MENSUEL • N° 937 • OCTOBRE 1995

SCIENCE & VIE



DÉPRESSION
UN TRAITEMENT RÉVOLUTIONNAIRE

LE POINT SUR
Les manipulations génétiques

T 2578 - 937 - 23,00 F

165 FB - 7,5 FS - $can 4.50 - 840 Ptas - Portugal Cont 720 Esc - 39 Dh - 3.400 Dr - 6.500 L - Réunion/Antilles/Guyane 20 F

LES VIDÉOS SAUVAGES !



Collection Vidéo Grands Reportages
Pour vivre un safari à la maison



GRANDS REPORTAGES VIDÉO, UNE COLLECTION DE 5 VIDÉOCASSETTES TOURNÉES SUPERBEMENT DANS LA CÉLÈBRE RÉSERVE DE LONDOLOZI AU KENYA. UN VOYAGE INOUBLIABLE AU CŒUR DE LA SAVANE, UN VÉRITABLE SAFARI D'IMAGES, DISPONIBLE PARTOUT EN VIDÉOCASSETTE.

PATHÉ Vidéo



Le premier magazine du CD-ROM

Grand événement dans la presse : le groupe Excelsior, auquel appartient *Science & Vie*, lance, le 6 octobre, une nouvelle revue mensuelle, unique au monde : *SVM Multimédia*. Pour la première fois, un journal sera vendu avec un CD-Rom interactif.

En quelques années, le micro multimédia est devenu un formidable instrument de connaissance et de loisirs. De plus en plus nombreux, le public se laisse séduire par ses extraordinaires possibilités. Et le CD-Rom se présente comme la clé d'accès à ce monde neuf.

SVM Multimédia se propose d'être d'abord une revue de la famille, pour la famille. Il se décline en quatre parties. "Repères" donne toute l'actualité du multimédia, les projets en préparation, les hit-parades, les dossiers thématiques, les reportages sur les auteurs et sur les tournages. "Critiques" présente des commentaires et des jugements acérés sur tous les nouveaux CD-Rom, et un éclairage technique permettant de s'en servir au mieux. "Actions" fournit au lecteur des applications simples à réaliser chez soi : les parents comme les enfants sont tour à tour sollicités. Enfin, le "Guide" apporte à l'utilisateur toutes les informations sur les produits susceptibles de l'intéresser dans le contexte d'un usage domestique.

Mais la principale innovation de *SVM Multimédia*, c'est d'être accompagné d'un CD-Rom dont le contenu sera renouvelé chaque mois. Le lecteur-spectateur se promènera dans un village virtuel en trois dimensions (le logiciel est adapté d'un programme issu de l'aéronautique). Dans ce village, il pourra entrer à la poste et envoyer ses messages, accéder à Internet ou à un minitel. En se rendant au cinéma, il verra les bandes-annonces des films à l'affiche ce mois-là. Au kiosque à journaux, il pourra feuilleter *Science & Vie* et les autres publications du groupe Excelsior. Pénétrant dans le parc de loisirs, il trouvera des jeux à sa disposition. Un atelier lui fournira tous les outils nécessaires pour, par exemple, sonoriser son film de vacances (ou de création), en y ajoutant musique et sons. L'aspect ludique ne sera pas oublié. Sur la place du village, le spectateur rencontrera un personnage excentrique qui lui soumettra des énigmes.

Excelsior se veut résolument un pionnier en matière de communication interactive. *SVM Multimédia* offrira aux enfants un passeport pour l'avenir en les initiant, dès aujourd'hui, aux techniques dont ils auront à se servir demain, dans leur vie professionnelle comme dans leurs loisirs. **S & V**

SCIENCE & VIE

n° 937 • octobre 1995

1 rue du Colonel-Pierre-Avia
75503 Paris Cedex 15
Tél. : 1 46 48 48 48
Fax : 1 46 48 48 67

Recevez Science & Vie chez vous. Votre bulletin d'abonnement se trouve p. 165. Vous pouvez commander les reliures de Science & Vie p. 17. Vous pouvez aussi vous abonner par minitel en tapant 3615 ABON. Organigramme p. 151.

Encart Club français du livre/Encyclopédie Universalis, quatre pages, broché entre les pages 84 et 85, en tirage alterné. Diffusion France métropolitaine avec abonnés.

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

■ *Science & Vie* **inaugure un nouveau rendez-vous trimestriel en faisant "le point sur" les espoirs et les dangers de l'une des plus formidables entreprises du XX^e^ siècle : les manipulations génétiques.** p. 71



S.P.L./Cosmos

Illustration de couverture :
Ken Whitmore/Fotogram Stone
F. Poulain

■ **Les astronomes français font la course en tête dans la recherche des planètes extrasolaires. De fabuleuses découvertes sont en vue.** p. 46



R. Ressmeyer/ Starlight/ Cosmos

ACTUALITÉ

- **recherche** 6
- **environnement** 20
- **technologie** 30
- **médecine** 36
- **balise** 40
  Ce bruit qui nous tue
- **focus** 42
  Des catastrophes hors de prix

EN COUVERTURE

DÉPRESSION
Un traitement révolutionnaire 56

LE POINT SUR

LES MANIPULATIONS DU VIVANT 71

Des gènes et des hommes 72

Les mille et une prouesses du génie génétique 74

Faut-il améliorer l'espèce humaine ? 81

CAHIER PHOTOS

A la recherche du boson de Higgs 86

ENQUÊTE

Les chasseurs français hors la loi 102

HISTOIRES

PASTEUR : sa "pensée unique" a tout révolutionné 112

RENDEZ-VOUS

quotidien : Montez vos films vidéo en numérique .128
l'expérience : A quoi sert un transistor ? 134
énigmes : Un arc-en-ciel pourrait-il être carré ? ...136
astronomie : La Lune et le Soleil s'éclipsent 138
rétro : Il y a 20 ans 140
invention : L'aide-mémoire du cycliste 141
forum : Après la fin de la physique 142
médiathèque : La mort à travers le temps 146
cyberscope : Internet, les bonnes adresses 152

FUTURS

Voici le temps du cybercombat 154

Explosion de blanche dans l'ex-empire rouge 160

▶ c'est déjà demain..... 166

ET AUSSI...

ASTRONOMIE
Sur la piste des planètes inconnues 46

PHYSIQUE
Voyager plus vite que la lumière 52

MÉDECINE
Les médicaments à l'heure H ...64

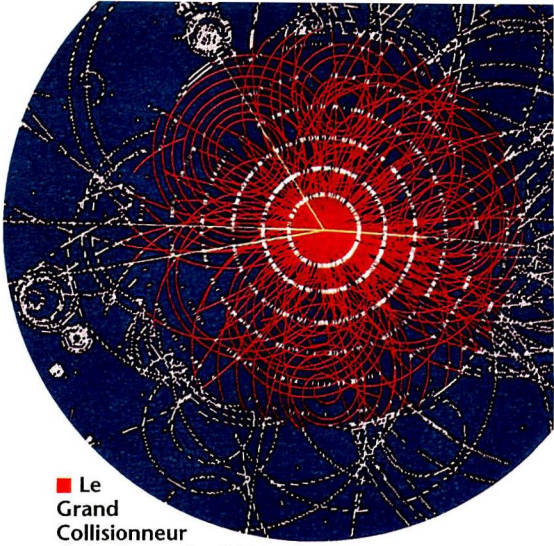
ARCHÉOLOGIE
Les casseurs du Néolithique 92

ÉCOLOGIE
Où va Greenpeace ?.... 98

ENVIRONNEMENT
Désastre écologique en Australie.. 100

HYDROGRAPHIE
Nausicaa, le bateau "intelligent".....120

CONSOMMATION
Le casse-tête de l'essence propre..... 122



■ Le Grand Collisionneur de hadrons, du CERN, va permettre de trouver la plus mystérieuse des particules : le boson de Higgs. p. 86



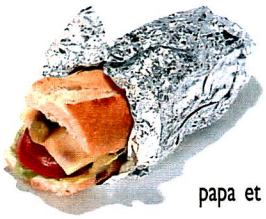
■ L'informatique transforme de fond en comble les stratégies militaires. Le soldat du futur n'aura plus rien de commun avec le troufion d'hier. p. 154

E. Quinn/Saba/Réa

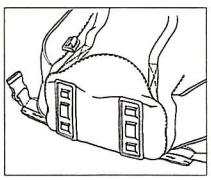


Sac à dos Ch
la commode à bret

Il était une fois, dans une région de notre bon pays de France, une famille qui avait décidé d'aller passer un



