excusez du peu!). Cette théorie, qui suscite un véritable engouement chez les physiciens depuis une dizaine d'années, repose sur un principe de base étonnamment simple : tout ce qui existe dans l'Univers est constitué non pas de particules assimilables à des points – infiniment petits et mathématiquement sans dimension –, comme on le pensait jusqu'alors, mais de "cordes", sortes de fils ultramince à une seule dimension. Rien qu'en remplaçant les particules ponctuelles par ces objets filiformes, on est presque en mesure de réaliser le rêve séculaire des physiciens : unifier par la théorie toutes les forces et toute la matière. Les obstacles à l'unification semblent s'évanouir comme par enchantement – en particulier la malédiction originelle : l'incompatibilité radicale entre les deux principes maîtres de la physique, mécanique quantique et relativité générale.

Voilà en effet trois-quarts de siècle que ces deux grandes théories se partagent l'univers physique... en s'ignorant totalement. L'une, la théorie quantique, règne sur le microcosme, c'est-à-dire au niveau des particules et des atomes. L'autre, la relativité générale d'Einstein, étend son empire sur le macrocosme, à l'échelle du cosmos et des galaxies. Ces deux principes universels se sont partagé les quatre forces (ou "interactions") fondamentales auxquelles se ramènent tous les phénomènes de la nature. Rappelons qu'il s'agit de la gravitation (qui s'exerce entre les masses), l'électromagnétisme (qui s'exerce entre les charges électriques, retient les électrons autour des noyaux des atomes et relie les atomes dans les molécules), l'interaction faible (qui se manifeste dans la radioactivité bêta) et l'interaction forte (qui relie les quarks entre eux, pour former protons et neutrons, et les protons et les neutrons dans les noyaux).

Le partage est inégal : la relativité générale joue le rôle de théorie actuelle de la gravitation, tandis que les trois autres forces sont sous la férule quantique. La gravitation est en effet des milliards de fois plus faible que les autres forces, ce qui la met totalement "hors-jeu" à l'échelle subatomique. Elle n'intervient que lorsque sont rassemblées de

CERN

UNIFICATION DES FORCES

► grandes masses de matière, à l'échelle cosmique, en particulier : c'est elle qui dirige le ballet des planètes, des étoiles et des galaxies.

A l'autre "extrémité" de la physique, le monde des particules – où s'exercent les trois interactions : électromagnétique, forte et faible – est régi par les règles de la mécanique quantique. L'univers quantique n'a pas grand-chose à voir avec celui qui nous est familier : les particules se comportent tantôt comme des corpuscules, tantôt comme des ondes. Et on ne peut pas définir précisément à la fois leur position et leur vitesse, mais seulement la probabilité qu'une particule ait telle position et telle vitesse. Quant aux forces, il faut les imaginer comme des échanges de particules "médiatrices" (ou bosons) entre les particules de matière (les fermions). Ainsi, la force électromagnétique se transmet par l'intermédiaire du boson électromagnétique, le photon. L'interaction faible est véhiculée par les bosons W^+ , W^- et Z_0 . Dans l'interaction forte, enfin, les quarks se "collent" ensemble dans le proton en échangeant des "gluons".

Dans les années soixante et soixante-dix, ces trois forces ont été décrites par des théories quantiques qui reposent sur un même principe, très général et très profond : la symétrie. Chacun sait qu'un objet peut être symétrique : un cristal de neige, par exemple, est symétrique, alors qu'un caillou ordinaire ne l'est pas. On dit qu'un objet

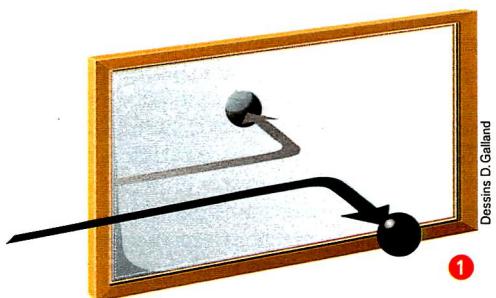
possède une symétrie quand on peut lui faire subir un déplacement sans changer son aspect : si l'on fait tourner le cristal de neige de 60° par rapport à son centre, il semble n'avoir pas bougé.

Or, les lois physiques – donc les équations qui les décrivent – peuvent également posséder des symétries. Evidemment, on ne peut pas les faire bouger concrètement, mais on peut leur faire subir, en quelque sorte, la transcription mathématique de ces mouvements. Si ces transformations ne modifient pas les lois, celles-ci sont symétriques.

De fait, il se trouve que les quatre forces fondamentales peuvent être formulées par des lois qui possèdent chacune une symétrie bien particulière, définie par ce qu'on appelle un "groupe de symétrie". Et c'est précisément là-dessus que s'appuie l'unification des interactions fondamentales : unifier les forces revient à trouver une symétrie plus vaste, qui englobe les symétries qui leur sont associées. Cette grande entreprise est d'ors et déjà entamée avec succès : il y a une vingtaine d'années, l'interaction électromagnétique et l'interaction faible ont été rassemblées dans une théorie dite "electrofaible", qui établit une symétrie entre les photons et les bosons W et Z . Le groupe de symétrie de cette théorie unifiée intègre les deux groupes de symétrie électromagnétique et faible.

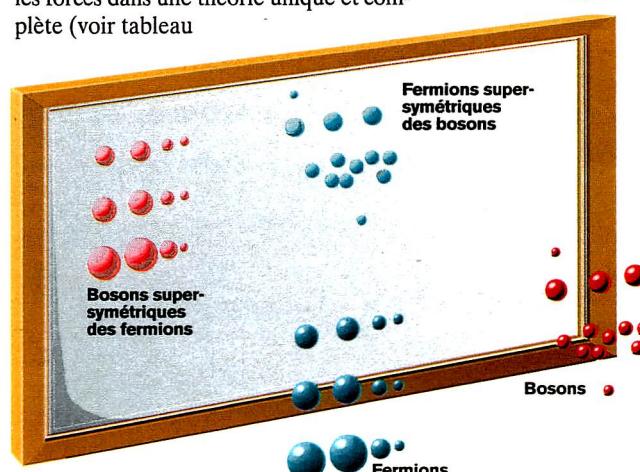
Après cette première réussite, les théoriciens ont voulu aller plus loin, en étendant l'unification à l'interaction forte. Mais, cette fois, ils ont rencontré des difficultés, encore insurmontées... Pour le moment, donc, le monde des particules est décrit par deux théories pour trois forces – la théorie electrofaible et la théorie de l'interaction forte – qui, soumises à l'épreuve de l'expérience dans des accélérateurs de particules, se sont jusque-là parfaitement vérifiées.

Pourtant, malgré ces succès, les physiciens ne sont pas satisfaits. Ils n'ont toujours qu'une idée en tête : rassembler toutes les particules et toutes les forces dans une théorie unique et complète (voir tableau



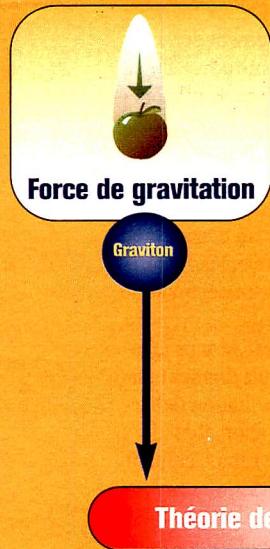
De la symétrie à la supersymétrie

Dans un miroir ①, le reflet d'une particule qui tourne à droite est une particule symétrique tournant à gauche. La supersymétrie ②, plus abstraite, obéit à un principe comparable. Mais, cette fois, l'image d'une particule de type "fermion" (en bleu) est un "boson" (en rouge), et vice versa. Dans la réalité, ces familles sont tout à fait distinctes : les fermions constituent la matière, et les bosons sont les messagers des quatre forces. Leurs "images" supersymétriques n'ont encore jamais été observées... Mais la théorie supersymétrique est pleine de promesses : en mettant sur le même pied matière et forces, elle parvient à rendre compatibles physique quantique et relativité générale.



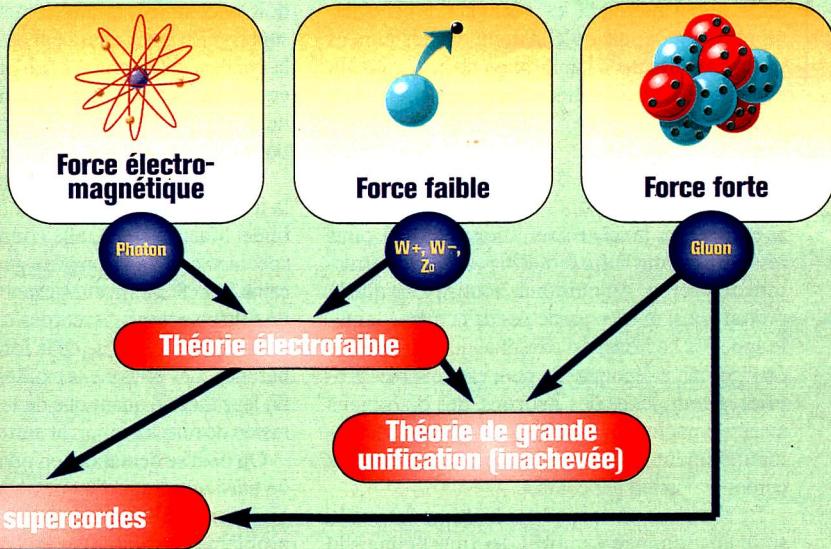
A la recherche de l'unité perdue

Relativité gén.



Force de gravitation

Mécanique quantique



Photon

Force faible

W^+, W^-, Z_0

Force forte

Gluon

Théorie électrofaible

Théorie de grande
unification (inachevée)

Théorie des supercordes

- ▲ Forces fondamentales
- ▲ Particules véhiculant les forces
- ▲ Théories unifiant les forces

Trouver, pour les quatre forces de la nature (et les particules qui les véhiculent), une théorie unificatrice, tel est le rêve des physiciens... Un premier pas a été franchi avec l'unification des forces électromagnétique et faible. La théorie des supercordes, capable de concilier relativité générale et mécanique quantique, pourrait bien être cette "théorie du Tout" tant attendue.

ci-dessus). Mais pourquoi diable vouloir à tout prix unifier des forces que tout sépare, puisqu'elles n'ont ni les mêmes portées ni les mêmes intensités, et qu'elles ne concernent pas les mêmes particules? En réalité, on ne cherche pas à prouver que les quatre forces n'en font qu'une (ce qui est manifestement faux), mais à leur découvrir une structure, une origine commune. Cet espoir est conforté par la théorie du big bang et de l'expansion de l'Univers, qui affirme qu'au début n'existant qu'une seule force et un seul type de particules. C'est cet état primitif, de l'aube du monde, que l'on tente de retrouver avec une théorie unifiée, basée sur une symétrie très vaste. Après le big bang, l'Univers, à mesure qu'il se refroidissait et s'étendait, s'est aussi complexifié et diversifié, la force et la particule uniques donnant progressivement naissance aux quatre forces et aux vingt-quatre particules de l'Univers actuel. Les physiciens disent que la symétrie originelle s'est "brisée" pour engendrer les forces que nous connaissons.

La quête d'unité des physiciens trouve là une justification "historique"! C'est pourquoi ils s'acharnent tant à concilier la relativité générale et la physique quantique. Outre qu'il est difficile d'admettre que l'Univers repose sur deux théo-

ries incompatibles entre elles, celles-ci n'ont pas toujours été aussi éloignées qu'aujourd'hui. A une époque très reculée, immédiatement (10^{-43} secondes!) après le big bang, l'Univers était si imaginarialement petit, chaud, courbe et dense qu'il devait être à la fois quantique et soumis à une force gravitationnelle gigantesque. Tout n'était alors que fluctuations quantiques anarchiques dévastant la structure même de l'espace-temps, qui ressemblait à un bouillonement incohérent! Et, pourtant,

cet univers primitif obéissait déjà au principe physique unique qui allait engendrer tout l'Univers avec sa diversité.

L'ennui, c'est que cette gravitation quantique est mathématiquement indescriptible : on ne sait pas quantifier la relativité générale. Concrètement, cela se traduit par l'apparition, dans les calculs, de nombreuses probabilités infinies (alors qu'une probabilité est par définition comprise entre zéro et un – une probabilité de un signifiant 100 % de chances). Certes, les probabilités infinies ne sont pas des nouveautés pour les physiciens : ils en ont rencontré dans toutes leurs théories quantiques. Mais, jusque-là, ils parvenaient à les faire disparaître par un tour de passe-passe mathématique appelé "renormalisation". Dans la gravitation quantique, rien à faire : les infinis sont en nombre... ▶

A l'origine, il n'y avait qu'une force

UNIFICATION DES FORCES

► infini, ce qui interdit de les escamoter de cette manière. Bref, depuis qu'Einstein, dès les années vingt, s'est attaqué à l'unification de la gravitation et de la physique quantique, les physiciens ne sont jamais venus à bout de ces obstacles. Jusqu'à l'arrivée des supercordes...

Curieusement, l'idée des cordes n'était pas vraiment nouvelle. Elles ont fait une première "fausse entrée" sur la scène scientifique en 1970, pour résoudre un tout autre problème : celui de la structure du proton. Aujourd'hui, nous savons que le proton (ainsi que les particules de la même famille appelées hadrons) est constitué de quarks. Mais on l'ignorait à l'époque. Et, pour expliquer les propriétés complexes des hadrons, des physiciens avaient imaginé un modèle qui revenait, mathématiquement, à les décrire comme de petites cordes réagissant par contact.

La structure en cordes des hadrons fut par la suite abandonnée au profit des quarks, mais le modèle s'était avéré étonnamment riche et fécond. A tel point que le Français Joël Scherk et l'Américain John Schwarz, de l'institut de technologie de Californie, ont pressenti dès 1974 la destinée des cordes : représenter non pas des hadrons mais carrément les particules fondamentales de la nature !

Pour que les cordes puissent décrire tous les types de particules, Joël Scherk leur adjoignit une propriété appelée "supersymétrie" (voir dessins, double page précédente), fondant ainsi la théorie des "supercordes". La supersymétrie regroupe les deux grandes familles de particules, qui, dans notre Univers, jouent des rôles très différents : les fermions, briques élémentaires de matière (quarks, électrons, etc.) et les bosons, qui transmettent les interactions (le photon, le W, le Z, les gluons). Cette théorie double le nombre de particules élémentaires : elle suppose que chaque fermion a pour "partenaire supersymétrique" un boson, et chaque boson, un partenaire fermion (ces partenaires supersymétriques n'ont jamais été observés à ce jour). La supersymétrie a le mérite d'unifier toutes les forces, y compris la gravitation ; car les fameuses probabilités infinies s'annulent, celles des bosons compensant celles des fermions.

Mais d'autres difficultés ont surgi. Ainsi, les supercordes ne parvenaient pas à reproduire l'étrange asymétrie de la force faible : elle ne s'exerce que sur les particules qui tournent dans un certain sens. Autrement dit, elle montre une préférence entre la droite et la gauche ! C'était là un fait mal expliqué mais incontournable – dont toute théorie globale

doit évidemment rendre compte. Or, les théories supersymétriques refusaient obstinément de violer la symétrie du miroir : dès qu'on y introduisait des équations tenant compte du sens dans lequel tournent les particules, on se retrouvait avec des violations des sacro-saintes lois de conservation !

Empoisonnée par ces diaboliques "anomalies", la théorie des supercordes est donc peu à peu oubliée. Mais, en 1984, elle connaît un *come-back* spectaculaire : à la surprise générale, les Américains John Schwarz et Michael Green découvrent une théorie des supercordes capable de prendre en compte l'asymétrie de la force faible sans incohérence. Les physiciens exultent : ils tiennent enfin leur théorie quantique de la gravitation débarrassée de tous les infinis et autres "anomalies" !

On peut se demander en quoi le remplacement de particules sans dimension par des objets unidimensionnels – les cordes – peut résoudre les problèmes inextricables de la gravitation quantique... En fait, les particules ponctuelles ont toujours fait mauvais ménage avec la physique quantique. Cela se conçoit bien : comme on l'a vu, selon le principe d'incertitude de Heisenberg, la position et l'énergie d'une particule ne peuvent être simultanément

déterminées avec précision. Comme une interaction entre particules ponctuelles est également ponctuelle, donc déterminée avec une précision parfaite dans l'espace-temps, en contrepartie, il y a d'énormes incertitudes sur son énergie... Cette contradiction est à la source des infinis qui minent les théories quantiques. Or, en remplaçant le point par une corde, l'interaction n'est plus ponctuelle, et cette difficulté disparaît.

Alors que la trajectoire d'une particule ponctuelle dans l'espace-temps était représentée par une ligne, la trajectoire d'une corde balaie une surface. Or, cette trajectoire à deux dimensions oblige à construire une théorie dont la symétrie est énorme ; et Green et Schwarz ont montré que, si l'on veut éviter les anomalies, il n'y en a qu'une seule possible. La merveille est que cette théorie des supercordes est non seulement unique, débarrassée des infinis et autres anomalies, compatible avec les règles quantiques et la relativité générale, mais encore qu'elle conduit tout naturellement à l'unification des forces de la nature ! Son groupe de symétrie admet en effet parmi ses sous-groupes ceux qui décrivent les quatre interactions fondamentales.

En prime, la théorie va jusqu'à spécifier la dimension de l'espace-temps. Surprise : elle exige...

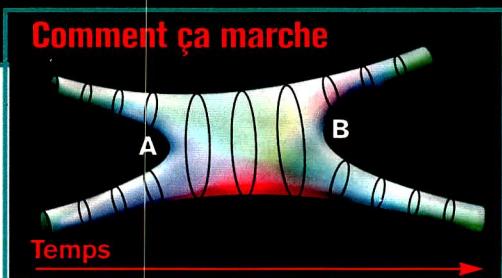
Un espace-temps à dix dimensions !

L'Univers selon les supercordes



Dessins J.S.

Comment ça marche



Dans le monde des supercordes, il n'y a qu'un seul type de particule – une corde en boucle – et une seule forme d'interaction possible – deux cordes peuvent se fondre en une (voir dessin ci-contre, A), ou une seule se scinder en deux (B). L'évolution d'une corde dans le temps décrit une sorte de "tube". Les interactions plus complexes, mettant en jeu de nombreuses particules, se font sur le même modèle (dessin ci-dessus).

dix dimensions, soit une dimension de temps et neuf d'espace ! Comme l'expérience montre que nous vivons dans un univers à quatre dimensions seulement (trois d'espace et une de temps), il y a là un problème, mais qui n'est pas rédhibitoire. N'oublions pas que la théorie des supercordes ne prétend en aucune manière décrire l'Univers réel ! C'est une théorie de la gravitation quantique, dans laquelle les forces sont unifiées et les particules aussi (bosons et fermions appartenant à la même famille supersymétrique), ce qui n'est évidemment pas le cas autour de nous. La théorie des supercordes ne se manifeste qu'à des énergies extraordinairement élevées, celles qui régnent au moment du big bang, quand toutes les interactions, gravitation comprise, étaient de même importance.

Mais à quoi ressemble cet univers primordial ? On peut l'imaginer peuplé de petites cordes fermées en boucle, toutes semblables. Ce sont les vibrations de ces cordes qui constituent les parti-

cules (une particule peut en effet être considérée comme une onde), la fréquence de vibration déterminant l'énergie de la particule, c'est-à-dire sa masse. Une supercorde engendre donc une infinité de particules – un peu comme une corde de violon peut émettre de nombreuses notes différentes. Comme elle a une tension énorme (équivalant à une force de 10^{39} tonnes), ses modes de vibration correspondent à des particules de masses incroyablement élevées. Les particules de notre Univers, elles, correspondent à une corde qui ne vibre pas, ce qui signifie qu'elles n'ont pas de masse dans la théorie des supercordes. Il faut enfin préciser qu'une corde mesure environ 10^{-35} m de long, soit de dix à vingt fois moins que la taille d'un proton (en ce sens, nous sommes plus proches du proton que le proton de la corde !) C'est pourquoi, à notre échelle comme à celle des protons, les cordes peuvent être assimilées à des points.

Les cordes ne connaissent qu'un seul type d'in-

UNIFICATION DES FORCES

► teraction. Alors qu'une particule peut subir toutes sortes de réactions, par exemple, se désintégrer en une, deux ou trois autres particules, deux cordes peuvent seulement se fondre pour en former une seule ; ou encore (c'est en fait le même phénomène à l'envers) se séparer en deux (voir dessin page précédente). On peut montrer que toutes les interactions se ramènent à ce processus élémentaire de scission-fusion.

Une seule corde, une seule interaction : le but paraît atteint. Les supercordes semblent bien réaliser l'unification tant recherchée. Mais une question brûle les lèvres : quel rapport y-a-t-il entre cet univers abracadabrant de cordes supersymétriques à dix dimensions, où toutes les interactions sont confondues et où les particules ont des masses nulles ou gigantesques, et notre univers familier ? Une théorie d'unification doit certes décrire ce qui unit les forces et les particules mais aussi rendre compte de ce qui les sépare. Elle doit faire le pont avec l'univers réel, en précisant les mécanismes qui ont brisé la vaste symétrie initiale pour engendrer des forces et des particules plus différenciées.

Or, c'est bien là que le bât blesse : les physiciens savent construire des théories de cordes supersymétriques, mais ils ignorent comment cette supersymétrie se brise spontanément pour constituer des bosons et des fermions. Il semblerait que ce phénomène soit lié à une autre question en suspens : celle de l'origine des masses des particules (dans la théorie des supercordes, on l'a vu, ces masses sont nulles). Pour résoudre ce problème, les théoriciens font intervenir une particule appelée "boson de Higgs" (déjà introduite dans la théorie électrofaible), qui serait dotée de l'étrange capacité d'engendrer les masses de toutes les particules.

Autre problème posé par la théorie des supercordes : les six dimensions surnuméraires. Les supercordes évoluant dans dix dimensions et nous seulement dans quatre, les physiciens envisagent que les dimensions en trop puissent être "compactifiées" : enroulées sur elles-mêmes, elles seraient de la même taille que les cordes, si bien que, "de loin", l'espace semble être à trois dimensions. Aussi extravagante qu'elle puisse paraître à un profane, la compactification de dix dimensions

à quatre est mathématiquement réalisable.

Mais hélas ! Alors qu'il n'y a qu'une théorie à dix dimensions possible, il existe plusieurs méthodes de compactification produisant de très nombreuses théories différentes à quatre dimensions, parmi lesquelles on ne sait pas choisir...

Bref, avec la théorie des supercordes, de nombreux problèmes mathématiques restent à résoudre. Mais ce que lui reprochent surtout ses détracteurs, c'est d'être purement spéculative, de se refuser à l'expérience. De fait, nul ne pourra jamais recréer en laboratoire les conditions qui prévalaient immédiatement après le big bang. Pourtant, faute de preuves directes, certaines conséquences indirectes de la théorie seraient détectables : des partenaires supersymétriques des particules habituelles, par exemple, ou le boson de Higgs – dont la découverte est espérée au LHC, le futur accélérateur géant du CERN, près de Genève (voir photo ci-contre). Sans être des signatures formelles des super-

cordes, de telles découvertes constitueraient déjà une première étape vers une confirmation.

Certains chercheurs préfèrent s'intéresser aux conséquences de la théorie des supercordes sur la relativité générale. Car, s'il s'agit vraiment de la "théorie du Tout", elle englobe et dépasse la mécanique quantique et la relativité générale. Cette dernière reste valable, sauf à une très petite échelle – celle de la corde. En effet, la théorie des supercordes pose qu'il ne peut y avoir de longueur inférieure à celle d'une corde. Or, les points sont plus petits que les cordes – et donc interdits. Il faut par conséquent reconsiderer les fameuses "singularités" – trous noirs ou big bang – de la relativité générale, puisqu'il s'agit de *points* où la gravitation est infinie... C'est pourquoi des scientifiques cherchent à déterminer des tests astronomiques de la théorie des supercordes, comme il y en eut pour la relativité générale.

Mais le plus extraordinaire serait sans doute de découvrir dans un accélérateur de particules une dimension enroulée ! Dans certaines conditions, une telle dimension pourrait se manifester par une production de particules aux propriétés identiques et aux masses différentes, régulièrement espacées. Il ne faut pas trop y compter, mais, à l'aube du XXI^e siècle, il est permis de rêver ! ■



En quête de preuves

Le futur accélérateur de particules LHC du CERN, près de Genève, fournira-t-il la confirmation tant attendue de la théorie des supercordes ?



FUJICOLOR SUPER G PLUS



Nouveau Fujicolor Super G Plus.

Surtout ne vous trompez pas de film!..

Aujourd'hui, avec le nouveau film Fujicolor Super G Plus, vous possédez sûrement ce qui se fait de mieux en matière de photographie. Après avoir révolutionné le marché de la photographie avec le film Fujicolor Super G, Fujifilm va encore plus loin avec Fujicolor Super G Plus. Des grains plus fins pour vraiment mieux capter toute la lumière, une meilleure définition et une restitution parfaite des tons chair font du film Fujicolor Super G Plus, le meilleur film de sa génération. Pour découvrir le film Fujicolor Super G Plus, Fujifilm vous propose plein de promotions!

Alors rendez-vous chez votre revendeur Fujicolor.

FUJIFILM France I & I
Imaging Information





HIÉROGLYPHES

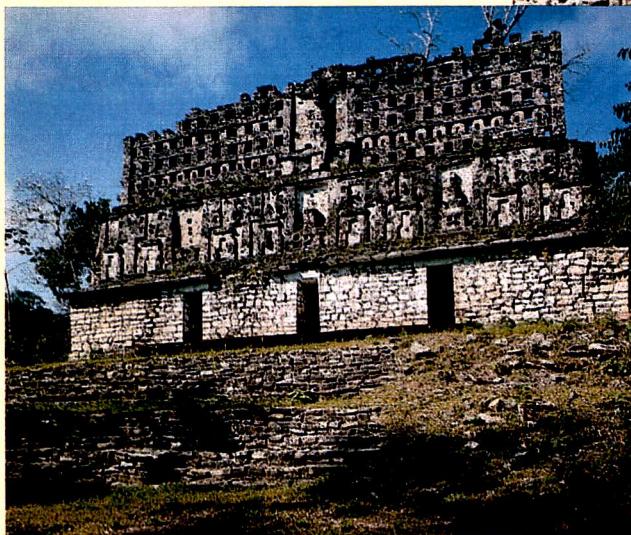
Déchiffrez

l'écriture maya

L'écriture maya, jusqu'ici sibylline, a trouvé son Champollion ! Michel Davoust, chercheur au CNRS, vient de publier l'aboutissement de vingt ans de travaux sur la question. Avec son aide, nous vous proposons de décrypter à votre tour les textes mayas.

PAR THIERRY PILORGE

Les Mayas constituent l'une des civilisations les plus évoluées et les plus méconnues qui soient. La récente découverte de la sépulture du fondateur d'une des plus durables dynasties (elle subsista plus de quatre siècles) et de la tombe de son fils apporte des éléments essentiels à la compréhension de l'histoire de ce peuple. La représentation des seize rois de la dynastie, au pied d'un autel de la ville de Copán (l'une des principales cités-Etats mayas) où les deux tombes ont été trouvées, y contribue pour une large part. Mais, pour connaître les noms des princes, rois et empe-



Gravé dans la pierre, le sacré

Ce temple du site de Yaxchilán, l'une des plus grandes cités mayas, était dédié au dieu Quetzalcóatl, le "serpent à plumes". Comme tous les temples, il était orné de nombreuses fresques et de hiéroglyphes décrivant les cérémonies religieuses et les événements de la vie des princes.

reurs, leurs titres et les événements qui ont jalonné leur histoire, la clé reste l'écriture. Or, une grande part du mystère a longtemps été entretenu par la difficulté de déchiffrer l'écriture maya...

Si, dès le XVI^e siècle, on dispose de quelques élé-

Photos G. Dagli Orti







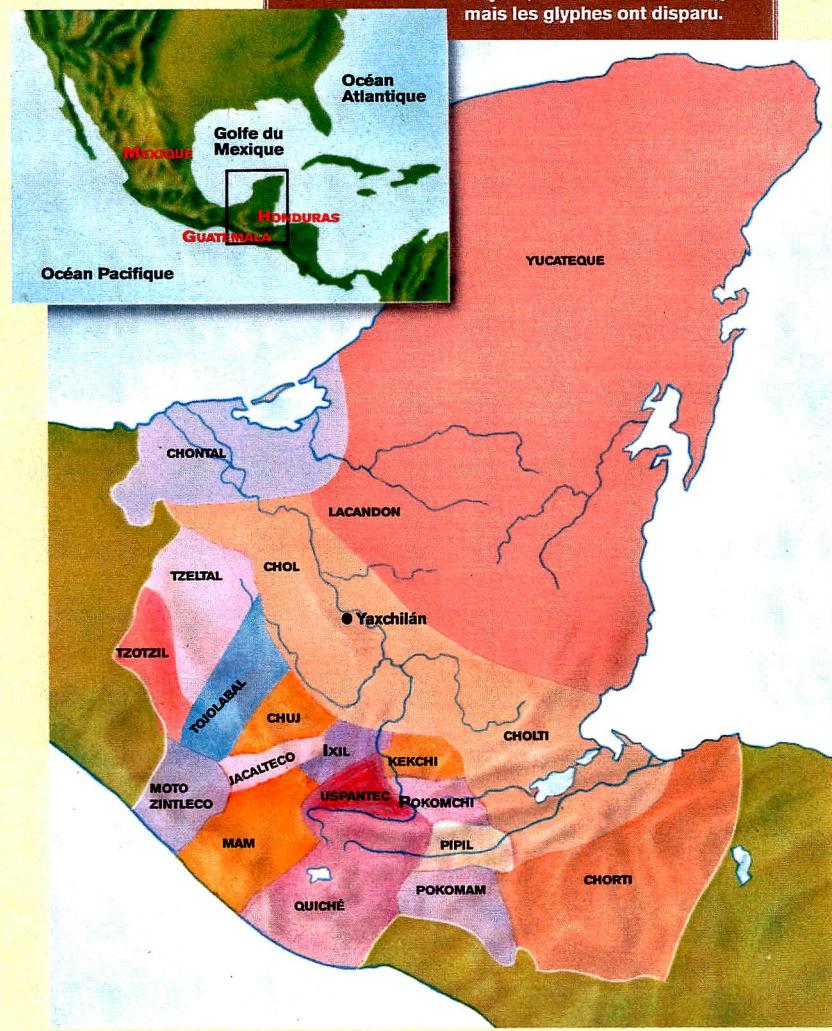
► ments – notamment du calendrier maya, grâce à Diego de Landa, deuxième évêque du Yucatán –, l'élucidation des textes gravés sur les stèles, monuments et autres édifices de pierre, ou encore écrits sur des codex (longues bandes de fibres végétales recouvertes de chaux et pliées en accordéon), reste très difficile. On n'a jamais trouvé, en effet, d'équivalent maya de la pierre de Rosette, qui donnerait les versions d'un même texte en écriture hiéroglyphique, en langue maya courante et en espagnol, par exemple. Ce n'est donc que grâce à un labeur acharné, pendant plus de quatre siècles, que les spécialistes de l'Amérique précolombienne sont enfin arrivés à élaborer une table donnant la valeur syllabique de chaque glyphe et à proposer une grammaire de l'écriture maya.

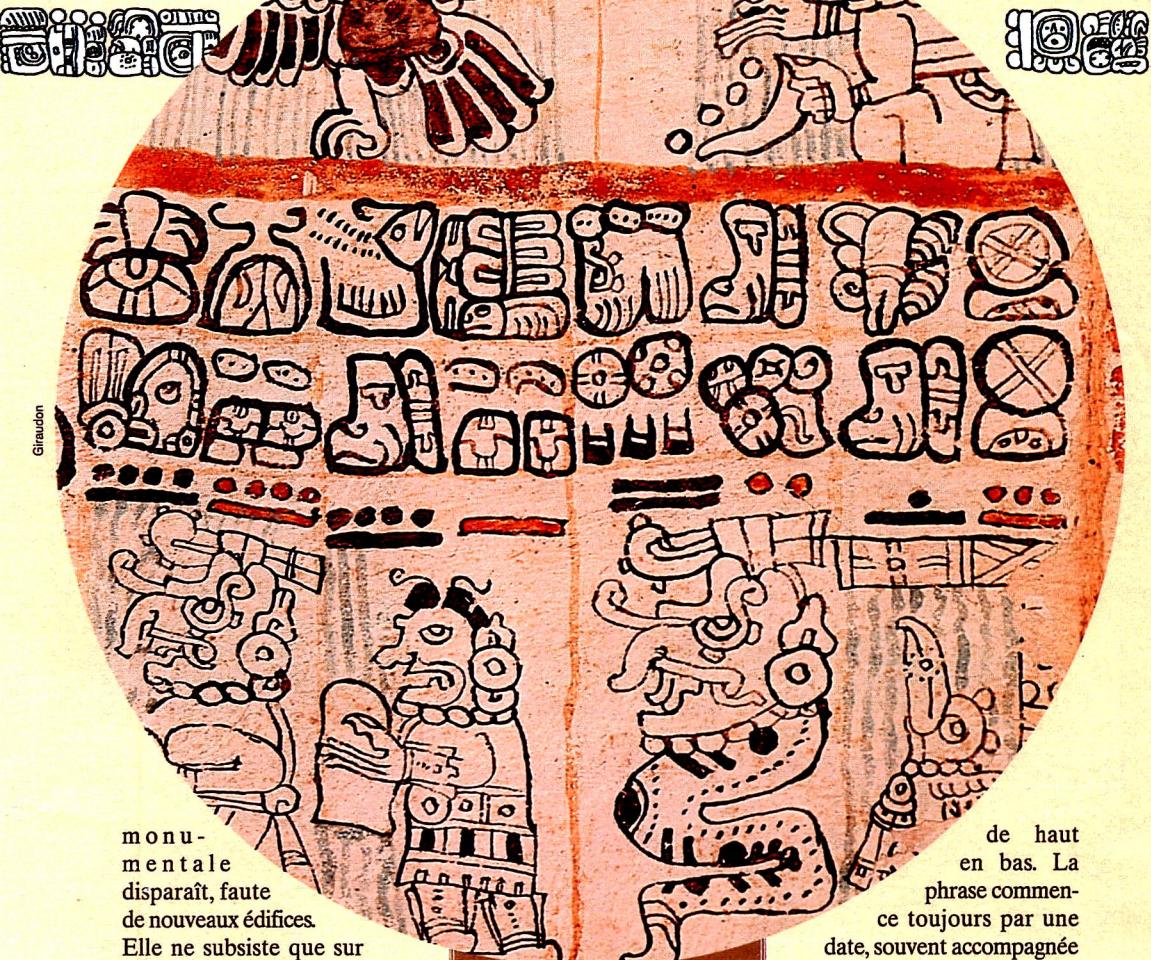
Commençons par situer les Mayas dans l'espace et dans le temps. Aujourd'hui, près de quatre millions d'Indiens parlant vingt-huit langues différentes, toutes de la famille maya, habitent un territoire allant du nord de la péninsule du Yucatán (Mexique) aux hautes terres du Guatemala et du Honduras. C'est dans ce périmètre (voir carte ci-contre) que la civilisation maya "classique", celle qui a laissé les vestiges les plus remarquables, s'est épanouie pendant sept siècles. Les premiers villages d'agriculteurs apparaissent dès 2000 av. J.-C. L'architecture est alors très simple : les temples possèdent des murs de maçonnerie, et des toits dont la charpente est en bois et la couverture faite de végétaux. Il faudra attendre 250 ap. J.-C. pour que cette période, dite "préclassique", cède la place à la période classique. Avec elle apparaissent l'architecture en pierre (création de la voûte en encorbellement), la céramique polychrome à

motifs figuratifs, et la sculpture sur pierre avec des hiéroglyphes. Cet âge d'or dure jusqu'au début du X^e siècle. Puis la civilisation maya tombe brusquement en décadence, pour des raisons que l'on s'explique mal (guerres, catastrophes écologiques ?...). C'est la période "postclassique". Les grandes cités s'effondrent les unes après les autres, et l'écriture

Une grande famille linguistique

La civilisation maya s'est épanouie dans une zone limitée au Yucatán et aux hautes terres du Guatemala et du Honduras. Aujourd'hui encore, près de 4 millions d'Indiens parlent l'une des 28 langues mayas (voir carte ci-dessous), mais les glyphes ont disparu.





Giraudon

monumentale disparaît, faute de nouveaux édifices. Elle ne subsiste que sur des codex (photo ci-dessus).

Que ce soit sur ces derniers ou sur les monuments, le système d'écriture est toujours le même : extrêmement complexe... Nous allons toutefois tenter d'en résumer les grands principes, et nous vous donnerons ensuite les éléments d'un texte gravé sur un linteau d'un temple de Yaxchilán : à vous de retrouver chaque pièce du puzzle afin de le déchiffrer !

L'écriture maya se compose de glyphes inscrits dans des blocs rectangulaires. Chaque glyphe est formé d'un élément principal entouré d'éléments secondaires, les affixes, qui, selon leur position, sont intitulés préfixes, postfixes, suffixes ou superfixes. Il existe trois façons différentes de représenter chaque élément de sens : sous une forme symbolique, par une tête anthropomorphe ou par un personnage entier.

Les glyphes peuvent s'organiser en phrases, et se lisent par groupe de deux, de gauche à droite et

Les "papyrus" des Mayas

Autre support de l'écriture maya, les codex sont des bandes de fibres végétales de plusieurs mètres de long sur une vingtaine de centimètres de large. Scènes dessinées et glyphes y sont agrémentés de couleurs.

de haut en bas. La phrase commence toujours par une date, souvent accompagnée

d'un "glyphe événement". Suit le verbe, puis le sujet ; aux "glyphes nominaux" des personnages sont généralement associés des "glyphes titres" qui chantent leurs qualités remarquables ou leurs hauts faits. Dans les phrases plus complexes, un groupe objet, qui précise l'action, s'interpose entre le verbe et le groupe sujet.

A l'instar des écritures égyptienne, hittite et cunéiforme, l'écriture maya, forte

de 900 à 1 200 signes, est dite "logosyllabique". Cela signifie qu'elle utilise aussi bien des logogrammes – signes ayant à la fois une valeur sémantique (de sens) et une valeur phonétique (de prononciation) – que des syllabogrammes – qui n'ont, comme leur nom l'indique, qu'une valeur syllabique, donc phonétique. Ainsi, le logogramme représentant une fleur à quatre pétales a la valeur phonétique *kin*, et il signifie à la fois soleil, jour, temps, période... Les logogrammes sont en général ►

EN MAYA DANS LE TEXTE

Avec l'aide de Michel Davoust, nous avons mis au point un petit jeu : une sorte de puzzle à reconstituer. Le texte que nous vous proposons de déchiffrer est celui qui commente la scène gravée sur le linteau n° 3 du temple 33 de Yaxchilán (photo ci-contre). Elle a été reproduite en grand par Michel Davoust (document ci-dessous).

Ci-contre, à droite, nous avons mis dans l'ordre où ils se lisent les glyphes composant ce texte. Nous avons différencié par des couleurs les divers groupes fonctionnels de la phrase maya. Celle-ci commence toujours par l'indication de la date (en orange). Suit le groupe verbe (en vert), dans lequel

peut s'intercaler un qualificatif (en beige). Viennent ensuite les compléments (d'objet, en gris, et de lieu, en rouge) et enfin le groupe sujet, de loin le plus important.

Dans ce dernier, nous avons distingué le nom propre du sujet (en jaune) de toute la série de ses titres (en bleu), complétés par son âge (en orange, comme la date) et par le lieu dont il est le seigneur (en violet). Le même principe se retrouve (en plus concis) pour le deuxième sujet, personnage moins important.

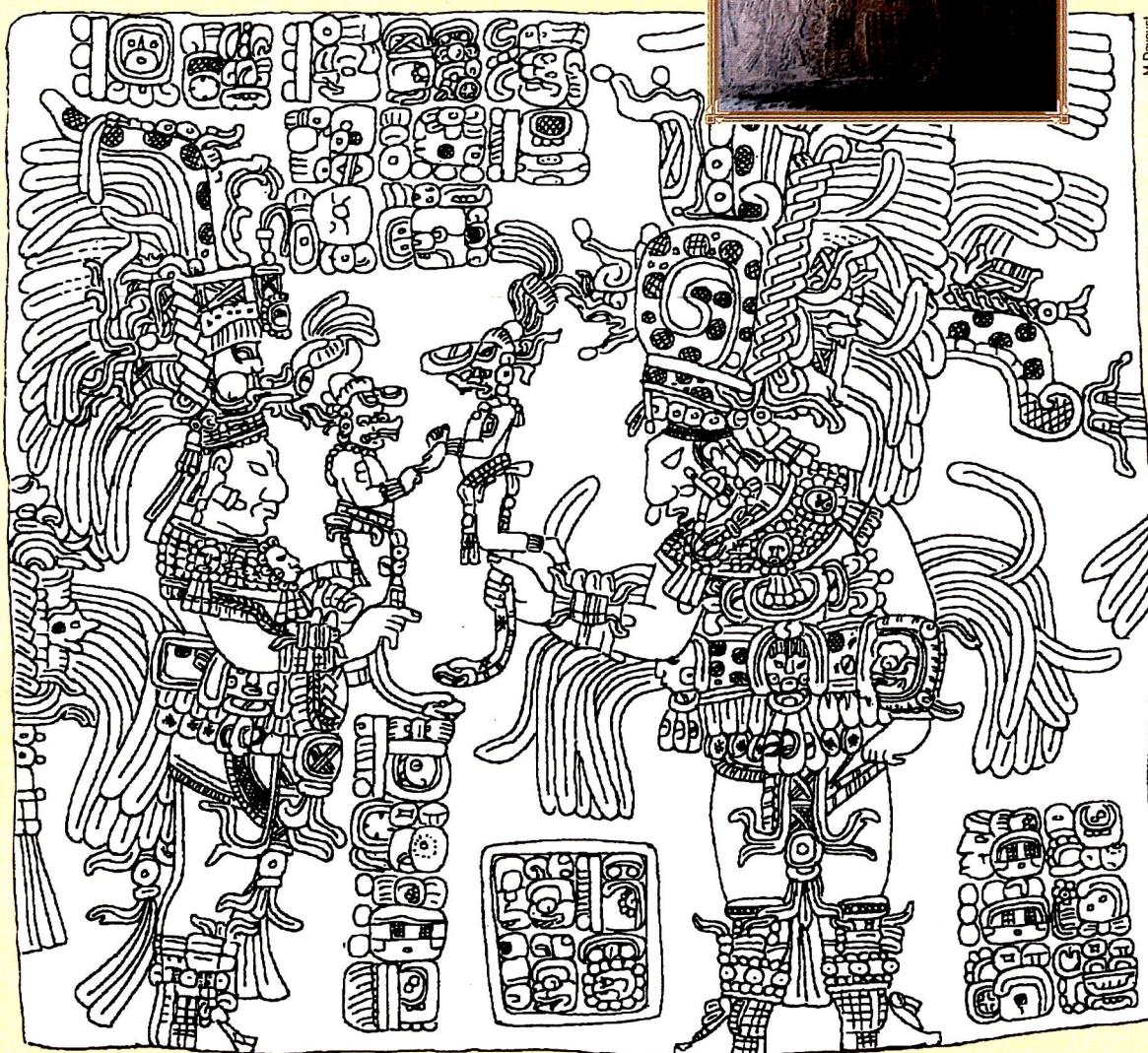
Notre petit "lexique" donne la prononciation et le sens de chaque glyphe. A vous, maintenant, de jouer

les Champollion ! Puis tournez la page et comparez votre traduction avec la solution.

Et, si ce petit exercice vous a mis l'eau à la bouche, il ne vous reste qu'à vous ruer sur le livre de Michel Davoust pour tout savoir sur l'écriture maya.



C. Baudéz



M. Davoust

Petit lexique maya/français



waxac ahaw
8 "ahaw"
[jour]



chahkin ch'ahon
soleil aveugle bandeau du

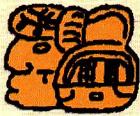


waxac zutz'
8 "zutz'"
[mois]



nah
premiers

ho'tun
cinq ans



= ux kaltun
troisième période de vingt ans



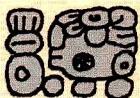
u bah
il va



akot
danser



ti ahaw-al
en tant que seigneur



ti xi'm
avec le maïs



mix nal
le lieu sans vie



ti [?]
dans [?]



Yaxun Balam
Oiseau Cotinga
Jaguar



kin
Mo' ahaw
seigneur Ara solaire



= u can
le gardien de



ah uc
le daim



ch'ahom
jeune



u mohol
[holom ?]
crâne précieux



ahaw
du seigneur



ah winic bac
celui aux vingt captifs



= ch'u'l ahaw
divin seigneur de



ah tza'
le plaideur



zahal
du vassal



cah
la ville



Yah Chan
la Fente du ciel

L'énigme



La solution

Le 8 *ahaw*, jour
du bandeau du
soleil aveugle,



du mois 8 *zutz'*,
date de l'entrée
dans la cinquième
année, il va,

en tant que
seigneur, danser,
avec le maïs,

dans [nom de lieu
indéterminé],
le lieu sans vie



Oiseau Cotinga
Jaguar,



celui aux vingt
captifs,



le gardien de
"Le Daim",



le gardien de
"Crâne précieux",

dans la troisième
période de vingt
ans du seigneur,
dans sa troisième
période de vingt
ans, jeune,
divin seigneur de
la ville, divin
seigneur de la
Fente du ciel,

"le plaideur",



seigneur Ara
solaire,

dans la troisième
période
de vingt ans

du vassal.

HÉROGLYPHES

suite de la page 79

- composés de deux consonnes encadrant une voyelle (CVC) – sur le même modèle que *kin*.

Les syllabogrammes, eux, sont composés d'une consonne et d'une voyelle (CV ou VC). Ils dérivent de logogrammes (CVC) dans lesquels la deuxième consonne est faible (h, w, y...). Ainsi, le syllabogramme *chi* dérive du logogramme *chih* (daim), et *ca*, du logogramme *cay* (poisson).

Enfin, à ces deux types de signes viennent s'ajouter des affixes (souvent placés en postfixe ou en suffixe) jouant le rôle de complément phonétique : ils précisent la prononciation. Ainsi, *ni* (représenté par une queue de mammifère) est un complément phonétique indiquant la consonne finale n – comme dans les logogrammes *kin* (soleil) ou *tun* (année maya de 360 jours).

Voilà. Vous savez tout de l'écriture maya... Enfin, presque. Car ce système à trois types d'éléments (logogrammes, syllabogrammes et compléments phonétiques) se complique en effet encore du fait que l'écriture maya possède de nombreux allographes – c'est-à-dire des signes différents ayant la même valeur syllabique ou logographique. Par exemple, le syllabogramme *ca* peut être noté à l'aide de neuf signes différents ! Cela est dû notamment aux variations liées aux styles régionaux, au support de l'écriture (monument, vase, os, jade, codex ou fresque murale) ou encore à des transformations des signes avec le temps. Dans son livre (1), Michel Davoust recense 83 valeurs syllabiques, notées par 423 signes différents.

Avez-vous réussi à déchiffrer l'éénigme ? La solution vous est donnée ci-contre. Voici, en substance, ce que dit le texte maya.

Le 8 *ahaw* (nom d'un jour, dédié à la divinité Bandeau du Soleil aveugle) du 8 *zutz'* (nom du mois), cinquième anniversaire de son accession au pouvoir (soit le 12 avril 756 de l'ère chrétienne), le seigneur "Oiseau Cotinga Jaguar", illustre pour sa capture de vingt ennemis, parmi lesquels les dénommés "Le Daim" et "Crâne précieux", entreprend, avec son vassal "Seigneur Ara solaire", dit "le plaideur", une danse du maïs, dans un lieu mystérieux (on n'a pas encore réussi à décrypter ce glyphe) qui porte le qualificatif de "lieu sans vie". Tous les deux sont dans leur troisième *katun* (période de vingt années mayas de 360 jours), c'est-à-dire qu'ils ont entre 40 et 60 ans. Oiseau Cotinga Jaguar portait les titres de divin seigneur de la ville et de divin seigneur de la Fente du ciel (peut-être le nom de la ville en question ?).

D'après M. Davoust, il s'agit-là d'une cérémonie que Oiseau Cotinga Jaguar célébrait à chaque anniversaire de son accession au pouvoir. Car, chez les Mayas comme ailleurs, l'écriture était avant tout l'instrument du pouvoir et du sacré. ■

(1) Michel
Davoust,
*l'Écriture
maya et son
Déchiffrement*,
CNRS éd.,
1995.

XT 600 E

ÇA DEVIENT FACILE DE SE METTRE À LA MOTO.



Imaginez, plus d'interdits, plus d'obstacles. Tous les plaisirs sont là, à portée de guidon. Vous pilotez l'une des machines les plus polyvalentes jamais construites. Une moto dotée d'un monocylindre 4 temps refroidi par air, d'un cadre très rigide, d'une fourche avant à tubes de 41 mm, d'une suspension arrière Monocross. Et vous allez ici, là ou là-bas. Vous affrontez la ville, tracez la route, sillonnez les

pistes, arpentez les chemins. Vous êtes en YAMAHA XT 600 E. Une XT 600 E dont le dernier modèle a tout. Tenue de route, freinage, habillage, embrayage... Tout pour vous faire aller où vous voulez quand vous voulez comme vous voulez. Très facilement, plus longtemps. Maintenant, arrêtez d'imaginer, la XT 600 E vous attend.

IL N'Y A QUE YAMAHA QUI FAIT ÇA



YAMAHA
PRECONISE Mobil

MAISON CHAUFFANTE

Un gigantesque court-circuit

Quand le sol en béton d'un pavillon se met à chauffer jusqu'à dépasser 80 °C, les hypothèses fantaisistes vont bon train... Enquête sur un phénomène peu banal, mais néanmoins parfaitement explicable rationnellement.

PAR PIERRE ROSSION

Toute la presse en a parlé sans apporter de réponse. Le jeudi 27 avril dernier, un pavillon de la banlieue de Nancy a brusquement été pris d'une fièvre carabinée : la température de la chape de béton recouvrant son sous-sol est montée jusqu'à 84 °C ! Les experts dépêchés sur place ont tous eu leur petite idée. Mais une somme d'idées ne fait pas une explication... Nous en proposons une. Espérons qu'elle mettra fin aux interprétations irrationnelles qui courent. Selon certaines de ces rumeurs, ce dégagement de chaleur était dû au réveil des morts du cimetière sur lequel le pavillon serait construit !

Reprendons l'enquête à zéro. L'action se passe à Heillecourt, dans le quartier de la Vigne-des-Sables, chez les Tsagouris : Dimitrios, agent à la SNCF, Elisabeth, professeur de lettres modernes, et leurs trois enfants. La famille habite un pavillon que Dimitrios a construit de ses mains il y a douze ans. Le 27 avril, peu après 23 h, Mme Tsagouris descend l'escalier en colimaçon qui conduit du salon au sous-sol, afin de mettre en route la machine à laver. Le sous-sol est une étuve ! Elle localise très vite la source de chaleur : un coin de la chape

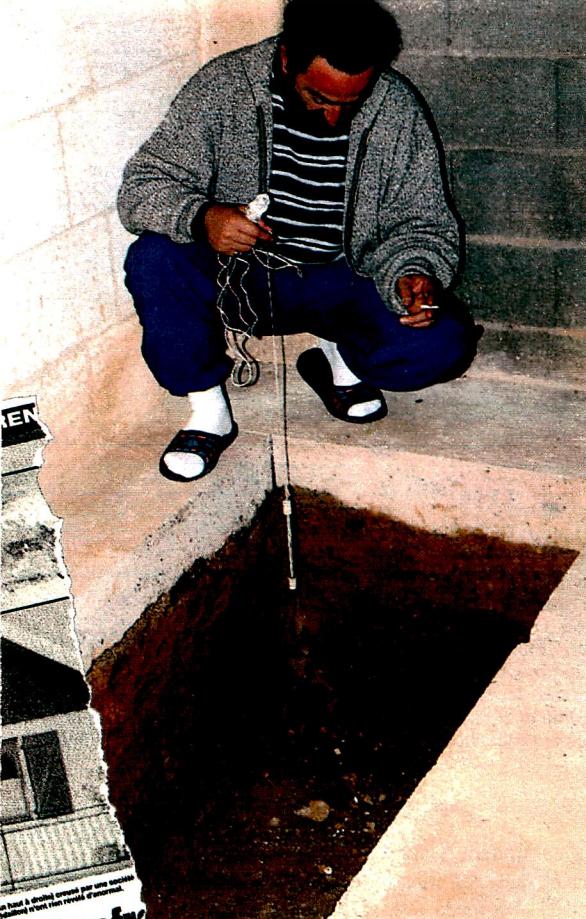
de béton, « chaud comme la plaque d'un fourneau »...

La famille alerte les pompiers de Nancy. A 23 h 30, une équipe est sur place, suivie par la gendarmerie. A 23 h 51, premier message radio : « Chaleur anormale sur environ 2 m², provenant d'une dalle de béton. Recherchons la cause. » A 1 h 15 du matin, les pompiers décident de percer la chape à son point le plus chaud, avec un foret de 8 mm de diamètre. A peine ont-ils traversé les 18 cm de béton qu'un geyser bouillant de vapeur d'eau jaillit comme d'une cocotte-minute ! On place le thermomètre de cuisine dans l'orifice : il monte à 84 °C.

A 9 h du matin, les pompiers font une constatation étonnante : le point le plus chaud de la dalle s'est déplacé de quelques centimètres par rapport à la veille. Le capitaine de sapeurs-pompiers, Mi-



© France-Soir



La température du sol est montée à 84 °C !

Armé d'un thermomètre de cuisine, le propriétaire du pavillon "chauffant" a enregistré une température de 84 °C sous la chape de béton du sous-sol de sa maison.

électrique. Le carottage est poursuivi jusqu'à 1,50 m ; la température et le pH restent stables. Des prélèvements de terre sont effectués à des fins d'analyse, et une caméra vidéo du service des eaux est placée dans l'égout qui longe le pavillon : à la perpendiculaire de la dalle le béton, le tuyau est desséché comme s'il avait été chauffé à blanc. EDF et la SNCF sont mobilisées : à 20 m du pavillon passe une voie de chemin de fer, le long de laquelle circulent des câbles électriques alimentés par un courant de 3 000 volts. On suppose – à tort – l'existence d'un défaut d'isolation de ces derniers.

On soupçonne ensuite successivement une émission de méthane (encore faudrait-il que le pavillon ait été construit sur une décharge, ce qui n'est pas le cas) et la remontée d'une source thermale (mais celle qui circule sous Nancy est située à plus de 800 m de profondeur, et sa température ne dépasse pas 37 °C). L'hypothèse de la combustion d'une veine de charbon et de la désintégration atomique naturelle d'un élément radioactif est également abandonnée. La chaleur pourrait aussi provenir d'une différence de potentiel électrique entre les terrains situés sous le pavillon. Explication rejetée : la différence observée, de quelques millivolts, est incapable de produire un effet thermique important. Le Dr Robert Meyer-Bisch, un médecin en retraite de Nancy, propose une explication de son cru, basée sur la théorie des "photons rouges" ; l'hypothèse est peut-être en avance sur son temps, mais personne n'a jamais entendu parler de tels photons... Le 2 mai, on décide de scier la partie chaude de la dalle (soit 2 m²) et de creuser sur 2 m de profondeur. En pure perte ! Le sous-sol se refroidit régulièrement, tout danger est désormais écarté ; les autorités lèvent donc le dispositif de sécurité. Mais le mystère reste entier...

chel Blanchard, demande qu'on lui fournisse les moyens de mesurer la température, l'acidité et la basicité du sol (pH), les gaz de combustion, la radioactivité, les gaz toxiques et explosifs... Il exige aussi l'intervention du service de déminage de Metz, car il pense à une bombe. Fausse piste : aucune bombe n'a été utilisée dans ce secteur durant les deux dernières guerres.

Le maire de Heillecourt, Roger Gauthrot, réunit une cellule de crise à laquelle participent François Siebert, chargé d'études à l'Institut de recherches hydrologiques-environnement de Nancy, Serge Bouly, ingénieur d'études à l'Ecole nationale supérieure de géologie de Nancy, et le capitaine Blanchard. On décide de faire appel à l'entreprise de forage locale Forsica, qui arrive avec une foreuse munie d'un trépan de 10 cm. Bientôt, les 18 cm de la chape sont percés. La température au fond du trou est de 77 °C, et le pH y est quasiment neutre : 7,2 (le pH neutre est de 7).

Mais, alors que le carottage atteint 1 m sous la dalle et que la foreuse est débranchée, les techniciens de Forsica ressentent une forte décharge

Avec les éléments dont on dispose, on peut cependant envisager deux hypothèses. La première est celle de la foudre, qui a frappé dans les parages du pavillon la veille. C'est l'hypothèse de Serge Bouly. Une étude topographique et géologique révèle que le pavillon des Tsagouris s'élève sur d'anciennes alluvions de la Meurthe : en surface,

P. Rossion



Comme une pile

L'armature métallique de la chape en béton s'est comportée comme une électrode de pile, la seconde électrode étant constituée par les oxydes de fer des terrains sous-jacents. Il a suffi que le film plastique placé entre les deux ne soit plus assez isolant pour que l'eau s'infiltra, provoquant une réaction électrolytique accompagnée d'un fort dégagement de chaleur. D'autre part, quand la pointe de la foreuse a touché la seconde électrode, le courant s'est mis à circuler, d'où la décharge électrique ressentie par l'utilisateur.

► des limons argileux, en dessous, des graviers et des galets enrobés dans une matrice d'argile. Ces alluvions se trouvent dans la zone de battement d'une nappe aquifère. Or, une telle structure géologique est connue pour accumuler des oxydes de fer, rendant le sol davantage conducteur. La foudre a donc facilement pu traverser cette zone, réchauffant le terrain sur son passage. Elle aurait gagné le pavillon *via* une fissure de l'égout, ce qui expliquerait la trace blanche observée par la caméra. Mais cela n'explique cependant pas pourquoi la chaleur s'est concentrée sur 2 m²...

La seconde hypothèse, défendue par François Siebert et partagée par Henri-Pierre Penel, spécialiste de l'électronique à *Science & Vie*, est plus plausible : l'ensemble chape-terrains sous-jacents se serait comporté comme une batterie ou une pile en court-circuit (voir dessin ci-dessus). En effet, Mr Tsagouris, qui a lui-même coulé sa chape, a utilisé un treillis métallique pour servir d'armature au béton. Ce treillis constitue la première électrode. La seconde est fournie par les oxydes de fer des terrains sous-jacents. Pour éviter les remontées d'humidité, M. Tsagouris avait placé au sol un film de plastique isolant, dont la présence aurait dû interdire le passage du courant. Cependant, il a précisé que le plastique ne couvrait pas la totalité du sol. Il est probable que cette isolation, suffisante pour empêcher les remontées d'eau en temps normal, s'est révélée insuffisante face à la pluviomé-

trie exceptionnelle ayant précédé le phénomène. L'eau a pu entrer en contact avec la chape et donc, à cause de sa porosité, avec le treillis métallique.

Une réaction électrolytique, c'est-à-dire un échange d'ions entre les électrodes et l'électrolyte – l'eau –, s'est alors créée entre les oxydes de fer du sol et le treillis métallique, provoquant un fort dégagement de chaleur, par effet Joule, tant au niveau de la chape que des terrains sous-jacents. Tout s'est passé comme dans une batterie en court-circuit : les deux électrodes et l'électrolyte ont simultanément chauffé. Ceci explique que la terre ait été chaude sur une grande profondeur.

Au début du perçage de la chape, la pointe de la foreuse et les utilisateurs de l'engin étaient sur la même électrode (le treillis). Il n'y avait donc pas de différence de potentiel. Quand la pointe de la foreuse s'est approchée de la seconde électrode (les oxydes de fer), le courant s'est mis à circuler, d'où la décharge ressentie. Autre élément en faveur de cette hypothèse, le fait que le pH était quasiment neutre : la réaction qui produit de l'électricité tend à ramener l'électrolyte à un pH neutre.

Etant donné le nombre de pavillons construits sur le même modèle que celui de la famille Tsagouris, on peut se demander pourquoi un tel phénomène électrolytique n'a jamais été observé ailleurs... Il faut envisager qu'on s'est trouvé là dans une situation exceptionnelle, où les deux hypothèses auraient pu jouer à la fois.

Le Rafale
version marine

Actualité, innovations et technologies

PHOTOS
AGENCE ERNOULT
FEATURES

L'A 340,
long courrier
quadri-
réacteurs
européen

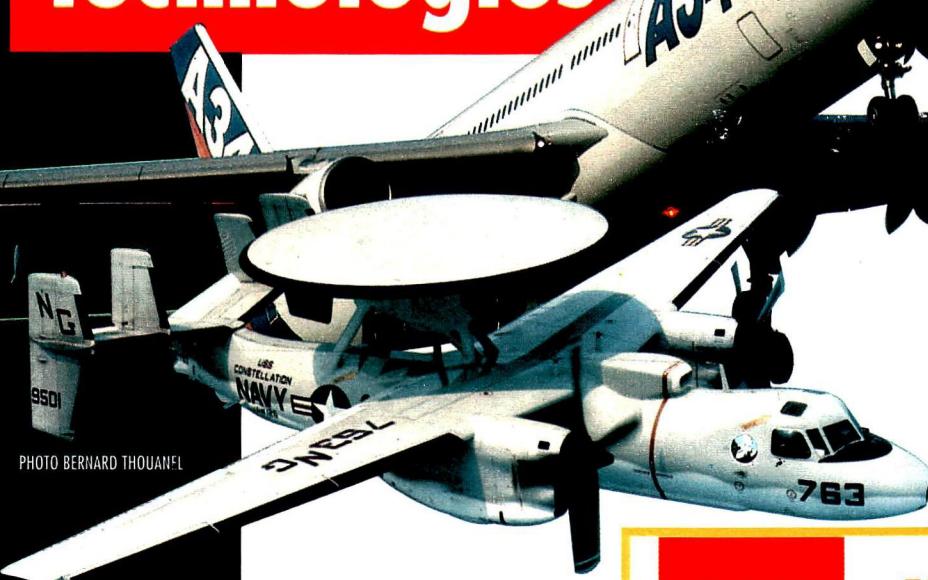


PHOTO BERNARD THOUANL

Le Hawkeye,
avion de détection
et de veille
à longue distance

**Le salon du Bourget
va bientôt ouvrir
ses portes.
À cette occasion
le numéro de
SCIENCE & VIE
HORS SERIE vous
invite à pénétrer en
avant-première au
coeur de l'actualité
aéronautique.
Découvrez les enjeux
économiques, straté-
giques et politiques
de l'aviation civile et
militaire.**



EN VENTE PARTOUT

N°191 JUIN 1995

SCIENCE & VIE
HORS SÉRIE

AVIATION 1995

CIVIL : LA FRANCE EST-ELLE PRÉTÉ À AFFRONTER LA CONCURRENCE EUROPÉENNE ?

ESSAI : MOMENTS DE VOLTIGE

MILITAIRE : LE RENOUVEAU DE L'AÉRONAVALE FRANÇAISE

LE RÔLE DE L'AVIATION DANS LES CONFLITS D'AUJOURD'HUI

ETAT : 19078 2.000
FORMAT : 21x27 CM
Poids : 3.500 G
Prix : 12.950 F
USA NYC 3.595 F
VIA AIR FRANCE 12.950 F
Editions Publifrance Juin 1995

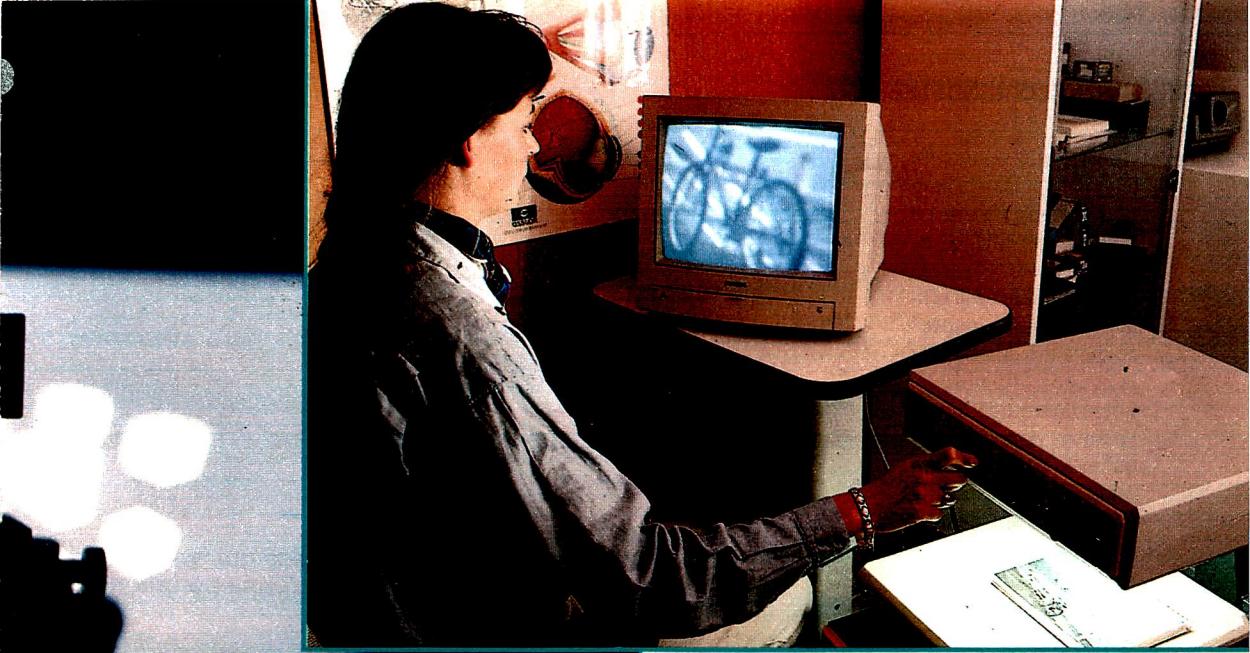


MALVOYANTS

Réapprendre à voir

La vue ce n'est pas uniquement les yeux. Ils ne sont que "la porte d'entrée" dans nos mécanismes de représentation de la réalité extérieure. C'est pourquoi les médecins ne traitent plus seulement l'œil des personnes atteintes de déficiences visuelles graves mais procèdent plutôt à une véritable rééducation neurosensorielle.

PAR GERMAIN CHAMBOST



L'ouïe au secours de la vue

Les informations visuelles que doit traiter un pilote de chasse sont si nombreuses qu'il y a pour lui risque de saturation. D'où l'idée des médecins du CERMA de "transformer" certaines d'entre elles en signaux sonores. Ici, une des expériences : le pilote doit localiser l'origine des sons qu'on lui fait entendre dans un casque. Des études dont bénéficient les malvoyants. En effet, pourquoi ne pas les aider, eux aussi, à exploiter au maximum les informations que peuvent leur transmettre l'ouïe, les autres sens et même la mémoire. A droite, une rééducation des mécanismes de mémorisation.

Photos : Ph. Plailly/Eurelios

Les médecins du Centre d'études et de recherches de médecine aérospatiale (CERMA) de Brétigny viennent de mettre au point une nouvelle méthode de rééducation visuelle. Quelque deux cent cinquante personnes ont déjà bénéficié de cette thérapeutique dans le cadre de l'Institution nationale des Invalides à Paris. Mais, selon le Pr Menu (1), « plus de deux millions de personnes âgées en France pourraient être soignées par celle-ci ».

Il ne s'agit pas de "traiter" l'œil mais bien de procéder à une véritable rééducation neurosensorielle. Pour schématiser, on pourrait dire que l'ophtalmologiste classique s'intéresse surtout à l'œil de son patient, auquel il fournit des lunettes

(1) Médecin militaire au CERMA, travaillant avec le médecin général Corbet, Christine de La Porte des Vaux et Chantal Holzschuch (du Centre hospitalier régional de Dijon).

ou un traitement, par exemple au laser, tandis que, dans la rééducation neurosensorielle, interviennent, outre des ophtalmologues, des orthoptistes (chargés de l'évaluation de la vision et de sa rééducation), des psychologues (qui s'intéressent à la manière dont les sens autres que la vue sont utilisés par le malvoyant, ou à la façon dont il s'est adapté à son handicap...), etc.

La base scientifique de la méthode repose sur deux points essentiels : l'analyse spatio-temporelle de l'image, et la représentation mentale d'une situation.

Le premier point stipule que, dans le mécanisme de la vision des formes, les éléments qui composent celles-ci sont analysés par le système visuel en fonction de leur fréquence spatiale, qui correspond à la largeur de leurs détails. « Ces éléments intègrent des canaux spécifiques à chaque fréquence. Les basses fréquences caractérisent les formes globales, les fréquences moyennes, les détails moyens, et les hautes fréquences, les détails les plus fins... », souligne Jean-Pierre Menu. Ce que l'on peut résumer en disant que le système visuel intègre d'une manière totalement indépendante la forme globale d'une image et ses détails. Ce ne sont pas les mêmes groupes cellulaires qui entrent en jeu dans chaque cas. La rétine "traite" donc l'image. Mais cette dernière n'est pas transmise telle quelle au cerveau. Ainsi s'explique le fait qu'un malvoyant puisse reconnaître une forme globale, mais ne pas en percevoir les détails les plus fins, ou le contraire.

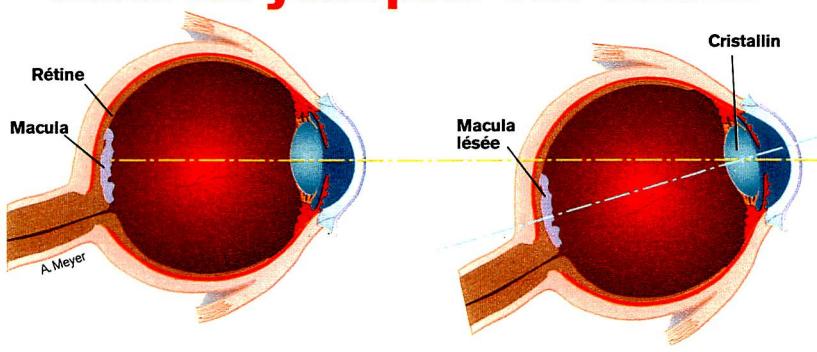
En schématisant toujours, on peut dire qu'il existe en somme deux systèmes visuels. Le premier a pour point de départ la rétine périphé-

► rique. Celle-ci détecte les objets situés à la limite du champ visuel. Le second système, avec pour point de départ la partie centrale de la rétine, "prend en compte" ce qui a été détecté par la rétine périphérique. Or, la détermination de l'acuité visuelle telle qu'on la pratique couramment aujourd'hui correspond uniquement à la perception de détails fins à contraste maximum (les fameuses lettres noires sur fond blanc). Pour fournir une autre illustration des différences entre vision centrale et vision périphérique, on dira qu'une atteinte à la vision centrale constituera un handicap pour la lecture, mais qu'un malvoyant qui aura conservé la vision périphérique pourra se déplacer.

Le second point s'intéresse à l'élaboration d'une représentation mentale adaptée à une situation donnée, au-delà de la perception visuelle existante. Cette représentation mentale fait appel à des mécanismes de mémorisation et à des stratégies d'utilisation, les connaissances étant stockées en mémoire à long terme sous forme de "prototypes". Le prototype "bicyclette", par exemple, ce n'est pas seulement un cadre et deux roues vus de profil. C'est aussi les notions de "non bruyant", "peu rapide", "non polluant", etc. Ces prototypes composent des arborescences, des réseaux sémantiques, qui se structurent tout au long de la vie de l'individu grâce à l'apprentissage, et sont plus ou moins riches suivant les expériences sensorielles de chacun.

Si ces réseaux sémantiques assurent un stockage important d'informations, ils sont d'accès difficile. Pour l'exécution de tâches complexes, des connaissances procédurales sont donc développées, afin de pallier la lenteur d'accès à ces réseaux. Par connaissances procédurales, on entend les règles d'action (si tel cas se présente, j'agis de telle manière...) et les schémas. Ces derniers sont établis en fonction d'un but à atteindre, afin, entre autres, de gérer les incidents les plus probables que l'on pourra rencontrer dans l'exécution de telle ou telle pha-

Lever les yeux pour voir devant



Œil à la vision normale

Œil lésé qui "regarde" avec la rétine périphérique

se de l'action. Bien sûr, les schémas ne se mettent en place que progressivement, au fil des ans, en fonction de l'expérience acquise par la personne concernée. Ce sont eux que l'on retrouve au niveau des mécanismes mentaux que l'on qualifie généralement d'automatismes.

Il est nécessaire de déterminer au mieux la structuration de ces connaissances, afin d'orienter la rééducation des malvoyants. C'est ce qui est fait au moment de l'évaluation. Et ceci afin d'apprécier le niveau d'incapacité (difficulté à réaliser une activité) et l'importance du handicap (dépendance).

Après l'évaluation de la vision proprement dite, il faut étudier ce que l'on appelle les stratégies de prise et de traitement de l'information. Elles ont été classées en quatre catégories : motrices, oculomotrices, sensorielles et cognitives.

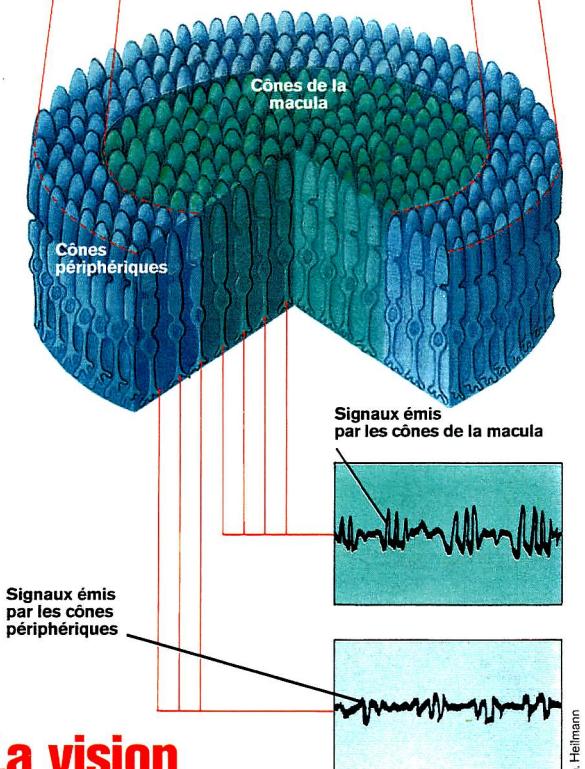
Ces "stratégies", qui correspondent aux moyens mis en œuvre pour exécuter une tâche quelconque, ont évidemment pour but, chez le malvoyant, de compenser la déficience visuelle.

Les stratégies motrices consistent, par exemple, à se rapprocher de l'objet que l'on veut observer. Ce qui a pour effet d'augmenter la largeur des détails, et donc la taille de l'image qui est projetée sur la rétine. On peut aussi tourner ou lever la tête, afin d'utiliser une portion du champ visuel valide, puisque les atteintes peuvent concerner la vision périphérique, la vision centrale, ou les deux à des degrés divers.

Par stratégies oculomotrices, on entend, entre autres, l'excentration du regard. Ceci consiste à

Une découverte issue de la recherche militaire

la nature est un temple où de vivants piliers ...



La vision latérale remplace la vision centrale

La rétine comporte une zone centrale riche en cônes (cellules nerveuses) capables de reconnaître des objets de petites tailles. Elle est entourée de cônes qui, eux, ne distinguent pas les détails. Lorsque la rétine centrale est lésée, le malvoyant, s'il veut utiliser les possibilités de vision qui lui restent devra légèrement tourner l'œil pour que la zone périphérique se trouve dans l'axe de ce qu'il veut distinguer (dessins page de gauche) : il verra flou, mais il verra tout de même.

diriger celui-ci non plus vers le sujet qu'on veut observer mais légèrement à côté. Le malvoyant fait, là encore, appel à la vision périphérique. Autre méthode : le balayage de l'environnement, afin de rechercher des indices identifiables.

Comme leur nom l'indique, les stratégies sensorielles visent à compenser la faiblesse de l'information visuelle par des apports multisensoriels. Il peut s'agir d'informations auditives (écoute de la circulation dans une rue, bruits dans une cuisine...), olfactives, par le toucher...

Reste les stratégies cognitives, sur lesquelles porte l'essentiel du travail de rééducation. Il faut apprendre, ou réapprendre, au malvoyant à identifier les éléments de son environnement à partir des informations visuelles partielles, imparfaites, dont il dispose. C'est en effet au niveau de ces stratégies cognitives qu'entrent en jeu les connaissances emmagasinées dans la mémoire à long terme, les connaissances dites "procédurales". Il convient donc de s'assurer que le "prototype", qui englobe l'ensemble des connaissances qui se rapportent à un même objet et se trouve donc à la base de cette représentation mentale, est correct, qu'il n'est pas en quelque sorte faussé, comme, par exemple, chez ces personnes qui, ayant perdu la perception visuelle des détails fins, confondent l'alternance des bandes claires et des bandes sombres d'un passage pour piétons avec un escalier.

C'est à l'issue de cette longue phase d'évaluation qu'est établi le programme de rééducation. En prenant en considération les attentes du malvoyant (ce qu'il aimeraient pouvoir faire, ou refaire), elle jouera donc sur la perception visuelle et sur les stratégies de prise en compte des informations multisensorielles et leur traitement, en vision rapprochée comme en vision éloignée. Si nécessaire, elle interviendra pour améliorer la coordination entre stratégie motrice et stratégie oculomotrice. La rééducation s'étendra éventuellement aux problèmes rencontrés dans les déplacements, à la maîtrise gestuelle, etc. C'est dire que le programme sera établi et suivi par une équipe obligatoirement pluridisciplinaire. Il y a donc parfaite continuité entre l'évaluation et la rééducation, puisque celle-ci consiste précisément à "reprendre" les résultats de celle-là.

Festival dans un

Les poissons que voici, photographiés en mer Rouge, dans le golfe d'Aqaba, entre 5 et 40 m de profondeur, sont une éclatante démonstration de la diversité de formes, de couleurs et d'adaptations que l'on trouve dans le monde des récifs. Mais, s'il est un point commun à tous les poissons, c'est bien la présence de nageoires : elles servent à la propulsion, à l'équilibre et à la direction, mais aussi parfois à la défense.

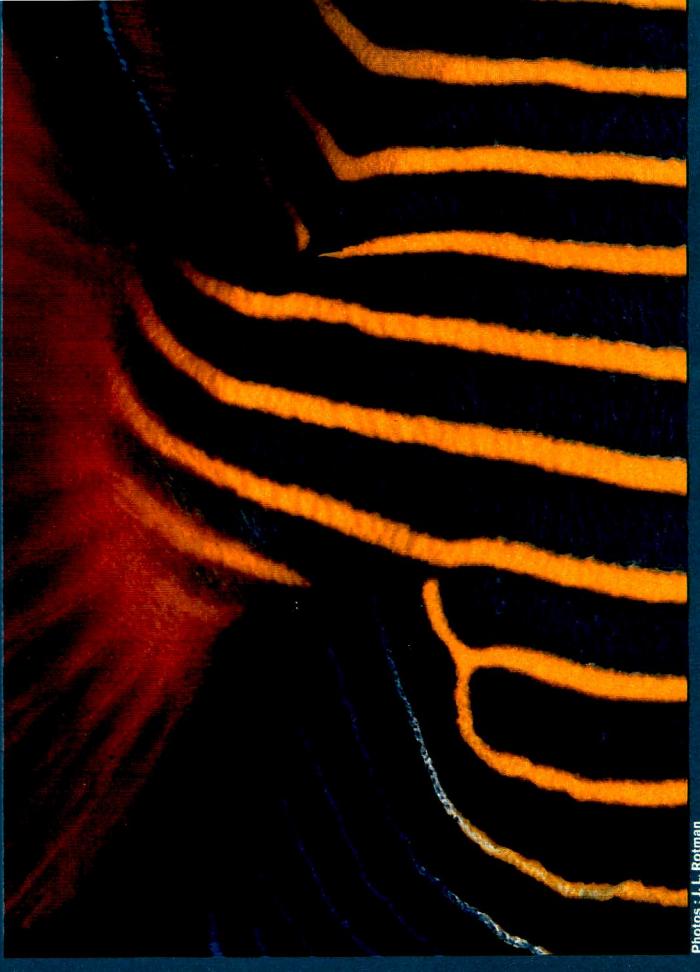
PAR PIERRE ROSSION ET THIERRY PILORGE



Une nageoire à tout faire

Par son mouvement ondulant, semblable à celui d'une vis sans fin, la nageoire dorsale intervient dans la locomotion. Mais ce n'est pas tout. Elle participe souvent à la défense contre les prédateurs, au moyen d'épines capables de se dresser.

récif



Photos : J. L. Rotman

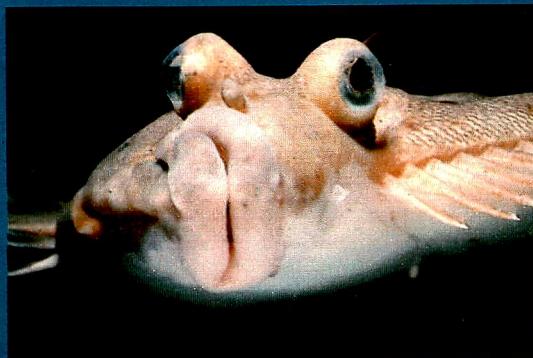
Moteur, équilibre et direction

Chez les poissons, le "moteur" est à l'arrière : ce sont les ondulations de la nageoire caudale qui leur permettent d'avancer. Mais ce mouvement tend à faire piquer l'animal du nez. C'est aux nageoires paires, placées de part et d'autre du corps, d'assurer la stabilité et l'orientation dans l'espace. Ce sont elles aussi qui contrôlent la direction et le freinage.

Un regard exorbité

Chez les poissons plats, comme ce carrelet, les yeux migrent d'un seul côté pendant le développement larvaire.

Cette position est en relation avec le mode de vie particulier de ces animaux, qui passent le plus clair de leur temps couchés sur un côté, camouflés sur le fond.



Coulé !

Tel un sous-marin, c'est par en dessous que l'orphie, parfois appelée aiguille de mer, surprise ses proies. La position des yeux, placés près du sommet du crâne à la manière d'un périscope, facilite ce mode de chasse.



Comme la prunelle de ses yeux...

La raie pastenague à taches bleues prend le plus grand soin de ses yeux, qu'elle protège par un volet de chair. Celui-ci contribue sans doute aussi au mimétisme avec le fond sableux, où elle attend ses proies à l'affût.



Des yeux à l'affût



Chez les poissons, le cristallin, sphérique, est indéformable : l'accommodation se fait par déplacement de celui-ci sous l'action de muscles. Capables, dans bien des cas, de voir dans l'obscurité quasi totale, les yeux des poissons semblent aussi percevoir une gamme de couleurs plus étendue que la nôtre.

La nuit, les poissons ne sont pas gris

Munie d'un iris qui occupe toute la surface de l'œil, la carangue jaune peut voir ses proies dans la demi-obscurité, ce qui lui permet de chasser à l'aube et au crépuscule.



Viser juste et frapper fort

Fait rare chez les poissons, le mérou peut disposer d'une vision binoculaire, en faisant pivoter ses yeux vers l'avant. Cette perception du relief doit lui permettre d'évaluer avec précision la distance de ses proies, un avantage certainement décisif lorsqu'il fond sur elles en un éclair.

Poignards en tout genre

L'orphie (à gauche), avec son "bec de héron" garni de dents aiguës, guette ses proies près de la surface. La forme des dents des murenes (au centre) varie, selon les espèces, de l'aiguille au crochet. Malgré ses dents en rangs serrés, ce requin gonfleur (à droite) n'est qu'un paresseux : il se nourrit de crustacés et de poissons morts ou endormis.



Des dents à tout

**Des végétariens aux charognards,
en passant par les
mangeurs de crabes
et de coquillages et
les carnassiers exclusifs,
chaque espèce a,
au cours de l'évolution,
développé un appareil
buccal en relation
avec son alimentation.**

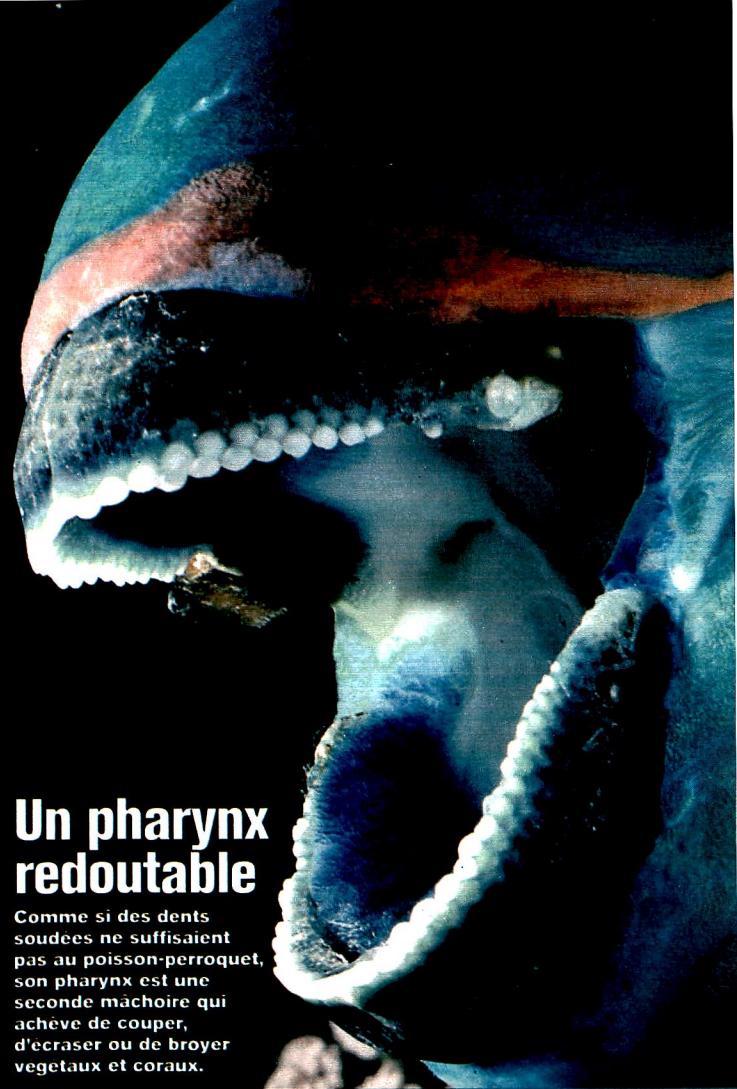
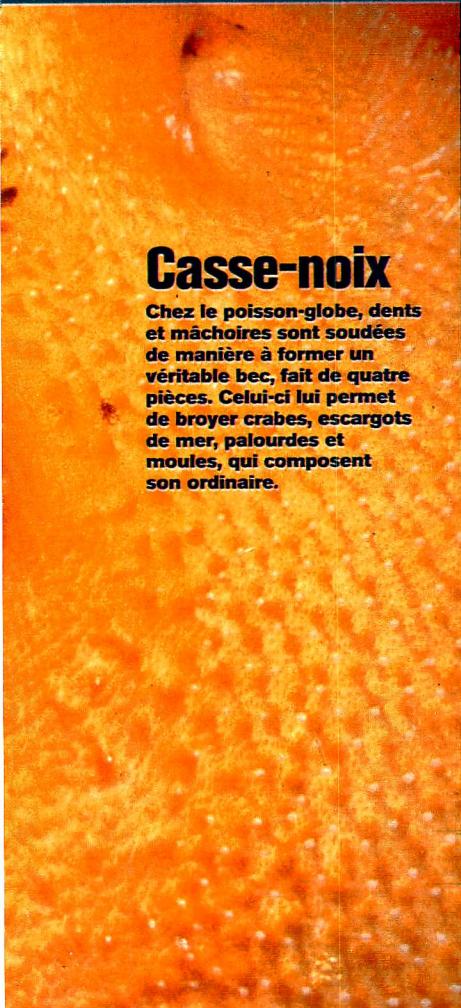




casser

Casse-noix

Chez le poisson-globe, dents et mâchoires sont soudées de manière à former un véritable bec, fait de quatre pièces. Celui-ci lui permet de broyer crabes, escargots de mer, palourdes et moules, qui composent son ordinaire.