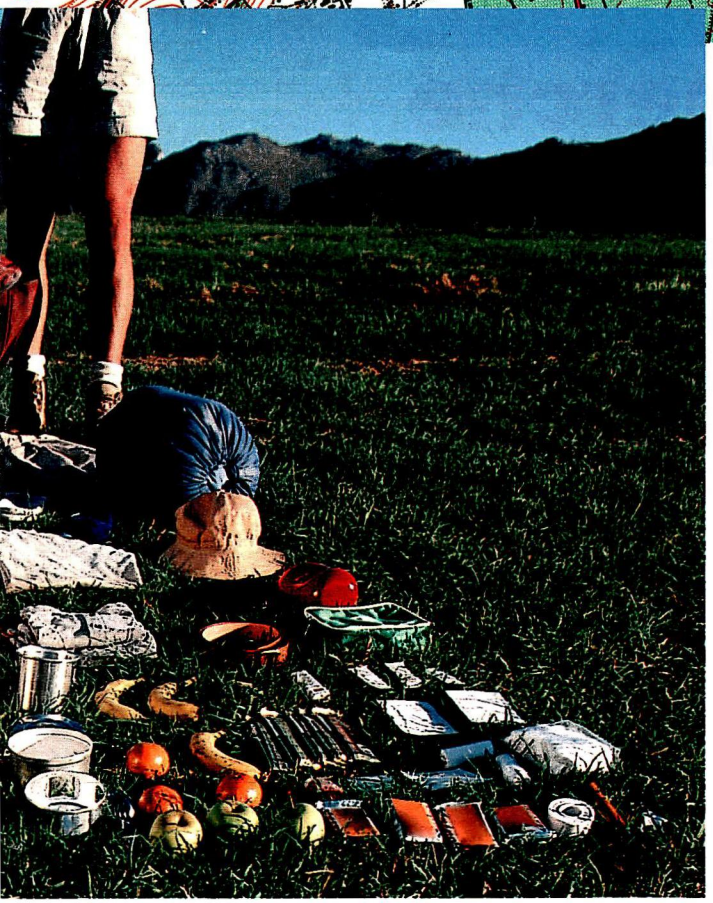
week-end en plein air. Le papa et la maman, le fils et le chien se rendirent donc chez Décathlon afin d'acheter des sacs susceptibles de transporter le matériel nécessaire au bien-être de tous pendant trois jours. Nous voudrions, dit la maman, chacun un sac à dos d'une praticité extrême pour ne rien avoir à suspendre à l'extérieur car voyez-vous, rien n'est plus désagréable que les bruits de gamelles qui s'entrechoquent lorsque l'on marche. Il nous faudrait donc deux poches latérales de grande contenance, deux sangles sur le rabat et des porte-matériel sous le fond du sac pour insérer un matelas mousse ou des vêtements encombrants, un double compartiment pour faciliter l'accès au fond du sac sans tout vider, il faudrait, en outre que le rabat soit muni d'une poche extérieure ainsi qu'une intérieure pour insérer les papiers, les clefs ou que sais-je encore. Bref, la maman demanda un sac conçu pour pouvoir tout ranger et tout sortir en un clin d'oeil. Mais, surenchérit le papa, le sac doit aussi être



Fond du sac doublé, en polyester 600 deniers PU.

3615 DECATHLON
DES INFOS
DES VOYAGES
DES PROMOS
DES HORAIRES
DES EMPLOIS & STAGES
A FOND LA FORME
1,29 F la minute

DDB TRADE IGN - Aut. n°60.5014



Sac Décathlon Cheyenne 50 l, 279 F.
Sac à dos pour randonnée.

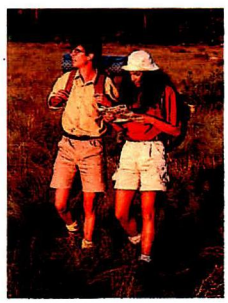
eyenne 50 :
elles de Décathlon.

confortable. Je souhaiterais qu'il possèdât bretelles, ceinture de portage et appui lombaire en mousse recouverts d'un tissu doux et absorbant la transpiration et bien sûr, des repose-mains, et toute autre astuce pouvant améliorer le bien-être du marcheur. Lorsque le fils eut ajouté que ce sac devait aussi se montrer résistant, bon marché et agréable à l'oeil, le vendeur



Repose-mains avec coutures en croix.

leur déclara tout de go : mes amis, ce sac merveilleux existe, c'est le Cheyenne 50 qui, comme tous les sacs Décathlon est garanti un an sur la tenue des couleurs et des coutures en usage normal. Remerciez Décathlon de proposer à un public exigeant une gamme de 27 modèles de 39 à 659F allant de la balade à l'alpinisme. Woua, woua, dit le chien en observant la joie non contenue de ses maîtres qui se voyaient déjà respirant l'air pur à pleins poumons.



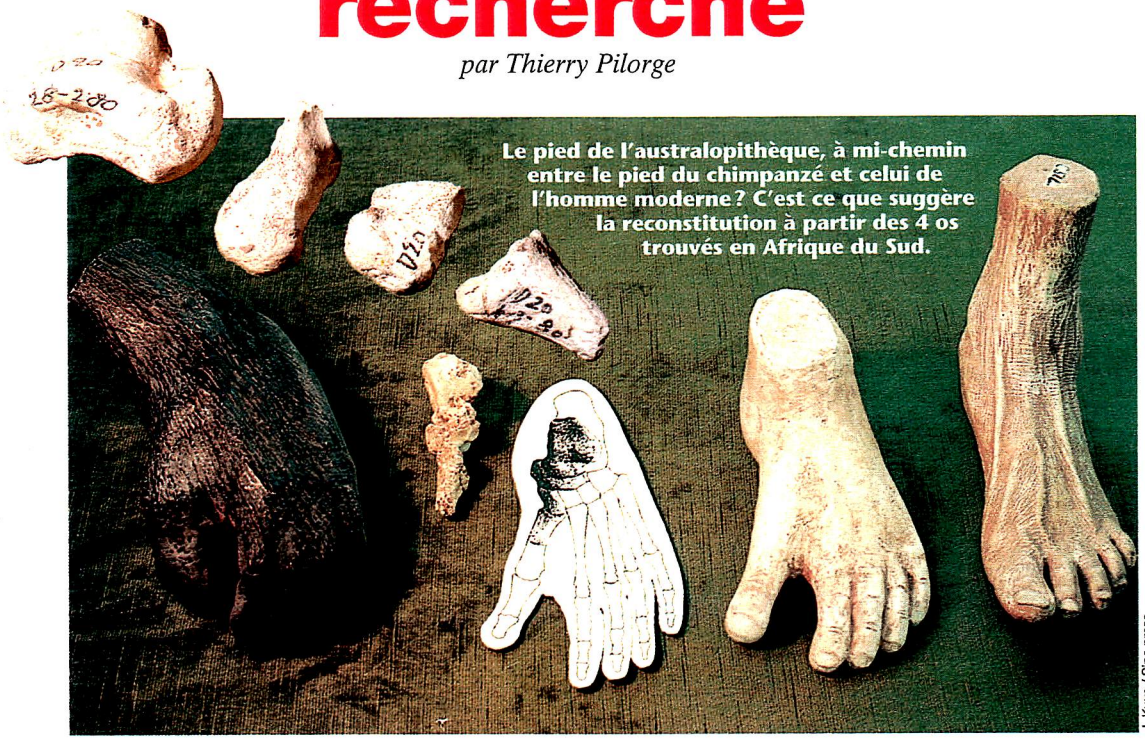
Devant tant de bonheur, le brave vendeur ne put retenir une larme attendrie, il leur souhaita bon week-end et les accompagna auprès de mademoiselle Sophie afin qu'ils réglassent leurs achats.

SAC A DOS

DECATHLON
A FOND LA FORME

recherche

par Thierry Pilorge



Le pied de l'australopithèque, à mi-chemin entre le pied du chimpanzé et celui de l'homme moderne? C'est ce que suggère la reconstitution à partir des 4 os trouvés en Afrique du Sud.

J. Kuus / Sipa press

La multiplication des ancêtres

On se bouscule au portillon de l'humanité. En quelques semaines, la galerie des ancêtres s'est enrichie de plusieurs aïeux.

Honneur à l'ancien. En l'occurrence, 21 bouts d'os et de dents, vieux de 3,5 à 4,2 millions d'années, provenant de deux localités situées près du Lac Turkana, au Kenya. Selon leurs inventeurs, ils appartiendraient tous à une seule et même espèce, créée pour la circonstance : *Australopithecus anamensis*. Elle présente une combinaison de traits étonnante : les dents, mandibules, mâchoires et os crâniens évoquent très nettement la lignée du chimpanzé, tandis qu'un morceau de tibia permet de conclure que l'animal était bipède.

S'il s'agit bien d'une seule espèce... Les éléments de type singe reposaient, en effet, sur une couche géologique différente de ceux de type humain.

Admettons qu'il s'agisse bien de la même espèce; où faut-il la placer dans la lignée humaine? L'équipe internationale dirigée par la Kenyane Meave Leakey en fait un ancêtre d'*Australopithecus afarensis* (dont le spécimen le plus connu est Lucy). Mais, pour Peter Andrews, du musée d'histoire naturelle de Londres, le nouveau fossile pourrait être un ancêtre plus direct du genre *Homo* que les autres australopithèques. Et, si les deux composantes, simienne et préhumaine, d'*A. anamensis* s'avèrent appartenir à deux espèces différentes, on pourrait même envisager que l'une soit liée aux humains et l'autre aux singes.

A ce débat de généalogie viennent s'ajouter des considérations sur le

3615 SCV

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

mode de vie de ces préhumains, alimentées par 4 os de pied, vieux de 3 à 3,5 millions d'années et appartenant à un même australopithèque, trouvés par Ronald Clarke et Phillip Tobias dans une grotte d'Afrique du Sud. D'après ces chercheurs sud-africains, ces os présentent, eux aussi, à la fois des caractères humains et des traits simiens. Alors que le talon est bien adapté à la bipédie, le gros orteil est opposable aux autres, comme chez les singes. Mais certains paléontologues rétorquent, eux, que ce n'est pas parce que leur gros orteil était opposable que les australopithèques passaient une partie de leur vie à jouer les tarzans. Argument qui fait grimper aux arbres ceux qui s'agrippent à cette preuve, irréfutable selon eux, de la double vie – au sol et dans les branches – des australopithèques.