Un pharynx redoutable

Comme si des dents soudées ne suffisaient pas au poisson-perroquet, son pharynx est une seconde mâchoire qui achève de couper, d'écraser ou de broyer végétaux et coraux.



Sans espoir de retour

Chassant à l'affût, le mérou bondit sur ses proies : la mâchoire supérieure extensible se projette, créant un effet de succion, tandis que tout espoir de retraite est anéanti par les petites dents inclinées vers l'intérieur et les grandes canines.

Paraître...

Pour défendre un territoire ou se reconnaître entre partenaires sexuels, rien de tel que des couleurs vives.

A l'opposé, pour le prédateur ou la proie potentielle, le camouflage constitue un avantage.

Pourtant, tromper l'ennemi quand on arbore des couleurs voyantes n'est pas forcément impossible...

Comment noyer le poisson...

L'œil constitue une cible idéale pour les prédateurs. Chez le poisson-papillon citron, il disparaît dans une vaste tache noire.



Les poissons caméléons

Pour se camoufler, la baudroie (ci-contre) a opté pour l'homochromie : sa peau adopte la même coloration que le fond sur lequel elle se pose. Chez la rascasse (ci-dessus), cet effet, qui fait appel à des variations de concentration de pigments, est renforcé par des excroissances cutanées irrégulières qui brouillent les contours de l'animal.

Fantôme en couleur

Rouge dans le flash du photographe, le poisson-écureuil géant disparaît en fait totalement aux yeux de ses proies. En effet, dans l'obscurité des grottes ou dans la pénombre du crépuscule, le rouge est invisible... et le poisson glisse comme un fantôme.



... et disparaître



Messages contrastés

Les poissons-perroquets, contrairement à la plupart des autres espèces, possèdent des pigments bleus et bleu-vert (ci-dessous). Habituellement, ce genre de couleur est produit par irisation de la lumière réfléchie par des cristaux de guanine. Chez les espèces qui défendent un territoire, les contrastes entre couleurs vives complémentaires, comme le bleu et l'orange de ce poisson ange royal (à gauche), sont un excellent moyen d'imposer sa présence.



DIRIGEABLES

Le retour des plus légers que l'air

On les croyait définitivement disparus du ciel. Or, les Russes étudient un plus léger que l'air de forme discoïde, capable de transporter de très lourdes charges sur les grands chantiers. Les Etats-Unis et certains pays européens placent aussi sur cette "nouvelle" idée porteuse.

PAR PIERRE CHALLIER



600 tonnes de charge utile

C'est, à terre, l'objectif que les ingénieurs russes veulent atteindre avec le Thermoplan ALA-200 qui aura 200 m d'envergure. Pour l'heure, le projet se développe autour d'un modèle de vol plus modeste de 40 m de diamètre.

Moteur de 40 ch pour la propulsion verticale



Turbopropulseur de 350 ch pour la translation horizontale

Cabine d'hélicoptère Mi 2



Oulianovsk, sur les bords de la Volga. Au cœur du consortium aéronautique Aviastar, l'académicien Youri Ichkov mène

ses visiteurs au pas de charge à travers les ateliers des gigantesques unités de production. Une dernière porte, un dernier couloir. Derrière les quatre Antonov – les plus gros avions porteurs du monde – et les huit Tupolev alignés au cordeau sur 400 mètres, voici l'autre bout de la chaîne de production... L'envers du miroir.

«On nous a concédé juste un petit tiers du hangar pour développer notre invention», explique Ichkov, le chef du projet Thermoplan. «Petit tiers»... Mots très relatifs sur le site intégré d'Oulianovsk qui couvre en tout 50 km². Avec ses 7 000 m², le petit tiers d'atelier est plus grand qu'un terrain de football. Un énorme cylindre en fibre de carbone l'occupe.

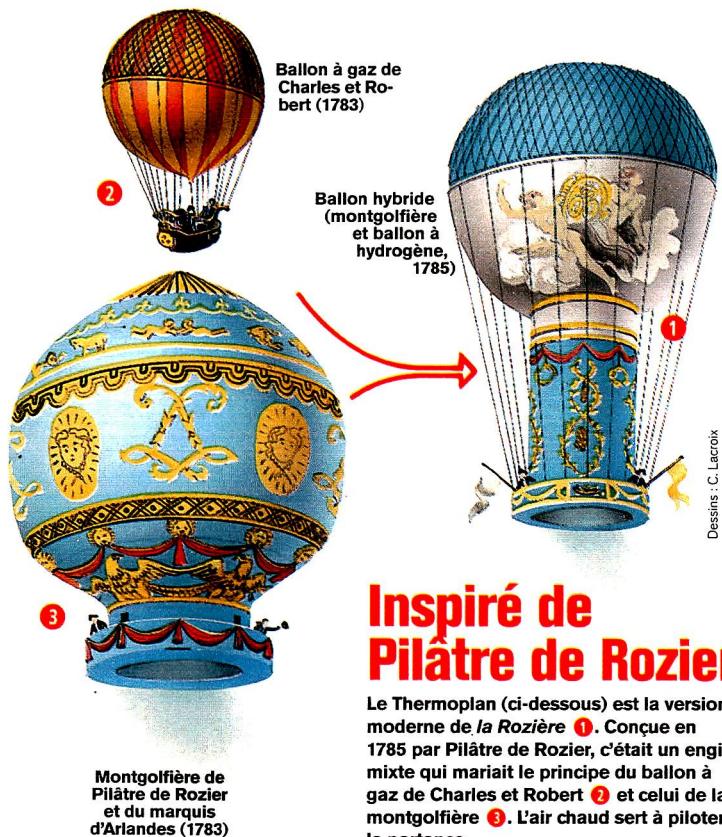
DIRIGEABLES

► Des dérives, des gouvernes, une cellule d'hélicoptère Mi 2... C'est ici, dans cette véritable cathédrale de pouretelles métalliques jaunes et bleues autrefois dédiée au productivisme soviétique que les ingénieurs du projet Thermoplan élaborent un dirigeable discoïde aux allures futuristes. Cet hybride lenticulaire, savant mélange d'engin à gaz et de montgolfière, a été baptisé Thermoplan ALA-40. A partir de la version actuelle de 40 mètres d'envergure, de futurs monstres de 100, voire 200 mètres de diamètre devraient voir le jour. Présenté une première fois en 1992 de manière éphémère et très confidentielle, quelques titres de presse racoleurs avaient cloué le projet au sol, le qualifiant de "soucoupe volante". Ce sensationalisme avait discrépété par avance son potentiel technique. Or, le Thermoplan est peut-être une bonne solution pour redécouvrir un fantastique vecteur aérien tombé dans les oubliettes de l'aéronautique.

Car, aujourd'hui, le "plus léger que l'air" (PLA) est tout sauf une lubie poétique. L'intérêt que lui manifestent les Russes est là pour le prouver s'il en était encore besoin. Youri Ichkov et son équipe ont d'ores et déjà investi plus d'un million d'heures de travail dans ce projet. Un volontarisme qui souligne la dimension des enjeux en cours. Loin de s'afficher en concurrent des plus lourds que l'air, le dirigeable possède son propre registre de missions spécifiques.

«Nous voulions un dirigeable semi-rigide, pouvant soulever jusqu'à 600 tonnes, et capable d'intervenir là où hélicoptères et avions sont impuissants», explique l'académicien devant les plans de l'engin. Lorsqu'il est imaginé en 1989 par des ingénieurs de l'institut aéronautique de Moscou, le Thermoplan doit répondre à une demande précise : devenir l'outil de conquête et de valorisation d'un espace mythique, la Sibérie. Des milliers de kilomètres carrés à exploiter mais qui sont jalousement gardés par le froid, la glace et les impressionnantes débâcles du dégel. Comment y accéder et y travailler à grande échelle ?

La route ? Ce n'est même pas la peine d'y pen-



Dessins : C. Lacroix

Inspiré de Pilâtre de Rozier

Le Thermoplan (ci-dessous) est la version moderne de la *Rozière* ①. Conçue en 1785 par Pilâtre de Rozier, c'était un engin mixte qui mariait le principe du ballon à gaz de Charles et Robert ② et celui de la montgolfière ③. L'air chaud sert à piloter la portance.

ser. Le rail ? «Sous chaque traverse, un mort», disait-on de ces voies construites sous Staline. L'avion ? Ses charges sont vite limitées. Sans souplesse d'utilisation, les gros porteurs nécessitent de très lourdes infrastructures que l'hiver sibérien a tôt fait de saccager. L'hélicoptère ? Pour soulever un kilogramme, il faut un cheval-vapeur. Alors, quand on vise plusieurs tonnes... D'objections en impossibilités matérielles, la conclusion s'imposa presque naturellement. Restait le dirigeable.

Empart de charges lourdes indivisibles pour des usines ou des plates-formes pétrolières à construire, sites à défricher, grues à transporter : l'idée d'un plus léger que l'air polyvalent mais principalement utilisé comme "grue-ca-

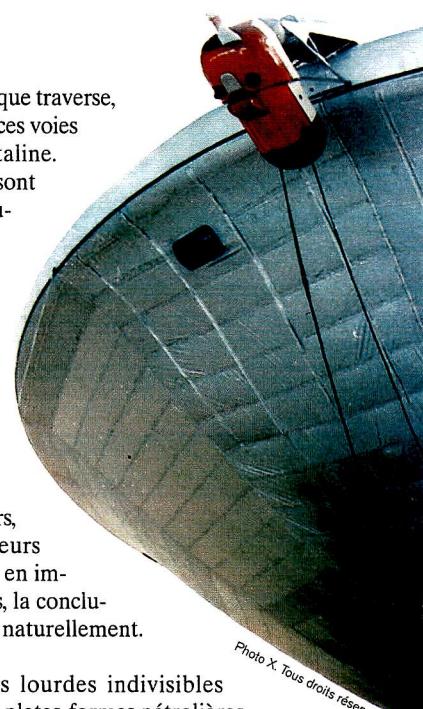


Photo X. Tous droits réservés

mion-cargo-autocar" n'était pas nouvelle. Déjà en France, en Grande-Bretagne, aux Etats-Unis ou au Canada de très intéressants projets de dirigeables avaient germé à la suite du choc pétrolier. Tous abandonnés.

Les ingénieurs russes ne partaient pas non plus de zéro. A l'instar de leurs homologues occidentaux, ils bénéficiaient dans un premier temps d'une volonté politique appuyée par une manne d'Etat *a priori* intarissable. Partout ailleurs l'étroitesse d'esprit des technocrates, conjuguée à la pression sans failles des différents lobbies aéronautiques, avait eu raison des idées les plus prometteuses.

Mais pour les Russes la conquête sibérienne impose l'innovation. Le temps de travail dépend de la belle saison. Rare, il est précieux. On ne peut non plus le gaspiller en de multiples rotations (700 rotations d'hélicoptère pour une plate-forme pétrolière de 1 500 tonnes). Ni à construire de grosses infrastructures au sol. A terme, les

ingénieurs russes envisagent donc l'ALA-200, de

200 mètres de diamètre pouvant soulever 600 tonnes. Des chiffres qui laissent rêveurs.

Le domaine du plus léger que l'air possède ses règles de physique. Elles sont aussi incontournables que les autres. En l'occurrence, il faut schématiquement un mètre cube d'hélium pour soulever un kilogramme. Bien. Donc, pour soulever 600 tonnes, il faudrait 600 000 m³. Ce qui

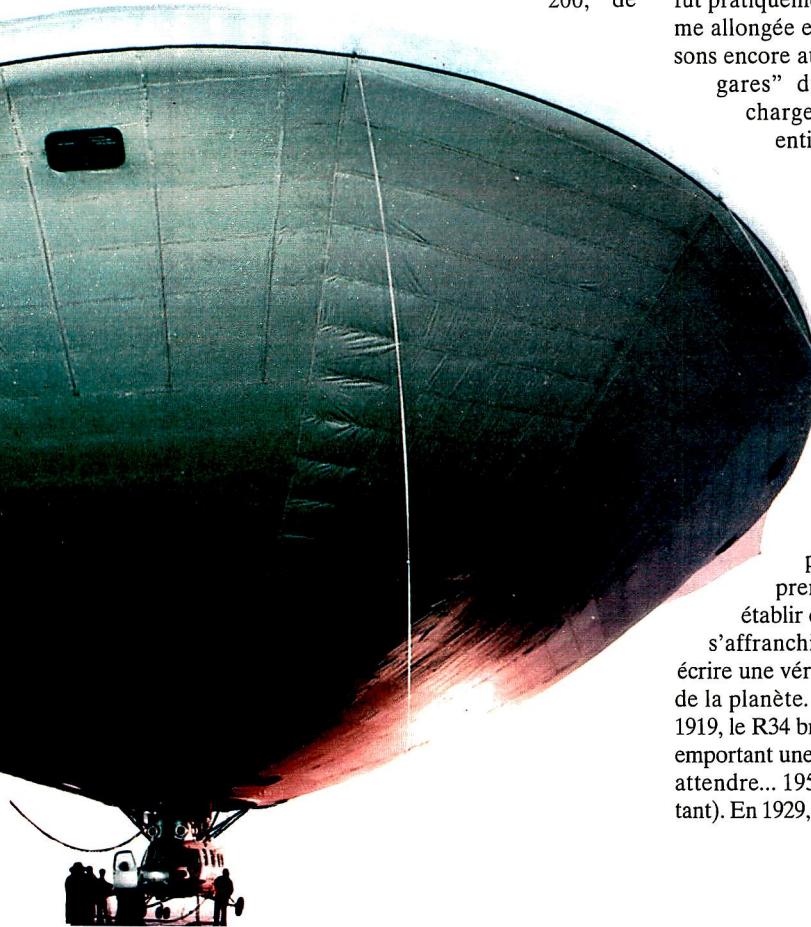
correspondrait à un cigaroïde d'environ 700 mètres de long ! Pour mémoire, tout amateur de "cigares" se souvient des mensurations pharaoniques du

LZ 129 Hindenburg : ce fabuleux paquebot du ciel affichait 245 mètres de long pour un volume de 200 000 m³. Sa charge utile n'excédait cependant pas 96 tonnes pour une tare de 118 tonnes.

Pour mieux saisir l'approche technique des scientifiques russes, il n'est peut-être pas inutile en l'occurrence de la replacer dans une perspective historique et technologique plus large.

Depuis ses origines et surtout depuis 1884, date du premier vol véritablement "dirigé" en circuit réalisé par Renard et Krebs, le dirigeable fut pratiquement toujours envisagé sous la forme allongée et rebondie que nous lui connaissons encore aujourd'hui. Un profil que les "cigares" du comte Zeppelin allaient se charger de populariser dans le monde entier à partir de 1900.

Jusqu'à la fin des années trente, le plus léger que l'air connaît alors son âge d'or. Qu'ils soient construits avec une armature rigide comme les zeppelins allemands, de loin les plus célèbres, ou semi-rigide comme le *Norge* et l'*Italia* de Umberto Nobile, ou encore simplement souples avec une enveloppe pressurisée comme tous les *blimps* américains, les "cigaroïdes" sillonnent le ciel (voir dessins pages suivantes). Ils sont alors les premiers à raccourcir les distances, à établir des records aériens d'endurance, à s'affranchir des océans et des continents, à écrire une véritable épopee aérienne à l'échelle de la planète. On l'a trop vite oublié, mais dès 1919, le R34 britannique traverse l'Atlantique en emportant une charge utile de 4 tonnes (il faudra attendre... 1955, pour qu'un avion en fasse autant). En 1929, le *Graf Zeppelin* réalise le premier



DIRIGEABLES

► tour du monde. Cependant la structure même du cigaroïde n'est pas sans poser quelques problèmes. Il ne s'agit pas de revenir sur les dangers bien connus de l'hydrogène, que plus personne n'utilise. Les difficultés se présentent ailleurs. Ballastage, transport de charge, camping, équipe au sol : le cigaroïde a ses "points durs" difficiles à gérer. Ainsi l'absence totale de vent pose-t-il, par exemple, un problème sérieux (voir encadré pages suivantes). Pour contourner les problèmes liés au cigaroïde, Youri Ichkov et son équipe ont fait le choix d'un appareil lenticulaire. Ce n'est pas une réelle nouveauté – l'*Alcyon* français et le *Thermoskyship* britannique avaient ouvert la voie au début des années 80 –, mais c'est un pari ambitieux. D'autant plus que la machine sera mixte, avec gaz et effet de montgolfière. C'est la réponse pragmatique aux "points durs" des cigaroïdes.

Les dirigeables, c'est un de leurs défauts, sont très sensibles par nature aux conditions météorologiques qui peuvent à tout moment affecter ou modifier sérieusement leur environnement de vol. Pour compenser les écarts d'altitude ou de trajectoire, on a recours à la formule classique, mais limitée, du ballastage, le plus souvent en emmenant des réserves d'eau. De plus, décollages et atter-

Le disque révolutionne le dirigeable

rissages verticaux ne sont possibles que sous certaines conditions de charge et par météo favorable. Dans l'optique d'un dirigeable utilitaire, il faut par conséquent résoudre en priorité le problème de la charge utile, qui est, par définition, fortement variable. A ce paramètre, s'ajoute la consommation de carburant des moteurs chargés de la progression horizontale : elle allège également l'appareil en cours de vol. C'est cet ensemble de différences entre le décollage et l'atterrissement qu'il convient donc de gérer. Pour résumer l'avis d'un pilote, «transporter une charge avec mon appareil n'est pas le problème le plus important. Le vrai problème c'est ce que je deviens avec mon appareil, une fois délesté de cette charge. Une bulle soudainement libérée qu'il faut ramener et maintenir d'une façon ou d'une autre à son point d'équilibre».

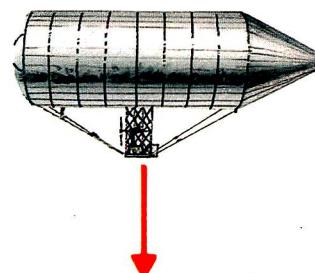
Les Russes répondent donc aujourd'hui à ces difficultés en reprenant et en élaborant le concept aérostatique de la *Rozière*. L'engin, conçu en 1785 par Pilâtre de Rozier pour traverser

Une généalogie typée

Le ballon souple a engendré les dirigeables souples, semi-rigides et rigides. Un dirigeable souple maintient sa forme grâce à la pressurisation de son enveloppe (type Goodyear). Un semi-rigide (type Norge) voit sa structure souple renforcée par une quille longitudinale. Quant au type Zeppelin, l'enveloppe est posée sur une structure métallique. Le gaz est contenu dans des ballonnets. Seuls les semi-rigides et les rigides permettent de répartir les charges d'emport. Le Thermoplano, de par son tore, est un semi-rigide.

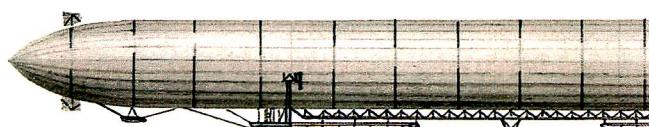
Schwartz 1897

RIGIDE

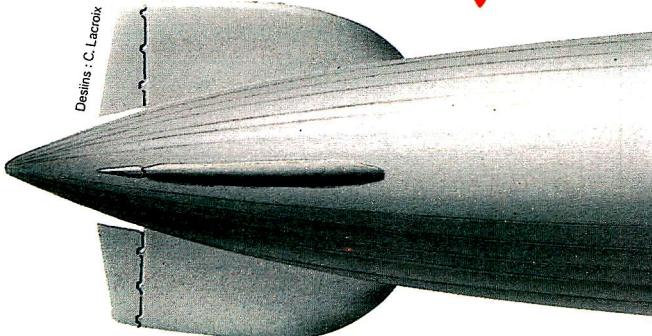


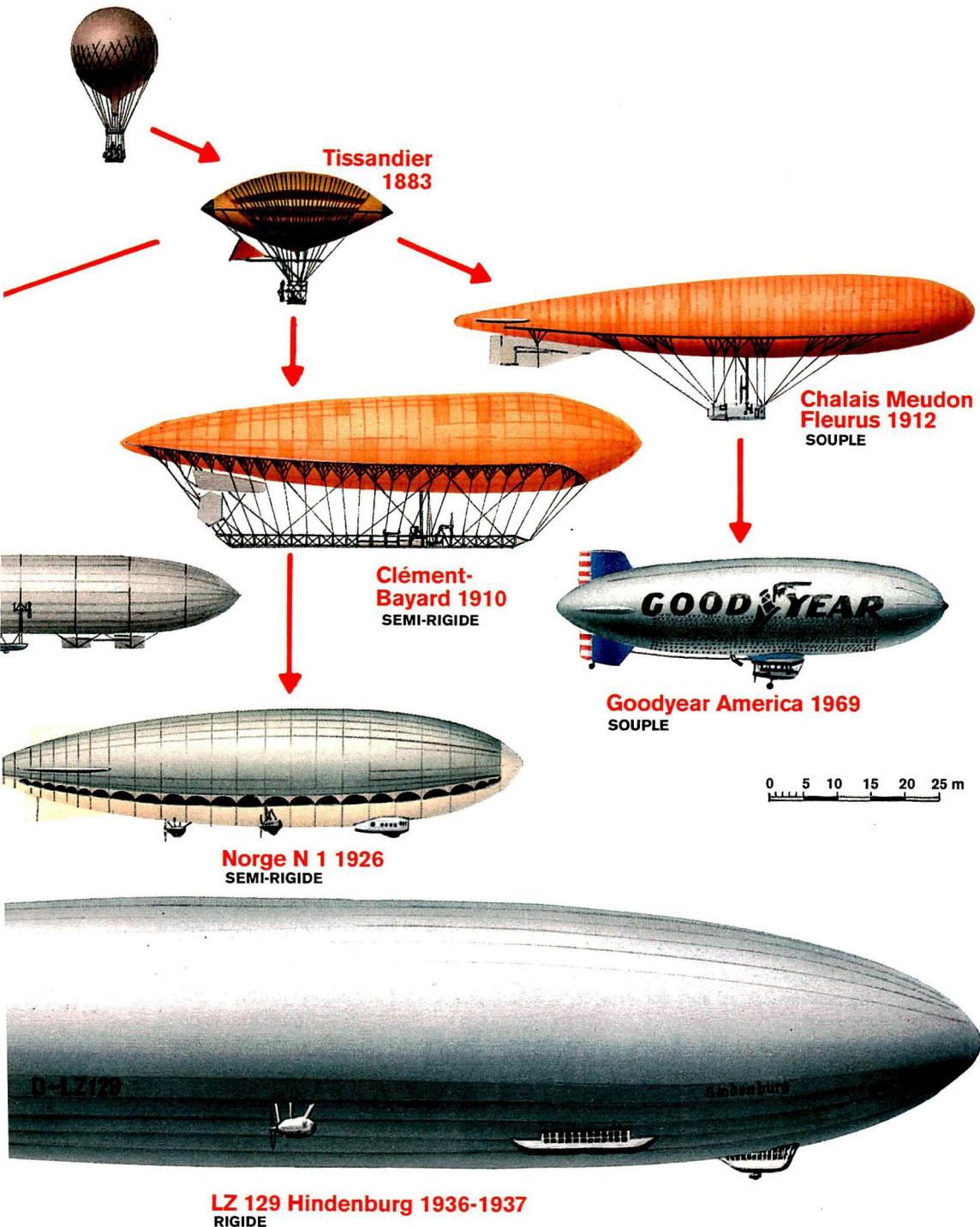
Zeppelin LZ 1 1900

RIGIDE



Design : C. Lacroix





► ser la Manche de la France vers l'Angleterre additionnait la force aérostatique constante d'un ballon à gaz et la force aérostatique pilotable d'un ballon à air chaud de type montgolfière. C'est sur cette idée même que les ingénieurs ont planché. Dans le projet Thermoplan, la tare constante de l'appareil est compensée par la force aérostatique du gaz enfermé dans la partie supérieure du disque. L'effet montgolfière sert alors à créer la portance nécessaire à la charge utile (fret, combustible, variations liées aux phénomènes météo). Économique et écologique : le réchauffage d'un volume équivalant à 40 % du volume total du ballon est fait par la récupération des gaz d'échappement des turbopropulseurs utilisés pour la translation horizontale de l'appareil. Cet effet montgolfière est parfaitement pilotable. Il permet alors d'ajuster la portance à la charge utile et rend caduc le ballastage. En outre, l'appareil n'est plus placé dans l'obligation qu'ont les cigaroides de voler "à charge maximale". Il en découle de nombreuses conséquences.

Sans être pour autant la panacée, le principe du disque Thermoplan vient résoudre la plupart des problèmes posés par les cigaroides. Comme tout appareil volant, le dirigeable nécessite une surface d'exploitation. Les aires d'évolution réglementaires pour les dirigeables sont un rectangle orienté dans le vent dont le grand côté est égal à cinq longueurs du dirigeable. Pour un appareil de 1,5 tonne de charge cela représente déjà 300 mètres. Habituellement, les dirigeables ayant 1,5 t de charge utile nécessitent la présence d'une quinzaine de personnes lors des manœuvres d'atterrissement et de décollage. La conception du Thermoplan règle ce problème. Comme la portance est pilotable et que la structure en disque supprime l'effet girouette du cigaroides, l'équipe au sol n'est plus nécessaire. Il suffit juste de "dégonfler" la partie montgolfière, le poids de l'engin fait le reste. L'appareil est autonome. Il n'a pas besoin non plus des 2,5 hectares qui seraient la norme pour la surface de garage d'un engin de 1,5 tonne de charge. Il se contente d'une surface équivalente à la sienne au sol.

Mais au-delà de la hardiesse et de l'imagination mises en œuvre par les ingénieurs russes, c'est bien l'ampleur du travail de recherche d'ores et déjà fourni qui sidère le visiteur. Tant d'énergie déployée... et deux nouveaux démonstrateurs ALA-40 en chantier. De quoi faire frémir les boutiquiers-gestionnaires désormais aux commandes de la plupart des grandes

LE POINT DE VUE DU PILOTE

● Avec plus de 9 000 heures de vol à son actif, le Français Pierre Ponomareff est un spécialiste reconnu des dirigeables. Il les a pratiquement tous pilotés. Son expérience est incontournable dans le domaine des plus légers que l'air. Il a pu interroger les membres du projet Thermoplan. Ses origines russes lui ont permis d'approfondir les explications fournies par Youri Ichkov et son équipe d'ingénieurs. L'aspect pragmatique des solutions russes ne laissent pas de le surprendre par leur simplicité faussement évidente. Pour ce qui concerne le vol il explique plus précisément : «Avec un cigaroides, le vol stationnaire n'est pas possible si la vitesse du vent est inférieure à 5 noeuds, car les gouvernes

ne sont pas assez "soufflées". En ayant recours au disque, le contrôle vertical dans l'espace est assuré par le pilotage de la portance aérostatique tandis que le contrôle horizontal l'est par les gouvernes dynamiques que sont les moteurs. Pour la tenue de cap, c'est vrai que le cigaroides représente la meilleure forme pour la progression du ballon, mais il ne peut que suivre l'écoulement des rafales. Une structure lenticulaire permet également, comme c'est le cas ici, avec l'installation de gouvernes dynamiques et de commandes de vol informatisées, un bon contrôle de la dérive. S'il est vrai que le cigaroides est très stable, la structure lenticulaire ne pose, après le travail des Russes, plus de problème».

entreprises occidentales. Vestige soviétique ou symbole d'une nouvelle Russie qui veut avancer à tout prix ? Oulianovsk combine sans doute, étroitement imbriqués, les deux aspects. Avec l'affondrement de l'Etat omnipotent la manne s'est maintenant tarie. Les difficultés budgétaires sont apparues au cœur même du complexe militaro-industriel. Bon an mal an, le projet Thermoplan trouve des financements de pétroliers sibériens, déjà positionnés comme futurs clients.

Aujourd'hui, sa direction voudrait également se tourner vers l'Occident. Elle recherche des alliances, des opérations économiques et technologiques. «Les Tupolev 204 volent déjà, pour certains, avec des moteurs Rolls Royce. Cela nous permet d'aborder le marché mondial», reconnaît Anatoly Gulyaev, directeur général de la coopération extérieure d'Aviastar. La partie est cependant loin d'être gagnée. Par manque de volonté politique, et surtout par sclérose intellectuelle de

Le marché potentiel est énorme



Les publicitaires l'ont compris qui l'utilisent pour des campagnes hypermédiatisées lors de grands événements internationaux. Mais cet usage apparaît bien vite dérisoire par rapport aux services que pourraient rendre ces engins. Depuis bientôt vingt ans, en effet, la réflexion à propos du plus léger que l'air n'a pas cessé. Il s'agissait alors de trouver une solution au transport des charges lourdes indissolubles comme par exemple les énormes pièces nécessaires aux constructions de centrales nucléaires. Les transports exceptionnels par route ne satisfaisaient personne. Parallèlement, le dirigeable offrait des

A l'écart de l'industrie aéronautique

C'est ici, à Oulianovsk, en Russie, dans une partie des immenses usines aéronautiques Aviastar, que s'élabore le projet Thermoplan. Dans un atelier de 7 000 m², au bout de la chaîne de production de l'Antonov et du Tupolev, l'équipe de Youri Ichkof met au point le dirigeable ALA-40.

certaines sphères dirigeantes. Des projets français, britannique, américain, japonais ou allemand dorment dans les cartons depuis une vingtaine d'années. Alors un projet russe...

Les marchés potentiels du Thermoplan, et des dirigeables en général, sont pourtant énormes. Mais l'horloge des comptables s'est arrêtée à Lakehurst, le 6 mai 1937. Les images de l'*Hindenburg* en flammes ont occulté la réalité des faits : sur 98 personnes à bord il n'y aura en fait "que" 36 morts. Parmi eux 13 passagers payants... Ces 13 malheureuses personnes seront les seules victimes civiles de toute l'épopée commerciale des dirigeables. Il faut replacer l'"échec" des dirigeables dans une perspective plus objective. Il serait peut-être bon de rappeler également que, à l'origine, l'ingénieur Hugo Eckener avait conçu le *Hindenburg* comme un vaisseau à hélium. Ce sont les Américains qui mirent le veto à toute exportation de ce gaz, obligeant, par là même, les Allemands à poursuivre l'emploi de l'hydrogène...

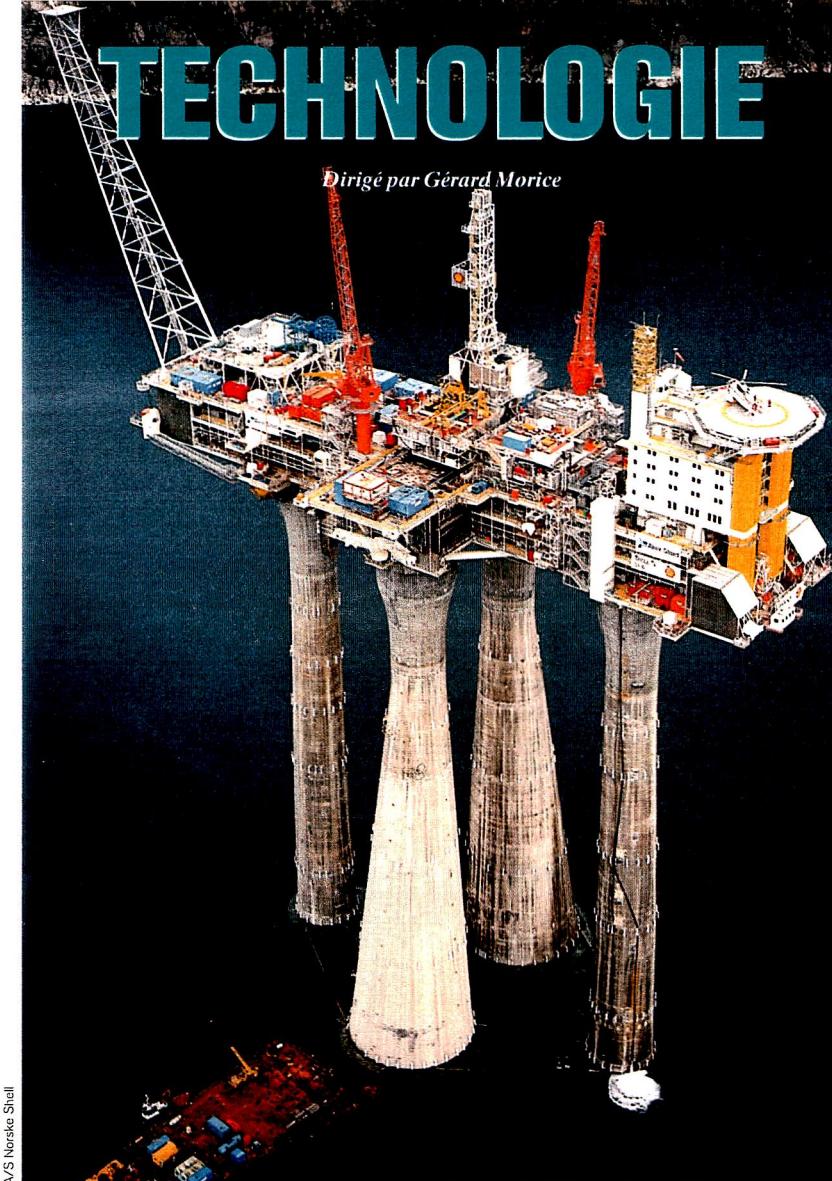
Lourdement hypothéqué dans l'imagination aéronautique, le dirigeable garde pourtant un capital de sympathie intact auprès du grand public.

coûts de transport très compétitifs : un avion utilise 70 % de son carburant pour se sustenter et ne se sert que de 30 % pour se mouvoir. En pleine crise pétrolière l'argument faisait, et fait toujours, mouche. Un Boeing 747 cargo consomme 60 kg de carburant par tonne et par heure. Un dirigeable de capacité équivalente, six fois plus lent, consomme 60 % de moins. Le monde moderne implique-t-il que tout doit impérativement voyager par air à 900 km/h ? La question reste posée. Pour sa part, la Navy américaine a toujours appelé le dirigeable "le vaisseau le plus rapide de la flotte". Positionné entre l'avion et le cargo, sa place se pare alors d'une tout autre dimension.

La réflexion sur les dirigeables demeure très active, ainsi que l'a confirmé le récent congrès de Trente organisé en mars dernier. Anglais, Américains, à l'instar des Russes, veulent aboutir dans leurs projets civils et militaires. Les Allemands multiplient les enquêtes de faisabilité et de rentabilité. Les universitaires italiens suivent ces développements de très près et proposent de nouveaux matériaux. Et, pour l'heure, les Français sont en train de rater le coche... ■

TECHNOLOGIE

Dirigé par Gérard Morice



A/S Norske Shell

Cette plate-forme norvégienne d'extraction de gaz est le plus gros objet jamais réalisé par l'homme.

Off-shore

Le Goliath des temps modernes sort de l'eau

Avec ses 472 mètres de haut, les 100 000 tonnes de sa plate-forme et les 656 000 tonnes de sa semelle de fixation, la masse finale de cette barge d'exploitation d'un gisement de gaz devrait dépasser le million de tonnes...

Cette plate-forme est ainsi le plus gros «objet» réalisé à ce jour par l'homme. Elle est destinée à exploiter un champ pétrolier, essentiellement constitué d'une gigantesque

poche gazeuse, découvert en 1979 au large de la Norvège par la société Norske Shell, une filiale de la Royal Dutch/Shell. Construite par la Norwegian Contractors, filiale du groupe Acker, elle sera tractée jusqu'à la zone de forage et y sera fixée pour une durée de vie estimée à soixante-dix ans.

Elle pompera les 1 300 milliards de mètres cubes de gaz que les experts pensent extraire de ce champ

pétrolier. Cela devrait permettre à la Norvège de doubler le chiffre de son exportation annuelle de gaz par rapport à son volume actuel, soit 28 milliards de mètres cubes.

Un projet qui trouve son origine dans la guerre froide (lorsque l'Europe tenait absolument à se libérer de la production de gaz soviétique), et dont le budget, voté à l'époque, était de 5 milliards de dollars.

H.-P. P.

L'ennemi n° 1 des faussaires

Tout le monde sait – mais il ne faut pas le dire... – qu'il est assez facile, grâce aux performances atteintes par les photocopieuses de haut de gamme, de fabriquer de la fausse monnaie. Et "on" ne s'en prive pas : on assiste actuellement à un véritable déferlement de faux "Pascal" (billets de 500 F) ; quant au nouveau billet de 500 F, à l'effigie de Pierre et Marie Curie, à peine apparu et encore extrêmement rare, il est déjà contrefait (alors qu'il était supposé apporter la sécurité, grâce à sa trame encore plus compliquée et à l'insertion d'un filet métallique). Des arrestations de trafiquants viennent même de se produire...

Dans ce contexte, qui génère une suspicion généralisée, apparaît "l'Incontournable", un détecteur de faux billets. Equipé de 4 tubes à ultra-violets, d'un tube fluorescent et d'une loupe, l'appareil s'attaque aux deux points faibles des faux billets : la trame du papier, et la finesse et la précision du filigrane. La firme française Groupe Safe-work Innovation affirme : «Exactement comme si l'ostéopathe pouvait voir l'ensemble et les détails du squelette de son patient, l'Incontournable permet, lui, de voir la trame et la qualité du filigrane au cœur même du billet, avec une précision encore jamais égalée.»

Alors que tous les appareils qui existaient jusqu'ici s'attaquaient principalement à la nature du papier et de l'encre utilisée, l'Incontournable exerce trois fonctions complémentaires, grâce à l'action simultanée de 2 jeux de lumière, selon des distances et des angles bien précis. Il identifie avec certitude la trame des billets. Il repère les filigranes pauvres et gros-

Une rétine artificielle pour reconnaître les formes

● En reconnaissance de forme, l'image elle-même n'a que peu d'importance. Ce sont les contours de l'objet qui sont porteurs d'information. Partant de ce principe, la société Mitsubishi Electric vient de concevoir un capteur d'image spécialement conçu pour reconnaître les formes. Cette rétine artificielle, basée sur une matrice CDD comparable, dans son principe, à celles qui équipent les caméscopes, est directement capable de fournir un contour. Bien que la résolution de cet analyseur d'image soit modeste (4 096 pixels seulement contre 380 000 pour un caméscope), le taux de reconnaissance, par exemple, des caractères chinois avoisine les 99,99 %. De plus, l'extraction des contours par rapport aux capteurs conventionnels s'effectue près de 10 000 fois plus rapidement.

Pagnotta/Cosmos

liers, les contours irréguliers et mal dessinés. Enfin, il fait ressortir tous les hologrammes des billets, qui sont le plus souvent inexistant ou flous sur les faux – même ceux des cartes de crédits, des chèques, des papiers officiels (passeports et

cartes d'identité), mais aussi des tickets-restaurants...)

L'appareil équipe aujourd'hui la plupart des grandes banques, des agences postales, des grands magasins, des *fast food*, des péages d'autoroute, des comptabilités du Trésor et... des casinos !

Plus de 1 500 petits commerçants se sont également déjà équipés, en quelques semaines. L'Incontournable coûte 1 180 F HT, moins de 1 400 F TTC. C'est évidemment un peu cher pour les particuliers et, bien que l'appareil reste compact (170 x 170 x 120 cm), pas très pratique lorsqu'on se trouve sur une plage, en maillot de bain...

Pour les particuliers, il vaut donc mieux donner que recevoir des "gros billets", surtout si c'est de la part d'un marchand de cacahuètes ambulant !



J.Y. Delattre/Sud Reportage

Chaudage

Des pompes à chaleur sans CFC

Le "Suva 134-A", que présente le géant américain de la chimie Du Pont de Nemours, est un fluide frigorigène bien intéressant : il est ininflammable, il ne contient pas de chlore – et il est donc inoffensif pour la couche d'ozone –, il présente un niveau de toxicité extrêmement faible, enfin, il est apparu, à l'expérience, qu'il permettait un coefficient de transfert de chaleur supérieur de 50 % à celui du CFC.

Ces caractéristiques sont aujourd'hui confirmées, et depuis l'an dernier, la Suède a converti au nouveau fluide l'une des quatre pompes à chaleur de la centrale de Rya, près de la ville de Göteborg.

Cette centrale est l'une des plus grandes d'Europe. Elle récupère la chaleur émise par les rejets thermiques de la station d'épuration locale. Ses pompes alimentent 165 000 personnes, au-travers d'un réseau de 480 km.

Le rendement obtenu compense à peu près l'abaissement de la température de sortie (85 °C pour le Suva 134-A, contre 95 °C pour le CFC précédemment utilisé).

Les pompes à chaleur de Rya, en Suède, fonctionnent grâce à un fluide non toxique et dont le rendement est supérieur de 50 % à celui du CFC... Qui dit mieux ?



**36 15
SCV**

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

Ces hautes technologies qui nous viennent de l'Est

● **Linkguide** est une base de données qui recense les universités, centres de recherches et entreprises travaillant dans les domaines des télécommunications, de l'informatique et de l'électronique en Europe centrale et orientale. Crée à l'initiative de l'Ecole franco-polonoise des nouvelles technologies de l'information et de la communication (EFP), et de Télécom Bretagne, elle est le fruit de la coopération active de 10 universités et centres de recherches d'Europe centrale et orientale. Linkguide regroupera plus de 20 000 informations, remises à jour tous les trois mois, qui seront à la disposition des industriels et des centres de recherche du monde entier. L'un des objectifs de Linkguide est de faciliter l'établissement de coopérations internationales. Le projet a reçu le soutien du Comité scientifique de l'OTAN et de la Communauté européenne.

Les innovations et les techniques présentées ici ne sont pas encore exploitées sur le marché français. Il s'agit d'opportunités d'affaires, qui semblent "bonnes à saisir" pour les entreprises françaises. Comme l'ensemble des articles de Science & Vie, les informations que nous

sélectionnons sont évidemment libres de toute publicité. Les sociétés intéressées sont priées d'écrire à "Des marchés à saisir", c/o Science & Vie, qui transmettra aux firmes, organismes ou inventeurs concernés. Aucun appel téléphonique ne pourra être pris en considération.

La "barbe à papa", version haute technologie

Quoi ? Un distributeur automatique de "barbes à papa", de taille standard, possédant une autonomie de fabrication d'environ 250 confiseries, à raison de deux minutes pour chacune.

Comment ? La machine traditionnelle à fabriquer des barbes à papa, inventée quasi simultanément au début du siècle en France et aux Etats-Unis, fonctionne selon le même principe que celui utilisé pour obtenir de la laine de verre. Une tête chauffante centrifuge le sucre en fusion, en le laissant "filer" sous forme de fins serpentins par des fentes radiales, serpentins qu'on enroule ensuite autour d'un bâton.

Le distributeur, mis au point par deux inventeurs français, assure la sélection et la prise du bâton (en délaissant les bâtons tordus ou voilés) ; la distribution du sucre,



Règne-t-il, autour de ce distributeur de barbes à papa, la même délicieuse odeur de sucre fondu qu'àuprès des "lessiveuses" de notre enfance ?

notamment en tenant compte des agglomérats de ce dernier ; le maintien du niveau constant du sucre dans la tête (qui tourne à 3 500 tours/minute) ; le pilotage des températures de chauffe ; la mise à disposition du produit dans des conditions d'hygiène satisfaisantes ; enfin, la gestion automatique de l'appareil.

Il a fallu aussi résoudre les problèmes de fiabilité de la construction et du fonctionnement de l'appareil : le chargement des bâtons et du sucre dans la machine s'effectue ainsi en vrac et en quelques secondes.

Marché ? Parcs d'attraction, fast-food, lieux touristiques, rues piétonnes, vendeurs de glaces et de bonbons, et, bien sûr, fêtes foraines...

Pour qui ? Les inventeurs cherchent des partenaires financiers et industriels.

Comment passer dans cette rubrique : si vous avez conçu une innovation, adressez-en un descriptif à "Des marchés à saisir". Inspirez-vous de notre présentation. Joignez-y une copie de votre brevet et une photo de votre prototype. Enfin, faites preuve de patience et de tolérance ; nous ne pouvons présenter toutes les inventions, et celles que nous publions doivent être d'abord étudiées par notre service technique.

Des poubelles propres

- Des prototypes de poubelles pour déchets organiques permettent d'éliminer les odeurs grâce à leur couvercle spécial. Ce dernier est muni d'un filtre dans lequel se trouvent des bactéries qui dégradent les gaz. Chaque jour, selon la

température extérieure, jusqu'à 40 litres de gaz peuvent se former dans ce type de containers pour donner naissance à des acides gras, aldéhydes, esters et alcools, responsables des mauvaises odeurs. Les filtres mis au point par l'entreprise allemande Biologic, de

Münster, réduisent également la formation des moisissures et empêchent les mouches, attirées par les odeurs, de venir pondre leurs œufs dans ce milieu organique idéal. Biologic prévoit déjà de fabriquer de tels couvercles pour les poubelles de cuisines.

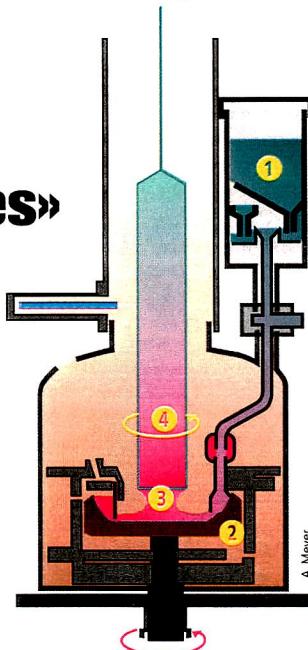
C. H.

Composants

Un atout pour l'Europe dans la «guerre des puces»

Les puces électroniques qui équipent nos cartes téléphoniques ou les ordinateurs les plus puissants sont réalisées à partir d'une plaquette de silicium amorphe idéalement pur et à la structure cristalline parfaite.

Or, pour obtenir ce substrat, il faut recourir à une technique très spécifique. Dans un creuset contenant jusqu'à 100 kg de silicium fondu, est plongé un «germe» — petit bloc de silicium à la structure parfaite. En le soulevant doucement du creuset tout en le faisant tourner sur lui-même, on génère autour de lui un lingot cylindrique de silicium de la qualité recherchée. Cependant, pour que la structure cristalline soit parfaite, il faut que le gradient de température entre le



Un procédé permet de fabriquer de gros cylindres de silicium parfaitement pur. Des granulés de silicium (1) sont introduits en continu dans la partie périphérique d'un plateau tournant (2), où ils sont préchauffés. Puis le silicium accède à une zone centrale de fonte (3), et forme un cylindre (4) autour d'un petit bloc initial.

centre du lingot et sa périphérie soit contrôlé avec une extrême précision, tout écart trop important provoquant une altération de la structure. De plus, cette opération doit être effectuée sous gaz inertes afin d'éviter l'oxydation du lingot au cours de sa fabrication.

Ensuite celui-ci est débité en disques, appelés wafers, sur lesquels sont gravés les circuits électriques des puces. Il est intéressant de fabriquer des disques d'un diamètre aussi important que possible afin de graver simultanément une grande quantité de puces. Actuellement, ce diamètre atteint de 150 à 200 mm. La production de disques de 300 mm est à l'étude. Mais, pour réaliser de tels disques, il faut partir d'un lingot d'un diamètre identique. S'il est relativement simple de contrôler le gradient de température d'un petit creuset ne pouvant fournir qu'un lingot de faible section, plus le diamètre de celui-ci augmente et, par voie de conséquence, plus la masse de silicium que doit contenir le creuset est importante, plus ce contrôle est délicat.

Le regroupement européen JESSI (Joint European Submicron Silicon Programme), dont font partie les plus grands noms de la recherche dans ce domaine (SGS-Thomson, Philips, le LETI, Siemens, IBM, etc.), a mis au point un nouveau procédé permettant la fabrication de lingots de gros diamètre à la structure parfaite. Ici, le creuset est de forme plate et sa contenance est réduite afin de mieux contrôler la température du silicium fondu. Pour compenser cette faible contenance, des granulés de silicium sont introduits en continu tout au long de la formation du lingot. Afin que leur arrivée ne modifie pas la température du silicium dans la zone où se forme le lingot, le creuset est composé de deux «cuves» concentriques séparées par une paroi de quartz. Les granulés arrivent sur la cuve périphérique où ils sont fondus puis ne sont introduits dans la cuve centrale qu'une fois la température optimale atteinte.

Ce nouveau procédé devrait permettre d'obtenir des lingots de 300 mm à 400 mm de diamètre pour un coût de production très inférieur à celui qu'atteindraient les technologies actuelles s'il fallait les adapter à de telles dimensions. H.-P. P.

L'annuaire des semi-conducteurs

● Semiconductor Equipment and Materials International (SEMI) vient de publier l'annuaire 1995/1996 de ses membres : un guide complet sur la fabrication, les tests et l'assemblage des semi-conducteurs. Cet annuaire de 500 pages, qui coûte 100 dollars, contient des données détaillées sur 1500 sociétés dans le monde entier. Informations : Semi Europe, (32) (2) 736 20 58.

36 15 SCV

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

**Aujourd'hui,
les moteurs doivent accomplir
de plus grandes distances.**



**Aujourd'hui,
une huile doit garantir une
plus grande endurance.**



"RECORD MERCEDES-BENZ DU KILOMÉTRAGE, RELEVÉ SUR UNE 250 D."

CALLEGARI BERVILLE

Mal protégées, les pièces mécaniques réduisent considérablement la durée de vie d'un moteur. Voilà pourquoi les huiles Antar Isofluide comportent des Dithiophosphates de Zinc. Ces molécules forment un véritable film protecteur sur toutes les surfaces du moteur et évitent tout contact direct entre les pièces. Avec Antar, votre moteur est mieux protégé, il dure plus longtemps.

**CE QUE VOUS EXIGEZ D'UNE VOITURE,
EXIGEZ-LE D'ANTAR.**

ANTAR
LUBRIFIANTS



Ce nectar, que la transparence de son emballage permet de déguster avec les yeux, ne sera pas dégradé par le rayonnement ultra-violet. On le doit à un filtre secret...

Emballages

Halte aux ultra-violets !

En matière de bouteilles en plastique, on n'a, finalement, pas tellement de choix. Il y a le PET, le polyéthylène, qui présente cet inconvénient qu'il est transparent aux ultra-violets et donc peu recommandé pour les produits – jus et nectars de fruits en tête – qui sont dégradés par ce rayonnement. Il y a le PEHD, le polyéthylène haute densité, dont l'inconvénient est l'opacité, qui prive le consommateur d'une information totale, couleur, aspect et résistance du produit.

A part cela, il reste encore la vieille et traditionnelle bouteille en verre, mais elle est lourde, fragile et présente un aspect un peu "ringard", pour des produits qui se veulent fortement innovateurs.

Mis au pied du mur par son service marketing, la marque Oasis, filiale du géant Cadbury-Schweppes, met sur le marché une bouteille et une boîte de 33 cl qui conservent tous les avantages du PET, mais ne craignent pas les ultraviolets : un filtre arrête ces derniers sans altérer la totale transparence du matériau.

Comment ? C'est un sérieux secret, car la bagarre est rude sur le marché des jus et nectars de fruits. Mais, dès cet été, grâce à sa nouvelle bouteille, Oasis compte bien s'imposer comme leader toutes catégories. Le procédé est en tout cas d'une efficacité certaine : la durée de fraîcheur du contenu de la nouvelle bouteille a pu être portée à sept mois.

Électronique

La nouvelle puce du GSM

Pionnier et leader mondial du DSP (*Digital Signal Processor*, processeur numérique de signal) depuis plus de dix ans, la firme Texas Instruments présente un nouveau composant spécialement adapté aux radiotéléphones GSM. Ce DSP, le TMS 320 C 54x, est équipé d'une architecture conve-

nante particulièrement bien à ce type de communication. L'aspect le plus intéressant en est l'unité de compression numérique interne. En effet, celle-ci permet de réduire dans de fortes proportions le débit nu-

prévue dès l'origine dans la norme GSM, aucun circuit ne donnait, jusqu'à présent, entièrement satisfaction. Le TMS 320 C 54x est le premier à répondre à cette norme tout en conservant au message parlé une qualité comparable à celle des appareils classiques.

Cette compression est particulièrement intéressante pour l'utilisateur. En effet, elle permet de faire transiter plus de communications simultanément sur un même «canal GSM». Cela devrait, à terme, conduire à une baisse du prix des communications sur ce type de radiotéléphone. Hormis cette caractéristique, le TMS 320 C 54x assure la gestion des fonctions indispensables au GSM tout comme les DSP qui l'ont précédé.

Enfin, il faut signaler la très faible consommation électrique de ce nouveau DSP, qui pourrait déboucher soit sur une meilleure autonomie des combinés GSM, soit sur une diminution du poids et de la taille des batteries pour une autonomie équivalente.

H.-P. P.

On s'entend beaucoup mieux dans le nouveau radiotéléphone de Texas Instruments.

mérique lors de la transmission de la parole. Notons que, bien que cette phase de compression ait été

Les hautes technologies ont le vent en poupe

● Si l'on en croit les résultats affichés par la société conseil en hautes technologies ALTRAN. Selon ALTRAN, la reprise du marché de la recherche-développement et des études techniques s'est amorcée dès 1993. Ce mouvement semble être davantage une lame de fond qu'une reprise épisodique, puisque les bons résultats enregistrés par la firme se sont confirmés début 1995.

Reliez-vous à la terre

● Les composants électroniques supportent parfois des charges électrostatiques qui sont à l'origine de dégâts importants. Les dispositifs de mise à la terre du personnel qui fabrique ces composants, tels que chaussures et bracelets conducteurs, peuvent empêcher ces dommages en drainant les accumulations de charge dès leur apparition. Il reste que l'efficacité de ces dispositifs doit être vérifiée tous les jours pour s'assurer de leur sûreté. A cette fin, 3M lance le "3M 740", un appareil qui contrôle les bracelets et les chaussures grâce à deux circuits de mesure indépendants, ce qui évite toute erreur de manipulation. Le résultat des tests s'affiche simplement sur des voyants lumineux.



B. Annebicque/Sygma



Communication

Le Japon se câble

A u Japon, point d'atermoiements, d'états d'âme ni de langueurs administratives comme on en a connu en France : le pays a décidé de se doter du câble et ce sera chose faite en 2010.

Dès l'an 2000, les grandes villes (30 % de la population) seront équipées d'un réseau de fibres optiques. Les petites villes le seront en 2005, et les zones rurales en 2010.

C'est le ministère des Télécommunications qui a pris les décisions, mais c'est le secteur privé qui va construire le réseau. L'intervention de l'Etat se limitera à gérer des incitations fiscales, à veiller à la bonne répartition nationale du réseau et à offrir de nouveaux services, des bases de données en particulier. Les premiers établissements raccordés au réseau le seront avant cinq ans : il s'agit de l'ensemble des écoles, des hôpitaux, des bibliothèques et des autres institutions publiques.

Rappelons que, en France, le plan câble de 1982 consistait à équiper 50 sites, avec 6 millions de prises installées. Treize ans plus tard, l'ob-

jectif n'est pas atteint. Un million six cent cinquante mille personnes sont abonnées au câble, soit un taux de pénétration du marché de seulement 28 %.

Inventaire à la Prévert

● Le réfrigérateur est l'appareil ménager le plus répandu parmi les foyers français (26 millions d'exemplaires). Il devance le lave-linge, le fer à repasser, l'aspirateur, la cuisinière et la machine à café (20 millions d'exemplaires chacun). En bas de l'échelle : le four à micro-ondes, le lave-vaisselle (9 millions), et le sèche-linge (5 millions).

● Ont collaboré à cette rubrique : Christiane Holzhey, Roman Ikonikoff et Henri-Pierre Penel.

ÉCLAIREUR

Le robot à tout faire

Le ministère de la Défense vient de signer avec quatre industriels (¹) un contrat pour le développement de tels robots, dénommés SYRANO - système robotisé d'acquisition pour la neutralisation d'objectifs. Les études de développement doivent durer trois ans. Après quoi, l'armée de terre procédera à l'expérimentation.

SYRANO est l'un des dérivés du programme DARDS - démonstrateur autonome à rapidité de déplacement pour la surveillance - réalisé déjà par certains de ces industriels (²). Conçu à partir d'un 4x4 Mercedes, ce robot est équipé de caméras de surveillance, d'un télémètre laser d'une portée de 40 m, et de systèmes de restitution de l'information au contrôleur. Un poste de contrôle et de commande fixe permet, en effet, de définir la mission dévolue au robot et de suivre son déroulement à distance grâce aux informations qu'il retransmet.

DARDS peut être utilisé selon deux modes : "téléopéré" ou autonome. En téléopération, l'opérateur pilote l'engin depuis le poste de contrôle à l'aide des informations fournies par les caméras installées dans et sur le véhicule - tandis qu'en télécommande l'opérateur doit garder un contact visuel avec le mobile et pilote ce dernier à vue.

L'opérateur dispose d'un poste de conduite identique à celui du véhicule - avec volant, pédales pour la vitesse, levier pour choisir le sens de la marche. Il peut travailler à des distances considérables, jusqu'à 5 000 m. L'environnement extérieur apparaît sur trois écrans

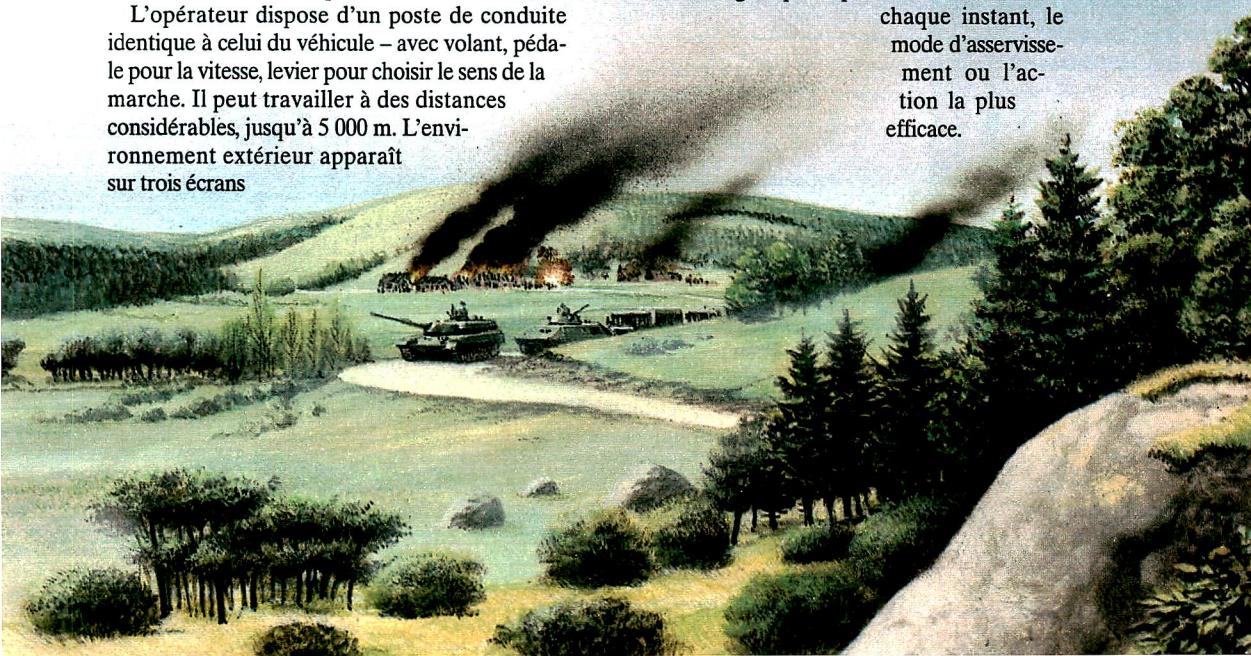
Conçus pour observer l'ennemi, ces robots auront aussi de nombreuses applications civiles.

PAR GERMAIN CHAMBOST

couleurs. Dans celui du milieu est incrustée une "symbologie" d'aide à la conduite, assez semblable à la visualisation dite "tête haute" des avions de combat, qui projette à hauteur des yeux du pilote des paramètres de pilotage : vitesse, cap, etc.

Autre supériorité de ce robot : il est capable d'interpréter les ordres qui lui sont envoyés et sait donc reconnaître ceux qui sont susceptibles de mettre en péril sa sécurité, comme des ordres de vitesse, d'accélération ou de changements de direction qui pourraient compromettre sa stabilité. Le comportement du robot est dicté par une quarantaine de règles qui lui permettent de choisir, à

chaque instant, le mode d'asservissement ou l'action la plus efficace.



A l'heure actuelle, le véhicule peut être télépiloté à 120 km/h sur route et 40 km/h en tout terrain.

Lorsqu'il doit agir en complète autonomie, les éléments de la mission sont téléchargés, c'est-à-dire lui sont envoyés à distance. Le robot peut alors rallier un objectif ou surveiller une zone. Il est capable de détecter les obstacles, grâce à son télémètre laser, de les identifier, c'est-à-dire de les classer en fonction du risque qu'ils représentent et de les contourner si nécessaire.

On voit tout le profit que pourraient retirer les militaires de robots conçus à partir de DARDS. Des blindés d'ouverture de brèche dans des champs de mines aux robots sentinelles pour la surveillance d'installations sensibles, les applications sont multiples. Elles devraient l'être aussi dans le secteur civil, en milieu hostile (zones contaminées, incendies) ou pour surveiller des entrepôts, stades, etc. DARDS illustre ce que l'on appelle les "technologies duales", ces techniques et moyens étudiés par les organismes de recherche dépendant du

ministère de la Défense avec

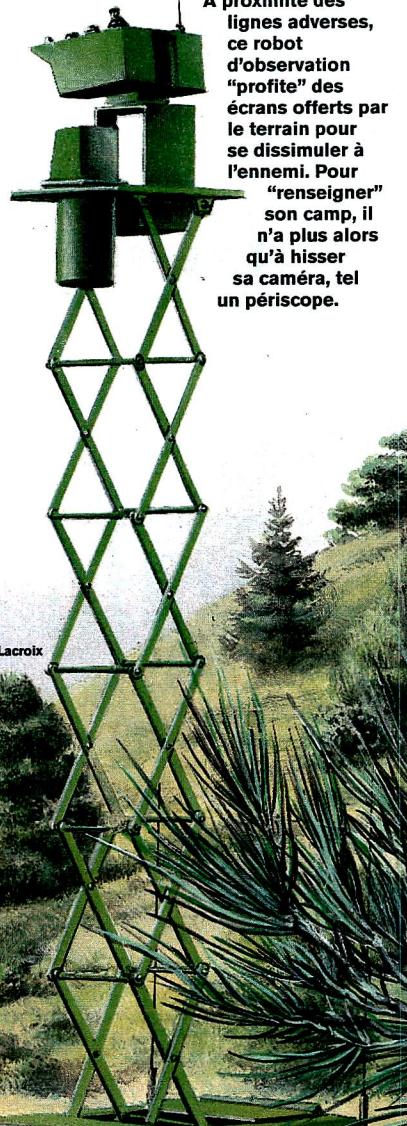
l'idée qu'ils pourront aussi servir aux civils. ■

(1) Dassault Electronique, Giat Industries, la Sagem et ITMI-Aptor (du groupe Cap Gemini Sofgeti).

(2) Dassault Electronique, ITMI-Aptor et la Sagem.

En mission de reconnaissance

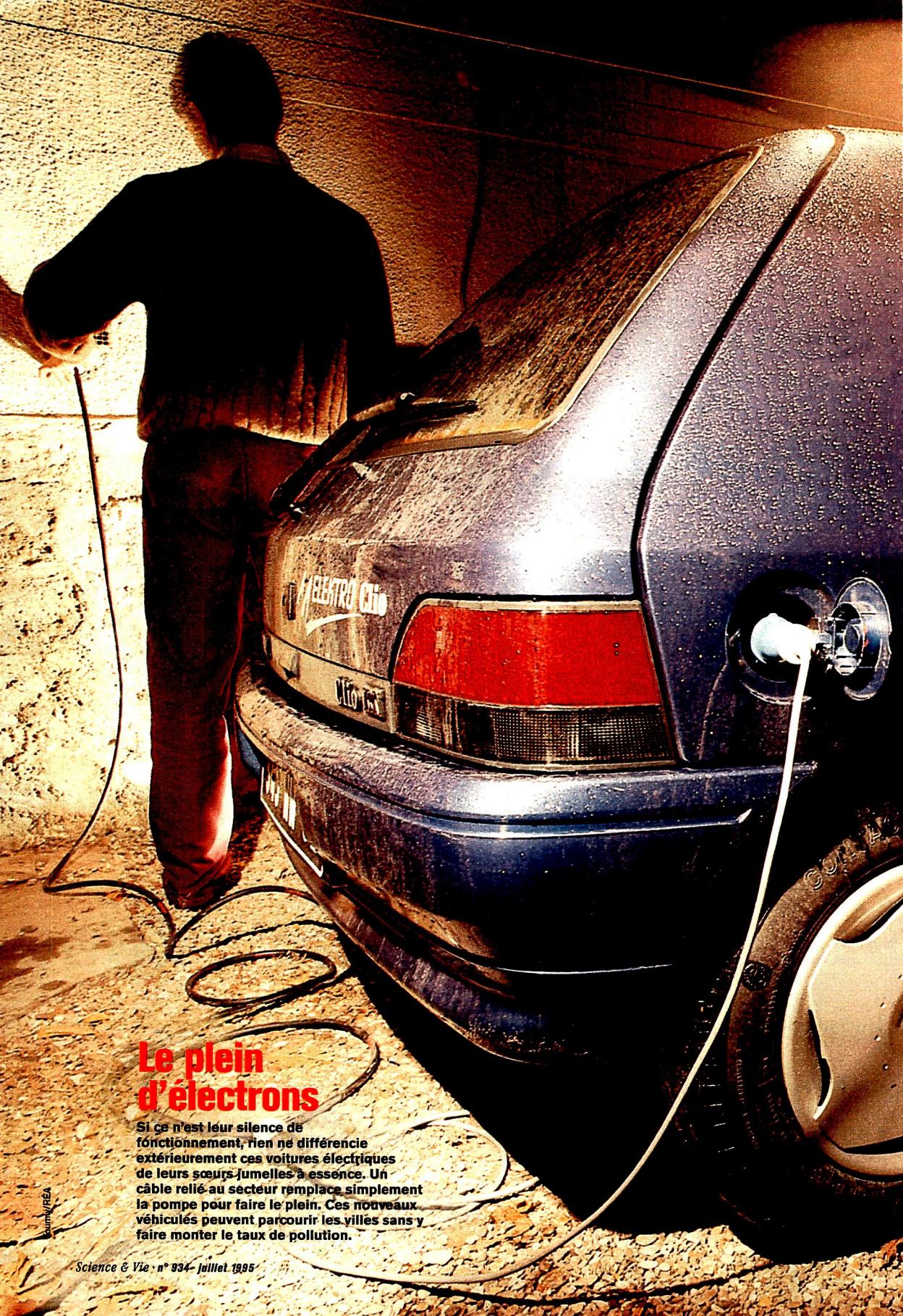
A proximité des lignes adverses, ce robot d'observation "profite" des écrans offerts par le terrain pour se dissimuler à l'ennemi. Pour "renseigner" son camp, il n'a plus alors qu'à hisser sa caméra, tel un périscope.



Dessin C. Lacroix



C. LACROIX



Le plein d'électrons

Si ce n'est leur silence de fonctionnement, rien ne différencie extérieurement ces voitures électriques de leurs sœurs jumelles à essence. Un câble relié au secteur remplace simplement la pompe pour faire le plein. Ces nouveaux véhicules peuvent parcourir les villes sans y faire monter le taux de pollution.

VILLE Feu vert pour la voiture électrique

PAR HENRI-PIERRE PENEL
ET YANN WERDEFROY

ELEKTRO Clio

L'Etat
donne 5 000 F à
tout acheteur d'un
véhicule électrique, et 10 000 F
au constructeur ou à l'importateur lors
de la vente. Ce "coup de pouce" devrait faire
décoller le marché de la voiture électrique.

VOITURE ÉLECTRIQUE

Renault, Peugeot et Citroën s'intéressent à nouveau de très près aux véhicules électriques. Un regain d'intérêt lié, d'une part, à l'évolution des batteries, talon d'Achille de ce type de voiture, et, d'autre part, à l'aggravation de la pollution des villes par les gaz d'échappement. Un problème planétaire auquel, semble-t-il, les Américains attachent une importance toute particulière : en Caroline, en Californie et dans les Etats du nord-est, par exemple, une loi impose, pour les véhicules produits depuis 1998, un quota de 2 % de voitures à "zéro émission de polluants". En clair : des voitures électriques.

Un concept qui révolutionnera peut-être nos habitudes citadines mais qui, au total, ne sera que l'aboutissement d'un rêve déjà bien ancien. Dès 1899, une voiture électrique franchissait le cap des 100 km/h. Un prototype – surnommé *La Jamais Contente* – qui fit, en son temps, prédir un grand avenir à ce type de véhicule.

Au début du siècle, les Etats-Unis se lancent dans la production de voitures électriques haut de gamme, qui connaissent un succès éphémère. Puis, dans les années soixante, des tâches plus modestes sont confiées aux véhicules électriques. Paris – entre autres – se dote de camions électriques pour le transport des ordures, ils permettent de réaliser une collecte très silencieuse (des modèles simi-

DÉJÀ SUR LE MARCHÉ

Voici les voitures électriques que vous pourrez bientôt acheter. Ce tableau, non exhaustif, présente leurs principales caractéristiques techniques. Savant que 80 % des trajets urbains sont inférieurs à 50 km, l'autonomie de ces véhicules, bien que relativement faible, est cependant suffisante pour une utilisation en ville.

Il existe également des voitures électriques de marque Microcar,

Erad ou Volta, coûtant de 70 000 F à 100 000 F. Contrairement aux premières, simples versions "électrifiées" de modèles à essence, elles sont entièrement conçues pour être électriques. Plus légères, elles sont donc aussi plus nerveuses. Elles atteignent les 75 km/h – une vitesse suffisante en ville – mais pêchent par leur taille réduite... et leur coût.



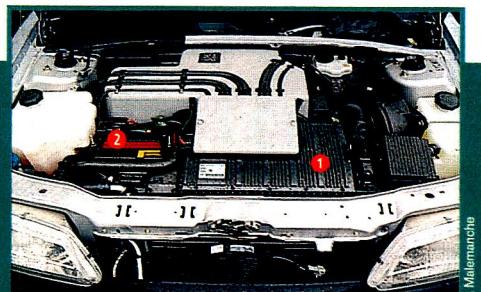
PEUGEOT 106

CITROËN AX

laires sont actuellement utilisés à Levallois-Perret). En Angleterre, ce sont les livreurs de lait qui les utilisent : leur faible vitesse de croisière importe peu, et leur silence est appréciable, aux autoroutes, en zone urbaine.

Néanmoins, si projets et prototypes se sont succédé, aucun d'entre eux n'a, jusqu'à ce jour, véritablement débouché sur un succès commercial. Les raisons à cela sont multiples. Les performances modestes de tels véhicules, leur autonomie réduite et leur prix constituaient des obstacles majeurs à la commercialisation. Surtout à une époque où puissance et vitesse étaient les maîtres mots, et où la pollution atmosphérique ne hantait pas encore les esprits.

Le point faible des véhicules électriques est essentiellement le véritable "boulet" que représentent leurs batteries. En effet, à masse égale, l'essence constitue une réserve d'énergie considérablement supérieure à celle offerte par une batterie (1 kg d'essence, soit environ 1,25 litre, représente une quantité d'énergie de 13 000 W·h environ, contre 38 W·h pour 1 kg de batteries !). Il y a encore quelques années, seules les batteries au plomb, celles qui équipent actuellement les voitures, étaient en mesure de fournir une puissance électrique suffisante pour propulser un véhicule.



E. Malenanche

250 kg DE BATTERIES

Contrairement aux véhicules à essence, où le moteur occupe la majeure partie du volume disponible sous le capot, sur une voiture électrique (ci-dessus), ce sont les batteries qui sont les plus encombrantes ①. Le moteur, en raison de sa petite taille, est invisible sur la photo. Une batterie standard de 12 volts ② alimente les accessoires (phares, allume-cigare, autoradio...).

MODÈLE	PRIX	DISPONIBLE	PUISSEANCE	BATTERIES	AUTONOMIE
Peugeot 106	80 000-85 000 F + loc. batt. 500 F/mois	Sept. 1995	11 kW max. 20 kW	Cadmium-nickel 20 x 6V	80 km
Citroën AX	75 000-80 000 F + loc. batt. 500 F/mois	Sept. 1995	11 kW max. 20 kW	Cadmium-nickel 20 x 6V	80 km
Renault Clio	85 000 F + loc. batt. 1 000 F/mois	Juin 1995	16 kW max. 21 kW	Cadmium-nickel 19 x 6V	80 km
Renault Express	158 420 F avec batt.	Depuis déc. 1994	16 kW max. 21 kW	Cadmium-nickel 19 x 6V	80-100 km
Renault Master	223 740 F avec batt.	Depuis nov. 1994	45 kW	Plomb 36 x 6 V	80-100 km



RENAULT CLIO



RENAULT MASTER ET EXPRESS

Photos X tous droits réservés

Simples à fabriquer et bon marché, ce sont aussi, malheureusement, les batteries dont le rapport énergie/masse est le plus faible (340 fois moins qu'1 kg d'essence). Difficile, donc, de rendre compatibles performances et autonomie : la voiture croule littéralement sous le poids de ses batteries dès que l'on recherche une autonomie comparable à celle d'un véhicule à essence...

L'avenir de la voiture électrique dépend donc directement de l'amélioration des batteries. La technologie utilisant le nickel et le cadmium commence à être suffisamment maîtrisée pour obtenir la puissance requise par une voiture. Ce type de batterie est déjà utilisé dans bon nombre d'appareils courants : caméscopes, perceuses sans fil, jouets, etc. Encore relativement chers, les accumulateurs au cadmium-nickel offrent cependant des caractéristiques intéressantes. Leur rapport énergie/masse est le double de celui d'une batterie au plomb ; et le nombre de recharges successives qu'ils supportent est plus que triplé.

De nouvelles associations sont aussi activement étudiées. Les filières lithium-carbone-oxyde métal-

lique ou lithium-sulfure de fer sont également prometteuses : elles offrent un rapport énergie/masse cinq fois supérieur à celui des batteries au plomb. Cependant, le coût de fabrication de ce type de batterie, pour la puissance requise, reste trop prohibitif pour une utilisation commerciale.

L'état actuel des connaissances ne permet donc pas encore d'envisager la réalisation de batteries

d'un rapport énergie/masse comparable à celui d'un réservoir d'essence. La puissance des véhicules électriques et leur autonomie sont encore limitées, d'où la vocation

citadine qui semble être la leur.

Tout leur intérêt réside dans l'absence de pollution – tant atmosphérique que sonore – qu'ils génèrent. La région parisienne subit, en effet, régulièrement des pics de pollution. Les 6 et 7 mai derniers, la pollution détectée par AIRPARIF (1) a atteint sept sur une échelle qui ne comporte que dix graduations, mettant en évidence la mauvaise qualité de l'air. Les activités sportives en région parisienne étaient fortement déconseillées, et enfants et personnes âgées ont été mis

Une autonomie suffisante pour la ville

(1) Réseau de surveillance de la qualité de l'air en Ile-de-France.

VOITURE ÉLECTRIQUE

► en garde contre les problèmes pulmonaires...

C'est pourquoi le ministère des Finances a décidé d'accorder une prime de 5 000 F à tout acheteur d'un véhicule électrique, et EDF, une prime de 10 000 F par véhicule vendu aux constructeurs ou importateurs (prime répercutée sur le prix de vente). Dans la même optique, le coût de la vignette sur les voitures électriques, classées en raison de leur faible puissance dans la catégorie des 2 CV fiscaux, est incitatif.

Le véhicule électrique est donc en passe de devenir une réalité. Mais une réalité dont même les concepteurs ne semblent pas encore connaître la forme définitive... Deux concepts se développent en effet parallèlement. Le premier, le plus conventionnel, est celui de voitures électriques ressemblant le plus possible aux voitures actuelles, mais offrant une "motorisation" n'utilisant ni l'essence ni le diesel. Le second concept, plus original, est la location, pendant de très courtes durées, de véhicules électriques d'un type nouveau, véritable "taxis sans chauffeur" des zones urbaines.

Renault propose une version électrique de sa célèbre Clio, et Peugeot fait de même avec sa 106. Chez Citroën, c'est l'AX qui a été retenue. Si le prix de ces voitures (de 75 000 F à 90 000 F) est nettement supérieur à celui de leurs homologues à essence, il reste compatible avec le budget couramment consacré. Afin d'alléger ce dernier, les batteries ne sont pas directement vendues avec le véhicule



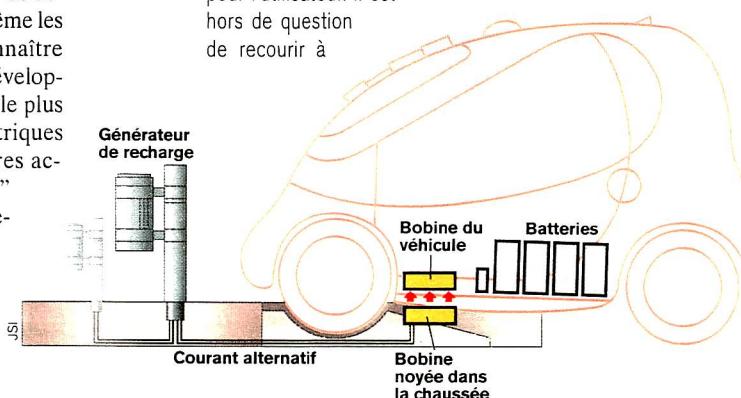
CHERCHEZ LA DIFFÉRENCE

Le tableau de bord de cette Peugeot électrique est, à quelques détails près, celui d'une 106 à essence. Le voyant vert allumé (à gauche) signale que la marche arrière est engagée. Le passage en marche arrière provoque l'allumage d'un voyant orange. A droite du compteur de vitesse, tout à fait classique, le compte-tour est remplacé par un indicateur de charge. Au centre, un économètre permet d'adapter la conduite afin de disposer d'une autonomie maximale.

L'AVENIR DES CITADINES :

Sur les voitures électriques, recharger les batteries reste le problème majeur. Avec les véhicules loués, utilisés intensivement, cette opération doit absolument être simple pour l'utilisateur. Il est hors de question de recourir à

des câbles, fiches et autres accessoires, qui, en plus de la contrainte d'utilisation qu'ils représentent, sont sujets aux dégradations. La solution retenue, notamment



mais louées (500 F par mois chez PSA, 1 000 F chez Renault). Cette solution, qui peut surprendre, est rapidement rentable pour l'utilisateur en raison du faible coût du kilowatt facturé par EDF. Elle permet également d'éviter la pollution due à l'abandon de batteries hors d'usage dans la nature. Car, n'oublions pas que, si la propulsion électrique n'engendre pas de pollution, les matériaux composant les accumulateurs (cadmium, nickel, plomb, etc.) sont, en revanche, hautement polluants : il ne faudrait donc pas que le passage à l'électrique se traduise par un "déplacement" des agents dangereux pour l'environnement.

Du point de vue de la mécanique, une voiture électrique est beaucoup plus simple qu'une voiture à essence. Le moteur ne comporte que peu de pièces mobiles, à l'usure minimale. Il s'agit essentiellement de roulements graissés "à vie" et de "balais" chargés d'amener le courant au rotor. Donc, pas de vidange. La boîte de vitesse se limite à un simple réducteur. Le carburateur est remplacé par un variateur, chargé de doser le courant d'alimentation du moteur en fonction de la pression exercée sur l'accélérateur. Intégralement électronique, il ne nécessite aucun entretien (pas de filtre à air) ; et sa fiabilité devrait être très supérieure à celle d'un carburateur, dont les nombreux éléments mobiles sont fragiles.

En fonction du moteur électrique utilisé, le va-

L'INDUCTION MAGNÉTIQUE

dans le concept Tulip, est la recharge par induction magnétique. Sous chaque emplacement de parking, un bobinage est "noyé" dans la chaussée. Une autre bobine est placée dans le véhicule. Lorsque la voiture est en stationnement, les deux bobines se trouvent donc exactement en vis-à-vis. Un guide mécanique, sur l'emplacement de parking, assure leur parfait alignement.

Le couple de bobines ainsi formé se comporte com-

me un transformateur. La bobine de la chaussée est alimentée en courant



Un "taxi sans chauffeur"

Pour utiliser les véhicules Tulip, "en libre-service" dans les villes, il suffira de s'abonner. Une télécommande, remise à chaque utilisateur, fera office de clé de contact. Arrivé à destination, l'abonné n'aura qu'à laisser sur un parking Tulip le véhicule "emprunté" – qui rechargeera ses batteries en attendant l'utilisateur suivant. Le coût des trajets sera automatiquement débité du compte de l'abonné (consultable à tout instant grâce à la télécommande).



riateur peut être de deux types différents. Sur les moteurs fonctionnant en courant continu, le variateur se comporte comme un "hacheur" : il fournit au moteur des impulsions plus ou moins rapprochées les unes des autres. La quantité d'énergie que reçoit le moteur à chaque seconde est fonction de la durée séparant deux impulsions.

Les moteurs autosynchrones à courant alternatif offrent un meilleur rendement, et la simplification des contacts tournants associés aux balais donne une plus grande fiabilité. Cette fois, le variateur se comporte comme un "onduleur". C'est-à-dire qu'il transforme la tension continue issue des batteries en une tension alternative, dont la fréquence fixe la vitesse de rotation du moteur.

Comme un moteur électrique ne possède pas de sens de rotation privilégié (contrairement au moteur à essence), la marche arrière est obtenue en inversant le sens de rotation depuis le variateur (inversion de polarité, pour le hacheur, ou inversion de phase, pour l'onduleur). Le passage en marche arrière est donc d'une grande simplicité mécanique, puisqu'il ne nécessite aucun pignon auxiliaire dans le réducteur. Enfin, tout moteur électrique est réversible. ►

VOITURE ÉLECTRIQUE

Lancé en rotation, il se comporte comme une dynamo ou un alternateur. Cette particularité est mise à profit lors du freinage. L'électronique du variateur récupère le courant généré par le moteur, ce qui a deux avantages : d'une part, cette opération permet de récupérer près de 10 % de l'énergie lors du freinage, et, d'autre part, elle donne à la voiture un frein moteur.

Reste que la recharge des batteries pose un problème. Pour une autonomie d'une centaine de kilomètres, le temps de recharge complet atteint encore huit heures... Ce qui oblige l'utilisateur à n'effectuer que des déplacements relativement courts et à consacrer la nuit à la recharge. Actuellement, cette opération se fait par l'intermédiaire d'une simple fiche secteur. Cependant, d'autres solutions sont envisagées, telles que l'induction magnétique (voir encadré et dessins page précédente). Les voitures rechargeront leurs batteries sur des emplacements de parking, sans contact électrique donc sans intervention de l'utilisateur.

De plus, avec les "taxis électriques sans chauffeur" Tulip, un concept élaboré par le groupe PSA (2), l'utilisateur n'aurait plus du tout à prendre en charge les problèmes techniques liés à la propulsion électrique : il se contenterait d'utiliser le véhicule. Tulip est probablement le plus avancé des projets de ce type, et il bouleversera peut-être, à l'avenir, nos habitudes en

matière de déplacements urbains.

Pour pouvoir utiliser un véhicule Tulip, il faudra être abonné à ce service. Une fois en possession de l'indispensable télécommande à infrarouge (de la taille d'une calculette), l'utilisateur n'aura plus qu'à se rendre au "relais Tulip" le plus proche, où des véhicules l'attendent. Ceux encore en recharge ou déjà réservés sont signalés par un voyant rouge. Un voyant vert indique un véhicule

libre et prêt à rouler. La composition d'un code confidentiel sur la télécommande permet l'ouverture des portières. A bord du véhicule, la télécommande, logée dans une console

appropriée, fait office de clé de contact. Tout au long du trajet, il est possible d'entrer en contact avec le centre Tulip afin de se faire conseiller un itinéraire ou d'obtenir des indications sur l'état de la circulation. Pour restituer la voiture, il suffit de la garer dans un relais Tulip (où elle en profitera pour recharger ses batteries par induction) et de retirer sa télécommande de la console. Les vitres se relèvent automatiquement, et le verrouillage des portières s'effectue dès que l'utilisateur quitte le véhicule. Le coût du trajet est automatiquement débité du compte de l'abonné, qui peut, toujours grâce à la télécommande, connaître à tout instant le montant de ses dépenses.

Demain, grâce à la propulsion électrique, nos villes retrouveront-elles calme et air pur ? Certains estiment que cette solution est la plus "intelligente" – à condition, toutefois, de diversifier les sources de production d'électricité et de ne pas se cantonner au nucléaire. La société Saft, qui fabrique les batteries pour voitures électriques, s'est engagé à construire une usine pour le recyclage en France si le marché décolle : elle utilise actuellement pour cette opération son usine suédoise d'Oskarshamn.

Les expériences se multiplient : à La Rochelle, PSA mène une expérimentation en "grandeur réelle" depuis 1993, avec cinquante véhicules (106 et AX) testés par des utilisateurs volontaires. Tours s'est équipée de bus électriques. Paris possède une "flottille" de véhicules municipaux à propulsion électrique, et les Strasbourgeois peuvent déjà louer des voitures électriques. Au total, ce sont vingt-deux villes qui se sont lancées dans l'aventure et tentent de promouvoir le véhicule électrique. Un pari sur l'avenir... ■

L'essence se rebiffe

La Smart de Swatch, dont la ligne rappelle la Tulip, devrait être produite fin 1997. Son moteur à essence lui permettra d'atteindre 130 km/h, pour une consommation inférieure à 4 l aux 100 km.

Rude concurrence pour la voiture

électrique ! Une version "électrifiée" est également prévue.



Raziki/Sipa Press

(2) Un inventeur niçois, Raoul Parienti, a cependant assigné Peugeot en justice pour contrefaçon et concurrence déloyale. De nombreux points communs laissent penser que le projet Tulip a été copié sur le concept Reva breveté par R. Parienti en 1988.

Le Multimédia existe...

...nos reporters
l'ont rencontré !

► «Une exceptionnelle exploration journalistique.»

► «Rêve ou cauchemar, c'est un nouveau monde qui naît sous nos yeux....»

► «Des devoirs de vacances en prime, il fallait oser !»

► «Enfin un ouvrage qui s'adresse à tous.»

► «Les questions que personne n'a encore posées : A quoi ça sert ? Faut-il s'équiper ? Comment ?»

► «Et en cadeau, toute la lumière sur la première traque policière cybernétique.»

► «Découvrir 15 nouveaux métiers du multimédia, ça peut donner des idées....»

► «Désidément, ces diables de journalistes savent se faire comprendre.»

32 F.

+ 1 CD-ROM
GRATUIT

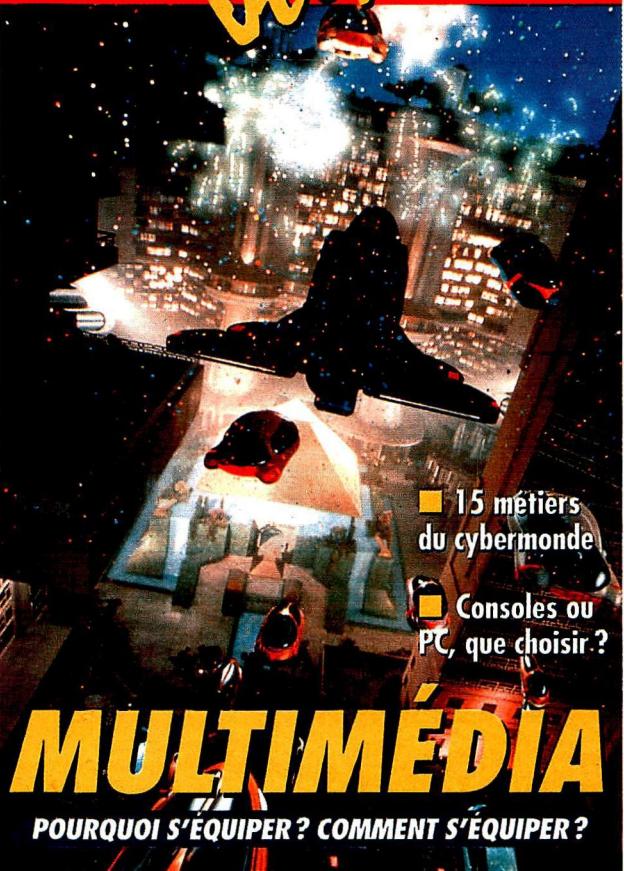
Un

SCIENCE & VIE JUNIOR
très spécial,
pour le plaisir
de découvrir.