Que devient notre modeste "plus vieil Européen" dans tout cela? Les fragments d'os, les dents et les outils, datant d'au moins 780 000 ans, trouvés par une équipe de chercheurs espagnols dans la Sierra de Atapuerca, près de Burgos, comblent une partie du "trou fossile" entre la mandibule de Dmanisi en Géorgie, âgée de 1,8 million d'années, et les os de Boxgrove – en Angleterre – et de Mauer – en Allemagne –, vieux de 500 000 ans. De surcroît, il se pourrait bien, là aussi, qu'il faille inventer une nouvelle espèce.

Enfin, pour clore par une des étapes les plus récentes de notre évolution, l'analyse de l'ADN mitochondrial du petit dernier, l'homme des glaces, Ötzi, qui n'a que 5 000 ans, et de 800 autres Européens modernes suggèrent que nos ancêtres seraient arrivés du Moyen-Orient il y a 30 000 ans, et non beaucoup plus récemment, lors de l'expansion de l'agriculture au Néolithique, il y a moins de 7 000 ou 8 000 ans. Décidément, le vent souffle dans notre arbre généalogique.



K. Garrett/N.G.S.

Cette mâchoire encore de forme simiesque appartenait-elle déjà à un être qui marchait debout?



780 000 ans et presque toutes ses dents. L'homme de la Sierra de Atapuerca prend le titre de plus vieil Européen.

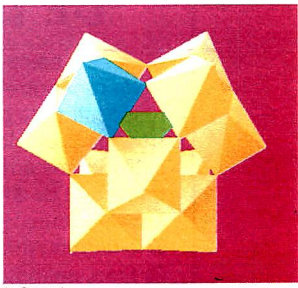


J. Trueba

CHIMIE

Eternel recommencement

Un catalyseur capable de s'assembler et de se réparer tout seul a été mis au point par deux chercheurs américains de l'université d'Atlanta, Craig Hill et Xuan Zhang. Ils ont en fait découvert les propriétés catalytiques d'une molécule déjà synthétisée il y a trente ans.



D. Galland

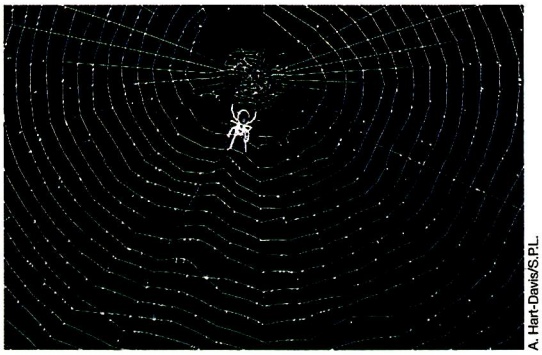
Elle se forme d'elle-même dans le milieu réactionnel à partir de ses quatre composants : un ion cobalt, un phosphate, onze tungstates et seize protons. Contrairement aux catalyseurs habituels qui se dégradent au cours du temps et doivent donc être remplacés régulièrement, cette étonnante molécule est capable, même taillée en pièces, de recoller ses morceaux et de repartir aussitôt pour une nouvelle opération. Lors des tests, elle était encore intacte après 10 000 catalyses ! Le principe d'un catalyseur capable de s'autorégénérer pourrait être généraliser à d'autres réactions. Cela permet d'envisager des gains de temps et d'argent substantiels. J.-L. S.

ETHOLOGIE

Araignée du soir...

On pensait jusqu'à présent que, pour construire leur toile, les araignées suivaient un plan fixé génétiquement. Les écarts par rapport à celui-ci n'étaient censés être produits que par des facteurs de l'environnement, comme le vent ou la pluie. Une araignée d'Amérique du Sud, *Parawixia bistriata*, confectionne, elle, pour chaque type de proie une toile sur mesure.

Pour attraper de petites mouches, qui constituent son repas principal, elle tisse, au coucher du soleil, une toile à mailles fines. Mais, en septembre, elle change d'architecture et de rythme de travail, et tisse des toiles à grosses mailles durant la journée pour capturer les termites ailés qui, à cette saison, essaiment pour fonder de nouvelles colonies. La verra-t-on un jour inventer le filet à papillons? C.H.



A. Hart-Davis/S.P.L.

Toile d'araignée : plat unique ou menu à la carte.

VOUS ENTREZ DANS UNE ZONE "NON PARFUMÉE"...

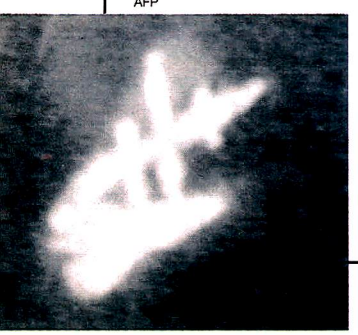
● Les produits parfumés – dentifrices, vernis à ongles, eaux de toilette... – déclenchent parfois des réactions allergiques allant de l'éruption cutanée au vertige, de la nausée à la migraine ou aux crises d'asthme. La médecine reste désarmée. Seule solution : éviter les produits en question. Oui, mais les parfums sont aussi utilisés dans les lieux publics. Aux Etats-Unis, une association s'est donc fondée pour exiger des zones non-parfumées dans les bureaux, salles d'attente, restaurants, gares et aéroports. A quand des zones "sans pollen" dans les jardins publics?

ASTRONAUTIQUE

LES PAPARAZZI DE L'ESPACE

C'est la seule photo "civile" de la rencontre entre la station orbitale russe *Mir* et la navette américaine *Atlantis*... et elle a été réalisée par des astronomes amateurs à l'aide d'un petit téléscope de 31 cm de diamètre à l'observatoire de Jolimont, à Toulouse. Eric Laffont, informaticien, et Alain Grycan, animateur scientifique à l'observatoire, ont réussi cette prouesse en dopant l'appareil d'un système de poursuite et d'imagerie à haute résolution de leur cru. Ils ont ainsi pu fixer sur la pellicule l'assemblage spatial, alors qu'il se déplaçait, à 400 km de la Terre, à la vitesse de 28 000 km/h. Ce qui ne leur a laissé qu'une minute et demie de lumière pour l'immortaliser.

AFP



PHYSIQUE

Des molécules de lumière

Après les méga-atomes de matière (voir *Science & Vie* n° 936, p. 6), voici les molécules de lumière. Une équipe de l'université de Stanford (Californie) aurait mis au point, du moins sur le plan théorique, un dispositif, appelé "interrupteur quantique", qui aurait la capacité de "coller" des photons entre eux, comme cela se passe entre les atomes de matière, pour former des molécules. Il ne s'agit pas d'un nouvel état de la lumière mais d'une manipulation technique.

Ce dispositif pourrait révolutionner la technologie des lasers. En effet, le nombre de photons produit par un laser fluctue énormément, ce qui limite la précision des applications. Placé dans un laser, l'interrupteur quantique permettrait de stabiliser le nombre de photons émis. Ce qui faciliterait la détection de phénomènes infiniment petits (comme les hypothétiques ondes gravitationnelles) ou la conception d'appareils ultra-performants comme les ordinateurs quantiques.

le 1er magazine pour vivre la micro chez soi

SVM multimédia

Complétez votre culture SCIENCE & VIE et abonnez-vous à SVM Multimédia au tarif de lancement !

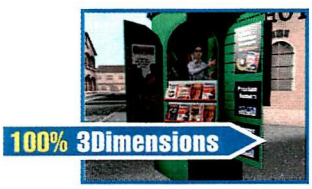
Offre de lancement :
11 N° + 11 CD-Rom
299 francs* seulement
119 francs d'économie



Oui, vous avez bien lu : 299 francs seulement pour toute une année de lecture passionnante de SVM MULTIMEDIA. 299 francs seulement pour 11 N° + 11 CD-Rom comme vous n'en avez jamais vus. Profitez vite de cette offre exceptionnelle d'abonnement exclusivement réservée aux lecteurs de SCIENCE & VIE et économisez 119 francs.

Vivre la micro chez soi





BULLETIN D'ABONNEMENT À SVM MULTIMÉDIA

à retourner sous pli affranchi avec votre règlement à SVM MULTIMÉDIA 1, rue du Colonel Pierre Avia 75503 Paris Cedex 15

OUI

Je m'abonne dès aujourd'hui à SVM Multimédia et j'économise 119 francs. Je joins mon réglement à l'ordre de SVM Multimédia.

1 AN - 11 N^os + 11 CD-Rom
299 francs* seulement

Nom _____

Prénom _____

Adresse _____

Code postal _____

Ville _____

L'année de votre naissance 1 9 _ _

Vous êtes équipé en ❑ **PC** ❑ **Mac** ❑ **ou les 2**

(merci de cocher la case correspondante)

La TVA à 2,10 % est incluse dans le prix de l'abonnement.

S&V 937

Conformément à la législation en vigueur, vous disposez d'un droit d'accès et de rectification pour toute information vous concernant sur tout fichier à usage commercial de notre société.
OFFRE VALABLE JUSQU'A FIN 1995 ET RESERVÉE A LA FRANCE METROPOLITAINE.ETRANGER: NOUS CONSULTER Tel (33-1) 46 48 48 48
* Au lieu de 418 francs prix de vente chez votre marchand de journaux

RC PARIS B 381 281 492

ARCHÉOLOGIE

IL Y A TRENTE-QUATRE SIÈCLES, LE MARCHÉ COMMUN

En l'an 1318 avant J.-C., un cargo cananéen coule corps et biens. 15000 pièces, appartenant à 10 cultures différentes, allant de l'Afrique tropicale à l'Europe du Nord se retrouvent au fond de la mer, au sud de la Turquie. Repéré en 1982 par un pêcheur d'éponges, le trésor commença d'être fouillé en 1984. Onze ans et 22 500 plongées plus tard, l'inventaire est celui d'une véritable caverne d'Ali Baba : près de 20 tonnes de marchandises, parmi lesquelles 10 de lingots d'étain et de cuivre, une trompette en forme de corne de bélier fabriquée dans une dent d'hippopotame, de l'ébène d'Afrique, des œufs d'autruche du Moyen-Orient, des amphores, des armes, de grandes quantités d'or et d'ivoire, un diptyque en bois et un scarabée en or, de la taille d'un bouton, portant le nom de la reine Néfertiti. Bref, un microcosme de l'âge du bronze, qui constitue une preuve éclatante de la maîtrise du commerce maritime par les Cananéens.