SCIENCE & VIE

MICRO JUNIOR

NUMÉRO SPÉCIAL



Media Lab : reportage au temple du futur

A la poursuite du Condor

15 métiers du cyberspace

Consoles ou PC, que choisir ?

MULTIMÉDIA

POURQUOI S'ÉQUIPER ? COMMENT S'ÉQUIPER ?

T 5204 - 9508 H - 32,00 F-RD

22 F - 220 F - 10,00 F-R - 500 K-R - 2,000 Cr
Portugal/Port. 1000 Crs - 50 Crs - 1000 Crs
Autres/Foreign 50 F - 220 F

PARUTION LE 14 JUIN 1995



Quelques milligrammes de crème appliqués sur la peau, et on s'expose, la conscience tranquille, aux rayons du soleil. Au regard des effets nocifs de ses radiations, la protection paraît bien mince. Elle peut pourtant suffire, mais à certaines conditions...



La bergamote privée de soleil ?

Les produits Bergasol vont devoir s'alléger en bergamote si la Commission européenne suit l'avis de son comité scientifique, qui recommande de réduire sévèrement la concentration de psoralène, l'un des composants de la bergamote, dans les crèmes solaires. Une décision contestée sur fond de guerre commerciale.

COSMÉTIQUES

Les crèmes solaires sont-elles utiles ou dangereuses ?

PAR ISABELLE BOURDIAL

L. Choquer/Metis



CRÈMES SOLAIRES

Du rififi sous le soleil... Les crèmes solaires à la bergamote déchaînent encore les passions. D'un côté, la société pharmaceutique Bergaderm, détentrice de la marque Bergasol. Le laboratoire français fabrique et vend depuis trente ans des produits solaires à la bergamote, un citrus dont l'essence contient une substance de la famille des psoralènes, le 5-méthoxypsoralène (ou 5-MOP). De l'autre, le Comité d'adaptation de la législation de l'Union européenne qui a demandé, le 28 avril dernier, la limitation des psoralènes à 1 partie par million (ppm) dans les crèmes solaires. Ce qui revient à interdire la vente des produits Bergasol dans leur formulation actuelle, eux seuls en contiennent (15 ppm au maximum). Cet avis pourrait être entériné sous peu par la Commission européenne. Une procédure officielle pour le moins entachée d'irrégularités. Le comité scientifique de la Commission s'appuie sur les travaux d'une association d'utilité publique, l'Œuvre belge du cancer, mettant en avant les risques de mélanomes malins liés à l'utilisation des psoralènes. L'étude épidémiologique menée par le Dr Authier a pourtant fait l'objet de critiques de la part de la communauté scientifique. L'indépendance de l'Œuvre belge du cancer, elle, a carrément été remise en cause par Bergaderm : l'association tire une partie de ses subsides de la firme Bayer, concurrente directe du laboratoire français.

Des travaux récemment publiés sur le 5-MOP (1) établissent en revanche son innocuité aux doses de 30 ppm. Ils n'ont apparemment pas été pris en compte. Le texte adopté par le Comité d'adaptation avait déjà fait l'objet d'un vote de rejet le 1^{er} juin 1992. Ce qui n'a pas empêché la Commission de le faire revoter, moins de trois ans plus tard. La directive jusqu'ici en vigueur précisait qu'une dérogation était apportée aux produits contenant des psoralènes aux teneurs normales contenues dans les essences naturelles. Cette dérogation n'a pas été présentée au vote des Etats membres du comité, le 28 avril.

Dans la communauté scientifique, des dermatologues et photobiologistes connus, les Prs Kligman, Fitzpatrick, Agache et Combre, ont pris position en faveur de la marque. Nous avons interrogé un dermatologue pratiquant la puvathérapie sur les risques de carcinogénèse induits par les psoralènes. La puvathérapie associe, en effet, prise de psoralènes et exposition aux ultraviolets pour traiter certaines affections de la peau. « Expérimentalement, leurs propriétés mutagènes et cancérogènes

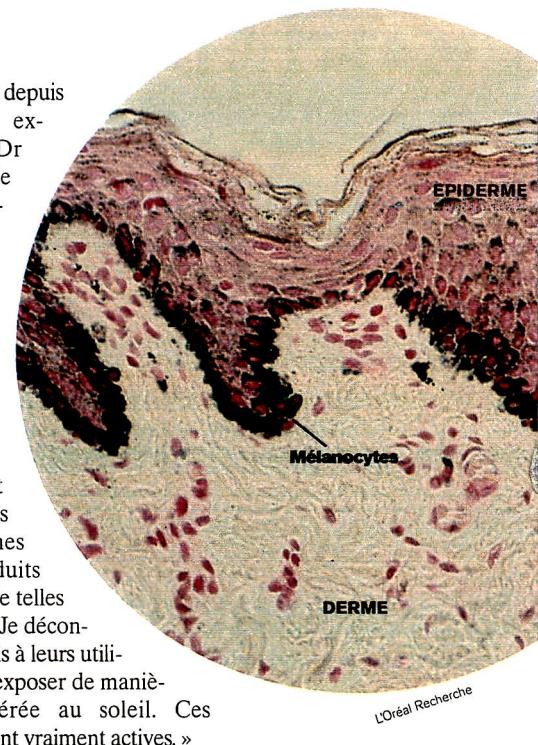
sont connues depuis longtemps, explique le Dr Fortier, de l'hôpital Tarnier. Mais on ne peut pour autant extrapolier ces propriétés aux produits Bergasol. Ils sont nettement moins dosés en psoralènes que les produits utilisés lors de telles expériences. Je déconseille toutefois à leurs utilisateurs de s'exposer de manière inconsidérée au soleil. Ces substances sont vraiment actives. »

Les psoralènes ont une action physiologique sur la peau. Ils agissent en abaissant son seuil de photosensibilité. Ils stimulent ce faisant deux mécanismes de défense naturels de la peau : le bronzage et l'épaississement de l'épiderme superficiel. Dans le premier, la peau enduite d'un produit contenant des psoralènes sécrète précocement le pigment brun, ou mélanine, qui filtre en partie la lumière. Le second mécanisme implique que la couche cornée, située en surface du tégument, comporte un plus grand nombre de cellules ; elle se révèle plus dense, plus compacte. Inciter la peau à se

défendre plus tôt, l'obliger à enclencher ses systèmes de défense sans attendre les coups... de soleil, c'est somme toute plutôt malin.

Pourtant, en Europe, les autres firmes de cos-

métiques ont renoncé depuis une dizaine d'années aux substances photosensibilisantes. Les actifs auxquels elles recourent opposent aux rayons du soleil une protection non pas biologique, mais chimique ou physique. Ils se partagent en deux grandes catégories : les filtres chimiques (2), et les écrans d'origine minérale. Les premiers détournent les rayons du soleil de la peau en les absorbant, les seconds en les réfléchissant. Ces propriétés n'ont pas besoin de contact direct avec la peau pour s'exercer. Filtres et écrans agissent même si on les applique sur une plaque de quartz placée à



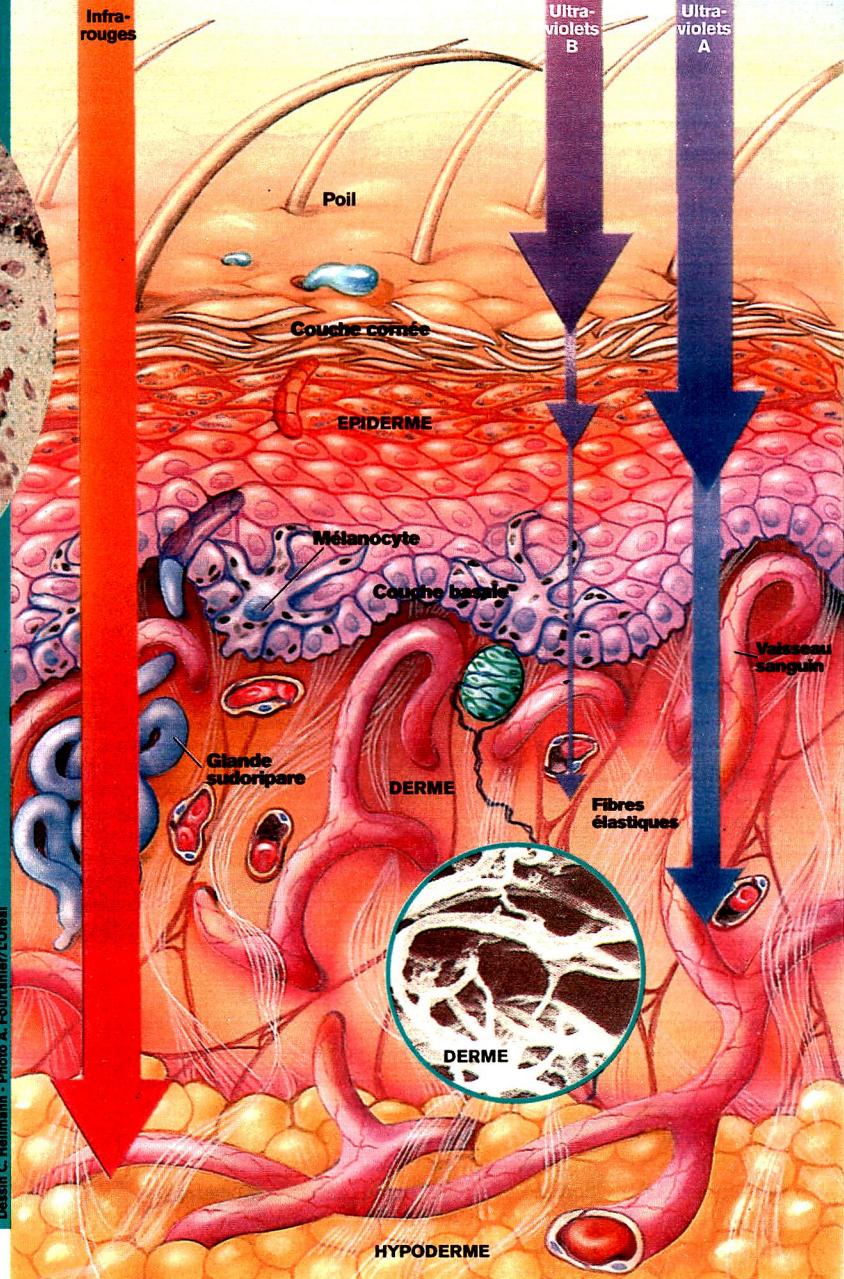
(1) "The time on onset and duration of 5-methoxy-psoralen photochemoprotection from UV-induced DNA damage in human skin". *British Journal of Dermatology*, 1994, Chadwick, Young, et coll.

(2) On utilise très peu les filtres naturels car ils sont instables. Les plantes qui en possèdent s'en accommodent car elles en synthétisent en permanence.

La cosmétologie tient compte de la photobiologie

Quand le soleil prend notre peau pour cible

Un tiers des rayons ultraviolets B (UVB) – les plus énergétiques – qui touchent notre peau franchissent la couche cornée et traversent l'épiderme, non sans dégâts (du coup de soleil au cancer de la peau). Quelques-uns parviennent même jusqu'aux premières couches du derme. Les UVA vont encore plus loin. La moitié d'entre eux sévissent dans les couches profondes du derme. En détruisant les fibres d'élastine et de collagène, qui assurent à la peau son élasticité et sa souplesse, les UVA accélèrent le vieillissement cutané. Les infrarouges (IR) et une partie de la lumière visible gagnent l'hypoderme, provoquant au passage une vaso-dilatation des vaisseaux et accentuant les effets néfastes des UV. Toutefois, la peau se protège du soleil en augmentant l'épaisseur et la densité de la couche cornée (photo page ci-contre) et en sécrétant un pigment brun qui intercepte une partie du rayonnement solaire. Cette mélanine, fabriquée par les mélanocytes au niveau de la couche basale, se répartit dans tout l'épiderme.



même la peau. Mais ils le font avec un bonheur inégal, comme nous le verrons plus loin.

La cosmétologie suit les progrès de la photobiologie, et intègre toute nouvelle connaissance des rayonnements lumineux, de leurs mécanismes d'action sur les constituants de la peau et des dommages qu'ils causent. Car il est nécessaire, pour arrêter la lumière, de connaître sa nature et son mode de déplacement.

Le rayonnement solaire se compose d'une suite

de radiations électromagnétiques. Ce spectre s'étend des rayons cosmiques aux ondes radioélectriques. Toutes ces radiations offrent un double aspect, ondulatoire et corpusculaire. La lumière en effet se propage à la fois sous forme d'une onde et d'un flot de particules, les photons. L'onde d'un rayon se caractérise par sa périodicité dans l'espace, la longueur d'onde λ , exprimée en nanomètres (nm, 1 nm = 10^{-9} m). Les photons, quant à eux, sont définis par leur énergie, exprimée en

CRÈMES SOLAIRES

► watts (W). Le physicien allemand Max Planck a établi que les radiations électromagnétiques sont d'autant plus énergétiques que leur longueur d'onde est courte. Le spectre est découpé en bandes correspondant à un type de rayons : les limites de la lumière visible, de 400 à 800 nm, sont ainsi des limites plus ou moins arbitraires fixées par la sensibilité de notre œil. En deçà du spectre visible se situe le rayonnement ultraviolet (UV). Les UV sont eux-mêmes divisés en trois zones : les UVA, de 320 à 400 nm, les UVB, de 280 à 320 nm, et les UVC, de 190 à 280 nm. L'infrarouge, ou rayonnement calorique, se situe, lui, au-delà de la lumière visible, entre 800 et 10 000 nm.

Les rayonnements de courte longueur d'onde (rayons cosmiques, rayons gamma, rayons X) n'atteignent pas la Terre. Ils sont arrêtés, comme les rayons UVC et une partie des UVB, par la couche d'ozone située dans la stratosphère. C'est pourtant des UV dont il faut se méfier car ils constituent la portion la plus active du rayonnement qui parvient jusqu'à notre peau – d'où l'importance du débat actuel sur la dégradation de la couche d'ozone.

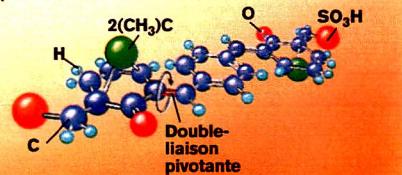
Jusqu'où vont ces rayons ? Le tégument réfléchit une grande part de la lumière visible et de l'infrarouge. Mais les UV le pénètrent en partie. Un tiers des UVB qui atteignent la Terre traverse la couche cornée, première barrière de l'épiderme. 10 % seulement le franchiront entièrement pour parvenir au derme. Les UVA sont nettement plus nombreux à traverser la jonction dermo-épidermique d'une peau qui n'a pas encore bronzé. Lorsqu'elle aura eu le temps de synthétiser de la mélanine (le bronzage est une pigmentation retardée, qui débute deux jours après l'exposition), ses pigments absorberont une partie des UVA, ne laissant qu'environ 30 % d'entre eux pénétrer dans le derme. Une portion des rayons infrarouges et rouges ira plus loin encore puisqu'elle rejoindra l'hypoderme (voir dessin page précédente).

Depuis longtemps, les UVB sont considérés comme potentiellement dangereux. On connaît bien leurs effets biologiques sur la peau. Certains sont toutefois bienfaissants, comme la transformation du cholestérol en vitamine D, assimilable par l'organisme et aux propriétés antirachitiques. Nettement moins bénéfiques : l'érythème actinique, le fameux coup de soleil, qui varie à la fois selon l'intensité, la durée d'irradiation et la carnation de la "victime". Il se traduit par de nombreuses altérations au niveau de l'épiderme : à l'échelle de la cellule, apparition de *sunburn cells*, ou cellules brûlées, et cédème intercellulaire ; à l'échelle moléculaire, altération des systèmes de réparation de l'ADN, inhibition passagère de la synthèse d'ADN épidermique, etc. On a également mis en éviden-

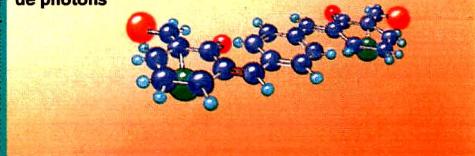
LES RAYONS SOLAIRES

...par la molécule aux deux visages

Avant...



... et après la
"salve"
de photons



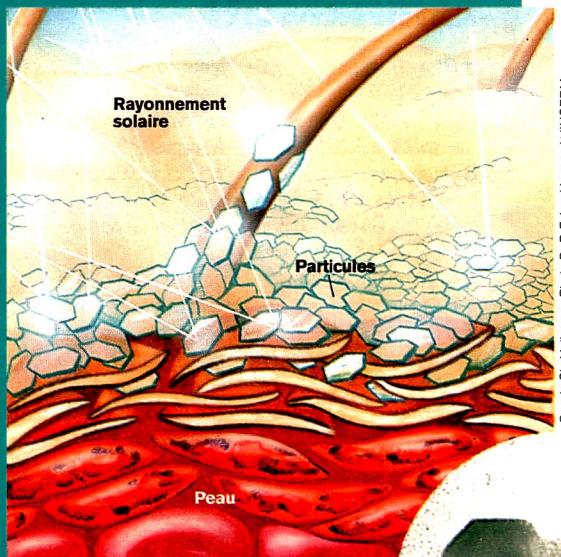
Voilà à quoi ressemble le seul et unique filtre capable d'absorber les UVA courts. Le mexoryl SX offre une parade aux salves de photons, à la manière d'un sportif qui plie les genoux lorsqu'il attrape une balle et se redresse lorsqu'il la renvoie. Sa molécule ne se brise pas sous le choc mais utilise l'énergie des photons pour pivoter autour d'une de ses doubles liaisons. Un des deux groupements acide sulfonylique (SO_3H) qu'elle possède se retrouve alors pointé alternativement vers le haut et vers le bas. L'excédent d'énergie est évacué sous forme de chaleur. D'autres molécules, absorbant par exemple les UVB, réagissent sous l'action des photons en devenant fluorescentes. Une propriété plutôt voyante !

ce des altérations du système immunitaire qui pourraient expliquer l'apparition de cancers cutanés. Car la photocarcinogénèse est une conséquence à long terme des surexpositions solaires ; il faut généralement plus de dix années d'exposition excessive pour qu'un cancer de la peau se déclare. Les UVA sont beaucoup moins irritants, puisqu'il en faut mille fois plus que d'UVB pour produire le même effet. Ces derniers sont donc sans conteste l'ennemi numéro Un de notre peau.

C'est en 1928 qu'est commercialisé aux Etats-Unis le premier produit solaire. Il s'agit d'une émulsion contenant deux filtres chimiques : le benzyl salicylate et le benzyl cinnamate. Le premier de ces agents protecteurs possède une structure moléculaire très proche de celle de... l'aspirine. C'est un filtre sélectif, un crible en quelque sorte, qui absorbe les UV dans une bande assez large, mais avec relativement peu d'efficacité. Malgré leurs performances moyennes, les salicylates sont encore utilisés en raison de leurs propriétés cosmétiques. Le

NEUTRALISÉS ...

... et par des millions de miroirs



Les particules des écrans minéraux laissent passer une partie du rayonnement solaire mais réfléchissent les rayons nocifs à la manière d'un miroir. Dommage qu'elles se répartissent sur la peau de manière plus ou moins homogène. Voilà, sur la photo ci-contre, comment ces particules (ici des cristaux de dioxyde de titane) devraient idéalement se disperser.

propriétés blanchissantes, qui comblaient les élégantes lorsque le Soleil n'était pas astre mais roi, siéent mal aux teints qui n'aspirent pas à être laiteux. On essaie d'autres particules minérales : oxyde de zinc, cobalt... On diminue les concentrations. Mais les particules métalliques supportent mal l'excipient. Et les résultats sont inégaux. Du côté des filtres organiques, on peaufine aussi ses formules. On arrive assez bien à stopper les UVB, mais il faut s'efforcer de garder la même efficacité en réduisant, là aussi, les concentrations en principe actif.

Et l'histoire suit son cours. Au début des années soixante-dix, on découvre que les UVA ne sont pas si innocents qu'on l'a cru. Les travaux de Lauren Kligman, aux Etats-Unis, montrent en particulier que, s'ils n'ont pas d'effets nocifs immédiats, ils entraînent à terme une modification des tissus au

niveau du derme. Tout se passe comme si la peau vieillissait en accéléré. Imaginez un réseau de fibres élastiques formant des chandeliers qui pointent leurs branches entremêlées vers le plafond. Ces fibres d'élastine et de collagène assurent l'élasticité du derme et la bonne tenue de la membrane basale à la frontière de l'épiderme. Avec le temps, elles perdent de leur souplesse en s'épaississant. Mais, sous l'assaut répété des UVA, ces candélabres s'affaissent et se couchent aussi. La membrane basale n'est plus soutenue, elle se distend. Les rides s'installent. Ce phénomène porte le nom d'élastose solaire.

Le travail de sape des UVA porte sur plusieurs niveaux. Les cellules qui synthétisent ces fibres de soutien, et qu'on appelle les fibroblastes, subissent des dommages au niveau de leur ADN. Elles synthétisent des fibres de mauvaise qualité. Les enzymes chargées de détruire les fibres abîmées s'emballent et s'en prennent à des fibres bien portantes. Ou alors elles laissent au contraire les fibres s'accumuler de façon anarchique. La sénescence cutanée induite par les UVA se manifeste aussi par le jaunissement du teint et l'apparition de taches pigmentaires, en particulier au dos des mains. Si les UVB participent également (quoique plus modestement) au vieillissement cutané, les UVA interviennent aussi dans la photocarcinogénèse. Ces effets nocifs dépendent de la dose de rayonnements reçus. Ils s'accumulent au fil des expositions.

Les écrans minéraux reprennent alors l'avantage pour faire face à ce deuxième adversaire que sont les UVA, car leur champ d'action couvre le spectre UV tout entier. « Pour supprimer leur couleur blanche, on les rendit transparents au rayonnement visible. Pour les empêcher de former des

second agent appartient à une famille de filtres UVB également très communs, bien que beaucoup d'entre eux perdent une bonne part de leur activité une fois exposés à la lumière ! En France, la mise sur le marché de la première huile solaire coïncide avec l'apparition d'un bipède qui expose son anatomie au grand air par plaisir : le vacancier. Nous sommes en 1936, l'année des premiers congés payés. Cette Ambre solaire, il faut bien le dire, se rapproche alors beaucoup de l'huile d'olive !

De nouvelles molécules organiques filtrantes se frottent bientôt au soleil : le phénylbasimidasol ou encore l'acide paraminobenzoïqué et ses dérivés, testés dans le Pacifique par les soldats américains. Simultanément se répand l'usage des pigments minéraux qui agissent comme autant de petits miroirs. Le dioxyde de titane, par exemple, était jusqu'alors utilisé dans l'industrie des peintures et des matières plastiques. Mettre à profit ses propriétés photoprotectrices est tentant. Son opacité au rayonnement solaire est connue depuis plusieurs siècles. Mais ses

CRÈMES SOLAIRES

► agrégats, on les réduit en particules de quelques dizaines de nanomètres. Et pour finir, on les enroba de silices ou on leur greffa des molécules hydrophobes, afin de les rendre neutres, et d'éviter qu'ils interagissent », raconte Philippe Msika, responsable de la recherche et du développement chez Pierre Fabre (Klorane, Avène...). Difficile de dire si tous leurs défauts furent maîtrisés. Toujours est-il que Klorane et Estée Lauder proposent aujourd'hui encore des produits solaires contenant uniquement des écrans minéraux. « Il est notoire que certains écrans perdent de 20 à 30 % de leur efficacité dans le flacon, avant même d'être appliqués sur la peau. Ils ont tout de même généralement la préférence des dermatologues, car ils ne génèrent pas d'allergies », explique Yoëlle Guiseix, de la revue professionnelle *Cosmetica*.

Les fabricants de filtres organiques ne baissent pas pavillon pour autant. Ils passent en revue leurs molécules anti-UVB. Par chance, ils s'en trouvent qui couvrent une partie des UVA. Les benzophénones occupent le devant de la scène jusqu'à ce que le plus répandu d'entre eux, l'oxybenzone, soit suspecté de provoquer des allergies. BASF, qui le commercialise toujours, affirme que le potentiel allergisant de la molécule n'a jamais été scientifiquement prouvé. Les marques qui en utilisent sont toutefois tenues de le mentionner sur l'emballage au-delà de 0,5 %. Mais l'oxybenzone se fait plus rare, car une autre molécule s'est entretemps portée candidate pour filtrer les UVA. Au début des années quatre-vingts, la société Givaudan-Roure a effectivement synthétisé un dibenzoylméthane au nom "révolutionnaire", le Parsol 1789 (¹), dont l'absorption maximale se situe vers 350 nm, en plein UVA. Bombardé de photons, il perd malgré tout un tiers de son pouvoir protecteur.

L'inconvénient sera contourné non pas par le fabricant mais par ses clients. En effet, comme BASF, Merck, Haarmann and Reimer, Givaudan-Roure met au point des filtres que lui achètent les industriels de la cosmétique avant de se mettre en cuir : ils conçoivent ainsi un produit solaire anti-UVB-UVA en joignant, par exemple, à un filtre qui absorbe les rayons de longueurs d'onde comprises entre 290 et 320 nm un autre filtre spécifique des 300-330 nm, un troisième moins efficace mais qui déborde sur les UVA

SOUS LE SOLEIL EXACTEMENT

- Peut-on attraper un coup de soleil sous un parasol ?

Oui. La réflexion des UV varie avec la nature du sol, de 85 % pour la neige à 5 % sur l'eau, en passant par 17 % sur le sable. On peut fort bien attraper des coups de soleil sans s'exposer directement.

- Bronze-t-on derrière une vitre ?

Non, car les UVB ne traversent pas le verre. Mais les UVA le font. On peut donc subir une sénescence cutanée sans prendre un seul coup de soleil, assis dans sa voiture.

- A-t-on davantage tendance à prendre des coups de soleil en bateau ?

Oui, mais la réverbération de l'eau n'en est pas la principale cause. L'échauffement d'une peau exposée au soleil est dû aux infrarouges. Le vent ou les embruns, en rafraîchissant la peau, suppri-

ment cette sensation sans réduire pour autant le rayonnement. On a alors tendance à s'exposer plus longtemps.

- L'indice de protection (IP) d'une crème solaire correspond au rapport du temps que met une peau protégée pour attraper un coup de soleil sur le temps mis par une peau non protégée. Une peau qui attrape un coup de soleil en trente minutes est-elle protégée pendant trois heures avec un IP 6 ?

Non, car ces indices sont calculés pour une quantité de 2 mg de produit par cm². Dans la pratique, les doses qu'on applique sont généralement deux fois moins importantes. Il faut donc diviser ce temps par deux et, dans notre exemple se remettre de la crème au bout d'une heure trente.

- Bronze-t-on moins avec



Aide au bronzage

Le Safe Sun indique au "bronzeur" quel indice de protection lui convient, en fonction de son type de peau et de l'ensoleillement. Réalisé par ID3, il sera bientôt vendu en pharmacie au prix de 200 F. Avant d'aller à la plage, on peut aussi taper 3615 Coup de soleil sur son minitel, pour connaître la liste des médicaments photosensibilisants ou la météo solaire...

E. Malemanche

courts et un écran minéral à large spectre, pour faire bonne figure.

La qualité d'un produit solaire est affaire de dosage et de formulation. Le Parsol 1789 a ainsi pu être utilisé, avec un succès variable, soit en augmentant sa concentration, soit en le rendant photostable à l'aide d'un autre filtre.

Mais, en 1992, à l'étonnement général, ce n'est pas un fabricant mais un acheteur de filtres qui va



© de Lassy/The Image Bank

une crème de fort indice ?

Non, le bronzage se développe un peu moins vite au début, mais, au bout de quatre jours, la pigmentation de la peau est la même qu'avec un indice inférieur.

● Les autobronzants présentent-ils un risque pour la peau ?

A priori non, mais ils ne protègent pas du soleil. Il s'agit généralement de produits contenant de la dihydroxyacétone (DHA). Elle interagit avec des protéines situées dans les toutes premières couches de la peau ; la réaction chimique provoque une coloration superficielle au bout de quelques heures.

● Comment savoir quand il

faudra s'appliquer de la crème solaire ?

Les dermatologues recommandent de s'en mettre toutes les deux heures. Si vous utilisez une crème contenant un filtre infrarouge, vous saurez qu'elle n'agit plus lorsque votre peau s'échauffera de nouveau. Un conseil : essayez-vous en sortant de l'eau, car une peau mouillée absorbe 5 fois plus de rayons.

● Les peaux mates ou bronzées sont-elles naturellement protégées ?

Elles le sont partiellement contre les UVB et très peu contre les UVA. Ces peaux vieillissent donc souvent prematurely. Le hâle ne dispense pas de crème solaire.

parle de conjugaison. Plus le nombre de liaisons multiples conjuguées est important, plus la molécule absorbera vers les grandes longueurs d'onde. Pour transformer le filtre UVB en filtre UVA, L'Oréal lui a greffé des groupements chimiques supplémentaires contenant des liaisons multiples conjuguées. Le benzylidène camphre est devenu le méroxyl SX. La molécule résiste aux photons en leur confisquant leur énergie. A la manière d'un joueur qui, interceptant une balle, tourne sur lui-même emporté par l'élan, elle pivote autour d'une de ses doubles liaisons (voir dessin pages précédentes). D'abord intégré chez Vichy et La Roche Posay, puis chez Biotherm et Ambre solaire, le nouveau filtre devrait à terme rejoindre les autres marques du groupe. Confortée dans son succès, l'entreprise a déposé un label "filtration photostable" qu'elle appose sur ses produits solaires contenant cette molécule. Les concurrents devront trouver une autre appellation...

Ils se focalisent aujourd'hui sur d'autres radiations solaires. Les infrarouges provoquent dans le derme une vasodilatation des vaisseaux sanguins qui se traduit par un érythème immédiat et une élévation de la température cutanée. On les accuse aussi d'accentuer l'action nocive des UV. Ils ont donc à leur tour été éliminés par le biais des écrans minéraux. Maintenant, on se met aussi à soupçonner la lumière visible de prendre part à l'élastose solaire. Le fait que certains de ses rayons parviennent jusqu'au derme incite à l'investigation.

La cosmétologie se tient prête à réagir à chaque nouvelle découverte de la photobiologie. Pourtant on assiste à un phénomène en apparence paradoxal : à mesure que se généralise l'emploi des produits solaires, le nombre de réactions au soleil augmente. Selon l'American Academy of Dermatology, l'incidence du cancer de la peau augmente de 4 à 5 % par an dans le monde. Ce n'est pas seulement en raison des expositions de plus en plus

prolongées, mais c'est dû aussi à l'incurSION des photosensibilisateurs dans notre environnement, en particulier dans les médicaments. Il faut également compter avec la déplétion de la couche

véritablement innover. L'Oréal se fournit, en effet, à l'extérieur en agents protecteurs. Ses propres recherches le conduisent pourtant à mettre au point un filtre photostable spécifique des UVA courts : le méroxyl SX (4). Le groupe français a littéralement bâti sa molécule comme on joue au Légo. Il possédait déjà dans ses éprouvettes un filtre stable à la lumière et ayant une bonne capacité d'absorption dans les UVB, le benzylidène camphre. Pour déplacer cette propriété dans le spectre jusqu'aux UVA, il fallait modifier sa formule chimique.

Marquons un temps d'arrêt pour bien comprendre comment agissent ces molécules sous un feu nourri de photons. Les molécules organiques capables d'absorber le rayonnement solaire possèdent des électrons engagés dans des doubles liaisons entre atomes. Si ces électrons peuvent passer librement d'un atome à un autre de la molécule, on

Cancer de la peau : + 4 % chaque année

d'ozone, qui devrait se poursuivre durant la prochaine décennie malgré les mesures prises pour enrayer le phénomène. Le Comité international de l'ozone réuni en mai dernier prévoit d'ici à quinze ans, une destruction de 15 à 20 % de la couche en basse stratosphère, ce qui se traduirait par une augmentation du même ordre des rayons UVB à fleur de peau... Un nouveau défi pour la cosmétologie. ■

(3) Son nom chimique est le (tert-butyl-4-phényl)-1-(méthoxy-4-phényl)-3-propanadione-1,3.

(4) Son nom chimique est le 3,3'-(1,4-phénylénediméthylidyne) bis (7,7-diméthyl-2-oxobicyclo-(2.2.1)heptane-1-méthanesulfonic acide).

Dirigé par
Roger
Bellone

Jeux vidéo : du réalisme à

Destiné à tous les inconditionnels de jeux vidéo, de haute technologie et de réalité virtuelle, l'Espace Sega vient d'ouvrir à Paris, au 5 bd des Italiens. Le spécialiste incontesté des jeux vidéo inaugure ainsi un point de rencontre incontournable en proposant au public près de 900 jeux tout droit sortis de ses laboratoires de recherche. Les jeux les plus traditionnels, tels que courses de voitures, combats de rue ou football, sont présentés sur écrans géants. Cependant, une refonte complète de leurs logiciels d'animation associée à l'utilisation d'ordinateurs puissants leur assure une présentation 3D d'une étonnante qualité. Changements de "prises de vues" et "mouvements de caméra" donnent à l'action une dimension nouvelle et un réalisme



Caverne d'Ali Baba des amateurs d'émotions fortes, ce centre de jeux vidéo propose près de 900 attractions futuristes.

incomparable. De plus, l'utilisation de vidéoprojecteurs haute résolution conduit à un résultat qui n'a plus grand-chose à voir avec les images issues des consoles de jeux de salon ou même de bornes de café. Des

Ecrans géants haute résolution (ci-contre) et simulateurs en tous genres (ci-dessous, le "vaisseau spatial") règnent ici en maître.



l'hyperréalisme

lunettes stéréoscopiques de réalité virtuelle, associées à une manette de jeu équipée de capteurs de mouvements, font évoluer le joueur dans un monde imaginaire peuplé de robots. Les amateurs de sensations fortes peuvent se livrer à un combat aérien dans un simulateur de vol capable de pivoter sur lui-même à 360° dans toutes les directions. Ainsi loopings, vrilles ou tonneaux s'accompagnent des mouvements de cabine adéquats... Plus calme, mais encore plus spectaculaire, on peut embarquer à bord d'un vaisseau spatial dont le commandant de bord n'est autre que Michael Jackson. Le voyage qui, au départ s'annonce sans soucis, tourne vite à la panique en raison d'une attaque d'astronefs ennemis. Un combat auquel chacun des 8 passagers prend part en commandant un "canon laser" depuis un tableau de bord placé devant son siège. Et l'atterrissement réserve également des surprises : en raison de circuits de liaison endommagés au cours du combat, le commandant de bord a perdu le contrôle de l'engin. Seuls ses passagers, grâce à un réseau de secours, peuvent encore le manœuvrer. Le passager le plus valeureux, en fait celui qui a abattu le plus grand nombre d'ennemis, prend alors



Photos : E. Maletanche

Doté d'une suspension à cardan, le simulateur de vol ci-dessus effectue tonneaux, vrilles et loopings (ci-contre).



les commandes.
L'accès à l'Espace Sega est gratuit ; plusieurs distributeurs délivrent des jetons qui coûtent 10 F et qui permettent l'accès aux diverses attractions.
H.-P.P.

▼ Toujours pile à l'heure

Le Perfect Time de Thomson intéressera ceux qui ne comprennent rien aux changements d'horaires été/hiver, ou qui oublient de remettre à l'heure leur réveil après une coupure de courant. En effet, ce radio-réveil est radio-piloté depuis l'horloge au césum de Francfort. Heure et date sont donc en permanence "réactualisées". Le récepteur radio couvre les trois gammes d'ondes habituelles, FM, GO et PO. Prix : 450 F. H.-P. P.

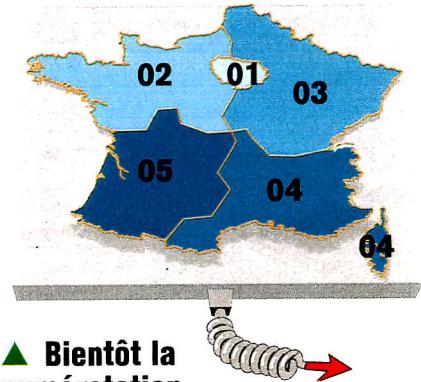


Eau fraîche sans nitrates ▼

Pour les consommateurs dont l'eau du robinet comporte de fortes concentrations de nitrates, voici un moyen simple de l'assainir. La cartouche de filtrage Brita réduit sensiblement les nitrates, mais aussi les sulfates et les métaux (cuivre, plomb). Les actions conjointes de deux types d'échangeurs d'ions permettent de réduire les nitrates en

deçà de la valeur limite de 25 mg par litre, les sulfates à une teneur inférieure à 100 mg par litre et la teneur totale en sels. Le charbon actif élimine, lui, les matières organiques qui affectent le goût, l'odeur et la coloration de l'eau. Traité à l'argent, ce charbon a aussi des propriétés bactéricides. Conçue pour s'adapter à tous les filtres à eau Brita, la cartouche est de teinte framboise pour éviter de la confondre avec les autres cartouches de la marque.

Prix : 52,90 F. F.B.



▲ Bientôt la numérotation à dix chiffres

Dans le but d'unifier les numéros téléphoniques français avec ceux de nos voisins étrangers, les barrières Paris-province et métropole-étranger tombent. Ainsi, à partir d'octobre 1996 tous nos numéros téléphoniques porteront dix chiffres. La France se trouvera découpée en cinq zones. Les indicatifs seront 01 pour la région parisienne, 02 pour le Nord-Ouest, 03 pour le Nord-Est, 05 pour le Sud-Ouest et 04 pour le Sud-Est et la Corse.

Ces deux chiffres devront simplement être ajoutés devant le numéro de téléphone actuel de l'abonné. Par exemple, le numéro de notre journal est le 46 48 48 48 depuis Paris ou le 16 1 46 48 48 48 pour un appel venant de la province. Ce numéro deviendra donc le 01 46 48 48 48 quel que soit le point de France d'où provient l'appel. De même, pour téléphoner à l'étranger, le 19 est abandonné pour être remplacé par le 00. H.-P. P.

Le plein d'énergie au titane ▶

Duracell dope ses piles au dioxyde de titane. Incorporé à leur cathode, le titane permet une circulation intégrale des composés actifs de la pile. Commercialisées à un prix identique à celui des piles alcalines conventionnelles, elles durent plus longtemps que ces dernières. Utilisées sur une radio, par exemple, elles lui confèrent près de quatorze heures d'autonomie supplémentaire. Le titane garantit un parfait maintien de la charge, même après cinq ans de stockage, et l'élimination totale du mercure. Prix : 23 F environ le modèle AA/LR6. H.-P. P.



SPORTS ET LOISIRS

Elu VTT de l'année ►

La mise au point d'un VTT (vélo tout terrain) résulte d'une suite de compromis. Son cadre, par exemple, doit être suffisamment rigide pour assurer une bonne stabilité sur route mais également "déformable" pour encaisser les contraintes qu'implique un usage en tout terrain. Fourche, braquets et freins doivent également être adaptés à cette utilisation hybride. Enfin, la transmission doit offrir le meilleur rendement possible afin que l'énergie fournie par le cycliste soit exploitée au mieux. Un savant cocktail que le Marin Pine Mountain, conçu par des pionniers en la matière et élu par les pratiquants les plus inconditionnels de ce sport "VTT de l'année", a parfaitement réussi et qui, malgré son apparence ne pèse que 10,91 kg. Prix : 8 490 F. H.-P. P.



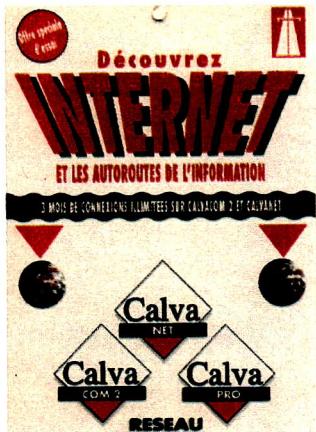
A 3,6 km/h sous l'eau ▼



Le scooter de plongée Apollo peut tracter jusqu'à trois plongeurs à une profondeur de 50 mètres. Son hélice à pas variable permet d'atteindre, en plongée, une vitesse de 3,6 km/h. Son moteur électrique est alimenté par une batterie lui

conférant une autonomie minimum d'une heure. Celle-ci se recharge, à partir d'un adaptateur secteur, en six heures. Deux projecteurs System Light complètent cet appareil et offrent un excellent confort visuel en eau profonde. Prix : 11 200 F. H.-P. P.

Ont participé à la rédaction de ces informations : Florence Bellone, Jean-Luc Glock et Henri-Pierre Penel.



MULTIMÉDIA

◀ Empruntez l'autoroute de l'information

Les distributeurs Boulanger et Calvacom proposent un kit d'initiation à Internet pour trois mois d'abonnement non renouvelable. Actuellement réservée aux PC, mais bientôt disponible sur Macintosh, cette offre regroupe une boîte aux lettres électronique et l'accès à l'ensemble des services offerts par le réseau Internet. Intérêt

majeur de cette proposition : le nombre d'heures de connexions est illimité. Bien qu'un fascicule d'utilisation très complet soit fourni, une assistance technique est disponible, par liaison informatique, vingt-quatre heures sur vingt-quatre et de 14 h à 21 h, sept jours sur sept, par téléphone.

Prix : 490 F. H.-P.P.



Avec le modèle VHS-Secam le plus élaboré de sa nouvelle gamme de caméscopes, JVC voit loin. Le GR-AX98S possède, en effet, un "hyperzoom", l'équivalent pour un reflex 24 x 36 d'un zoom qui couvrirait les focales de 42 mm à plus de 5 mm ! Les performances optiques du zoom 1,6/50,4 mm ont été décuplées par un traitement numérique, au moyen d'un recadrage au niveau des capteurs du CCD. Ce qui a permis d'atteindre l'amplitude exceptionnelle de 1200X. Ce record,

◀ Zoom dopé au numérique



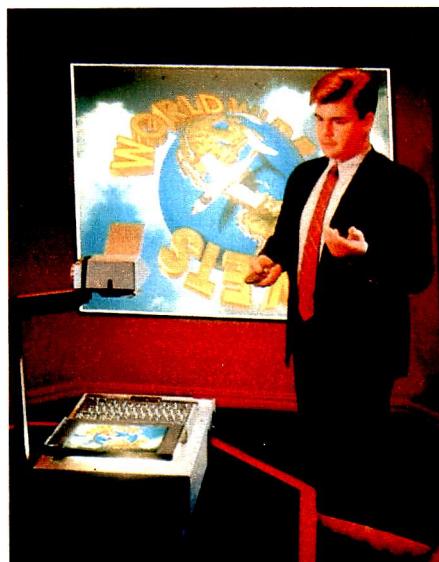
toutefois, n'a pu être obtenu qu'aux dépens de la qualité de l'image : outre la perte de résolution due au traitement numérique, une prise de vues réalisée à main levée avec une telle focale risque fort d'être tremblante. Ce caméscope permet une certaine créativité, grâce à plusieurs modes d'effets spéciaux et à une table de montage intégrée avec télécommande. Astucieux, pour les distraits : un système de sécurité suspend l'enregistrement lorsque l'appareil bascule vers le sol.

Prix : 7 000 F. J.-L.G.

AUDIOVISUEL

▼ Micro-ordinateur portable vidéo projecteur

Grâce au capot amovible de son écran, le ThinkPad IBM 755 CV se transforme en vidéo projecteur : il suffit de le poser sur un rétroprojecteur standard. Une télécommande permet de faire défiler les "pages", qui peuvent être agrandies. Il est possible de projeter de la vidéo pour, par exemple, présenter la maquette d'un film publicitaire. Caractéristiques générales : processeur 486 DX4/100, 8 Mo de mémoire vive, extensible à 40 Mo, disque dur 540 Mo, accélérateur graphique, processeur audio DSP. Sa puissance peut être accrue grâce au kit d'évolution Pentium 75. Prix : 50 000 F. H.-P.P.

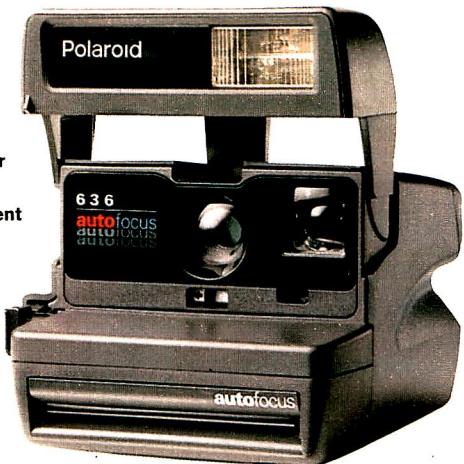


Mise au point sur la photo instantanée ▶

Le célèbre Polaroid 636, l'appareil instantané le plus vendu dans le monde, passe le flambeau au 636 AF (AF pour autofocus). Avec son objectif de 106 mm, la mise au point se fait automatiquement, de

0,60 m à l'infini. La portée du flash est de 0,60 m à 3,50 m, son temps de recharge de 2 à 4 secondes et il est doté d'un régulateur qui modifie son intensité en fonction de la luminosité. Une grande simplicité

d'utilisation pour capturer encore plus facilement les instants magiques.
Prix : 469 F.
J.-L.G.



◀ Trois fois plus vite sur la plage

Le handicap majeur de la cassette numérique DCC est sa relative lenteur lorsque l'on veut accéder à une plage donnée de l'enregistrement. Un phénomène lié au bobinage, ou à l'avance rapide, de la bande. Philips a créé la platine lecteur-enregistreur de salon DCC 951, qui, équipée d'un système Turbodrive, peut dérouler la bande trois fois plus vite. Ainsi une cassette de trente minutes est entièrement rebobinée en vingt-trois secondes. Prix : 3 000 F. H.-P.P.

Le Bi-Bop enfin en location

France Telecom propose pour accéder au réseau Bi-Bop une formule de location, pour 35 F par mois, comparable à celle des appareils standards. Une solution qui permet de "tester sans risque" le Bi-Bop. Dans le même esprit, une nouvelle politique tarifaire est pratiquée sur l'abonnement au réseau : pour les particuliers, il devient gratuit. Dans ce cas, le prix des communications est porté à 1,80 F la minute. Une solution rentable pour les personnes qui n'utilisent que peu l'appareil, mais moins intéressante que l'abonnement traditionnel en cas d'utilisation intensive.

▼ Un flash très classe

Le Fuji DL Super Mini est le premier appareil photographique qui signale, par une diode rouge clignotante située près du viseur, une obstruction éventuelle du flash. Bien qu'appartenant à la série des mini-compacts 24 x 36,

genre bloc-notes, cet appareil dispose d'un flash multiprogramme. Le mode "portrait de nuit" permet de travailler avec une vitesse synchro lente, afin de restituer les ambiances de nuit sans "écraser" les lumières

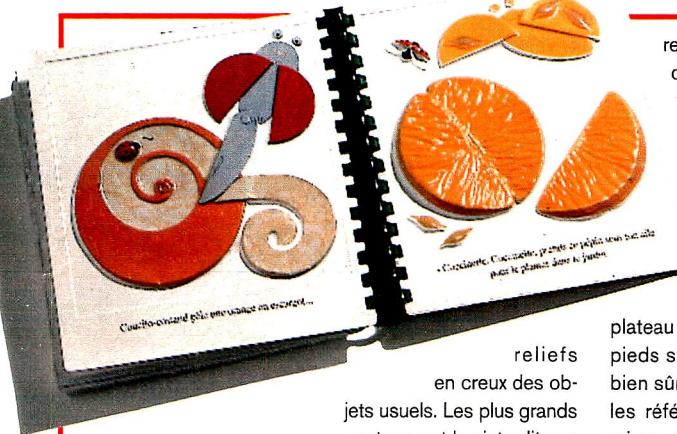
environnantes. Par ailleurs, son système autofocus est débrayable (une surprise sur ce type d'appareil) et comporte 17 paliers manuels. Un boîtier en aluminium brossé, un objectif 3,5/28 mm traité multicouches, un viseur très lumineux, un mode panoramique, un dos dateur et un poids plume (153 g) font de cet appareil un bel objet luxueux.

Donc relativement cher. Prix : 2 290 F
J.-L.G.



MÉDIATHÈQUE

LIVRES



Lecture à tâtons

Olivier Poncer
COCCINELLE ET COUCITO

Editions Chardon Bleu, collection "Des yeux au bout des doigts", 175 F.

Une coccinelle s'introduit dans le placard de la cuisine. Et pour elle Coucito, le petit couteau suisse, fait son numéro. Ses aventures sont joliment contées dans cet album tout en plastique, destiné aux enfants de 1 à 3 ans.

Les images sont mises en relief par thermoformage, restituant avec beaucoup de réalisme

volumes et textures. On est à mi-chemin entre l'image à plat et l'objet lui-même. Le quartier d'orange est pulpeux, les petits pois bien charnus. Les tout petits apprécient particulièrement les

reliefs en creux des objets usuels. Les plus grands contournent les interdits en se frottant à l'ouvre-boîtes ou au couteau.

Le langage graphique de ce livre est à la fois tactile, visuel et auditif : le doigt effleure, palpe et gratte tour à tour, jouant avec les sonorités émises par chaque texture. Le mode de représentation des objets n'obéit pas aux conventions visuelles : la bouteille est ainsi représentée de face avec sa capsule vue de haut. L'ensemble constitue un album séduisant, le fruit d'une réflexion aboutie autour de l'image et des sens. On regrettera seulement son prix élevé.

Science & Vie : «Qu'est-ce que le relief apporte à l'image visuelle ?»

Olivier Poncer : «Il déouple de façon ludique le plaisir de la lecture et restaure la sensualité qui unit le lecteur au livre. En même temps, l'image tactile taquine et affûte le regard.»

S & V : «Vous ne recourez pas aux conventions visuelles classiques : angle de vue, perspective, cadrage... Pourquoi avoir adopté cette démarche ?»

O. P. : «Prenez une table

rectangulaire. Elle est constituée d'un plateau et de quatre pieds. Un aveugle de naissance sera décontenancé par une représentation en perspective de la table avec un plateau en losange et trois pieds sur quatre. A moins bien sûr qu'on lui explicite les références figuratives mises en jeu dans nos images. J'ai voulu pour ma part garder les représentations que l'aveugle maîtrise et les faire partager aux voyants. Il me fallait dès lors adopter une logique proprement tactile. De la même manière que Louis Braille n'a pas mis en relief l'écriture mais a conçu pour son alphabet un codage adapté au toucher.»

S & V : «Lorsqu'on présente à l'enfant un objet sous une forme différente de ce que ses yeux lui montrent, n'y a-t-il pas danger de le déconcerter et de heurter sa logique ?»

O. P. : «Bien au contraire, mes dessins sont très proches de ceux des enfants qui représentent ce qu'ils savent et non pas ce qu'ils voient. Lorsqu'ils dessinent un personnage, ils ne manquent pas de faire figurer tous les doigts de la main, quelle que soit sa position. L'image tactile emprunte au dessin enfantin mais aussi à d'autres approches symboliques du réel, comme le cubisme.»

Propos recueillis par Isabelle Bourdial

Un brûlot qui tombe à l'eau

Jacques Costagliola

FAUT-IL BRÛLER DARWIN ? ou l'imposture darwinienne

L'Harmattan, coll. Converscences, 288 p., 150 F.

«Mes arguments seront difficilement contrés, écrit Jacques Costagliola en conclusion de son livre, puisque je n'ai fait que laisser Darwin s'enferrer lui-même dans ses arguments polymorphes. Mon livre sera donc, soit enterré sous un matelas de silence, soit je serai, comme Denton, étiqueté créationniste fixiste bibliste. Ceci n'a rien à voir avec la démolition de la théorie darwinienne qui devrait être avalisée par tous, matérialistes ou spiritualistes, que je renvoie dos à dos.»

Si l'on comprend bien ce galimatias, ce n'est pas le darwinisme mais son fondateur qui doit être brûlé. Pourtant, dès la première ligne de son introduction, Costagliola parle de «la théorie prétentieusement dite synthétique», «dernier avatar du néodarwinisme». Il semble plutôt nourrir une certaine nostalgie pour Lamarck (désidément, certains Français n'ont toujours pas digéré la prééminence de Darwin sur Lamarck). On ne saurait donc le traiter de «créationniste fixiste bibliste». Laissons-le s'enferrer dans ses propres contradictions...

Pourquoi ce livre ne doit-il pas être lu ? Pour plusieurs raisons. D'abord, parce qu'il n'apporte rien de nouveau :

tout ce que Costagliola reproche à Darwin – ses emprunts à ses illustres prédécesseurs, comme Lamarck, tout en les dénigrant ; le rôle (mineur) qu'il attribuait à l'hérédité des caractères acquis ; la compétition avec Wallace... – est connu depuis longtemps. Mais surtout, tout cela est présenté dans un contexte d'une incroyable malhonnêteté intellectuelle.

Pourquoi reprocher à Darwin les errements de sa pensée ? La conception d'une nouvelle théorie est rarement linéaire. Le grand Newton lui-même, pour ne citer que lui, fut souvent confus et parfois incohérent. Costagliola critique aussi Darwin sur ses positions, que l'on qualifierait aujourd'hui de racistes. C'est oublier qu'un savant, aussi

grand fût-il, ne fait pas forcément toujours preuve d'une plus grande ouverture d'esprit que ses contemporains. Les exemples sont légion.

Loin de nous de vouloir faire l'apologie de l'homme Darwin. Nous l'avons dit, on a reconnu depuis longtemps ses défauts, ses torts et ses procédés inélégants. Il reste qu'il a posé les fondements d'une théorie qui, depuis cent cinquante ans, s'est révélée extrêmement féconde. Que M. Costagliola lui trouve un autre nom si cela lui chante, c'est une ineptie de prétendre que la théorie synthétique de l'évolution est tout sauf darwinienne. Sa mauvaise foi n'y changera rien. Alors, faut-il brûler le livre de Costagliola ? Ce serait lui faire trop d'honneur...

Thierry Pilorge

Voyage en Anatomie

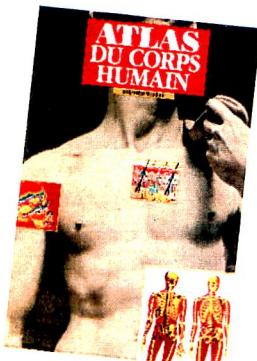
Richard Walker

ATLAS DU CORPS HUMAIN

Editions Casterman jeunesse, 64 p., 139 F.

Un bon dessin vaut mieux qu'un long discours, dit-on : surtout quand il s'agit de faire un atlas. Avec celui que les éditions Casterman ont consacré au corps humain, cette logique est poussée assez loin. Aucune partie n'est oubliée : marcher, respirer, manger, éliminer, sentir comprendre et donner la vie. Les grandes planches et les schémas explicatifs sont accompagnés d'un texte court mais toujours précis. Sans oublier la grande carte anatomique en taille réelle (vue de face et de dos) intégrée dans le livre. Au total un voyage guidé pour les jeunes curieux de savoir comment "marche la machine humaine".

Jean-François Robredo



Roses d'Angleterre et cactacées de Bolivie

David Austin

LES ROSES ANGLAISES

Bordas, 160 p., 189 F.

Michel Viard

LES FLEURS DU MONDE

Hatier, 240 p., 198 F.

d'entretien de ces beautés. On y apprend les techniques de la taille des rosiers ainsi que la préparation du sol. Au jardin, David Austin suggère des associations possibles avec d'autres plantes ou avec des rosiers anciens dans les bordures et les massifs. Il montre également comment associer harmonieusement les nombreuses variétés de roses anglaises. Enfin, cet ouvrage, qui est décidément très complet, nous donne de précieux conseil pour réussir des bouquets.

Plus classique, mais tout aussi beau, car il contient pas moins de 500 photographies, le livre de Michel Viard nous invite à un tour du monde botanique. Du cœur de Marie (*Dicentra spectabilis*) éclatant du Japon aux cactacées de Bolivie en passant par la belle marguerite (*Leucanthemum vulgare*), cet ouvrage est un

véritable festival de couleurs et de formes qui en dit long sur la richesse de la biodiversité de notre planète. On notera la qualité scientifique et historique des légendes qui accompagnent toutes les photographies.

Didier Dubrana

Les "anges de la matière" sont insensibles

Michel Cribier, Michel Spiro, Daniel Vignaud

LA LUMIÈRE DES NEUTRINOS

Seuil, coll. "Science ouverte", 320 p., 160 F.

Le neutrino est une des particules les plus évanescantes de la nature : des milliards d'entre elles nous traversent le corps chaque seconde sans nous toucher. L'Univers dans son ensemble baigne littéralement dans les neutrinos sans que rien de très remarquable ne se passe. Encore que... Derrière cette description classique et un peu

convenue, trois physiciens du CEA, M. Spiro, M. Cribier et D. Vignaud, ont cherché à voir plus loin. De particule insensible à son environnement, le neutrino pourrait bien devenir une des plus importantes de l'histoire de l'Univers.

En effet, présents en quantité dès l'origine, les "anges de la matière" ont joué un rôle fondamental dans le big bang. De plus, leur nombre est si impressionnant que, s'ils avaient une masse (pour le moment on n'en sait rien), ils constituerait l'essentiel de la masse (aujourd'hui manquante) de l'Univers. Un big bang à l'envers en prévision... En attendant, ils sont déjà des éléments primordiaux dans la vie et la morts des étoiles, notamment de notre Soleil.

Ainsi, depuis plusieurs décennies un mystère obsède les astronomes : on détecte moins de neutrinos en provenance de notre étoile que prévu par les modèles. Or, cela signifie que, soit le Soleil ne marche pas comme on le pense, soit le modèle standard de la physique est à revoir complètement. Un détecteur installé en Italie doit tenter de trancher une fois pour toutes ce dilemme.

A toutes ces questions, et à bien d'autres, nos trois auteurs répondent dans un livre dense et très vivant. On y apprend l'essentiel de ce qu'est la physique moderne, mais aussi la passion que suscite la recherche scientifique quelle que soit la grandeur de l'objet étudié. J.-FR.

Michel Cribier, Michel Spiro, & Daniel Vignaud

La lumière des neutrinos

Seuil



Polémique sur l'art rupestre

Jean Clottes

LES CAVERNES DE NIAUX Art préhistorique en Ariège

Seuil, 180 p., 390 F.

La découverte de la grotte Chauvet, véritable cadeau de Noël 1994 fait aux préhistoriens, a pu faire oublier un instant que la France possède près de deux cents autres grottes et abris d'art rupestre, dont un certain nombre n'a rien à envier à la grotte ardéchoise. Parmi les mieux étudiées se situent sans aucun doute les cavernes de Niaux et ce que l'on appelle le réseau Clastres, qui relie entre elles toute une série de salles et de galeries de tailles variables. Jean Clottes est, depuis près de vingt-cinq ans, l'un des spécialistes ayant le plus contribué à l'étude et à la conservation de cet ensemble. Il est donc parmi les mieux placés pour nous parler de l'art magdalénien d'il y a 15 000 à 12 000 ans, si caractéristique à Niaux. Et il le fait dans un superbe ouvrage. Mais il ne s'agit pas pour autant du catalogue d'une exposition. Clottes est un scientifique, qui ne se contente pas de décrire les œuvres des artistes magdaléniens. Il nous en propose aussi ses interprétations. Même s'il partage avec la plupart de ses confrères la vision de ces grottes comme des sanctuaires, il critique vivement les thèses de certains d'entre eux, notamment Leroi-Gourhan, mais surtout Denis Vialou, autre grand spécialiste de Niaux.

D'après Clottes, l'idée de Vialou de voir dans chaque grotte un sanctuaire unique que

l'on ne peut comparer à aucun autre n'est apparemment pas scientifique, puisque impossible à tester. Il reproche aussi à Vialou de prendre ses hypothèses pour des réalités. Querelle de spécialistes, incompréhensible pour le profane ? Peut-être, mais toujours instructive dans la mesure où elle nous permet de découvrir des visions complémentaires de notre lointain passé. Après tout, la nature humaine n'est pas une. Et puis, Jean Clottes lui-même se laisse séduire par certaines hypothèses.

Alors, même si comme il le reconnaît, «nous n'aurons jamais la preuve formelle» de toutes ces idées, on peut cependant souhaiter, avec lui que Niaux, comme les autres émouvants témoins de notre pas si lointain passé, «fasse encore beaucoup rêver...».

T.P.

La liberté, selon la science

Philippe Meyer
L'ILLUSION NÉCESSAIRE

Editions Plon-
Flammarion,
231 p., 135 F.

Enfin un scientifique qui se mêle de philosophie avec talent et qui pose la bonne question : celle du problème de la liberté humaine, à la lumière des progrès scientifiques de ces dernières années. Depuis Aristote, tous les philosophes n'ont pas man-



qué de s'interroger sur le problème de savoir si l'homme était fondamentalement libre de ses actes ou si, au contraire, ses manières d'agir lui étaient imposées par l'environnement et sa nature profonde. Bref, s'il était, comme Dieu, maître de l'Univers ou si l'Univers était maître de lui.

Après avoir passé au peigne fin les plus récentes découvertes en matière de biologie moléculaire, de génétique et de neuropsychiatrie, Philippe Meyer en vient à conclure que les comportements humains sont gouvernés par l'hérédité (les gènes) et par l'environnement. Mais, alors, comment se fait-il que les hommes aient l'impression d'être pleinement responsables de leurs actes et de leurs jugements et de disposer d'eux-mêmes comme ils l'entendent ? Ce serait, pense Meyer, parce qu'aucun individu ne ressemble à aucun autre, du fait de la multitude de variations individuelles qu'autorise la génétique. D'où l'illusion de la liberté.

Même si l'on n'est pas d'accord avec les thèses

exposées, on reconnaîtra à ce livre beaucoup d'idées, puissées tant dans la philosophie occidentale qu'orientale, chinoise en particulier. Cependant, on reprochera à

l'auteur de faire trop étalage de ses connaissances, ce qui finit par nuire à la clarté de l'exposé.

Pierre Rossion

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

BON DE COMMANDE

à compléter et à retourner pleinement 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 francs - 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

EN QUADRICHROME DÉSSINÉ À LA MAIN (modèle déposé)

Découvrez la culture de l'Egypte ancienne sur le parcours du Nil aux 53 symboles (scène de la vie, animaux, objets).

- Il faut gagner sa hiérarchie (Pharaon, Princesse, Prêtre...) sous l'influence des Dieux (Thot, Anubis, Seth...) des Pharaons (Ramses II, Ososir...) le scribe et ses hiéroglyphes ; cartes et valeurs acquises conduisent après la "Péée des Ames" dans les Mystères de la Pyramide à degrés de Sékharah.
- Décryptage de 50 cartes hiéroglyphiques ; de l'alphabet avec l'aide de la "Pierre de Rosette" ; apprenez à écrire en hiéroglyphes.
- Devenez Egyptologue avec J.-F. Champollion en jouant à l'EGYPTIEN® : familier de cet art, vous regarderez un ouvrage, la visite d'un musée avec toute une culture et plus d'intérêt.
- D'après les œuvres de J.-F. Champollion, les œuvres mythologiques Egyptiennes et le Musée du Louvre.

L'ÉGYPTIEN®

270 F

COUPON A RETOURNER A :
LUCAS - SALESSES
AUTEURS ÉDITEURS
KERMUREAUX, 44410 ST-LYPHARD

Nom
Prénom
Adresse
Code Postal
Ville
QTÉ : PRIX : TOTAL :
Ci-joint mon règlement de 270 F + 35 F de participation aux frais d'expédition par chèque bancaire ou CCP.

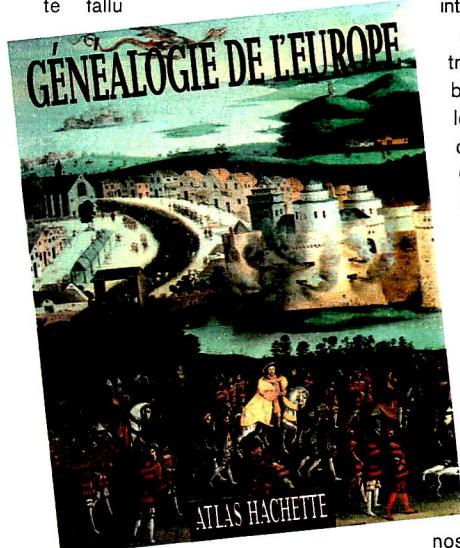
Le livre de la grande saga européenne

Sous le direction de Pierre Lamaison

GÉNÉALOGIE DE L'EUROPE De la préhistoire au xx^e siècle

Atlas Hachette, 352 p., 450 F.

Comme quoi il n'est pas nécessaire de s'ennuyer pour se cultiver. Pierre Lamaison, directeur adjoint du laboratoire d'anthropologie sociale du Collège de France, a réussi là un ouvrage tout à fait remarquable. D'abord, il a sans doute fallu



faire comprendre aux chercheurs qu'il a réunis à cette occasion qu'il n'était pas question de consacrer tout un livre aux travaux de chacun d'entre eux. Ce qui n'est déjà pas une mince performance. Ensuite, et surtout, ce livre est une merveille de synthèse, de clarté. Et en plus, il est beau.

Examions-le d'un peu plus près. Généalogie est, bien évi-

demment, le mot clé de toute l'affaire, celui qui structure les trois parties du livre : les fondements et les héritages, de l'empire romain à la chute du mur de Berlin, politique et territoires, les arts et les sciences. Au sein de chacune de ces parties, chaque sujet est traité sur deux doubles pages. Pas une de plus, mais tout y est. La première présente un texte d'analyse accompagné d'illustrations commentées. C'est la deuxième qui donne tout son sens à l'ouvrage : elle présente un arbre généalogique, qu'il s'agisse des descendance des rois et de leurs alliances ou d'héritages intellectuels.

Ainsi, on trouvera aussi bien la généalogie qui conduit des Carolingiens aux Habsbourg que, répartie sur trois doubles pages successives, la filiation de la philosophie, de l'antiquité à nos jours, ou celle des débuts des sciences naturelles à la biologie moléculaire.

Des cartes et une très belle iconographie complètent le tout. Un véritable ouvrage de référence, au sens étymologique du terme : un livre auquel on se réfère sans arrêt. A tel point que rien qu'à le feuilleter on se sent déjà nettement plus intelligent et plus cultivé. Alors, à le lire... T.P.

Par quoi sommes-nous pollués ?

Colette Chassard-Bouchaud

L'ÉCOTOXICOLOGIE

PUF, collection "Que sais-je ?", 127 p., 38 F.

L'écotoxicologie, c'est tout d'abord la détermination et l'étude des polluants (radioactifs, métaux lourds, pesticides...) qui circulent dans les différents biotopes de notre planète. L'écotoxicologie, c'est également la compréhension des mécanismes par lesquels cette pollution affecte l'ensemble de la biosphère. Conséquence, l'écotoxicologie s'intéresse tout particulièrement aux effets des polluants : quelles sont les actions produites sur les peuplements végétaux et animaux propres aux divers écosystèmes (milieux continentaux, océaniques et atmosphériques) ? Quelles sont les actions sur les ressources naturelles biologiques ? Bref,

tout un programme de recherche qui vise à répondre le plus souvent à une question primordiale : ces polluants ont-ils des effets directs ou indirects sur la santé des hommes ?

Pour comprendre l'importance de cette discipline, il faut savoir que, aujourd'hui, toutes les grandes enquêtes épidémiologiques qui ont pour thème l'influence de l'environnement sur la santé des hommes font appel à l'écotoxicologie. Les PCB (polychlorobiphényles) sont-ils cancérogènes ? L'écotoxicologie y répond. Comment évaluer le

risque sur la santé d'une diminution de la couche d'ozono ? L'écotoxicologie tente d'y répondre... Cet ouvrage didactique, et très bien documenté, balaye toutes les grandes questions écologiques du moment. Grâce à un découpage judicieux, l'auteur a su répondre en douze chapitres aux interrogations des novices en la matière avec un souci de vulgarisation scientifique louable. D.D.

CD-ROM

Si l'ornithologie vous chante

LES OISEAUX

Média Maria éditeur et distributeur, 99 F.

Après le CD-I "Quel est donc cet oiseau ?", le CD-Rom "Les Oiseaux" devrait ravir les fans d'ornithologie. Il bénéficie d'une superbe présentation, très claire et très lisible qui le rend facile à apprêhender. Il se divise en trois parties. La première est un album comprenant 150 gravures regroupées en six catégories d'oiseaux (une séquence sonore permet d'écouter à loisir les vocalises de la plupart). La seconde n'est autre qu'un répertoire permettant d'accéder par ordre alphabétique aux différentes planches vues précédemment. Enfin, la dernière partie regroupe plus de 150 photos et 80 vidéos d'oiseaux en situation dans leur environnement. On ne peut que regretter l'absence de liens entre les animations et les planches.

Olivier Cadou

► Configuration requise : PC, 4 Mo de RAM.

Chic planète, clicpons dessus

SMALL BLUE PLANET

Now What Software ? éditeur, Arobace distributeur, 490 F.

Ce petit atlas sympathique est basé sur une fascination qui remonte à l'enfance. Quoi de plus merveilleux que ces cartes sans frontières politiques, sans précisions géographiques ni géologiques, ni rien ? La Terre, quoi ! Le relief sous-marin est ainsi représenté dans un beau camaïeu de bleus, avec les dorsales, les failles, les chapelets d'îles... L'image de départ, à elle seule est donc très belle, très "pédagogique", et on peut se promener ainsi tout autour du globe. Mais là où ce CD-Rom est très malin, c'est que l'on peut aussi balader une "loupe", munie, elle, de toutes les autres précisions d'un atlas courant : noms des lieux, des mers, des chaînes de montagne, des rivières ; frontières politiques, fuseaux horaires, etc. Le "jeu" consiste donc à révasser sur l'image du globe, à zoomer sur une région intéressante, et à poser la loupe dessus pour

plus amples informations. Des points rouges, parsemés ça et là, permettent d'obtenir des images vues par satellites. Le tout est complété par une superbe collection de photos de la NASA, avec légendes explicatives. De plus, un "clic" sur un pays apporte toutes précisions démographique, historique, économique, et même linguistique.

C'est d'ailleurs là toute la puissance d'un CD-Rom par rapport à un livre : un "clic", et la liste des langues parlées d'un pays s'affiche, permettant d'entendre prononcer des phrases courantes en zoulou ou en swahili avec leurs typographies respectives.

La seule limitation de ce CD-Rom est le niveau de zoom, qu'on aurait souhaité plus puissant, mais le tout n'aurait pas tenu sur un seul disque... La pédagogie est l'arme absolue de ce petit atlas qui amusera les enfants en les cultivant, et permettra aux adultes de faire quelques petites "révisions" très utiles sur la géographie générale de notre petite planète bleue.

► Configuration requise :
Macintosh ou PC, 4 Mo de RAM.

Gilles Moine

Embarquez pour une navigation dans le système solaire

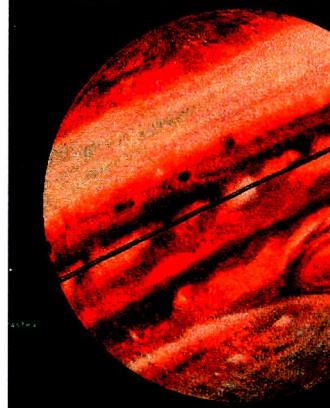
REDSHIFT

Maxis éditeur, Maris distributeur, 540 F.

Redshift est ce qu'on appelle un "planétarium de bureau", c'est-à-dire un logiciel capable d'afficher à l'écran l'image réaliste du ciel à toute date et en tout lieu de la surface terrestre paramétrés par l'utilisateur. 5 000 astéroïdes, 300 000 étoiles et galaxies, la capacité de stockage d'un CD-Rom est étonnante ! Les possibilités sont déjà énormes pour l'astronome amateur : calculs de conjonctions, éclipses, oppositions diverses, la liste est longue. Mais Redshift présente aussi la formidable qualité d'être en même temps un véritable "simulateur de système solaire".

Vous pouvez par exemple vous positionner sur l'un des satellites de Jupiter, et regarder sous vos yeux ébahis toute la majesté de cette géante en train de tourner, accompagnée de sa cohorte de petits mondes. L'image assez réaliste produite par le logiciel n'est pas un sous-produit d'une mauvaise animation pour la série *Star Trek*, c'est tout simplement exactement ce que vous verriez si vous étiez un navigateur spatial, puisque Redshift calcule en permanence, et en temps réel, la position de tous les astres affichés à l'écran !

Là est bien sûr l'immense intérêt pédagogique du programme. Vous pouvez par exemple vous inviter à bord



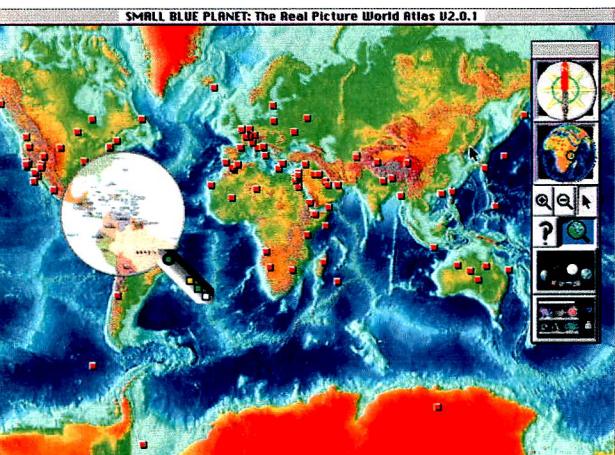
de la sonde *Voyager*, et contempler avec elle le spectacle inouï de la traversée des anneaux de Saturne. Un module d'animation vous permet aussi d'enregistrer des séquences entières, et de vous les repasser à vitesse rapide pour éviter les temps d'attente. Un club d'astronomie pourrait concevoir par exemple des "visites guidées" des différentes planètes, et les passer aux enfants. Résultats garantis !

A cela s'ajoutent des petites animations vidéo sur la conquête de la Lune, ainsi qu'une base de données photographiques de tous les corps célestes, du plus petit astéroïde jusqu'à la galaxie spirale géante. Un superbe extrait du catalogue de l'astronome David Malin est notamment disponible.

Cette version 1.2 fonctionne aussi sur PowerMac en mode dit "natif", donc très rapide.

► Configuration requise :
Mac ou PC, 4 Mo de mémoire vive minimum.

G. M. ■



36 ScV 15

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

AGENDA

Expositions

Profitons des vacances pour replonger dans notre histoire, et découvrir les trésors et les richesses de nos musées :

• **LA GROTTE "CHAUVET PONT-D'ARC".** Un sanctuaire paléolithique et l'art préhistorique des gorges de l'Ardèche. Découverte en décembre 1994, la grotte Chauvet restera fermée au public. Mais celui-ci peut voir une exposition permanente, avec une projection vidéo du site et des reconstitutions de la vie de l'homme préhistorique. Rue du Miarou, 07150 Vallon-Pont-d'Arc. Tél. : 75 37 17 68.

• **ECLATS D'HISTOIRE, DIX ANS D'ARCHÉOLOGIE EN FRANCHE-COMTÉ, VINGT-CINQ MILLE ANS D'HÉRITAGE.**

Un état des fouilles archéologiques entreprises depuis 1985 en Franche-Comté, développé en cinq thèmes. Jusqu'au 17

septembre, à la Saline royale, 25610 Arc-et-Senans.

Tél. : 81 54 45 45.

• **LES MACÉDONIENS, LES GRECS DU NORD ET L'ÉPOQUE D'ALEXANDRE LE GRAND.**

L'histoire et la civilisation des Macédoniens, de l'âge du bronze à la conquête de la Macédoine par les Romains, à travers des objets d'usage quotidien et des œuvres d'art. Du 20 juillet au 31 octobre, au musée d'Archéologie méditerranéenne, centre de la Vieille-Charité, 13002 Marseille.

• **SAMARA, LES JARDINS DE LA PRÉHISTOIRE.** Reconstitu-

tion de la vie des hommes au néolithique dans un site naturel exceptionnel. "Journées préhistoriques" les 14, 15 et 16 juillet et, du 13 au 15 août, "L'homme et les plantes". La Chaussée-Tirancourt, 80310 Picquigny. Tél. : 22 51 82 83.

• **DES POTIERS JURASSIENS, CINQ MILLE ANS DE POTERIE.**

Hommage aux artisans de la terre, du néolithique à nos jours. Jusqu'au 27 septembre, musée d'Archéologie, 25 rue Richebourg, 39000 Lons-le-Saunier. Tél. : 84 47 12 13.

• **LES EMPREINTES DE L'HISTOIRE.**

Les animaux ont toujours été liés à notre propre histoire. Variations sur le thème animal depuis la préhistoire. Jusqu'au 26 novembre, au muséum Pavillon du Raines, jardin de l'Arquebuse, 21000 Dijon. Tél. : 80 41 26 25.

• **LES MÉGALITHES DE MONTENEUF.**

Plus de 400 menhirs alignés sur 6 hectares il y a environ cinq mille ans. Association Pierres et Landes, Le Patis Jano, 56380 Monteneuf. Tél. : 97 93 24 14.

• **MAREY, PIONNIER DE LA SYNTHÈSE DU MOUVEMENT.**

Les étapes essentielles et l'apport important d'Etienne-Jules Marey à l'invention du cinéma. Jusqu'au 10 septembre à la chapelle de l'Oratoire, 75 rue de Lorraine, 21200 Beaune. Tél. : 80 24 56 92.

• **L'ÉTÉ À TECHNO CITÉ.**

La Cité des sciences et de l'industrie propose du 1^{er} juillet au 31 août une entrée gratuite pour un accompagnant à tout visiteur de l'exposition "Techno cité". Manipulations d'objets réels pour comprendre la technologie sur deux thèmes : les mécanismes en mouvement et concevoir un logiciel. CSI, 30 av. Corentin-Cariou, 75019 Paris. Tél. : 36 68 29 30.

DES LUMIERES DANS LA

NUIT : CENT ANS DE TECHNIQUES DU CINÉMA.

Le monde des techniques et des appareils de l'épopée fantastique du cinéma. Jusqu'au 31 décembre, au musée de

– **La traversée de Guy Delage ; des courants électriques pour repousser les requins**, le 12 juillet.

– **Le lac Nyos ; exploration et colonisation de Mars**, le 21 juillet.

– **Surveillance aérienne des forêts tropicales ; la modélisation moléculaire pour combattre les virus**, le 26 juillet.

• Arte

• **ARCHIMEDE : LE SEXE.** Les différentes manières de transmission du patrimoine génétique, l'état des recherches et l'étude des comportements sexuels. Tout, tout, vous saurez tout, le 7 juillet à 22 h 15.

• TV5

• **COTÉ SCIENCE : LES ASTRONOMES DE JUPITER, LA MÉTÉORITE D'ODEILLO**, le 21 juillet à 9 h 15.

Radio

• France Culture

• **LES PERSPECTIVES SCIENTIFIQUES**, de 19 h 30 à 20 h.

– **La génétique**, par E. Contini, du 3 au 6 juillet.

– **Les serpents**, par S. Pilliods et L. Forge du 10 au 13 juillet.

• **LA SCIENCE ET LES HOMMES**, de 9 h 05 à 10 h 30.

– **Les impossibles des voyages spatiaux**, par E. Noël et Ph. Boulanger, le 5 juillet.

– **La psychiatrie entre science et suggestion**, par M. Cazenave avec I. Stengers et T. Nathan, le 12 juillet.

– **La dynamique du volcan**, par G. Minot, le 19 juillet.

– **Christian Huyghens**, par A.-C. Souchon, le 26 juillet.

• **LES CHEMINS DE LA CONNAISSANCE**, de 8 h 30 à 9 h.

– **Schliemann, une conception de l'archéologie**, par E.-M. Rollinat, du 3 au 7 juillet. ■

Télévision

• La Cinquième

• **CINQ SUR CINQ** à 11 h 45 :

– **De la colle pour réparer les os ; un ordinateur pour guider l'automobiliste**, le 7 juillet.



1995 sera l'année de la connaissance
Laurent Q. vient de découvrir qu'en
investissant seulement
18,33 francs par mois,
il devenait
instantanément plus
cultivé que Guy L.
qui n'est pas encore
abonné à Science et Vie.



**A votre avis, qui est
le plus malin ?**

Bulletin d'abonnement

à retourner sous pli affranchi avec votre règlement à
SCIENCE & VIE 1, rue du Colonel Pierre Avia 75503 Paris Cedex 15

Oui je m'abonne dès aujourd'hui
 à **Science & Vie** et je choisis
 la formule suivante :

1 an couplé
 12 numéros + 4 Hors Série :
295 francs seulement au lieu de 376 francs*

1 an simple
 12 numéros :
220 francs seulement au lieu de 276 francs*
 Cochez SVP

Nom							
Prénom							
Adresse							
Code postal							
Ville							

Je choisis de régler par :
 chèque bancaire ou postal à l'ordre de **SCIENCE & VIE**
 carte bancaire
 N° _____
 expire à fin _____ mois _____ année _____

Date et signature obligatoires
 ➤ _____ ➤



OFFRES VALABLES JUSQU'À FIN 1995 ET RÉSERVÉES
 À LA FRANCE MÉTROPOLITaine.

ETRANGER NOUS CONSULTER, TÉL. (33-1) 46 48 48 48 48

**Vous pouvez aussi vous abonner par
 Minitel en tapant 3615 ABON**

Conformément à la loi Information 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.

RC PARIS B 572 134 773

S&V 934

*Prix normal de vente des magazines chez votre marchand de journaux

La lévitation magnétique

On lance la toupie sur un carré de plastique ; on le soulève légèrement : la toupie décolle ; on le retire : la toupie reste en l'air ! Ce jeu, qui a passionné les Américains et plus encore les Japonais, fait son entrée en France. La vraie lévitation, garantie sans parapsychologie, grâce au mariage des effets magnétiques et gyroscopiques.

Si quelque mage dans le vent prétend déplacer un objet à distance par la seule force de la pensée, les esprits soupçonneux cherchent vite la ficelle bien cachée qui pourrait mystifier les naïfs. Et quand vraiment la ficelle est absente, l'idée leur vient qu'un aimant doit être dissimulé quelque part. Car le magnétisme est le seul processus immédiat et connu qui soit capable d'exercer des actions à distance sans aucun lien matériel.

Et c'est bien sûr lui qui assure la lévitation de ces toupies qu'on trouve dans le commerce sous les noms de Levitron ou de U-CAS. Une petite toupie de la taille d'une pièce de 5 F à faire léviter au-dessus d'un socle en bois ou en plastique. L'effet est réellement saisissant et d'autant plus spectaculaire qu'il n'y a aucun montage en jeu : pas de fils, pas de circuits électroniques, pas de bobinages ou autres antennes à haute fréquence. Le socle ne fait qu'abriter une grande ferrite carrée aimantée circulairement, et la toupie n'est, à son tour, qu'une simple ferrite ronde.

Mais, quand on la voit flotter en apesanteur au-dessus de son socle, on se prend à rêver : à Gauss, à Coulomb, à Weber, à Ørsted, à tous ceux qui ont étudié, mesuré et quantifié tout ce qui touche à l'aimantation. Passent aussi les noms de Newton, Bohnenberger et Foucault pour ce qui concerne la dynamique des corps en rotation et les effets gyroscopiques. En fait, l'aimantation et les effets d'attraction ou de répulsion qui lui sont liés

étaient connus dès l'antiquité grecque, de même d'ailleurs que l'attraction électrostatique. Mais ils ne reçurent qu'un intérêt limité, et il faudra attendre 1687 et la loi de l'attraction universelle de Newton pour que la notion d'action à distance sans lien matériel soit réellement comprise et mise en équation. Newton avait découvert que deux corps s'attirent en fonction directe de leurs masses m et m' et en raison inverse du carré de leur distance d ; la force qui les tire l'un vers

L'ACTION À DISTANCE SANS LIEN MATÉRIEL FUT MISE EN ÉQUATION EN 1687

l'autre est $F = kmm'/d^2$, k étant un coefficient qui ne dépend que des unités choisies.

A partir de 1750, les phénomènes électrostatiques et magnétiques commencèrent à être étudiés de manière scientifique, en particulier par le Français Charles de Coulomb. En 1785, il montre que la force d'attraction ou de répulsion qui s'exerce entre deux corps électriquement chargés est donnée par la formule $F = kqq'/d^2$, où q et q' mesurent la charge, positive ou négative, des corps en présence, et d la distance qui les sépare. En analysant de manière analogue les effets produits par des aimants, il prouve ensuite que les attractions ou répulsions entre corps aimantés obéissent à la formule $F = kc'd^2$, où c et c' mesurent cette fois les masses magnétiques.

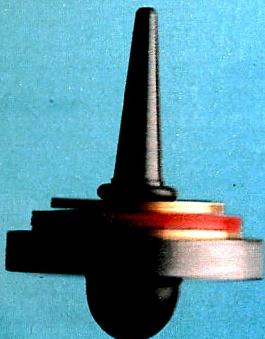
Donc, chose curieuse, qu'il s'agisse de la gravitation, de l'électrostatique ou du magnétisme,

on retrouve pour la mesure des forces une formule exactement similaire en xx'/d^2 . Mais, et c'est une autre énigme, on ne voit pas d'autre corrélation entre ces trois forces qui n'ont pas même nature et dont la description mathématique n'est pas similaire non plus. Ainsi, le vecteur champ électrique peut être comparé à une flèche tirée d'un arc : il a une direction, un sens de propagation, et c'est tout. En revanche, le vecteur champ magnétique devrait être comparée à une balle de fusil tirée dans un canon rayé : celle-ci a non seulement un sens de propagation, mais aussi un sens de rotation. Par ailleurs, si l'on sait isoler des charges électriques strictement positives ou négatives, on n'a jamais pu isoler de masses magnétiques purement nord ou purement sud : un aimant est toujours un dipôle avec un pôle nord à un bout et un pôle sud à l'autre, et il est impossible de séparer ce couple nord-sud. Pourtant, la première idée qui vient à l'esprit pour isoler une polarité consiste à détacher d'un barreau aimanté une des extrémités, nord ou sud. Rien de plus facile à faire avec une scie, mais le petit morceau ainsi détaché se trouve être un aimant habituel avec un pôle nord à un bout et un pôle sud à l'autre.

On peut reprendre l'opération indéfiniment, on aura toujours des dipôles : ils seront seulement de plus en plus petits. Autour d'un aimant, l'espace possède des propriétés particulières : l'aiguille de la boussole tourne, la limaille de fer s'oriente en

Ceci n'est ni un trucage...

... ni une soucoupe volante, ni une photo instantanée d'une chute : la toupie flotte réellement dans l'air, soulevée par la répulsion magnétique et maintenue en équilibre par les forces d'inertie de Coriolis. Il s'agit ici d'une toupie Levitron au-dessus d'un socle U-CAS.



E. Maermanche

courbes pointillée, une pièce de 1 F est attirée, etc ; on dit que l'aimant crée un champ magnétique. Ce champ, dans lequel ne poussent ni betteraves ni carottes, est d'ailleurs orienté, les lignes de force allant du nord vers le sud. L'unité de champ magnétique est l'ampère par mètre, l'unité de masse magnétique étant le weber.

Ajoutons, bien que ces processus n'entrent pas en jeu dans nos toupies en lévitation, qu'un courant électrique engendre un champ magnétique autour du conducteur dans lequel il circule ; réciproquement, un conducteur plongé dans un champ magnétique variable est le siège d'un courant. Toutes les machines électriques, dynamos, alternateurs, moteurs, relais, servocommandes et autres reposent sur ces processus.

De même que les charges électriques de même signe se repoussent, les pôles magnétiques de même nom se repoussent aussi. On le constate facilement avec des aimants en barreau, ou avec des punaises magnétiques unipolaires – certaines sont assimilables à des aimants en fer à cheval, et il faut donc les orienter pour avoir nord et sud face à face. Dans la vie courante, c'est

DANS LA VIE COURANTE, ON UTILISE PEU LES PHÉNOMÈNES DE RÉPULSION

le côté attractif des aimants qui est le plus utilisé : fermetures de portes pour les placards ou les réfrigérateurs, électroaimants pour soulever ou trier les ferrailles, punaises magnétiques pour fixer les papiers sur un tableau métallique, etc.