Photo X: tous droits réservés

PLANNING FAMILIAL CHEZ LES SOURIS

● Normalement, le sperme identifie l'œuf qu'il va féconder à l'aide d'une protéine réceptrice. Des chercheurs sont parvenus à neutraliser celle-ci en en faisant ingérer un analogue synthétique, le sp56, à des souris mâles. Celui-ci déclenche une réaction immunitaire, produisant des anticorps qui inactivent la protéine réceptrice du sperme. Ainsi, l'œuf de la femelle n'est plus reconnu et il n'est donc pas fécondé.

ASTRONOMIE

Un système planétaire invisible

Il existe bien un système de petits objets en orbite autour du Soleil, situé au-delà de la planète Pluton. C'est la fameuse ceinture de Kuiper, du nom de l'astronome qui avait prédit son existence il y a quarante-cinq ans. Les indices se succédaient ces dernières années, le télescope *Hubble* vient de le confirmer : 29 petits corps tournent dans ces régions gelées de l'espace. L'idée d'un réservoir de comètes, d'astéroïdes et peut-être même de petites planètes, s'intègre parfaitement dans la description actuelle de notre système solaire.

Ainsi, on estime qu'il faut un réservoir contenant entre 1 et 10 milliards d'objets en orbite pour que l'un d'entre eux se détache (du fait des perturbations gravitationnelles) et vienne jouer, tous les deux ou trois ans, les comètes autour du Soleil. Si le nombre total d'objets est difficile à estimer, les chercheurs Jewitt et Luu, de l'université de Harvard, avancent celui, minimum, de 200 millions, dont quelque 35000 d'une taille d'environ 100 km.

Outre les comètes aux longues chevelures, les astronomes estiment aussi que certains corps peuvent littéralement s'égarer dans notre système solaire à la manière de Chiron, cet "astéroïde" situé entre Saturne et Uranus qui s'est révélé être une comète aux cheveux courts. Pour les astronomes, il existerait environ un million de Chiron potentiels. J.-F.R.



Chiron, qui orbite près de Saturne, est originaire des confins du système solaire.

J. Baum/New scientist/S.P.L./Cosmos



NOUS AVONS TOUT POUR VOUS DONNER DE L'ÉLAN, VOUS N'AVEZ PLUS QU'À VOUS LANCER.

Vous avez entre 18 et 25 ans, l'âge des premiers grands projets et des premières grandes décisions à prendre...

A la Société Générale, nous avons pensé à tout pour vous donner de l'élan. C'est pourquoi, en plus d'un accès à tous nos produits et services, nous vous proposons :

- **une Carte Bleue à demi-tarif**;
- **"Déclic Seuil"** pour mettre de l'argent de côté sans y penser;
- **des prêts étudiants à taux préférentiels ou "Expresso"**, le prêt pour lequel vous obtenez une réponse immédiate...

Alors avant de vous lancer, venez vite faire connaissance avec le conseiller "Jeunes" de l'agence Société Générale la plus proche de chez vous. Il est chaque jour à votre disposition pour vous guider et vous faire découvrir comment la Société Générale en fait plus pour les 18/25 ans.

Vous pourrez, par exemple, le rencontrer pendant les "25 jours pour les moins de 25 ans", à partir du 25 septembre.

SOCIETE GENERALE

CONJUGUONS NOS TALENTS.

SAATCHI & SAATCHI ADVERTISING

ABYSSES

Des vers bâtisseurs de cheminées

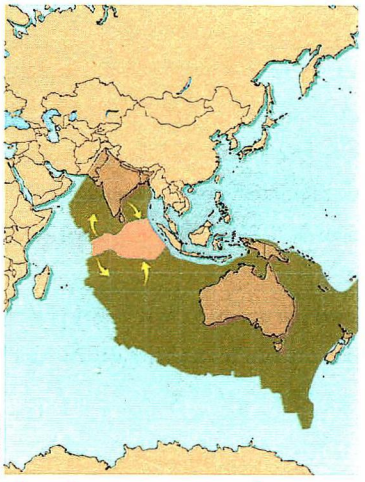
Des vers qui vivent sur les parois des sources d'eau chaude sous-marines, plus connues sous le nom de fumeurs noirs, contribueraient activement à la fabrication de leur environnement. D'après Debra Stakes, spécialiste de géologie marine à l'aquarium de Monterey Bay, en Californie, il s'agirait de vers proches des vestimentifères, vers constructeurs de tubes dans lesquels ils vivent.



ifremer

Ces animaux possèdent, dans leur intestin, une bactérie spécifique produisant, notamment, du soufre. Cet élément catalyse une réaction entre les sulfates et le baryum présents dans l'eau de mer. Il en résulte du sulfate de baryum qui, en se déposant, renforce le tube autour du ver. A la mort de celui-ci, ce moule de sulfate de baryum s'intègre au corps de la cheminée. E. S.

Grâce aux bactéries qui travaillent pour eux, ces vers fabriquent des tubes qui, à leur mort, s'intégreront aux cheminées des sources d'eau chaude.



D. Galland

Séparées par une zone de 1 000 km (en rouge), l'Inde et l'Australie voguent désormais sur des plaques que des destins différents entraînent.

GÉOPHYSIQUE

Inde-Australie : la rupture

● La plaque océanique indo-australienne est en train de craquer. La formidable poussée du sous-continent indien contre l'Eurasie, à l'origine de la surrection du plateau tibétain et de l'Himalaya, est en train d'en venir à bout. C'est ce qu'a confirmé une équipe franco-américaine de l'observatoire de la terre Lamont-Doherty, à l'université Columbia, sur la base de mesures acoustiques des couches rocheuses océaniques, qui lui ont permis de créer des images de la structure du fond de l'Océan indien. Ces images, collectées en 1986 et 1991, montrent quantité de failles bien alignées qui se sont formées alors que la plaque originelle unique commençait à se déformer et à craquer, il y a 8 millions d'années. Dès les années 70, les scientifiques avaient repéré une zone, s'étendant sur 1 000 km d'est en ouest dans l'océan Indien où le plancher océanique se comprime et se déforme. D'après les calculs, les deux plaques en formation devaient s'écarter à l'ouest et se télescoper à l'est. Les mesures réalisées par les chercheurs du Lamont-Doherty le long de plus de 200 failles ont confirmé la théorie.

PAS FRAIS, MON ANCHOIS ?

● Hitchcok, dans son film *les Oiseaux*, s'était inspiré d'un fait divers : en 1961, dans une petite ville de Californie, des oiseaux de mer avaient attaqué aveuglément habitants, maisons et voitures, vomissant sans retenue des anchois sur le gazon. Selon des chercheurs de l'université de Californie, ce comportement serait dû au fait que les anchois dont les oiseaux s'étaient nourris auraient eux-mêmes consommé une algue, *Pseudonitzschia australis*, productrice d'une neurotoxine, l'acide domoïque. Algue qui prolifère périodiquement...

149 F TTC VERTIGE ASSURÉ !

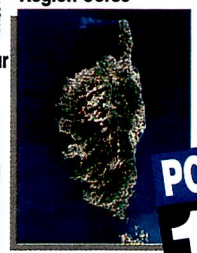
Région Rhône-Alpes



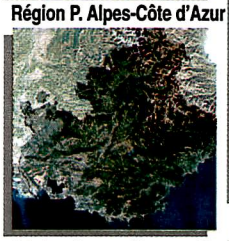
Région Bretagne



Région Corse



Région P. Alpes-Côte d'Azur



Région Aquitaine



Région Basse-Normandie



LE POSTER DE VOTRE REGION
Format 60x80 cm 120 FTTC



Les premières images satellite de la France et de ses 22 Régions dans toute leur vérité, en couleurs naturelles.

Des images pédagogiques et riches d'informations.

Pour mieux comprendre la France, éloignez-vous de 800 km! Voici en posters, vu de l'espace, le portrait le plus exact et magnifique de notre pays : la France entière, 22 gros plans sur ses Régions administratives, ou plus de 15 zooms extrêmement précis. Les images de la France réalisées par M-SAT Éditions sont une première européenne : 40 prises de vues satellite mosaïquées sous forme numérique, des milliers d'heures de calculs informatiques, pour des documents d'une qualité et d'une beauté exceptionnelles. Leur compréhension est immédiate grâce aux couleurs réelles des fleuves, reliefs, forêts, zones urbaines... Dans les posters des Régions et des zooms apparaissent les routes, parcelles cultivées...

Seules les images satellite de M-SAT sont en vraies couleurs naturelles, méfiez-vous des imitations. Numéro 1 de l'édition d'images satellite, M-SAT est présent dans 8 pays d'Europe.

M-SAT Editions - rue Jean Claret - 63063 Clermont-FD

Baie du Mont Saint-Michel



Les magnifiques fonds marins autour du site le plus visité de France.

NOUVEAU
LES ZOOMS GEOGRAPHIQUES

Une collection unique de vues très rapprochées du territoire, et d'une redoutable précision

Format 50x70 cm, pelliculage brillant, 120 FTTC l'unité.