En revanche, les forces de ré-

pulsion semblent à peu près sans emploi, bien qu'elles jouent un rôle pratiquement symétrique dans le fonctionnement des moteurs électriques. Mais, pour le reste, il n'y a pas d'usage quotidien pour cette force qui a pourtant l'avantage de vaincre la pesanteur sans aucune structure matérielle ; les seuls grands projets utilisant la répulsion concernent les trains à sustentation magnétique, mais ceux-ci en sont toujours au stade des essais.

C'était pourtant une idée tentante d'utiliser le champ magnétique d'un aimant permanent pour repousser un autre aimant vers le haut, et donc le mettre en état de lévitation. L'ennui, c'est que l'idée se heurte à une difficulté majeure, liée à la nature même des aimants, qui sont toujours des dipôles : on peut mettre un pôle nord en face d'un

► pôle nord, par exemple, mais il reste deux pôles sud dont la tendance irrépressible est d'aller rejoindre les pôles opposés ; la position est instable.

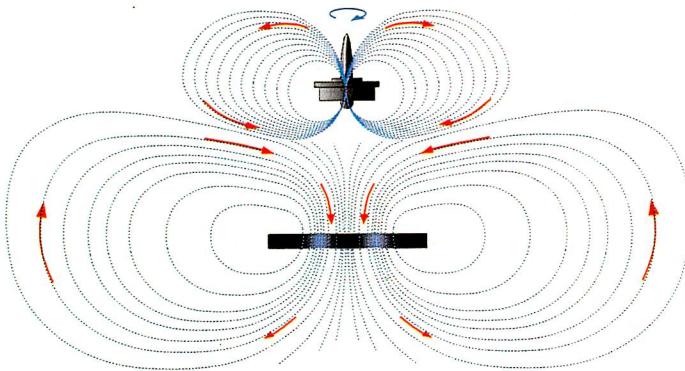
Elle est même tellement instable qu'il est sans doute plus facile de faire tenir bout à bout deux aiguilles à coudre sur leurs pointes. Cela est dû à ce que les lignes de force du champ magnétique se comportent comme des surfaces mathématiques en interaction l'une avec l'autre et infiniment glissantes : le savon le plus fluide sur le rebord du lavabo le plus lisse n'en donne qu'une pâle idée. Autant dire qu'en pratique il est impossible de faire tenir debout deux aimants face à face, l'un au-dessus de l'autre : il y a toujours une amorce de glissement latéral immédiatement amplifiée par les forces en présence.

Mais, comme nous l'écrivions dans cette même rubrique en décembre 1986, il devrait être possible d'utiliser les forces de réaction gyroscopiques en lançant à grande vitesse un anneau aimanté au-dessus d'un autre. L'idée directrice était la suivante : il est impossible de faire tenir un crayon debout sur la pointe, mais, si on enfile le crayon au centre d'une gomme ronde – expérience faite par des miliers d'écoliers – on a une toupie qui, bien lancée, tient très bien debout sur sa pointe.

Restait à matérialiser l'idée, ce qu'a fait un chercheur américain

C'EST PARCE QU'ELLE TOURNE QUE LA TOUPIE TIENT AU-DESSUS DU SOCLE

spécialisé dans la sustentation magnétique pour trains à grande vitesse. Le résultat : deux toupies permettant une lévitation par répulsion magnétique, l'une venant des Etats-Unis et baptisée Levitron, qu'on trouve dans les magasins «Nature & découvertes», l'autre dénom-



Un coussin immatériel

Les lignes de force des champs magnétiques de la toupie et du socle dessinent les armatures d'un support immatériel qui maintient la toupie en lévitation. A noter, sur le dessin de droite, que, si la toupie est un aimant simple, le socle peut être assimilé à un aimant en anneau.

mée U-CAS et provenant du Japon ; on devrait la trouver dans les supermarchés au mois de juillet. À part l'habillage, le matériel est identique : une rondelle de ferrite aimantée avec un tige centrale pour la lancer constitue la toupie ; pôle nord en haut, sud en bas, nature chez Levitron et habillée de plastique argenté chez U-CAS.

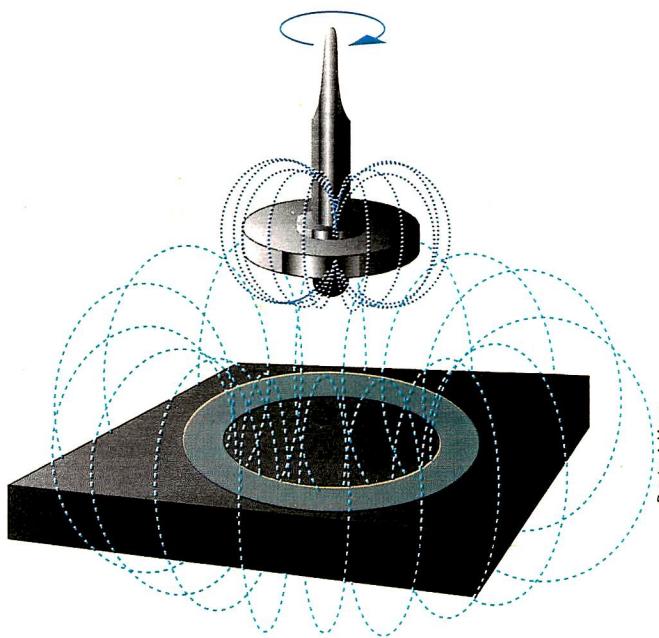
L'aimant de sustentation, logé dans un socle en bois (Levitron) ou en plastique noir (U-CAS), est une autre ferrite carrée aimantée circulairement, pôle sud en haut, nord en bas ; cette ferrite constitue, en quelque sorte, un anneau aimanté. Ajoutons que ces ferrites sont isolantes, ce qui est important, car, si elles avaient été conductrices, les courants de Foucault auraient très vite freiné la rotation de la toupie.

Une fois bien lancée – un coup de pouce qui se prend assez vite –, celle-ci peut rester en lévitation plus de deux minutes au dessus du socle (nous avons obtenu 3 min 10 s avec la toupie Levitron au-dessus du socle U-CAS). Sans rotation, il serait absolument impossible de la faire tenir au-dessus de son socle

(c'est le coup du crayon sur la pointe). C'est parce qu'elle tourne très vite sur elle-même qu'elle peut, selon son humeur, tenir de 30 secondes à plus de deux minutes en l'air.

La raison de cette fragile stabilité – un souffle suffit à tout perturber – tient aux effets gyroscopiques qui concernent tout corps mis en rotation. Considérons par exemple une toupie ordinaire lancée selon la verticale, et essayons de la pousser en avant ; contrairement à toute attente, elle ne bascule pas en avant, mais sur le côté – vers la droite ou vers la gauche selon son sens de rotation. D'une manière absolument générale, toute force exercée sur l'axe de rotation entraîne un déplacement qui se fait à angle droit par rapport à la direction de cette force.

Ce curieux processus, appelé précession, est très difficile à suivre dans son principe car on ne peut en donner une interprétation qui soit à la fois simple, intuitive, et correcte. Disons simplement que ce couple de basculement, perpendiculaire à la sollicitation, résulte des forces d'inertie liées à l'accélération



Dessin A. Meyer

complémentaire que subit tout point d'un corps en rotation soumis à une force extérieure. Les amateurs de cinématique noteront aussi que ce couple peut être expliqué par les variations de la vitesse relative et de la vitesse d'entraînement en tout point de la toupie quand on veut déplacer son axe.

Par ailleurs, toute masse lancée à grande vitesse autour d'un axe acquiert une énergie cinétique élevée, et donc un moment cinétique lui aussi élevé. Dans ces conditions, pour changer son orientation, il faut modifier son énergie cinétique, et donc mettre en jeu une force non négligeable – alors que, si la masse est immobile, un simple effleurement suffit à la déplacer. De ce fait, l'axe de rotation d'une toupie tend à garder une direction fixe.

Revenons maintenant à nos aimants mis face à face par leurs pôles de même nom ; la force de la répulsion magnétique est suffisante pour soulever à quelques centimètres une masse de l'ordre de 25 g – la loi de répulsion étant en xx'/d^2 , 25 g à 2 cm donneraient 100 g à 1 cm ou 400 g à 0,5 cm. Mais la position, nous

l'avons vu, est celle d'un cône posé par la pointe sur la pointe d'un autre cône ; ajoutons que les champs magnétiques sont assimilables à des cônes mathématiques dont le sommet est un point sans dimension : l'équilibre statique est impossible.

Passons au stade dynamique en lançant la pastille aimantée ; l'attraction entre les pôles opposés qui tendait à faire immédiate-

MAIS POURQUOI CETTE LÉVITATION EST-ELLE INSTABLE ?

ment basculer la pastille va se heurter à la permanence de l'axe de rotation qui tend à rester fixe et réclame une certaine force pour être déplacé. De plus, si cette force tend à le basculer en avant, lui va pencher sur le côté et la toupie prend une inclinaison à angle droit de la direction qui tendait à la faire tomber.

Notons que ces réactions se font de manière instantanée et en continu sur des angles très faibles : la toupie semble immobile ou à peine vacillante. De plus, l'aimant au-dessus duquel elle tourne est en anneau, et les lignes de force du champ dessi-

ment de ce fait une très légère cuvette dans laquelle l'axe de rotation peut se déplacer sans que l'équilibre soit immédiatement rompu. On a donc ici deux effets qui se combinent : les forces magnétiques qui repoussent la toupie vers le haut, et les forces d'inertie de Coriolis qui réagissent en continu à toute inclinaison de l'axe et maintiennent l'équilibre.

Le frottement de l'air sur la toupie suffit à la ralentir peu à peu jusqu'au moment où les forces gyroscopiques ne sont plus suffisantes pour assurer une lévitation stable. Celle-ci, nous l'avons dit, peut durer plus de trois minutes, mais nous n'avons réussi ce temps qu'une seule fois sans pouvoir le reproduire. En général, la toupie ne tient qu'une ou deux minutes, souvent même moins. D'un coup au suivant, d'ailleurs, il arrive qu'il faille alléger ou alourdir la toupie – des rondelles amovibles sont prévues pour cela – avant de pouvoir retrouver une lévitation stable.

La raison de ces instabilités nous est demeurée une énigme. On nous a cité comme explication des variations de la pression atmosphérique ou de la température, mais nous n'y croyons guère car les effets induits par ces variations ne dépasseraient pas une fraction de milligramme alors que la plus légère des rondelles d'équilibrage dépasse encore deux décigrammes. Nous pensons plutôt que, pour une vitesse de rotation donnée, l'interaction entre forces magnétiques et forces gyroscopiques mène à plusieurs positions d'équilibre très voisines, le tout étant d'avoir la chance de tomber sur la plus stable du premier coup. ■

LE MOIS PROCHAIN :
Le disque laser

Un modulateur psychédélique pour voiture

Proposer la réalisation d'un modulateur psychédélique n'a, certes, rien de bien original... Cependant, le montage que nous vous proposons a la particularité d'être conçu pour fonctionner dans une voiture - donc uniquement à partir de basse tension : les 12 volts fournis par la batterie du véhicule. Précisons, à ce propos, que ce modulateur ne peut et ne doit en aucun cas être connecté sur le secteur.

Son alimentation s'effectue depuis la fiche de l'allume-cigarette, et sa mise en place ne demandera donc aucune intervention particulière, ni sur la voiture ni sur l'autoradio. Cela dit, passons à l'étude du principe de fonctionnement de notre modulateur.

Son premier élément est le micro. Une "capsule-micro" de type électret est utilisée. Ce composant, qui présente l'avantage de délivrer un signal simple à amplifier, est relativement bon marché.

L'amplification est assurée par un premier transistor. La tâche d'un second transistor est de fournir le courant nécessaire pour que le signal puisse être appliqué au filtre de séparation graves-aiguës. A ce niveau, le signal devient exploitable et peut être traité.

Une lampe clignotera sur les graves, une autre sur les aiguës. Cette "séparation" est réalisée à l'aide de deux filtres extrêmement simples, composés d'un condensateur et d'une résistance. Seules la disposition et la valeur de ces composants varient entre les filtres grave et aigu.

La sortie de chaque filtre est connectée à un potentiomètre, qui permet de régler la sensibilité respective de chaque canal.

Pour que notre modulateur soit complet, il ne reste plus qu'à réaliser les étages de commande des lampes, deux étages identiques, l'un pour les graves, l'autre pour les aiguës. Chacun d'entre eux uti-

lise deux transistors. Le premier fixe un seuil de déclenchement de l'allumage de la lampe ; le second agit un peu à la manière d'un relais, c'est-à-dire qu'il laisse, ou non, passer le courant. Comme l'intensité qui traverse les ampoules électriques peut être relativement importante, on utilise des transistors de puissance.

Le seul point délicat du câblage de ce modulateur concerne le micro. En effet, les capsules-micros de type électret sont polarisées, c'est-à-dire qu'elles doivent être alimentées dans un sens bien

36 15
SCV

Envoyez-nous vos idées
(rubrique "courrier")

Implantation des composants

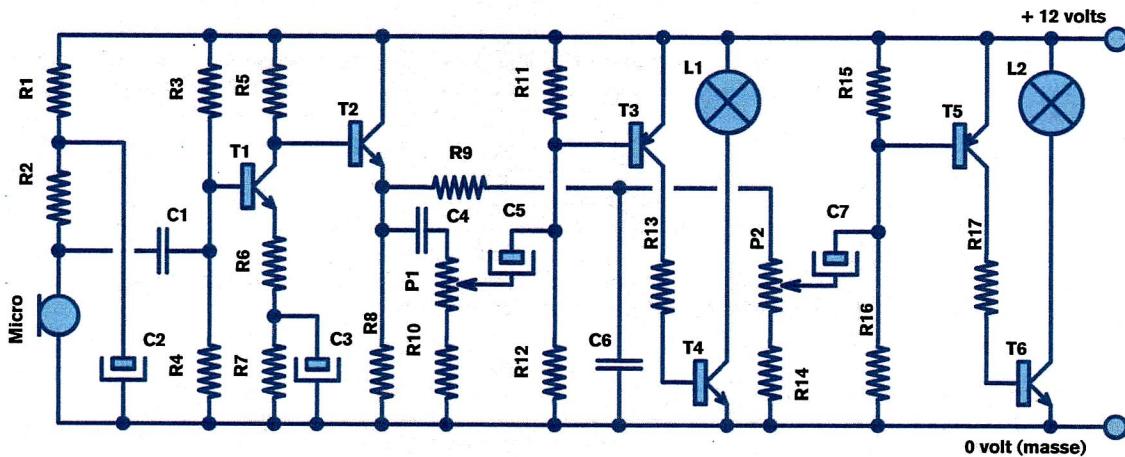
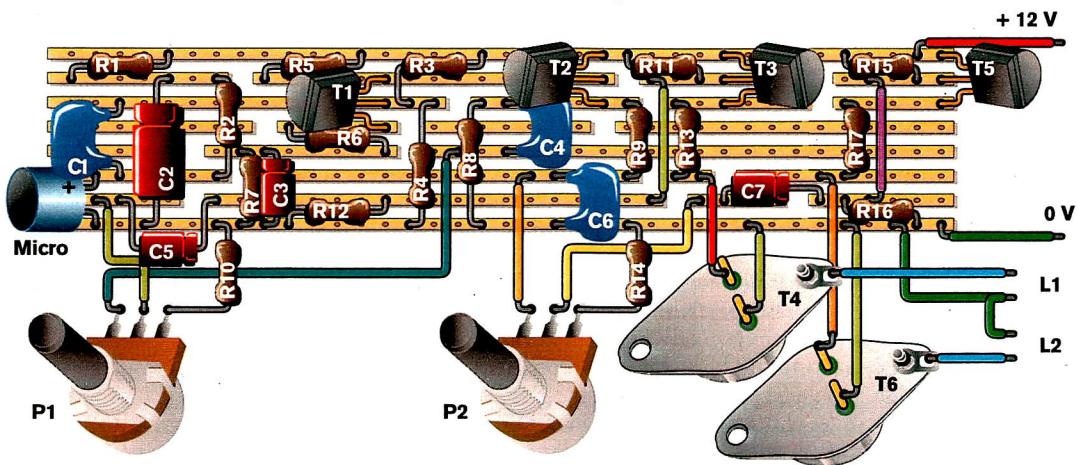


Schéma électrique



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-Arpents,
95130 Franconville.
Tél. : 1 34 13 37 52.
- URS MEYER ELECTRONIC,
2052 Fontainemelon, Suisse.
Disponibles chez la plupart
des revendeurs régionaux.

précis. Toute inversion de polarité provoque leur destruction immédiate. Afin de repérer cette polarité, un petit signe + est marqué près de l'un des contacts. Certains micros comportent un troisième contact, qui correspond à la mise à la masse du boîtier métallique du micro. Ce contact doit, s'il existe, être connecté au 0 volt du montage. Il faut également prendre soin de bien respecter le brochage des transistors ainsi que la polarité des condensateurs chimiques.

De même, il ne faut pas oublier de couper l'ensemble des bandes conductrices de la plaquette de câblage aux emplacements mentionnés sur le schéma.

Il reste les éléments externes au câblage purement électronique : la fiche de l'allume-cigare et les douilles pour ampoule. En ce qui concerne la fiche de l'allume-cigare, il est possible de l'acquérir dans le "centre-auto" d'un supermarché ou chez un distributeur de composants électroniques. Le +12 volts correspond au contact placé en bout de fiche. Le 0 volt, ou masse, est logé en périphérie de la fiche. Pour les douilles, il faudra les sélectionner en fonction du type d'ampoule choisi.

Toutes les ampoules 12 volts peuvent être employées, à condition que la puissance, par canal, ne dépasse pas 25 watts. Comme il n'est pas facile de trouver directement de telles ampoules colorées, on pourra utiliser du Rhodoïd de couleur ou teinter directement les ampoules à l'aide de marqueurs. ■

R1 = 10 kilohms (brun, noir, orange, or)
R2 = 10 kilohms (brun, noir, orange, or)
R3 = 220 kilohms (rouge, rouge, jaune, or)
R4 = 47 kilohms (jaune, violet, orange, or)
R5 = 47 kilohms (jaune, violet, orange, or)
R6 = 470 ohms (jaune, violet, brun, or)
R7 = 10 kilohms (brun, noir, orange, or)
R8 = 2,2 kilohms (rouge, rouge, rouge, or)
R9 = 470 ohms (jaune, violet, brun, or)
R10 = 2,2 kilohms (rouge, rouge, rouge, or)
R11 = 2,2 kilohms (rouge, rouge, rouge, or)
R12 = 47 kilohms (jaune, violet, orange, or)
R13 = 220 ohms (rouge, rouge, brun or)
R14 = 2,2 kilohms (rouge, rouge, rouge, or)
R15 = 2,2 kilohms (rouge, rouge, rouge, or)
R16 = 47 kilohms (jaune, violet, orange, or)
R17 = 220 ohms (rouge, rouge, brun or)

NOMENCLATURE

P1 = potentiomètre 22 kilohms
P2 = potentiomètre 22 kilohms

C1 = 100 nanofarads
C2 = 4,7 microfarads 12 volts
C3 = 4,7 microfarads 12 volts
C4 = 47 nanofarads
C5 = 470 nanofarads
C6 = 4,7 microfarads 12 volts
C7 = 4,7 microfarads 12 volts

T1 = 2N 3904 ou équivalent
T2 = 2N 3904 ou équivalent
T3 = 2N 3906 ou équivalent
T4 = 2N 3055
T5 = 2N 3906 ou équivalent
T6 = 2N 3055

L1 = ampoule 12V 25 W (max.)
L2 = ampoule 12V 25 W (max.)

Micro = capsule-micro électret
Une fiche allume-cigares

LE MOIS PROCHAIN :
Un variateur de vitesse
pour train électrique

Jouons avec les heures

Le programme que nous vous proposons ce mois-ci est un petit logiciel éducatif créé pour aider les enfants dans la lecture des heures. L'écran d'accueil du programme présente une horloge dont les aiguilles tournent de manière accélérée. Cela devrait aider les enfants à faire le lien entre les déplacement respectifs de la grande et de la petite aiguille. Notons que, afin de ne pas charger l'écran, seuls les chiffres des heures sont portés sur le cadran. Cependant, un petit point marque l'emplacement de chaque minute. L'enfant frappe une touche quelconque du clavier. Les aiguilles se positionnent

alors doucement sur un horaire et demandent à l'enfant de taper, au clavier, le chiffre des heures puis celui des minutes. Ceux-ci s'inscrivent automatiquement, dans une phrase du type : «Il est xx heures xx minutes». Si la réponse fournie est exacte, les aiguilles tournent pour proposer un nouvel horaire. En cas contraire, l'ordinateur demande de retaper l'ensemble des chiffres. A l'issue de 10 réponses exactes successives, la machine félicite son élève et lui propose de s'entraîner de nouveau...

Pour animer le mouvement circulaire des aiguilles, le plus simple est d'utiliser les fonctions

sinus et cosinus de la machine. De même, comme les calculs s'effectuent en radians, PI constitue la base de la plupart des opérations. Sa valeur est donc déclarée en début de programme en tant que constante. Ensuite, la série pseudo aléatoire destinée à générer les horaires à reconnaître est initialisée.

Dès l'écran de présentation, sinus, cosinus et PI sont mis à contribution pour tracer le cadran. Il n'est pas surprenant de trouver des incrémentés négatifs dans cette opération, puisque le cadran d'une pendule est gradué dans le sens inverse du sens trigonométrique. Il en est de même

```

REM *****
REM *
REM *      PASSAGE EN MODE GRAPHIQUE.      *
REM *
REM *****
DO: SCREEN 9: COLOR 14, 1: CLS
REM *****
REM *      DECLARATION DE LA CONSTANTE PI.      *
REM *
REM *****
CONST PI = 3.141592654#
REM *****
REM *      INITIALISATION DE LA SERIE ALÉATOIRE.      *
REM *
REM *****
CHF = 1: RANDOMIZE TIMER
REM *****
REM *      AFFICHAGE DE L'ECRAN D'OUVERTURE.      *
REM *
REM *****
LOCATE 1, 20: PRINT "Pour commencer tape une touche."
FOR I = PI - (PI / 6) TO -I STEP -PI / 6
XA = 280 + INT(180 * SIN(I)): YA = 165 + INT(120 * COS(I))
XP = INT(XA / 8): YP = 1 + INT(YA / 14)
REM *****
REM *      AFFICHAGE DU CADRAN.      *
REM *
REM *****
LOCATE YP, XP: PRINT CHF: CHF = CHF + 1
CIRCLE (XA, YA), 20, 14
NEXT I
FOR I = PI - (PI / 30) TO -PI STEP -PI / 30
XA = 280 + INT(220 * SIN(I)): YA = 165 + INT(150 * COS(I))
PSET (XA, YA), 15
NEXT I
PSET (280, 165), 15
REM *****
REM *      ANIMATION DES AIGUILLES.      *
REM *
REM *****
50 IF MN > 9 THEN DZH = 1
IF MN > 9 THEN DZM = 1
REM *****
REM *      DETECTION DES PLURIELS.      *
REM *
REM *****
C = 15: PGA = PI: PPA = PI
GOSUB 8000: GOSUB 9000
DO WHILE INKEYS = "": C = 1: GOSUB 8000
PGA = PCA - PI / 30
C = 15: GOSUB 8000: GOSUB 9000
IF INT(10 * PGA) = INT(-PI * 10) THEN PGA = PI
GOSUB 7000: LOOP
REM *****
REM *
REM *      DEBUT DU JEU.      *
REM *
REM *****
LOCATE 1, 2: PRINT STRINGS(75, 32)
SC = 0
DO WHILE SC < 10: DZH = 0: DEM = 0: RH = 0: RM = 0
REM *****
REM *      TIRAGE ALÉATOIRE DE L'HEURE CHOISIE.      *
REM *
REM *****
HR = INT(RND * 12) + 1: MN = 5 * INT(RND * 12)
REM *****
REM *      MISE EN PLACE DES AIGUILLES.      *
REM *
REM *****
FOR I = 0 TO HR STEP .2
C = 1: GOSUB 9000
PPA = PI - (I * (PI / 6))
C = 15: GOSUB 9000: GOSUB 8000
NEXT I
LOCATE 2, 2: PRINT STRINGS(15, 32)
LOCATE 1, 20: PRINT STRINGS(42, 32)
FOR I = 0 TO MN
C = 1: GOSUB 8000
PCA = PI - (I / 5) * ((PI / 6))
C = 15: GOSUB 8000: GOSUB 9000
NEXT I
REM *****
REM *      DETECTION DES PLURIELS.      *
REM *
REM *****
50 IF HR > 9 THEN DZH = 1
IF MN > 9 THEN DZM = 1
REM *****

```

36 15 SCV

Votre journal
en direct sur minitel

pour l'animation des aiguilles qui, elle, utilise deux sous-routines. Durant l'exécution de cette animation, le clavier est régulièrement scruté, grâce à l'instruction INKEY\$, et toute frappe provoque le début du jeu.

L'ordinateur tire de façon aléatoire la valeur des heures et celle des minutes. Les aiguilles sont alors mises en place et la question s'affiche à l'écran. Un petit test est pratiqué à l'issue du tirage.

ge aléatoire. Son but est d'accorder correctement les mots "heures" et "minutes" dans la question. Le programme attend la réponse et compare la frappe aux valeurs tirées.

Trois sous-routines sont utilisées dans ce programme. La sous-routine 7000 ne concerne que l'écran de présentation. Elle a pour but d'incrémenter la position de la petite aiguille au fur et à mesure de la course de la grande, afin d'obtenir un mouvement proche de la réalité. La seconde, essentiellement composée d'instructions de traçage associées à des instructions sinus et cosinus, gère le tracé de la grande aiguille. La dernière sous-routine s'adresse à la petite aiguille et sa structure est donc identique à la précédente. Seules, dimensions et

variables utilisées diffèrent.

Enfin, deux remarques pour conclure. En premier lieu, signalons que l'enfant doit simplement taper les chiffres comme il les énoncerait à la lecture de l'heure. Ceux-ci s'inscrivent automatiquement aux bons emplacements, sans autre intervention. D'autre part, lors des "exercices", l'aiguille des heures est toujours positionnée en vis-à-vis d'un chiffre. Ce type de fonctionnement, éloigné de la réalité, correspond, en revanche, à celui proposé par les manuels scolaires. ■

LE MOIS PROCHAIN :

Jouons aux cascadeurs

```

C = 1: GOSUB 8000: GOSUB 9000
PGA = PI - (MN / 5) * ((PI / 6))
PPA = PI - (HR * (PI / 6))
C = 15: GOSUB 8000: GOSUB 9000
LOCATE 1,20: PRINT"Complète: Il est      heure      minute   "
IF HR > 1 THEN LOCATE 1, 46: PRINT "S"
IF MN > 1 THEN LOCATE 1, 58: PRINT "S"
REM ****DETECTION DES TOUCHES FRAPPÉES.*****
REM *
REM *      DETECTION DES TOUCHES FRAPPÉES.      *
REM *
REM ****DETECTION DES TOUCHES FRAPPÉES.*****
100 KS = "": DO WHILE KS = "": LOCATE 1, 39: PRINT "-"
KS = INKEY$: LOCATE 1, 39: PRINT " ": LOOP
K = ASC(K$) - 48: IF K < 0 OR K > 9 THEN 300
200 LOCATE 1, 38 - DZH: PRINT K: RH = RH + K
IF DZH = 1 THEN RH = RH * 10: DZH = 0: GOTO 100
LOCATE 1, 37: PRINT RH
300 KS = "": DO WHILE KS = "": LOCATE 1, 50: PRINT "--"
KS = INKEY$: LOCATE 1, 50: PRINT " ": LOOP
K = ASC(K$) - 48: IF K < 0 OR K > 9 THEN 300
400 LOCATE 1, 49 - DZM: PRINT K: RM = RM + K
IF DZM = 1 THEN RM = RM * 10: DZM = 0: GOTO 300
LOCATE 1, 48: PRINT RM
REM ****ANALYSE DE LA REPONSE FOURNIE.*****
REM *
REM *      ANALYSE DE LA REPONSE FOURNIE.      *
REM *
REM ****ANALYSE DE LA REPONSE FOURNIE.*****
IF RH = HR AND RM = MN THEN 500
REM ****AFFICHAGE DES MESSAGES.*****
REM *
REM *      AFFICHAGE DES MESSAGES.      *
REM *
REM ****AFFICHAGE DES MESSAGES.*****
LOCATE 2, 2: PRINT "Tu te trompes !"; CHR$(7)
SC = SC - 1: IF SC < 0 THEN SC = 0
RH = 0: RM = 0: GOTO 50
500 LOCATE 2, 2: PRINT "BRAVO !"; STRINGS(8, 32); CHR$(7)
SC = SC + 1: LOOP
REM ****AFFICHAGE FIN DE JEU.*****
REM *
REM *      AFFICHAGE FIN DE JEU.      *
REM *
REM ****AFFICHAGE FIN DE JEU.*****
LOCATE 5, 8
PRINT"C'est bien. Pour encore t'entraîner tapes une touche."
DO WHILE INKEY$ = ""
LOOP
REM ****SOUS-ROUTINE D'INCREMENTATION DES HEURES. ****
REM *
REM *      SOUS-ROUTINE D'INCREMENTATION DES HEURES.      *
REM *
REM ****SOUS-ROUTINE D'INCREMENTATION DES HEURES. ****
7000 C = 1
GOSUB 9000
PPA = PPA - PI / 360
C = 15
GOSUB 9000
IF PPA = -PI THEN PPA = PI
RETURN
REM ****SOUS-ROUTINE DE GESTION GRANDE AIGUILLE. ****
REM *
REM *      SOUS-ROUTINE DE GESTION GRANDE AIGUILLE.      *
REM *
REM ****SOUS-ROUTINE DE GESTION GRANDE AIGUILLE. ****
8000 XGA = 280 + INT(10 * SIN(PGA + (PI / 2)))
YGA = 165 + INT(10 * COS(PGA + (PI / 2)))
XGB = 28 + INT(150 * SIN(PGA)): YGB= 165+INT(100 * COS(PGA))
XGC = 280 + INT(10 * SIN(PGA - (PI / 2)))
YGC = 165 + INT(8 * COS(PGA - (PI / 2)))
LINE (XGA, YGA)-(XGB, YGB), C
LINE (XGB, YGB)-(XGC, YGC), C
LINE (XGC, YGC)-(XGA, YGA), C
RETURN
REM ****SOUS-ROUTINE DE GESTION PETITE AIGUILLE. ****
REM *
REM *      SOUS-ROUTINE DE GESTION PETITE AIGUILLE.      *
REM *
REM ****SOUS-ROUTINE DE GESTION PETITE AIGUILLE. ****
9000 XPA = 280 + INT(10 * SIN(PPA + (PI / 2)))
YPA = 165 + INT(10 * COS(PPA + (PI / 2)))
XPB = 280+INT(90 * SIN(PPA)): YPB = 165+INT(70 * COS(PPA))
XPC = 280 + INT(10 * SIN(PPA - (PI / 2)))
YPC = 165 + INT(8 * COS(PPA - (PI / 2)))
LINE (XPA, YPA)-(XPB, YPB), C
LINE (XPB, YPB)-(XPC, YPC), C
LINE (XPC, YPC)-(XPA, YPA), C
RETURN

```

L'acidité de la vie

Le vinaigre de l'acide acétique, produit lors de la fermentation du vin par des bactéries, semble avoir été inventé il y a 5 000 ans en Mésopotamie, et resta le seul acide connu jusqu'au Moyen Age. Diverses substances basiques étaient également connues dans l'antiquité pour leur caractère caustique, comme le natron (carbonate et bicarbonate de sodium) ou la chaux, dans l'Egypte ancienne. Plus récent que la traduction du latin «acide» (sueur aigre), le terme d'«alcali» (base, en terme chimique) vient de l'arabe («cendres végétales»), d'où l'on tirait le carbonate de potassium.

Entre les XII^e et XVe siècles, les alchimistes découvrirent la préparation des acides minéraux, beaucoup plus puissants : l'acide nitrique (HNO_3), ou eau forte, l'acide sulfurique (H_2SO_4), ou vitriol, l'acide chlorhydrique (HCl), ou acide muriatique, obtenu par réaction de l'acide sulfurique sur

LE VINAIGRE A ÉTÉ DÉCOUVERT IL Y A 5 000 ANS

le sel, et connu également sous l'appellation d'esprit de sel.

Certaines propriétés de ces substances furent rapidement reconnues. Les acides font virer au rouge certains colorants végétaux (teinture de tournesol, de mûre ou de chou-rouge), tandis que les bases les font virer au bleu.

En 1754, Guillaume Rouelle, un célèbre chimiste – dont Lavoisier et Diderot suivirent les cours –, montra que les acides et les bases réagissent ensemble et se neutralisent en formant un sel.

Lavoisier pensait que tous les acides contenaient de l'oxygène. Il se trompait : en 1810, Sir Humphry Davy, connu également pour la découverte du gaz hilarant (protoxyde d'azote) et l'invention d'une

lampe de sûreté pour les travailleurs des mines de charbon, émit l'hypothèse que le «principe acidifiant» était l'hydrogène.

Justus van Liebig (1803-1873), un des plus grands chimistes allemands, doit surtout sa notoriété à la marque de produits alimentaires qui porte son nom et qui exploite sa méthode de préparation des extraits de viande. Il créa le premier laboratoire destiné à l'enseignement, fit de nombreuses découvertes et fut à l'origine du formidable développement de la chimie allemande au XIX^e siècle. Il montra que tous les acides contiennent de l'hydrogène, facilement remplaçable par un métal au cours d'une réaction chimique.

Le physico-chimiste suédois, Svante Arrhenius, élabora, en 1887, une théorie plus générale prenant en compte la caractéristique qu'ont les acides en solution de libérer un ion H^+ . Il reçut le prix Nobel de chimie en 1903 et devint directeur de l'institut du même nom en 1905. La théorie des acides et des bases fut ensuite affinée par Brönsted et Lowry en 1923, puis généralisée aux transferts d'électrons par Lewis à la même époque.

Ces notions sont également fondamentales en biologie car le fonctionnement du vivant obéit aux lois physico-chimiques. De très nombreuses substances essentielles des êtres vivants sont des acides ou des bases. Citons, entre autres, les acides aminés des protéines (*Science & Vie* n° 929, p. 140), à la fois acides et bases, les acides gras des membranes biologiques (*Science & Vie* n° 911, p. 136) et les acides nucléiques, ADN et ARN (*Science & Vie* n° 918, p. 140). Ensuite, le milieu intracellulaire et le milieu intérieur des organismes présentent une concentration en ions H^+ constante : c'est le pH, notion introduite en 1909 par le chimiste danois Sö-

Un arc-en-ciel dans un chou

La teinture de chou rouge est un indicateur de pH (sa couleur dépend du pH). En laissant diffuser un acide et une base dans un gel, on pourra suivre les variations de pH grâce à la couleur du gel.

Matériel nécessaire

Un chou-rouge, un broyeur électrique, une passoire, un filtre à café, de la gélatine alimentaire, de l'acide chlorhydrique, des cristaux de soude (rayon entretien des supermarchés), une boîte de Pétri, 2 compte-gouttes.

Comment procéder ?

**❶ Préparation de l'indicateur de pH : prélever quelques feuilles de chou-rouge, les découper en petits morceaux et les broyer au mixeur électrique dans de l'eau.
Faire bouillir le broyat quelques minutes, le passer dans une passoire pour**

ren Sörensen. Le pH est une échelle allant de 0 à 14 permettant d'exprimer l'acidité d'un milieu. Le pH 7 correspond à un milieu neutre. Plus le milieu est acide et plus son pH est inférieur à 7 ; plus il est basique et plus son pH est supérieur à 7. Sörensen introduisit l'utilisation de solutions tampons dans les expériences de biochimie. Les systèmes tampons sont des couples de substances chimiques capables d'absorber un excès d'acide ou de base. Cela permit d'améliorer grandement la fiabilité des expériences, qui ne risquaient plus d'être faussées par des variations intempestives du pH.

Pour les organismes, le maintien du pH autour de 7 est une nécessité vitale car les enzymes ne peuvent fonctionner que dans une gamme étroite de pH. Aussi, les cellules comme les organismes possèdent

éliminer les morceaux puis le filtrer. Récupérer le filtrat, qui est de couleur violette.

② Préparation du gel de diffusion : prendre 100 ml de la solution précédente et y ajouter 2 g de gélatine alimentaire coupée en morceaux. Faire bouillir ou passer au micro-ondes jusqu'à dissolution complète de la gélatine. Verser le mélange dans une boîte, sur 0,5 cm d'épaisseur, et placer au réfrigérateur jusqu'à solidification.

Percer alors 2 trous dans la gélatine à l'aide d'un tube creux d'environ 1,5 cm de diamètre et enlever les rondelles de gel. Les trous doivent être disposés à égale distance du bord, le long

d'un diamètre de la boîte.

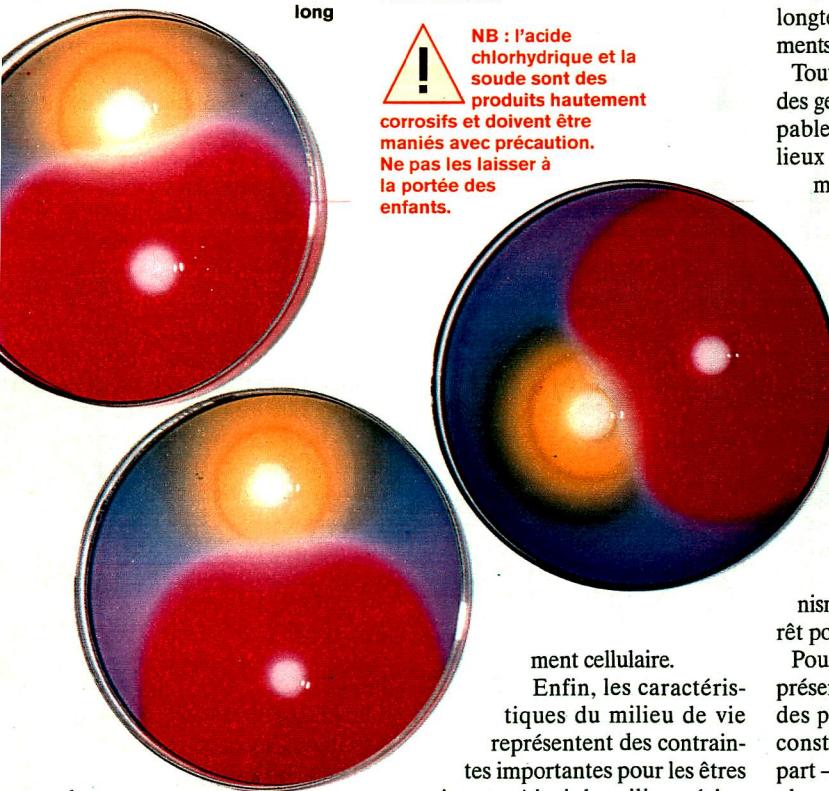
③ Démarrer l'expérience : préparer une solution de soude en mélangeant 1 g de cristaux de soude avec 20 ml d'eau. Avec 2 compte-gouttes différents, remplir un des trous avec cette solution et l'autre avec de l'acide chlorhydrique du commerce. Laisser diffuser pendant une nuit.

Que s'est-il passé ?

L'acide et la base diffusent à travers la gélatine en modifiant la couleur de l'extrait de chou-rouge (jaune-bleu pour la base, rouge-rose pour l'acide). Là où ils se rencontrent, ils se neutralisent et la couleur reste violette.



NB : l'acide chlorhydrique et la soude sont des produits hautement corrosifs et doivent être manipulés avec précaution. Ne pas les laisser à la portée des enfants.



ment cellulaire.

Enfin, les caractéristiques du milieu de vie représentent des contraintes importantes pour les êtres vivants. Ainsi, le milieu aérien est riche en oxygène et pauvre en gaz carbonique, alors que le milieu aquatique est plutôt pauvre en oxygène et riche en gaz carbonique. Aussi, les animaux qui respirent dans l'air n'utilisent qu'une faible ventilation pour s'approvisionner en oxygène, alors que ceux qui respirent dans l'eau ont besoin d'une forte ventilation. Il

des systèmes

capables de maintenir constant leur pH. Par exemple, les liquides de l'organisme contiennent plusieurs systèmes tampons qui limitent les variations de pH. Lorsque ces systèmes sont débordés, les reins et l'appareil respiratoire éliminent ou en conservent, selon les cas, les acides produits par le fonctionne-

ment résulte que, chez ces derniers, le CO₂ respiratoire est facilement éliminé, ce qui n'est pas le cas pour les premiers. Cela se traduit par une tendance à l'acidose chez les animaux qui respirent de l'air, car le CO₂, lorsqu'il est dissous dans l'eau ou les liquides biologiques, est un acide (acide carbonique, H₂CO₃).

Or, chez les animaux à respiration arienne, les systèmes tampons du sang sont beaucoup plus développés que chez les animaux qui respirent dans l'eau.

Le pH du milieu est un facteur déterminant de la répartition des microorganismes. Cette observation est utilisée empiriquement depuis longtemps pour conserver des aliments dans le vinaigre.

Toutefois, on connaît maintenant des germes, dits extrémophiles, capables de prospérer dans des milieux particulièrement hostiles,

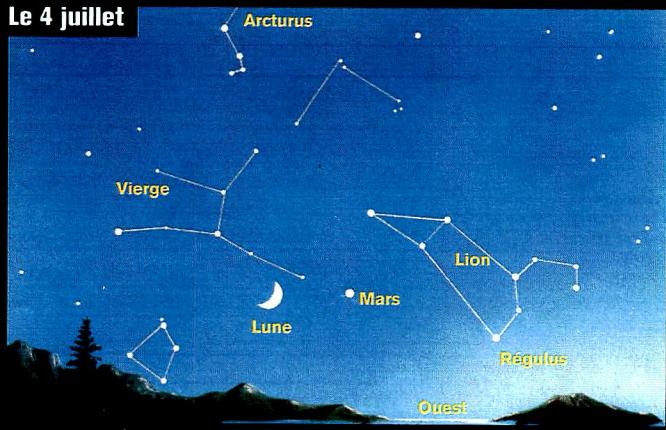
mortels pour la plupart des êtres vivants. C'est le cas de certaines bactéries vivant dans des sources sulfureuses chaudes (autour de 100 °C) et très acides. Elles maintiennent pourtant leur pH intracellulaire autour de 7 en excréant activement les ions H⁺. Inversement, d'autres bactéries vivent dans les lacs de soude de l'Afrique orientale. Ces microorganismes sont d'un très grand intérêt pour plusieurs raisons.

Pour certains biologistes, ils représentent les descendants directs des premières formes de vie. Ils constituent, en effet, un règne à part – celui des archéobactéries –, plus primitif que celui des autres bactéries connues. Leurs enzymes, capables de fonctionner à des températures extrêmes, sont de plus en plus employées dans les biotechnologies et l'industrie. ■

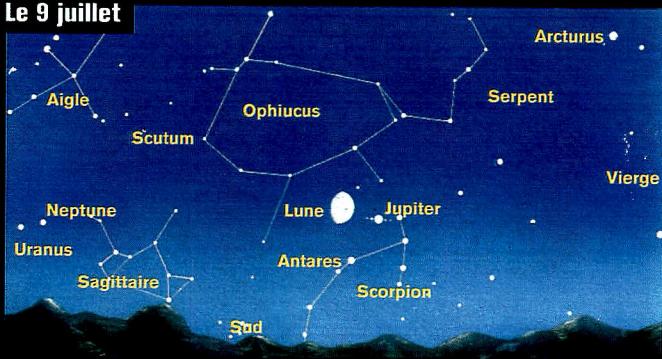
LE MOIS PROCHAIN :
La découverte des vitamines

Le ciel de vos vacances

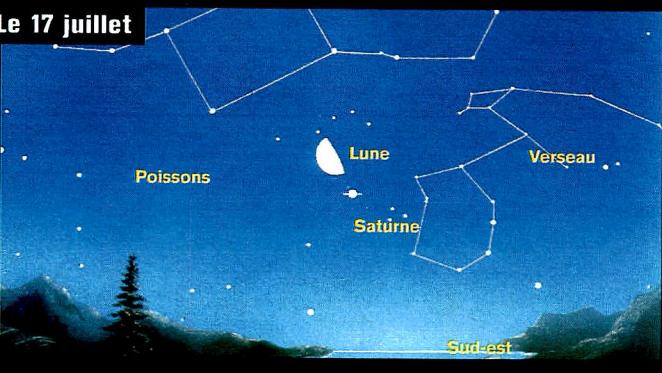
Le 4 juillet



Le 9 juillet



Le 17 juillet



Loin du ciel pollué des villes et du stress quotidien, vous voici en vacances sous un ciel plus clément, une période rêvée pour reprendre contact avec les étoiles. Rien de tel que de passer une soirée à découvrir les astres au fur et à mesure de leur apparition. Le Soleil vient de se coucher, illuminant l'ouest d'écarlate ; au zénith, le ciel vire au bleu profond puis, petit à petit, l'obscurcissement gagne toute la voûte céleste. La nuit se lève ; c'est le moment de commencer votre exploration...