Toulon et sa Région



Le spendide Massif des Maures, et, toutes proches, les Iles d'Hyères.

RECEVEZ CHEZ VOUS CES DOCUMENTS D'UNE BEAUTÉ EXCEPTIONNELLE, COMMANDEZ VITE LE SPECTACLE GRANDIOSE DE LA FRANCE VUE DE SATELLITE

Bon de commande à retourner à : M-SAT Editions - rue Jean-Claret - 63063 Clermont-Ferrand - **LIVRAISON SOUS 48 HEURES DES RECEPTION DE VOTRE COMMANDE**

Nom ..... Prénom ..... Adresse .....

Code Postal ..... Ville ..... Téléphone.....

SCV 10/95

Oui, je commande le poster géant de la France vue de satellite en couleurs naturelles, format 100x110cm, papier pelliculé brillant :
149 FTTC x ..... = ... FTTC
et je n'oublie pas les frais d'envoi.
Je commande avant le 31 octobre 1995, je reçois en cadeau une image satellite 40x60 cm :
Je choisis : ❑ Paris et sa région ❑ Camargue
❑ Léman Mt Blanc

Je commande aussi les posters satellite suivants des Régions administratives dans leur intégralité, en couleurs naturelles
Format 60x80 cm, papier brillant.

Alsace	X .... ex.	Lang.Roussillon	X .... ex.		
Aquitaine	X .... ex.	Limousin	X .... ex.		
Auvergne	X .... ex.	Lorraine	X .... ex.		
Basse-Normandie (60x70 cm)	X .... ex.	Midi-Pyrénées (60x65 cm)	X .... ex.		
Bourgogne	X .... ex.	Nord-Pas de Calais	X .... ex.		
Bretagne	X .... ex.	Pays de Loire (60x68 cm)	X .... ex.		
Champ.Ardenne	X .... ex.	Picardie(60x75cm)	X .... ex.		
Centre	X .... ex.	Poitou-Charentes	X .... ex.		
Corse	X .... ex.	P.A. Côte d'Azur	X .... ex.		
Franche-Comté	X .... ex.	Rhône-Alpes (60x65cm)	X .... ex.		
Haute-Normandie	X .... ex.				
Ile de France	X .... ex.				

soit.....posters des Régions x 120 FTTC=.....FTTC

❑ La Suisse (70x100cm) 150 FTTC x.....=.....FTTC

❑ Le Portugal (55x80cm) 139 FTTC x.....=.....FTTC

ZOOMS GEOGRAPHIQUES

Oui, je commande les zooms géographiques suivants :

- format 50 x 70 cm, papier pelliculé, à 120 FTTC l'unité :

La Manche (Lordas-Le Hève)	X .... ex.	Finistère Sud	X .... ex.
Baie de la Seine	X .... ex.	Quiberon-Gotte du Morbihan	X .... ex.
Le Cotentin	X .... ex.	La Baule-Noirmoutier	X .... ex.
Baie du Mt St Michel	X .... ex.	Toulon et sa région	X .... ex.
Côtes Granit Rose-Goëlo	X .... ex.	Aix-Marseille	X .... ex.
Finistère Nord	X .... ex.		

soit.....zooms x 120 FTTC =.....FTTC

- format 40 x 60 cm, papier brillant, à 90 FTTC l'unité :

La Camargue	X .... ex.	Noirmoutier	X .... ex.
Lac Léman-Mt Blanc	X .... ex.	Paris et sa région	X .... ex.
Lourdes-Gavarnie	X .... ex.		

soit.....zooms x 90 FTTC =.....FTTC

Frais d'envoi (livraison sous tube cartonné) :
COLISSIMO France Métropolitaine - Réception J+2 - 45 FTTC
Hors France Métropolitaine 60 FTTC

Montant total de la commande = ...FTTC

❑ Je joins à ma commande mon règlement par chèque à l'ordre de M-SAT Editions.
❑ Je préfère régler par carte bancaire. N° de carte :

Expire fin : ⌊⌊⌊⌊ Date et signature indispensables.

NEUROSCIENCES

Des pas dans la mémoire

Lorsque nous marchons, notre cerveau ne se contente apparemment pas de mémoriser une suite de positions entre deux points de l'espace : il semble véritablement "simuler" le mouvement qu'il a subi. C'est ce que suggèrent les travaux du Pr Alain Berthoz et de son équipe au Collège de France.

Ces chercheurs ont réalisé des expériences dans lesquelles ils ont privé des individus de la vue et des sensations procurées par la marche, en leur bandant les yeux et en les asseyant sur un robot mobile semblable à un fauteuil roulant, celui-ci se déplaçant soit automatiquement, soit sous le contrôle du sujet.

Soumis d'abord passivement à des déplacements en ligne droite de 2 à 10 m, la personne est ensuite capable de conduire le fauteuil pour qu'il parcourt à nouveau le même trajet. Le sujet est toutefois généralement incapable de donner une bonne évaluation de la longueur du déplacement. Même lorsque sa durée est maintenue constante quelle que soit la distance parcourue, la personne reste capable de répéter le bon trajet, non seulement en distance mais aussi en temps.

Pour les chercheurs, notre cerveau collecterait les informations fournies par l'appareil vestibulaire, situé dans l'oreille interne, qui intervient dans l'équilibre, et par les vibrations et les pressions perçues par la peau. A partir de ces éléments, il élaborerait un modèle du mouvement effectué. J.-L. S.



Nu descendant un escalier par M. Duchamp/Philadelphie musée

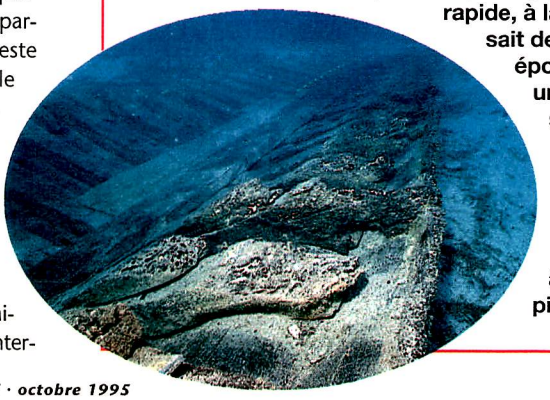
Marcel Duchamp, avec son *Nu descendant l'escalier*, avait pressenti ce que révèlent les travaux du Dr Berthoz : tout le mouvement de la marche est mémorisé.

I. Israël/CNRS-LPPA

ARCHÉOLOGIE

A L'ABORDAGE !

Chasseurs de baleine et pirates, tels étaient sans doute les marins du navire du XV^e^ siècle fouillé dans la baie de Cavalaire (Var) par Marion Delhaye (Association pour les fouilles archéologiques nationales) et Roger Lequément (département des recherches archéologiques sous-marines). Le bateau, contenant des os de baleines débités, est beaucoup trop armé pour être un simple navire de commerce (8 canons et de nombreux boulets, flèches d'arc, carreaux d'arbalète et lames d'épée). Maintes fois pillée, l'épave, qui passait pour être du XIX^e^ siècle, s'est avérée unique et surprenante. Les bateaux du Moyen Age que l'on a retrouvés sont en effet fort peu nombreux, et celui-ci, avec son équipement bien conservé et assez complet (gréement, ancre, gouvernail), date en outre de l'époque où, en matière d'architecture navale, on est passé de la construction à clin (planches se chevauchant) à celle à franc bord (planches jointives). Long (environ 25 m), fin et rapide, à la différence de ce que l'on sait des bateaux de cette époque, ce navire ressemble à un bateau basque du XVI^e^ siècle retrouvé au Canada ; les Basques dont on sait qu'ils étaient au Moyen Age non seulement spécialisés dans la chasse à la baleine mais aussi pirates. C. C.



M. Derain/Ceramc

NEUROLOGIE

Mots pour rire, mots pour pleurer

Toutes nos perceptions – mots, sons, images – sont connotées instantanément par notre cerveau. C'est la thèse que défendent John Bargh, un psychologue de l'université de New York, et ses collègues, en se fondant sur les résultats de tests auxquels ils ont soumis plus de mille personnes. Ainsi, un mot n'arrive pas à notre cerveau comme une simple définition du dictionnaire, mais prend inconsciemment une valeur plus ou moins positive ou négative. Le plus étonnant, c'est que ces jugements automatiques *a priori* se manifestent à propos de toute chose et même pour des mots dépourvus de signification (Juvalamu est très apprécié des oreilles anglaises...).

La méthode de présentation des mots ou des images a permis de montrer que cette évaluation se fait à l'insu du sujet, en moins d'un quart de seconde.

Pourquoi ne pas utiliser cette technique pour déterminer les idées préconçues que chacun d'entre nous peut avoir? A propos du racisme, par exemple... Un détecteur de convictions, en quelque sorte. Mais Bargh s'empresse d'ajouter que les résultats devront être corroborés par d'autres moyens, car la pensée consciente, la réflexion peuvent neutraliser de telles attitudes inconscientes. On a eu peur...

UNE COURONNE DE DIAMANTS

● Nous marchons sur un matelas de diamants. D'après les travaux de l'équipe japonaise de Eiji Ohtani, il y a 4 milliards d'années, tous les cristaux de diamant dispersés dans le globe se seraient regroupés en une seule couche à 600 km de la surface, pour des raisons de densité, de température et de pression. Attendez confirmation avant de vous lancer à la recherche de ce trésor enfoui.

L'APPEL DU GOUFFRE

Grâce aux mesures de grande précision effectuées par les satellites GPS (global positioning system), F. Taylor et B. Schutz, de l'université du Texas, ont pu mesurer en temps réel les mouvements de l'écorce terrestre. Le point le plus rapide de notre planète serait l'île de Niuatoputapu, dans l'archipel des Tonga. Cette île du Pacifique Sud se déplace à la vitesse de 25,4 cm par an. Tout ça pour finir engloutie dans la fosse qui longe les Tonga...



COSMOLOGIE

Le tueur de dinosaures cerné

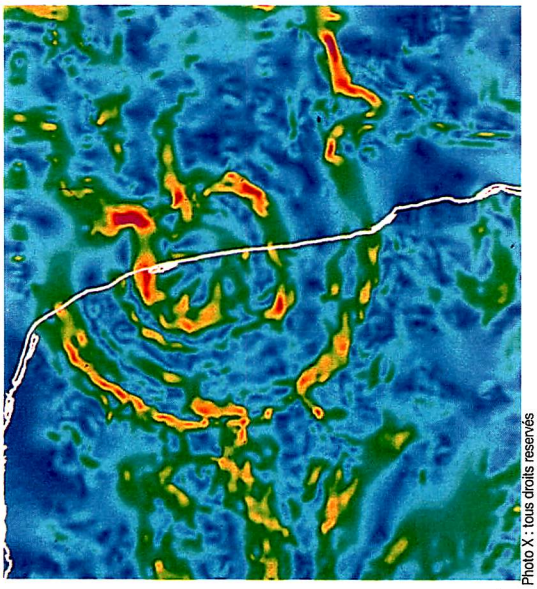
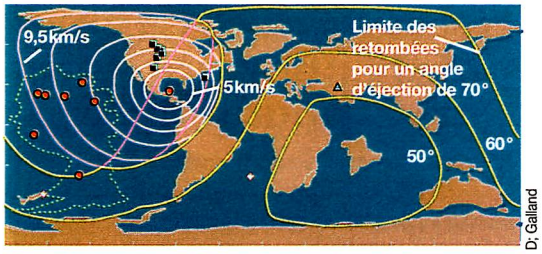


Photo X : tous droits reservés



D. Galland

Lors de son impact dans le golfe du Mexique (photo), la météorite de Chicxulub a soulevé des projections. Ici, la répartition des retombées en fonction de la vitesse d'éjection (en rose) selon un angle de 70°.

L'étau se resserre autour de la météorite jugée responsable de la disparition des dinosaures il y a 65 millions d'années. Jusqu'ici, les scientifiques n'étaient même pas d'accord sur la taille du cratère qu'elle a causé en chutant au large du Yucatan dans le golfe du Mexique. Alors que sur la Lune il est facile de mesurer la distance qui sépare les remparts d'un cratère, sur Terre les choses se compliquent car l'érosion et de nombreuses couches de sédiments viennent en altérer les contours. Aujourd'hui, des planétologues ont réussi à estimer de manière fiable le diamètre du cratère à 180 km. Il aurait été creusé par un bolide d'environ 10 km de diamètre arrivant à la vitesse de 24,6 km/s.

Il reste cependant à savoir si un tel impact est réellement à l'origine de la grande extinction observée à la fin du Jurassique. Pour cela, Walter Alvarez, géologue de l'université de Californie à Berkeley, a réuni toutes les données et modélisé les retombées du choc. Il en déduit que, si tel est le cas, autour du point d'impact les couches géologiques de la limite crétacé-tertiaire devraient contenir des concentrations d'irridium (qui se trouve en abondance dans certaines météorites) et de quartz choqué (formé lors du choc). Ces matériaux, éjectés lors de la catastrophe, devraient se trouver non seulement autour du site de Chicxulub mais également très loin de là, sur d'autres continents. Compte tenu de la rotation de la Terre, seule une zone centrée sur l'océan Indien, comprenant une grande partie de l'Afrique et la totalité de l'Inde (qui était alors une île) devrait ne pas avoir reçu d'irridium et de quartz choqué. Alvarez propose de valider sa théorie en faisant des prélèvements partout dans le monde. P. H.

ERRATA

Dans l'article sur Hiroshima (n° 935, p. 77), trois erreurs se sont glissées : la vitesse de l'onde de choc était de 1000 km/h, la bombe a dégagé 60.10^{12} joules et la première bombe H a libéré une énergie de 15 mégatonnes. Que nos lecteurs veuillent bien nous excuser.

ASTRONOMIE

AURORE SOMBRE SUR SATURNE

Le télescope spatial *Hubble* vient de découvrir une formation atmosphérique ovale sombre entourant le pôle nord de Saturne.



Cette structure coïncide exactement avec une aurore détectée par la sonde *Voyager*. Jusque-là, les astronomes pensaient que ces concentrations d'aérosols pouvaient être causées par des bombardements de micrométéorites ou par de la photochimie. Grâce à cette nouvelle observation, il apparaît que l'ovale sombre est dû au champ magnétique de la planète.

COUP DE JEUNE DANS LA CÔA

● Décidément, les années valsent dans la préhistoire. Si les peintures de la grotte Chauvet se sont avérées nettement plus anciennes qu'on ne le supposait, les gravures de la vallée de la Côa, au Portugal, elles, se révèlent beaucoup plus récentes... et pas du tout préhistoriques! Alors que tous les spécialistes estimaient leur âge à 20 000 ans d'après leur style, les analyses effectuées par deux laboratoires indépendants ont tranché : pas plus de 3 000 ans. Une mauvaise nouvelle pour ceux qui voulaient protéger le site de la noyade (voir *Science & Vie* n° 934, p. 16). Un résultat qui remet en cause la validité des âges de la grande majorité des grottes ornées, estimés à partir du style des représentations. Mais cette datation ne fait pas l'unanimité chez les spécialistes d'art rupestre.

■ Ont collaboré à cette rubrique : Hoàng Kiêù-An, Catherine Chauveau, Philippe Henarejos, Christiane Holzhey, Jean-François Robredo, Jean-Luc Siegel et Emilie Sueur.

ETHOLOGIE

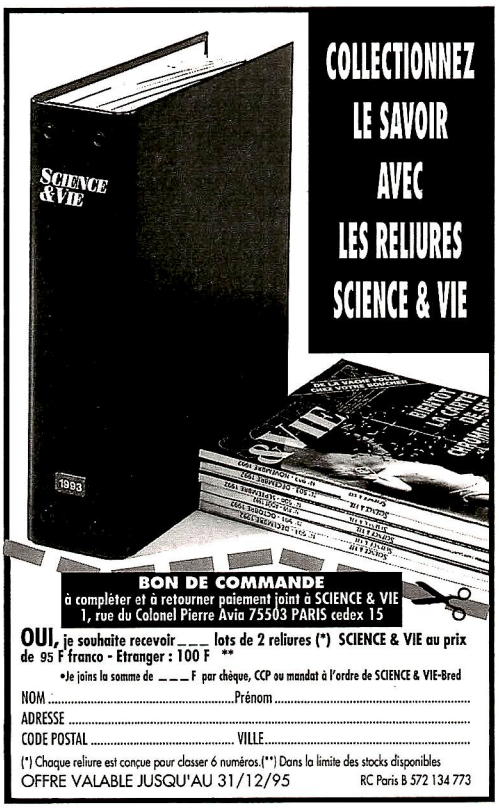
Le tam-tam des éléphants

● Si les éléphants barissent à rendre sourd, ils communiquent aussi par des fréquences sonores quasi inaudibles pour nous, entre 14 et 34 Hz. Une équipe de scientifiques américains et africains a montré que la portée des signaux peut atteindre plus de 10 km, suivant la dureté du sol, la densité de la végétation, le relief et le climat.

Une heure avant le coucher du soleil, l'air chaud monte et la température est maximale à quelques mètres au-dessus du sol. Il se forme alors une zone d'inversion qui réfléchit les sons basses fréquences vers le bas. Ce "canal" compris entre le sol et cette zone permet une transmission optimale des signaux. Les éléphants choisissent ce moment pour émettre leurs messages. Cette télécommunication est plus efficace en saison sèche, elle permet alors le maintien du contact entre les animaux, qui se dispersent à la recherche de nourriture. ■



P. Boulat/Cosmos



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

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

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

NOM ..... Prénom .....

ADRESSE .....

CODE POSTAL ..... VILLE .....

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

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

NOUVEAU ! 100 % Français

JEU MYTHOLOGIQUE PÉDAGOGIQUE
EN QUADRICHROMIE DESSINÉ A LA MAIN (modèle déposé)

Découvrez la culture Egyptienne sur le parcours du Nil aux 53 symboles (scènes de la vie, animaux, objets...).
– Il faut gagner sa hiérarchie (Pharaon, Princesse, Prêtre...) sous l'influence des Dieux (Thot, Anubis, Seth), des Pharaons (Ramsès II, Dsoser...), du Scribe et ses hiéroglyphes. Cartes et valeurs conduisent après la « Pesée des Ames » dans les mystères de la Pyramide à degrés de Sakkarah.
– Décryptage de 50 cartes hiéroglyphiques ; de l'alphabet avec l'aide de la « Pierre de Rosette », écrivez 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 de passion.
– D'après les œuvres de J.F. Champollion, les œuvres mythologiques Egyptiennes et le musée du Louvre. A partir de 8 ans...

L'EGYPTIEN®

270 F

Vente toute l'année uniquement par correspondance

Double plateau
2 règles de jeu
4 Pierres de Rosette
4 Alphabets (hiéroglyphes)
98 cartes - 2 dés
6 pions (barque)

CREATION

COUPON A RETOURNER A :
LUCAS - SALESSES
AUTEURS EDITEURS
KERMOUREAUD, 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.