Pour cela, un minimum de matériel est nécessaire : une carte mobile du ciel et une lampe rouge pour ne pas altérer la vision nocturne suffisent. L'utilisation de ce genre de carte est facile. Il s'agit de faire coïncider les graduations du bord de la carte de façon à ce que l'heure à laquelle vous regardez le ciel se trouve en face de la date du jour. Attention, l'heure indiquée sur les cartes mobiles est en temps universel ; n'oubliez pas d'y ajouter deux heures pour obtenir l'heure légale d'été.

Il reste maintenant à confronter la carte et le ciel pour reconnaître vos premières constellations. Premier point, vous orienter. Si vous ne connaissez pas les points cardinaux, aidez-vous d'une boussole. Imaginons que vous fassiez face au sud : au bord de la fenêtre ovale de la carte, le nord, l'est, le sud et l'ouest sont indiqués ; tenez la carte verticalement face à vous et placez le sud en bas. Vous êtes prêt ! Regardez alternativement le ciel et la carte, en essayant de retrouver les constellations principales. En juillet, ce sera, par exemple, le Scorpion, bas sur l'horizon mais identifiable grâce à Antarès, une étoile rouge très brillante. Le Scorpion

dessins : M. Roux-Saget

Les rendez-vous du mois

Le 4 juillet La Lune et Mars ont rendez-vous en soirée.

Le 9 juillet On observe un beau rapprochement de la Lune et de Jupiter, près du Scorpion, vers minuit.

Le 17 juillet La Lune et Saturne sont en conjonction à 3 heures.

Durant tout l'été



La Voie lactée, reine du ciel

Durant les trois mois à venir, la Voie lactée offre un beau spectacle, avec les constellations du Scorpion, du Sagittaire, de l'Aigle et du Cygne.

est repéré ? Passez à la suivante, un peu au-dessus, vers la gauche : c'est Ophiucus ; puis, de là, passez à Hercule, presque au zénith. Ca y est, vous êtes parti pour une séance de saute-constellation !

Cet apprentissage des constellations va se poursuivre tout l'été. Au fil des nuits, vous en ferez progressivement le tour. Lorsque les principales sont identifiées, exercez votre talent à reconnaître les plus petites, comme la Balance, à droite du Scorpion, le Dauphin, entre l'Aigle et Pégase, le Poisson Austral, en dessous du Verseau, le Triangle et le Bélier, sous Andromède... Votre récompense sera de voir se lever, au petit matin de la fin août, Orion, la belle constellation qui vous servira de repère pendant les vacances

d'hiver pour apprendre le ciel des nuits froides.

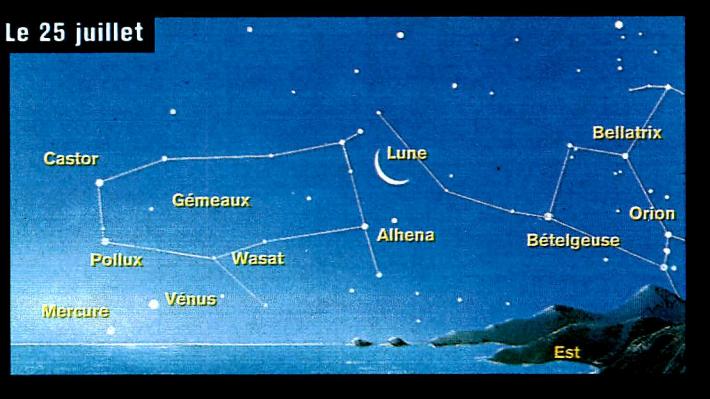
L'observation à l'œil nu ne se limite pas à la seule reconnaissance des constellations. Cette technique est encore employée de nos jours par des professionnels pour les étoiles filantes, ou météores.

En juillet et août, plus d'une vingtaine d'essaims d'étoiles filantes sont actifs. Tous n'ont pas la même densité, mais une bonne dizaine offrent plus de 30 météores à l'heure. C'est dire que vous avez toutes vos chances pour en observer plusieurs au cours de la nuit, sans difficulté. Essayez de reporter sur une carte du ciel leurs trajectoires. Une fois les observations accumulées, vous pourrez, en prolongeant ces trajectoires, déterminer le ra-

diant commun à plusieurs d'entre eux et connaître ainsi l'essaim auquel ils appartenaient. Cette chasse aux météores se pratique avec plus d'efficacité en groupe ou en famille. Bien entendu, choisissez les nuits sans Lune et installez-vous loin des lumières parasites.

Si votre équipement comprend une paire de jumelles, votre champ d'action s'accroît singulièrement. La reconnaissance des constellations à l'œil nu ne se poursuit alors dans le détail. L'idéal est de vous aider non plus de la carte mobile mais d'un petit atlas indiquant, pour chaque constellation, les principaux objets observables. Une simple paire de jumelles de 50 millimètres de diamètre d'objectif permet de voir les amas, nébuleuses ou galaxies jusqu'à la magnitude 8 ou 9 ! Le Sagittaire est une mine pour ce genre d'exploration. Vous reconnaîtrez ainsi la nébuleuse M 8, dite du La-

Le 25 juillet

**Le 25 juillet**

Juste avant le lever du Soleil, un fin croissant de Lune domine Mercure et Vénus.

► gon, à l'ouest de Lambda Sagittarius ; si les conditions d'observation sont favorables, vous devriez même l'apercevoir à l'œil nu. La nébuleuse, dont la masse équivaut à un millier de fois celle du Soleil, est le siège permanent de la création d'étoiles super-géantes. A l'est de Lambda Sgr, voici M 22, l'un des amas globulaires les plus importants de notre Galaxie et l'un des plus proches de la Terre, avec 9 800 années-lumière. Au nord de Mu Sgr, vous trouverez M 24, amas de type ouvert. Il s'agit d'un groupement d'une cinquantaine d'étoiles, en pleine Voie lactée, à plus de 16 000 années-lumière. Le Sagittaire, qui renferme bien d'autres merveilles accessibles aux jumelles, n'est qu'un exemple, tout comme les constellations d'Hercule, du Scorpion, du Serpent, du Cygne

ou de la Grande Ourse, pour ne citer que les principales.

Cette exploration s'accompagne obligatoirement d'une promenade dans la Voie lactée. En été, la tranche de notre galaxie traverse le ciel du nord au sud. La parcourir aux jumelles est un vrai plaisir. Notez ses variations de densité, sa séparation en deux bras au niveau de l'Aigle ou son atténuation progressive lorsque vous vous dirigez perpendiculairement à son plan.

Le spectacle lunaire est, bien entendu, très beau avec des jumelles, tout au long de ces mois. Fins croissants et lumière cendrée sont à contempler fin juillet et aux alentours du 25 août. Quelques planètes sont également visibles. Vous repérez Mars dans le crépuscule, tout de suite après le coucher du Soleil. Jupiter, près d'Antares du Scorpion, est plein sud en début de nuit. Saturne se lève vers minuit ; il faudra patienter mais le spectacle de la planète qui a "perdu" ses anneaux vaut le coup d'attendre !

Si vous avez une lunette ou un télescope, vous explorerez en détail les astres déjà cités, sans oublier la Lune au cours de sa lu-

naison, qui vous garantit des heures de "promenade" à travers cratères et montagnes...

La nuit astronomique, c'est-à-dire lorsque le Soleil est abaissé de 18° en dessous de l'horizon, autorisant ainsi la visibilité des astres les plus faibles, est très courte pendant les mois d'été : de deux à quatre heures, aux alentours d'une heure du matin. Ce n'est pas une raison pour négliger le ciel profond.

Le Grand Triangle d'Eté, constitué des constellations de l'Aigle, de la Lyre et du Cygne, renferme quelques joyaux. La Lyre, avec sa célèbre nébuleuse planétaire M 57, est facile à trouver entre les deux étoiles Béta et Gamma du quadrilatère que forme la petite constellation. Mais attention, son diamètre n'étant que d'une minute d'arc, il faut un grossissement d'au moins 50 à 60 fois pour la différencier des étoiles environnantes.

Le Cygne, tout proche, mérite un arrêt. Pointez la nébuleuse NGC 6826, que vous trouverez à 30 minutes d'arc à l'est de l'étoile double 16 Cygnis. Observez-la attentivement avec un grossissement d'au moins 60 fois et vous comprendrez. Si vous fixez le centre de la nébuleuse, l'étoile centrale est visible mais, alors, la nébuleuse s'évanouit ; en revanche, si vous portez votre attention, grâce à une vision périphérique, sur le disque nébuleux, c'est l'étoile centrale qui disparaît ! En refaisant cette opération alternativement, la nébuleuse semble clignoter, effet surprenant qui lui a valu son surnom de "Blink Nebula". Aidez-vous d'un atlas pour explorer les autres constellations. Le ciel d'été recèle bien des merveilles ; à vous d'en profiter.

LE MOIS PROCHAIN :
Un astrolabe du xx^e siècle

**36 15
SCV**

Les positions
des planètes ce soir

La Voie lactée

En ces mois d'été, un grand ruban laiteux coupe le ciel en deux, du nord au sud, traversant les constellations de Persée, Cassiopée, Céphée, du Cygne et de l'Aigle, puis se divisant en deux avec le Sagittaire, d'une part, et Ophiuchus, le Serpent et le Scorpion, de l'autre.

Selon la légende, cette traînée blanchâtre serait due à l'étalement d'une goutte de lait échappée du sein de Junon alors qu'elle allaitait Hercule. Un simple coup d'œil aux jumelles suffit pour constater qu'il s'agit, en réalité, d'une accumulation d'étoiles. C'est l'astronome anglais William Herschel qui, à la fin du XVIII^e siècle, entreprenant de dénombrer les étoiles avec son télescope dans différentes régions du ciel, constata que le nombre d'étoiles au degré carré augmentait régulièrement au fur et à mesure qu'on se rapprochait de la Voie lactée. Cela se vérifiait essentiellement pour les étoiles faibles, alors que les plus brillantes étaient à peu près également réparties. Herschel supposa, comme l'avaient fait auparavant Kant et Wright, que toutes les étoiles étaient regroupées dans un vaste ensemble. Il avait vu juste. Toutes les étoiles que nous observons, même avec les télescopes les plus puissants, forment une structure en forme de disque légèrement renflé au centre et divisé en bras spiraux, qu'on nomme la Galaxie.

Notre système solaire se trouve en périphérie, au bord d'un bras, ce qui explique la forme de la Voie lactée. Lorsque nous regardons perpendiculairement au plan de l'ensemble, nous ne voyons que peu d'étoiles, alors que, si nous portons le regard dans le plan galactique, il y a pro-

fusion. La Voie lactée est notre galaxie vue par la tranche ! Le disque mesure 100 000 années-lumière de diamètre pour 15 000 d'épaisseur au centre et quelques milliers sur les bords. La Galaxie comprend environ 100 milliards d'étoiles et renferme également de nombreux et

importants nuages de gaz, de l'hydrogène principalement, qui constituent les nébuleuses. L'ensemble de la Galaxie tourne par rapport à son centre. Dans la région du Soleil, cette vitesse est de 250 kilomètres par seconde, ce qui conduit notre système solaire à faire le tour de la Galaxie en 225 millions d'années. C'est cette durée qui est appelée "l'année cosmique" !

LE RENDEZ-VOUS DES DÉBUTANTS

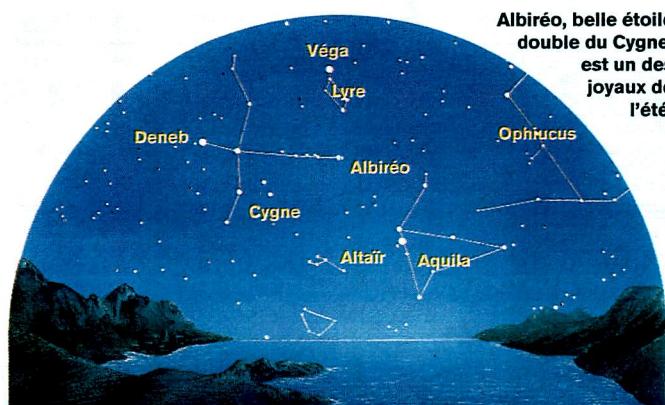
Albiréo

Le Cygne, belle constellation et pièce maîtresse du "Grand Triangle d'Eté", recèle une étoile double exceptionnelle : Béta, dite Albiréo, qui constitue la tête de l'oiseau. C'est certainement l'une des plus belles étoiles multiples. Les deux composantes, séparées de 34 secondes d'arc, sont accessibles à tous les instruments, y compris aux jumelles. Leur éclat est respectivement de 3,2 et 5,4 Mg mais le spectacle est dans la couleur. La plus brillante rayonne un jaune bouton d'or accentuant, par contraste, le bleu violacé de sa compagne. Un vrai bijou composé d'un topaze et d'un saphir !

Toutefois, un doute subsiste sur la nature de double. En effet, depuis que Struve commença à

observer régulièrement cette étoile en 1832, aucun mouvement orbital n'a été mis en évidence. Ce ne serait donc qu'un effet de perspective.

Le nom d'Albiréo est aussi une énigme. C'est un des rares noms qui ne proviennent pas de l'arabe mais du latin. Malheureusement, à la suite d'altérations dans les traductions, il n'a pas été possible d'en trouver la signification. Dernière particularité, Albiréo porte la lettre Béta, ce qui devrait signifier qu'elle est la deuxième en brillance de la constellation ; en réalité, elle est la cinquième ! L'erreur fut commise par Bayer lorsqu'il entreprit de classer les étoiles... Albiréo n'en demeure pas moins un joyau. ■



Les lois de la dynamique

Deux types de considérations doivent régir la conduite du jeu. Les premières portent sur des éléments durables, comme le bilan matériel ou la structure de pions. Les secondes doivent, dans la partie, obéir aux lois de la dynamique. Ici, le matériel qui compte n'est que celui qui participe à l'action ; l'avantage, qui apparaît alors sous forme d'initiative, peut être des plus éphémères. Et le verdict se joue souvent à un temps près.



Watson - Kuczynski Allemagne 1995

1. e4	c5
2. ♜f3	d6
3. d4 (a)	cxd4
4. ♜xd4	♞f6
5. ♜c3	a6
6. ♜e3	e5 (b)
7. ♜b3	♞e7
8. f3	♞e6 (c)
9. ♛d2	♝bd7
10. g4	0-0
11. 0-0-0 (d)	♛c7
12. h4	b5
13. h5	b4
14. ♜d5	♞xd5 (e)
15. exd5	♝b6
16. ♜xb6 (f)	♛xb6
17. ♜d3	a5 (g)
18. g5	♝d7
19. ♜dg1	a4 (h)
20. ♜xh7+ (i)	♞xh7
21. g6+	♛g8
22. h6	axb3
23. hxg7 (j)	♛xg1+!! (k)
24. ♜xg1	bxa2
25. gxh7+ (l)	♞xf7 (m)
26. ♛g2 (n)	a1=♛+
27. ♜d2 (o)	♛xg1!!
28. gxh8=♛+ (p)	♝xf8
29. ♛xg1	♝a5 (p)
30. c4	bxс3
31. ♜xc3	♝c5+
32. ♜b4	♝xd5
33. ♜a4	♝d4+
34. ♜a5	♝d7
35. b4	d5
36. b5	♝d8+
37. ♜a6	♝c5+
38. ♜a7	♝c7

Les Blancs abandonnent (q)

a) Face à la défense sicilienne, les Blancs choisissent la

suite «ouverte». Cette poussée permet aux Noirs d'échanger un pion de l'aile contre un pion du centre, mais les Blancs en profitent pour accélérer leur développement. b) Certains joueurs préfèrent le modeste 6. ... e6 à cette poussée qui laisse le pion d6 arriéré et affaiblit gravement la case d5. Mais, en contrepartie, les Blancs doivent perdre du temps pour replier leur Cavalier attaqué. c) Indispensable pour contrôler la case d5 si le Cavalier est chassé de f6.

d) Les deux camps ont adopté des roques opposés. La course de vitesse vers le Roi adverse va s'engager. e) Et non 14. ... ♜xd5?? 15. exd5 et le Fou e6 est perdu. Les Noirs ont à présent abandonné l'avantage de la paire de Fous et, pire, restent avec le mauvais Fou, immobilisé derrière les pions d6 et e5. Ce sont les Blancs qui ont perdu du temps.

f) Sinon, le pion d5 est indéfendable.

g) 17. ... ♜xd5 18. ♜xh7+ ♜xh7 19. ♜xd5

h) Les forces blanches sont idéalement placées face au roque noir, mais, pour l'instant, les Noirs, attaquant le Cavalier b3, détiennent l'initiative.

i) Les Blancs n'ont pas le choix. Ils doivent lutter pour reprendre l'initiative et retirer le Cavalier en a1 (la seule case) serait catastrophique: 20. ♜a1? b3 et le roque blanc va

être éventré.

j) Les Blancs menacent mat par 27.

♛g6+ ♜g8 28. gxf8=♛+ ♜xf8 29. ♜g8 mat. Tout

continue à se jouer à un temps près.

o) De nouveau, on se demande comment les Noirs vont parer le mat. De la même manière qu'au 23^e coup !

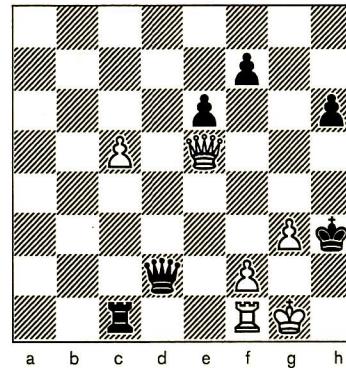
p) La phase dynamique est terminée et l'on peut passer à l'évaluation purement matériel. Le pion d5 étant condamné, le bilan est nettement en faveur des Noirs. Leur victoire n'est plus «qu'une question de technique».

q) Ils doivent donner la Dame contre la Tour pour éviter 39. ... ♜a4 mat.

La solution du n° 933

1. ♜h3+!! gxh3+. 2. ♜f3 g4+. 3. ♜f4 g3. 4. hxg3 mat.

A vous de jouer !



Les Blancs menacent ♜h5 mat. Mais c'est aux Noirs de jouer... et ils gagnent !

La solution... dans le prochain numéro !

Jouez à saute-jetons

De simples jetons circulaires fournissent un matériel de premier choix pour un nombre incalculable de casse-tête. Voici trois petits jeux impliquant des jetons numérotés, à l'instar de ceux d'un jeu de loto.



Le saute-jetons



Sept jetons numérotés sont disposés sur sept cases alignées d'une bande en comportant huit, et formant ce qu'on pourrait appeler un «taquin unidimensionnel».

De gauche à droite, la première case est laissée libre, puis les jetons sont placés dans l'ordre décroissant de leurs numéros (dessin ①). Un jeton ne peut se déplacer qu'en sautant par-dessus un

ou plusieurs autres, à condition que le nombre de jetons sautés soit inférieur ou égal au numéro du jeton qui saute, pour venir occuper la case libre. Ainsi, dans la position initiale, seuls les jetons 4, 5 et 6 peuvent se déplacer.

Parviendrez-vous, en 15 déplacements, à disposer les jetons dans l'ordre croissant (dessin ②) ?



La solution du n° 933

Découpage à la carte:

Il suffisait d'éliminer la partie contenant **118** et de retourner la partie inférieure **+516** pour obtenir : **289**
805

A l'envers, à l'envers

Il suffit de permuter le 2 et le 6 de la partie supérieure, de même qu'encore le 2 et le 6 du nombre 6502 dans la partie inférieure.
201X16=2506
+691+19 opération reste vraie si vous retournez la page.

Retournement romain

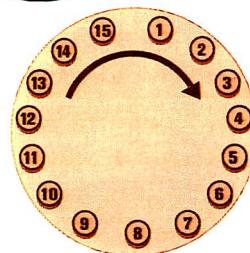
On remarque que **17** se transforme en **L1=51** en chiffres romains.

Des chiffres et une ville

Lorsqu'on retranche d'un nombre à cinq chiffres celui obtenu en inversant l'ordre des chiffres, le résultat est toujours un multiple de 11 et de 9. D'après l'énoncé, c'est un cube. Le résultat ne peut donc être que $(11 \times 3)^3 = 35937$. A partir de là, on trouve 51078 qui retourné donne **BLOIS**. On vérifiera : $87015 - 51078 = 35937$.

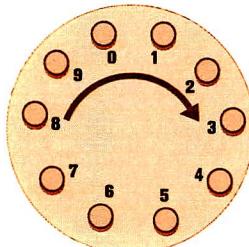
Elimination

Un plateau circulaire compte quinze cases. Sur chacune d'elles, est placé un jeton numéroté de 1 à 15. Un jeton ne peut se déplacer que dans le sens des aiguilles d'une montre. Il se déplace d'autant de cases (vides ou occupées) qu'il indique son numéro. Mais attention ! Il ne peut se déplacer que si la case d'arrivée est occupée par un autre jeton. Ce dernier est alors retiré du jeu et le jeton déplacé, qui ne peut être bougé au coup suivant, prend sa place. Le

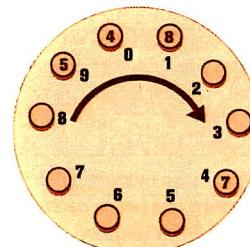


but du jeu est d'éliminer tous les jetons, sauf un. Quand vous aurez réussi, vous pourrez essayer de vous attaquer au même problème, mais avec seulement 12 jetons.

Rémplissage



Un plateau circulaire comporte 10 cases. On dispose de 10 jetons numérotés de 1 à 10. On place un de ces jetons sur la case 0. Puis, dans le sens des aiguilles d'une montre, on compte autant de cases (vides ou occupées) qu'indique de numéro du jeton, et ainsi du suite, les jetons ne pouvant être placés



que sur des cases vides. Il s'agit de disposer successivement les 10 jetons sur les 10 cases du plateau.

Ainsi, dans l'exemple suivant, on a placé successivement les jetons n° 4, 7, 8 et 5. Mais après ce dernier, on devrait placer le suivant sur la case n° 4, déjà occupée par le jeton n° 7. Ce n'est donc pas une bonne solution. En trouverez-vous au moins une ?

Les solutions... dans le prochain numéro !

FORUM

Homéopathie : quand y'en a plus, y'en a encore...

M. F. Rémond, de Villeurbanne, intitule sa lettre : «Après la mémoire de l'eau, l'intelligence des molécules de sucre...»

Il s'explique : «Je me permets de vous écrire à propos de l'article "Physique amu-

pour la mettre dans la dilution suivante ? La probabilité est, certes, très faible, mais elle doit exister. Le résultat final devrait plutôt être : il y a X % de chances qu'il y ait une molécule de sucre dans le CH12, il y a Y % de chances qu'il y ait deux molécules de sucre, il y a Z % de chances... etc. J'ajouterais enfin que vous démontrez la solution totale pour CH12, mais l'homéopathie est bien plus souvent vendue en dilutions

babiliste, comme chaque fois que l'on s'occupe de phénomènes chimiques ou biologiques. Chaque prélèvement effectué pour réaliser les dilutions correspond à un échantillonnage de la solution ; on ne peut donc être certain du nombre de molécules prélevées. Toutefois, l'échantillon a une très grande probabilité de contenir le nombre de molécules prévu pour le calcul (aux erreurs d'échantillonnage près), car les molécules dis-

plus de molécules dissoutes que d'en prélever moins. De plus, dans l'exemple donné par ce lecteur, il est certes possible de prélever la seule molécule présente, mais il n'y a aucune chance que cette probabilité très faible se réalise au hasard à chaque préparation. Aussi, s'il y a effectivement une ou quelques molécules de la substance initiale dans une préparation, des milliers d'autres en seront dépourvues.

Dessins D. Cordonnier



sante" sur l'homéopathie... Votre démonstration prouve qu'à partir de CH11, il n'y a plus de molécules de sucre dans l'eau. En effet, comment peut-on affirmer qu'à partir de CH11, elles sont toutes restées dans les autres dilutions ? Ne faudrait-il pas introduire une notion de probabilité ? S'il ne reste qu'une seule molécule de sucre dans le CH10, pourquoi ne serait-elle pas aspirée par la pipette

beaucoup moins élevées. Dans ces cas, le produit est bien présent dans les granules. Ce n'est donc pas la dilution totale qui prouve qu'il ne peut pas être efficace.»

En dehors du fait que cet article était consacré à l'homéopathie par dérision, à l'occasion du 1^{er} avril (l'homéopathie étant une croyance et non une science), le problème des dilutions doit en effet être abordé avec une conception pro-

soutes se distribuent au hasard dans le solvant, et leurs mouvements se font en tout sens, en permanence, quelle que soit la concentration.

Les erreurs d'échantillonnage pourraient, en théorie, conduire à ce qu'il y ait toujours quelques molécules de sucre dans la solution finale si elles se faisaient toujours dans le même sens. Mais ce n'est pas le cas : il n'y a pas plus de chances de prélever

Une collection à vendre

M. P. Sans, de Lourdes, nous demande de bien vouloir signaler son «offre à la vente de la collection "Science & Vie" complète depuis 1940 à nos jours (y compris les hors-série jusqu'en 1992). On peut me contacter au 62 94 51 91.» Voilà qui est fait.



SOS mal de dent

«La décennie écoulée aura été fertile en découvertes scientifiques, notamment médicales... Bravo ! Un domaine de la médecine, tel un fameux village gaulois, semble tout de même résister au progrès : la chirurgie dentaire. Mon petit doigt – qui a mauvais esprit – me dit cependant que ce n'est pas à la seule fatalité que l'on doive imputer cet échec apparent. En pensant à moi, pauvre édenté, auriez-vous l'humanité de consacrer un article (voire un dossier ou même un hors-série !) à ce douloureux sujet : les dents.

«La carie est-elle une maladie (si oui, pourquoi ne cherche-t-on pas à la guérir ?), ou est-elle réellement la punition que l'on dieu impose à ceux qui aiment les douleurs ? Existe-t-il des traitements qui ne ressemblent pas à des punitions ? Le sujet est-il à ce point futile que ni la Sécurité sociale ni la médecine générale ne semblent vouloir le prendre vraiment en compte ? Les dents que l'on m'a soignées voient leur état s'aggraver plus vite que les autres, pourquoi ? On dit des mauvaises dents qu'elles sont héréditaires : où en est la recherche génétique sur ce sujet ?» Autant de questions posées par M. J.-N. Lafargue, de Cormeilles-en-Parisis.

Il est exact que les progrès dans le domaine dentaire ne sont pas spectaculaires, surtout depuis quelques années.

Dernières avancées en date : les biomatériaux pour les implants. Voici néanmoins quelques éléments de réponse à vos questions. La carie est due au développement de bactéries qui détruisent l'email protecteur des dents. Un développement favorisé par la consommation de sucre, qui vient se loger dans les sillons des dents. On peut éviter les caries en se brossant méticuleusement les dents, au mieux après chaque repas, au pire, le soir avant le coucher. Seul remède connu : le nettoyage de la cavité et le rebouchage hermétique.

Par ailleurs, il est normal que les dents soignées soient plus fragiles que les dents saines, dans la mesure où l'intervention du dentiste est nécessairement moins parfaite que la nature. Enfin, nous n'avons pas d'information particulière sur d'éventuelles composantes génétiques de la fragilité dentaire. Cependant, il est certain que, l'alimentation moderne étant plus "molle" que celle de nos ancêtres, l'évolution tend à laisser s'amincir la couche d'email.

CD-Rom sur papier

Precisions de M. M. Agniel, de Rueil-Malmaison. «Vous signez dans le numéro de mai 1995 (932) un article de présentation sur l'encyclopédie Bordas. Vous omettez de préciser que l'on ne peut acquérir ce CD-Rom que lors de l'achat des dix volumes de l'encyclopédie. Ce qui au total coûte 7 400 F pour l'en-

cyclopédie et 430 F pour le CD-Rom, soit un total de 7 830 F pour l'ensemble indissociable. (...) En aucun cas il n'est possible d'acquérir le CD-Rom seul "pour des raisons légales". La version sur CD-Rom semble fort intéressante, trop peut-être pour les éditions Bordas qui espèrent par là vendre "du papier" plus facilement. Dommage.»

propice aux hallucinations. Les historiens sérieux devraient tout de même intervenir dans le débat et remettre la vérité en place.

«Sainte Thérèse d'Avila suppliait Dieu de ne pas la ridiculiser en public par une lévitation qui la soulevait très haut dans l'église sous les yeux des fidèles. Certains lévitants ont été vus se cognant la tête à un chevron du toit, alors pourquoi parler de rêve éveillé ?»

Permettez-nous de témoigner toute notre compassion aux lévitants blessés à la tête, tout en regrettant sincèrement de ne jamais avoir pu assister à un phénomène défiant les lois de la physique. Cependant, nous mesurons combien les témoignages humains sont peu fiables – et encore moins ceux des croyants, qu'ils croient aux ovnis ou à la lévitation des saints.

Nos articles ne visaient au-



écrits le contraire de ce qu'ils contiennent. Prenons le cas de sainte Thérèse d'Avila, dont on occulte totalement le phénomène de lévitation pour le substituer à un ravissement qui sous-entend une extase

cunément à déformer des propos largement analysés, par ailleurs, par des auteurs très compétents. Il s'agissait simplement de donner un modeste coup de projecteur sur des explications plausibles à

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 de juin, posée par "Humain" :

«La Terre tourne à environ 3 300 km/h. Pourquoi les étoiles nous paraissent-elles donc fixes, et pourquoi ne voit-on pas qu'une traînée, comme sur une photo ?»

... parce qu'elles sont très loin ! Mais, si vous laissez un appareil photo en pause pendant la nuit, vous verrez que, sur le cliché, les étoiles apparaîtront bien comme des traînées.

cord – et de leur dénier le sens du sacré, qui apparaît comme l'une des composantes fondamentales du fonctionnement de l'esprit humain (la science et la raison n'en étant pas dévalorisées pour autant).

A chacun son univers

L'article sur l'âge de l'Univers (*Science & Vie* n° 927) a stimulé l'imagination de M. G. Ruffino, de Theizé.

«Je réagis à votre propos : "C'est dans les amas globulaires – ici Oméga du Centaure – que gît le désaccord : pour l'astrophysique, ces

des phénomènes qui ne le sont pas. Loin de nous l'idée d'empêcher quiconque de croire à ce qu'il veut. Nous préférons simplement explorer les tentatives d'explications terrestres avant de recourir à l'hypothèse extraterrestre.

La Terre est dure à cuire

M. B. Terrasson, de Nevers, nous apostrophe ainsi :

«"Science & Vie", j'ai une question qui me préoccupe beaucoup : chacun sait que pour reconnaître un œuf dur d'un œuf cru il suffit de le faire tourner. L'œuf dur tourne plus longtemps que l'œuf cru. (...) La rotation de la Terre engendre des marées qui elles-mêmes engendrent des frottements internes qui ont pour effet de ralentir la rotation de la Terre. Comme l'œuf, la Terre va-t-elle s'arrêter un jour ?»

Il est encore plus simple de secouer l'œuf, ce qui, de surcroît, permet de savoir s'il est vraiment pondu du jour...

Mais, bien sûr, avec un tachymètre, un lanceur étalonné et un chrono au 1/10 de seconde, on peut se mettre à jouer à la toupie. Pour ce qui est de la Terre, les marées freinent sa rotation, c'est sûr, mais de peu, de très peu – c'est infinitésimal, pour tout dire. Du même ordre de grandeur que de souffler sur un camion pour l'aider à prendre de la vitesse...

En fait, la durée du jour augmente de 1 à 2 (1,6) millièmes de seconde par siècle. Le frottement des marées océaniques participe un peu à ce ralentissement, mais moins que les frottements des masses visqueuses qui, sous la croûte, constituent l'essentiel de la planète Terre.

La Terre s'arrêtera-t-elle ? Peut-être au bout d'un temps infini : à mesure qu'elle ralentit, le mouvement des marées devient moins ample et freine moins. Du coup, la décélération décroît, et l'effet est de plus en plus faible au fil des millénaires. Un ordre de grandeur : à raison de 1,6 millième de seconde par siècle, la du-

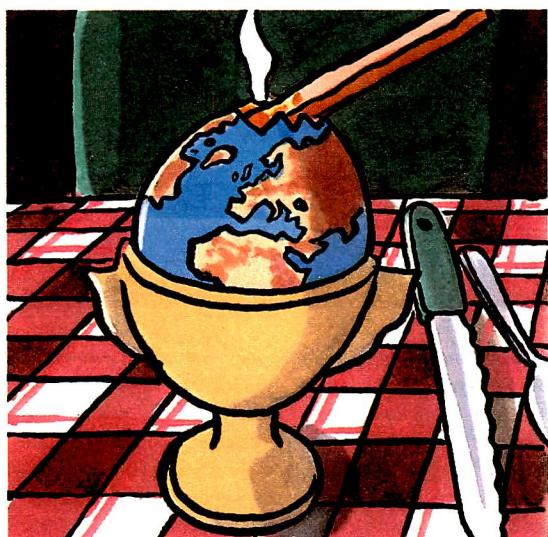
rée du jour sera plus longue d'une minute dans 3 750 000 ans. Cela laisse le temps aux astronomes de faire des mesures plus précises...

Polémique à propos d'une tête d'ours

Un lecteur australien, M. A. Wathelet, s'interroge : «Pourquoi faut-il absolument que ces grottes démontrent "que nos ancêtres furent animés par le sens du sacré" ?» s'insurge-t-il. Notre correspondant semble avoir particulièrement dans le collimateur le crâne d'ours posé sur un rocher "comme sur un autel", comme nous l'avons écrit en mars dernier.

Certes, ce crâne d'ours ne suffit pas à faire des grottes ornées du Paléolithique supérieur des sanctuaires. Mais il y a bien d'autres indices qui suggèrent une telle interprétation. Nous renvoyons notre lecteur à des ouvrages faisant autorité, comme ceux d'André Leroi-Gourhan (*la Préhistoire de l'art occidental*, qui vient d'être réédité), de Denis Vialou (*la Préhistoire*) ou de Jean Clottes (*les Cavernes de Niaux*), pour ne citer que les plus connus.

Ils s'appuient, notamment, sur le fait que, depuis des millénaires et encore aujourd'hui, des hommes perpétuent des pratiques similaires. De plus, il nous semble paradoxal d'affirmer que «les hommes de cette époque n'étaient pas plus bêtes que nous» – ce sur quoi la plupart des scientifiques sont tout à fait d'accord.



étoiles sont plus vieilles que l'Univers." Et s'il n'y avait pas de désaccord !! Pourquoi postuler que "univers" est singulier ? !! Et s'il y avait – pourquoi pas – une infinité d'univers, passés, présents et à venir, naissant deci-delà, au petit bonheur, dans un infini éternel encore plus considérable que celui que nous pouvons imaginer, et que les étoiles en cause fassent partie d'un de ces autres univers, nés plus tôt que le nôtre d'un autre big bang, les limites en expansion de l'un et de l'autre venant fortuitement à s'interpréter !! Que de spéculations possibles dans l'hypothèse où "univers" pourrait être pluriel. Est-ce une idée farfelue ?»

La théorie d'une multitude d'univers n'est pas farfelue du tout, elle est même sérieusement prise en compte par certains astronomes. Le vrai problème est de faire coïncider les objets qui existent en même temps dans un même univers. On ne peut pas s'en tirer en imaginant que les étoiles plus vieilles que le big bang sont issues d'un big bang antérieur (ou même voisin), car, entre chaque renaissance de l'Univers, le passé aurait été laminé, toutes traces effacées. Il faut obligatoirement, selon les astronomes, que tout ce que l'on voit aujourd'hui soit en concordance temporelle. Sauf s'il n'y a jamais eu de big bang...



La Genèse par saint Big Bang

«Quel soulagement de lire dans votre "Forum" de février la lettre de madame A.T., de Cahors. Permettez que j'en rajoute. Quel soulagement aussi d'apprendre que le big bang n'est pas votre fait. Mais quelle ironie de constater qu'il a été inventé – c'est le mot ! – par un abbé. Après cette trouvaille-là il ne lui restait plus qu'à mettre en place son Créateur. Ce qu'il fallait démontrer. Car enfin, comment raisonnablement – et encore moins scientifiquement – imaginer un big bang parti de rien ? Inconcevable dans l'absolu. D'où l'impérative nécessité du Créateur. Enfantin. Élémentaire, cher abbé Lemaître-Watson ! »Le résultat n'en demeure

pas moins pitoyable : voilà une hypothèse – et rien de plus – qui sera parvenue à mobiliser le monde scientifique des décennies durant pour le plus grand bénéfice moral des créationnistes. Lamentable. Lamentable parce qu'absurde. Car enfin, il lui faut bien un point de départ, qu'il s'agisse de matière ou de non-matière ? A défaut de quoi le Créateur demeure le seul recours possible. Voilà qui fait le bon beurre des créationnistes.»

M. N. Praz, d'Arras-sur-Rhône, explose dès il s'agit de big bang et s'assombrit quand il voit une soutane. Mais, si son opinion sur l'hypothèse scientifique est recevable, son procès de Lemaître repose sur une méconnaissance totale du personnage et de son œuvre. L'abbé Lemaître, inventeur de l'idée de big bang,

a défendu jusqu'au bout les idées inverses de celles mentionnées ci-dessus. Il a toujours nié que le big bang soit un "commencement", puisque le temps et l'espace n'existaient pas avant. Le big bang n'a besoin d'aucune pichenette divine, d'aucun créateur d'aucune sorte, pour advenir, a-t-il martelé.

Quant à l'accusation de récupération religieuse, il faut savoir que Lemaître a – si l'on peut dire – personnellement sermonné le pape Pie XII pour avoir fait du concordisme entre la genèse biblique et le scénario du big bang. Toutes ses interventions ont, au contraire, été en faveur d'une distinction radicale entre les domaines de la science et de la religion. Une idée partagée aujourd'hui par nombre de religieux et de scientifiques. ■

36 15 SCV

Les forums de
Science & Vie !
Les grands débats de
notre société.
Exprimez vos opinions.

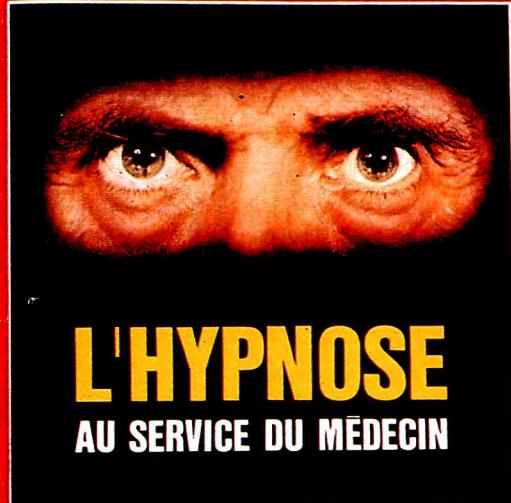
Par Marielle Véteau

il y a 30 ans

Un grand reportage de Georges Dupont

Je suis descendu dans une mine d'uranium

science et vie



L'HYPNOSE AU SERVICE DU MÉDECIN

JUILLET 1965 25F

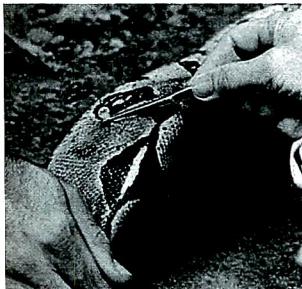
En construction : des trains de l'espace

Juillet 1965

«Le Dr Jean Lassner, l'un des anesthésiologistes français les plus connus, a, au cours du Congrès international d'hypnose et de médecine psychosomatique, démontré l'importance croissante de l'hypnose – technique médicale et fait scientifique – et familiarisé ses collègues avec les techniques hypnotiques couramment utilisées dans les pays anglo-saxons, en Scandinavie, au Japon, etc.»

Chasseur de virus

«Depuis 1954, en Amazonie, le laboratoire de Belem recrute... des chasseurs de virus. A l'aide d'appâts vivants (singes, souris), ils attirent des insectes, des rats géants ou des serpents sur lesquels on préleve du sang, des poux, des tiques. Les chercheurs ont ainsi découvert 150 de ces "faunes" invisibles.»



La demoiselle avait une main en bois

«Cette momie d'une servante égyptienne d'il y a trente... siècles a une main en bois. Les Egyptiens étaient-ils capables de fabriquer des prothèses, ou s'agit-il d'un rite funéraire ?»



Les plates-formes orbitales

«L'Amérique se contentera-t-elle d'une deuxième place dans la course à la Lune ? L'avance

technologique des Russes, avec leurs plates-formes cosmiques – selon eux la condition *sine qua non* de tout progrès astronautique –, le laisse à penser. Le cosmonaute Alexei Leonov est même sorti dans l'espace depuis Voskhod II.»



Des circuits électroniques complets épais d'un millionième de millimètre

«Les performances des films minces, ces couches métalliques homogènes épaisses de quelques angströms (quelques dix millièmes de microns), rendus supra-conducteurs dans l'hélium liquide à très basse température, permettent de stocker plus de 16 000 informations dans une mémoire révolutionnaire grande comme une carte à jouer.»



Photo DR.

La bouteille au titane

«Pour s'opposer à la concurrence du plastique, la bouteille de verre a dû être réinventée. Grâce à de nouvelles formes et à un traitement à base d'oxyde de titane en cours de cuisson, elle voit sa résistance aux chocs et aux pressions accrue de 30 %. L'histoire du Coca-Cola montre que l'évolution des formes répond à la recherche d'une meilleure résistance mécanique.»



VOLKSWAGEN
PRESENTS

ROLLING STONES VOODOO LOUNGE EUROPEAN TOUR 95

"LE POSTE DE 'PLUS GRAND
GROUPE DE R'N'R
DU MONDE',
N'EST PAS ENCORE LIBRE"

THE TIMES (UK)

"UN FLOT CONTINU
DE RAGE
ET D'ENERGIE"

LA REPUBLICA (ITALY)



"UN SURPRENANT
ET JUBILATOIRE MELANGE DE
FEUX D'ARTIFICES
ET DE R'N'R."

THE DAILY MIRROR (UK)

"TOUT CE JOLI MONDE TURBINE,
MOULINE ET CLIQUETE
A MERVEILLE"

LIBERATION (FRANCE)

CONCERT
SUPPLEMENTAIRE

1er JUILLET 95



A L'HIPPODROME DE LONGCHAMP



SPECIAL GUESTS:

BON JOVI

+

Eric LAPONTÉ



LOCATIONS : TOUTE FNAC, MINITEL 3615 FNAC, 3615 ROLLING STONES, 3615 NRJ, VIRGIN MEGASTORE
PAR TELEPHONE : 49 87 50 50 ET COLLECTIVITES : ACTE 42 82 92 18.



La Chaine Musicale

LE 27 JUILLET : MONTPELLIER-ESPACE GRAMMONT
SPECIAL GUEST : BLACK CROWES

A BCL GROUP PRODUCTION IN ASSOCIATION WITH LCB / RONNIE PRODUCTIONS

NOUVEL OPEL FRONTERA 2.8 TDI

Un certain penchant pour l'aventure.



3615 OPEL
1,27 F/mn

OPEL