*perçue.

4,7% D'ALCOOL.

0% D'AMERTUME*.

Cette bière est un



Karnak. Site archéologique (temple d'Amon) situé sur les ruines de Thèbes. Au mois de juillet, la température moyenne y est de 34°C à l'ombre soit exactement 32°C de plus qu'une K servie à 2°C. Bière pas amère, K est brassée par Kronenbourg ●

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



Young & Rubicam France 95. Ciel : photo Tachon/Campagne-Campagne.

environnement

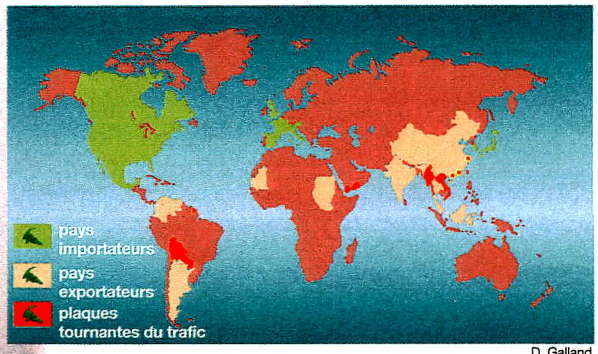
par Didier Dubrana

Dinosaure d'appartement

L'anthropomorphisme américain ne se limite plus aux chiens et aux chats : les voilà qui s'amourachent d'iguanes, cautionnant ainsi le trafic international des reptiles.



P. Suu/Sipa



D. Galland

Les iguanes sont accueillis à bras ouverts dans les maisons américaines, où ils apportent un certain exotisme... mais aussi des germes pathogènes pour l'homme.

Les Américains ont un nouveau joujou. Il ne mord pas, n'incommode pas les voisins, ne laisse pas de poils sur le tapis, a le bon goût d'être végétarien, se love au creux de votre épaule et ferme les yeux quand on le touche. Voilà le portrait sans retouche de la nouvelle coqueluche des Etats-Unis : l'iguane.

Les animaleries américaines importent du Salvador 530 000 iguanes par an, contre 28 000 en 1986. « Les gens veulent autre chose qu'un aquarium à poissons ou à tortues », explique Marray Hussaket, copropriétaire d'un vivarium à Berkeley (Californie). « Avec l'iguane, ils se sentent reconnus et aimés. »

Mais il y a une ombre au tableau – et de taille : ces reptiles grandissent. En deux ans, ils passent de 15 cm à 2 m de long. La mascotte se transforme en véritable dragon. Résultat : plusieurs milliers d'iguanes abandonnés par leurs maîtres échouent chaque année dans les rues ou dans des centres d'adoption. Mais, le plus grave, c'est que les reptiles hébergent dans leurs écailles des germes pathogènes, responsables de salmonelloses et de méningites. De nombreux cas ont été recensés chez les propriétaires, et plusieurs bébés sont morts après que leurs biberons ont été contaminés dans l'évier utilisé pour nettoyer la cage du chéri à écailles. En dépit de cette menace, les iguanes continuent leur conquête de l'Amérique. Il est donc urgent que tonton Spielberg lance une nouvelle mode.

E. M.

36 15 SCV

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

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

PROVENCE À RISQUES

● La Provence a peur, en raison de la concentration des industries à risques (raffinage pétrolier, chimie, sidérurgie…) sur son territoire. Dix pour cent des industries françaises soumises à la directive antipollution Seveso sont situées dans la région Provence-Alpes-Côte d'Azur, et plus particulièrement dans les Bouches-du-Rhône.

DÉPOLLUTION

LA GUERRE DES POTS CONTINUE

Les pots catalytiques ont un inconvénient : ils ne sont opérationnels qu'à 350 °C, soit deux minutes après l'allumage du moteur. Du coup, une grande partie des polluants automobiles s'échappent durant ce laps de temps, sous forme de gaz imbrûlés. L'entreprise américaine Energic veut donc mettre sur le marché un nouvel appareil contenant un hydrure de métal. Lorsque l'automobiliste met le contact, l'hydrure de métal laisse échapper deux grammes d'hydrogène, qui servent à réchauffer le gaz. Ce dernier atteint 400 °C en cinq secondes et réchauffe à son tour le convecteur catalytique, qui fonctionne donc dix secondes après l'allumage. Cette technologie est en concurrence avec les systèmes de radiateurs électriques qui réchauffent également les gaz d'échappement. Pourtant, aucun de ces procédés n'a encore trouvé de débouché dans l'industrie automobile. Mais, si les réglementations sur les gaz d'échappement deviennent plus strictes, David Da Costa, président d'Energic, affirme qu'on verra bientôt ses appareils pour démarrage à froid sur toutes les voitures, en particulier celles équipées d'un moteur V8 (c'est-à-dire la plupart des américaines haut de gamme), « car leur pot catalytique est loin d'être efficace ».

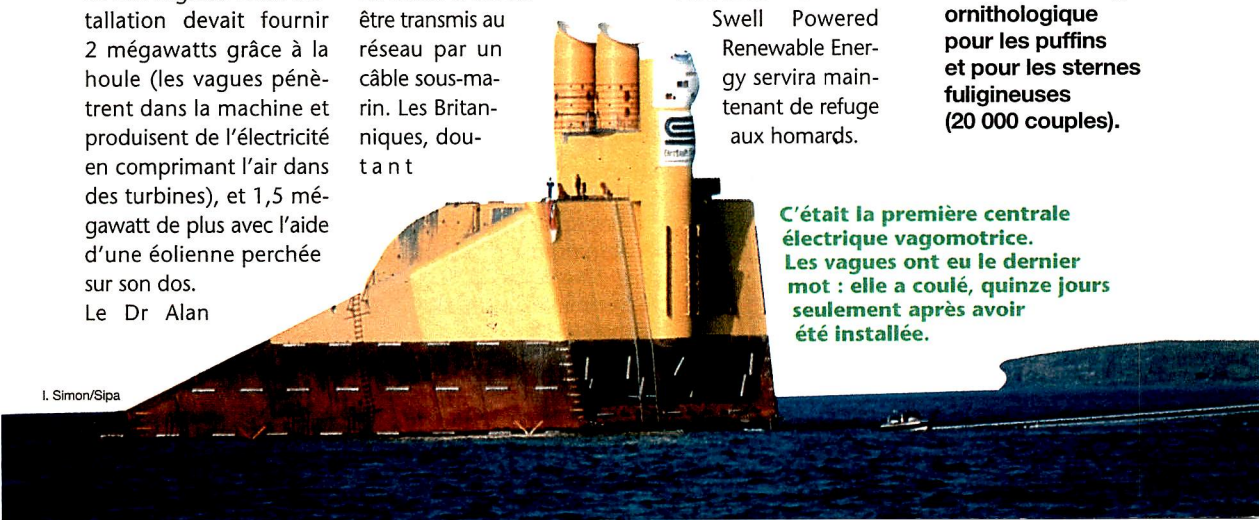
ÉNERGIE

La centrale ne fera pas de vagues

La centrale vagomotrice qui flottait à 400 m au large du port de Dounrey (Ecosse) vient de couler. Il s'agissait de la première centrale électrique au monde à produire de l'énergie en utilisant la force des vagues. Cette installation devait fournir 2 mégawatts grâce à la houle (les vagues pénètrent dans la machine et produisent de l'électricité en comprimant l'air dans des turbines), et 1,5 mégawatt de plus avec l'aide d'une éolienne perchée sur son dos.

Le Dr Alan Wells avait passé cinq ans à mettre au point son engin jaune de 20 m de haut. Il espérait démontrer que ce concept pouvait devenir une nouvelle source d'énergie renouvelable. C'est raté !

Le courant devait être transmis au réseau par un câble sous-marin. Les Britanniques, doutant de la réussite de l'expérience, avaient suspendu le financement depuis seize mois. Le relais financier avait été assuré par l'Union européenne et par un consortium de six sociétés, dont Alcatel-Alsthom. L'Ocean Swell Powered Renewable Energy servira maintenant de refuge aux homards.



C'était la première centrale électrique vagomotrice. Les vagues ont eu le dernier mot : elle a coulé, quinze jours seulement après avoir été installée.

I. Simon/Sipa

Réserve n° 125

La cent-vingt-cinquième réserve naturelle française a vu le jour en Martinique. D'une superficie d'environ six hectares, elle est composée de quatre îlots, Hardy, Percé, Burgeaux et Poirier. Elle sera un refuge ornithologique pour les puffins et pour les sternes fuligineuses (20 000 couples).

FAUNE

L'invasion des kangourous gris

Décidément, rien ne va plus en Australie. Depuis quelques mois, de grands kangourous gris annexent les rues de Canberra, la capitale (300 000 habitants). Ils sont venus de l'Est du pays, où la sécheresse a sévi pendant dix-huit mois ; n'ayant plus rien à se mettre sous la dent, ils ont sauté sur l'occasion pour visiter la capitale.

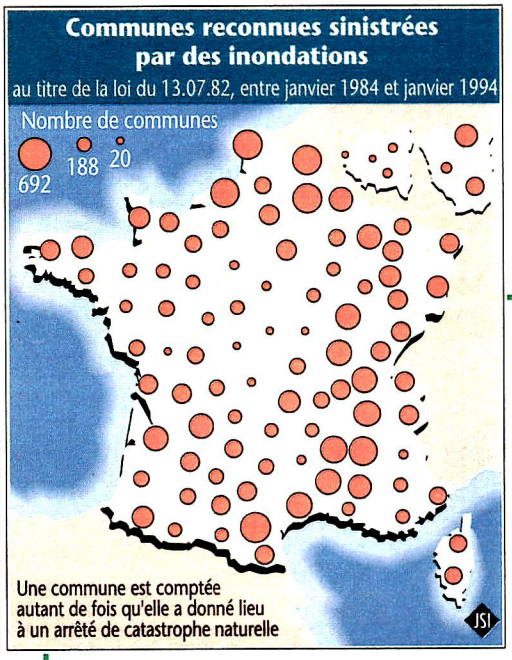
Depuis, c'est le chaos. Les automobilistes ne peuvent plus circuler. Les joueurs de golf du Royal Club ne reconnaissent plus leurs greens saccagés (*oh, dear !*). Et les promeneurs font des rencontres rebondissantes dans les parcs. Pour couronner le tout, les cultures céréalières, les jardins et les poubelles sont mis à sac.

Or, bien que la sécheresse soit terminée depuis deux mois, il est bien difficile de renvoyer à l'est ces intrus qui semblent trouver l'herbe plus verte à Canberra. Résultat : la fièvre monte dans la ville. Les défenseurs des droits des animaux et les écolos se querellent avec les joueurs de golf, les agriculteurs et les automobilistes. La moitié de la ville veut empoisonner les marsupiaux, l'autre moitié veut les protéger. De nombreux mâles ont été castrés. Heureusement, les scientifiques du Committee of Kangaroo Experts ont une solution moins radicale : pratiquer la contraception sur les femelles, en s'inspirant d'une méthode mise au point pour contrôler le nombre croissant de renards et de lapins. Ces animaux venus de l'Ancien Continent prolifèrent en effet anarchiquement en Australie, faute de prédateurs. Quoi qu'il en soit, les Australiens n'ont pas fini de sursauter. E. M.



R. Kirchner/NHPA

Quand les kangourous viennent jouer les Tyson à Canberra, les Australiens sortent leurs gants de boxe.



Source ministère de l'Environnement

LA FRANCE DES INONDATIONS

● Depuis l'automne 1992 et l'hiver 1992-1993, des inondations brutales et souvent dramatiques ont sinistré nombre de communes françaises, recensées dans chaque département par le ministère de l'Environnement.

DES ORCHIDÉES EN BOÎTE

La culture *in vitro* vient au secours des orchidées. Elle a en effet permis la réintroduction de 137 espèces dans leur milieu naturel. De plus, elle devrait endiguer le trafic international, en mettant sur le marché des orchidées cultivées remplaçant les plantes sauvages.

LA VIANDE, INFORMEZ-VOUS

LA VIANDE, SOURCE NATURELLE DE FER

Aujourd'hui, il est de plus en plus reconnu qu'une alimentation bien équilibrée répond à tous les besoins de l'organisme, notamment en vitamines et en minéraux : les bonnes associations permettent de tirer le meilleur parti des aliments.

A propos du fer, où en êtes-vous de vos connaissances ?

Pourquoi avons-nous besoin de fer ?
Nos besoins sont-ils les mêmes à tous les âges de la vie ?
Quelle est la meilleure façon de satisfaire nos besoins ?
Quels sont les aliments contenant le plus de fer ?
Le fer est-il indispensable en période de régime minceur ?



"SCRABBLE" est une marque déposée par J. W. SPEAR.

Autant de questions auxquelles il est important d'apporter, sans plus tarder, les réponses justes.

Savez-vous que la viande est une source privilégiée de fer ?

En effet, ce n'est pas la quantité de fer qui est importante mais la qualité. La viande, qui apporte du fer en quantité modérée, le fournit sous une forme très bien assimilable. Ainsi elle offre une réponse adaptée et sans excès aux besoins en fer de l'organisme. Des menus judicieusement choisis apporteront du fer naturellement présent en quantité suffisante dans certains aliments, comme la viande.

Le Centre d'Information des Viandes fait le point sur les connaissances actuelles se rapportant au thème : "Fer et Alimentation", et vous invite à vous procurer GRATUITEMENT la brochure "La viande, source naturelle de fer".

CIV
CENTRE D'INFORMATION DES VIANDES

LA VIANDE, UN PATRIMOINE QUI BÂTIT LA VIE

PUBLI-INFORMATION

Pour recevoir la brochure du C.I.V. : "La viande, source naturelle de fer" retourner le coupon à R.E.S. - B.P. 1032 - 75873 PARIS CEDEX 18.
Délai d'envoi : quatre semaines (dans la limite des stocks disponibles)

Programme cofinancé par la Commission des Communautés Européennes
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.

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



COMARAL/PROCREA

BIOÉNERGIE

Le pétrole vert de la mer

Les scientifiques du groupe industriel japonais Mitsubishi viennent de découvrir une espèce de plancton qui transforme le gaz carbonique en éthanol (alcool éthylique). Ce végétal, qui s'apparente à la chlorelle, une algue verte unicellulaire, pourrait donc devenir l'une des sources d'énergie de l'avenir.

Le plancton transforme le CO_2 en amidon. Mais, s'il est placé ensuite dans des bacs obscurs et en aérobie, la chimie de la photosynthèse se poursuit par la transformation de l'amidon en éthanol. La surprise vient du fait que ce processus chimique n'a rien à voir avec une fermentation, comme on aurait pu s'y attendre dans un milieu privé d'oxygène.

Tout en ne révélant pas les détails de l'opération, Mitsubishi envisage d'industrialiser la culture de cette algue microscopique (10 micromètres de diamètre), découverte aux environs de l'île Chichijima. Le premier site de production sera installé en Arabie saoudite, où l'entreprise construira des bassins de culture d'algues "dopées" par le soleil tropical de la région. Les algues seront ensuite transférées dans des réservoirs obscurs qui se transformeront en citernes à éthanol.

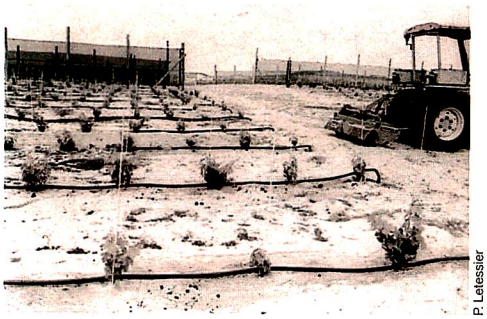
Une cousine de la chlorelle joue les alchimistes : cette algue microscopique transforme le CO_2 en alcool.



Moschetti/Réa

RALLYE ÉLECTRIQUE

● Douze véhicules équipés de batteries Saft ont participé, l'été dernier, au premier rallye scandinave de voitures électriques. Filiale du groupe Alcatel-Alsthom, Saft confirme ainsi son engagement dans les recherches destinées à améliorer la voiture électrique.



P. Letessier

LE VIN DES ROIS

● Nicolas Tison, Landais de pure souche, replante des vignes sur ses dunes natales de Capbreton ! C'est à la fin du XIII[e] siècle que les chevaliers de Malte avaient introduit les premiers cépages dans les dunes landaises. Le vin, qui faisait 17 ou 18 degrés, était expédié vers les cours d'Angleterre, de Hollande, d'Espagne et, bien sûr, vers la table de Louis XIV.

BOTANIQUE

LE CO_2 DOPE L'ADN DES PLANTES

Dans un article publié par la revue anglaise *Nature* (vol. 376), M. Jasienski et F. A. Bazzaz, chercheurs au Department of Organismic and Evolutionary Biology de l'université Harvard (Massachusetts), expliquent que l'augmentation de la taille du génome (volume d'ADN par cellule) des plantes est proportionnel à l'accroissement du taux de CO_2 dans l'atmosphère. Le gaz carbonique serait aux plantes ce que l'épinard est à Popeye. Les chercheurs sont arrivés à cette conclusion en soumettant des lots de plantes à des concentrations différentes de CO_2. Les plantes placées dans des atmosphères à forte concentration gazeuse verraient leur activité photosynthétique (transformation du CO_2 en énergie vitale) augmentée. Or, cela n'est possible que par la multiplication du nombre des enzymes responsables de la photosynthèse. Pour que le CO_2 soit transformé en énergie, il faut en effet l'intervention d'une enzyme qui coupe la molécule de dioxyde de carbone, libérant ainsi de l'énergie. Comme les enzymes sont produites dans la cellule grâce aux informations contenues dans son génome, il faut que le nombre de sites producteurs d'enzymes croisse en proportion sur l'ADN.

R. I.

Tous les hommes d'affaires vous le diront,
en 1ère classe, ils ont plus de place pour déplier leurs dossiers.



TGV Paris Bordeaux
2H57

36 15 SNCF (1,01F la minute).

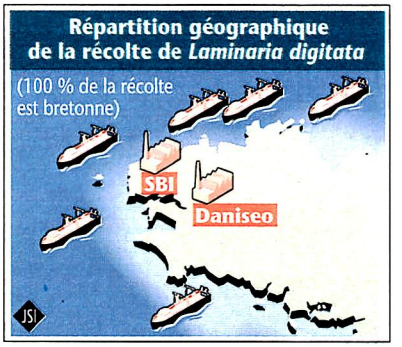
De la place plus qu'il n'en faut, de l'air frais juste ce qu'il faut, un déjeuner comme il faut, assis confortablement à sa place. Voyager en 1ère classe TGV n'est pas un luxe, c'est une façon de voyager : pas de bousculade, pas de temps perdu, pas de bruit. Que du confort, mais aussi 17 aller-retour par jour entre Paris et Bordeaux. Soyez les bienvenus.

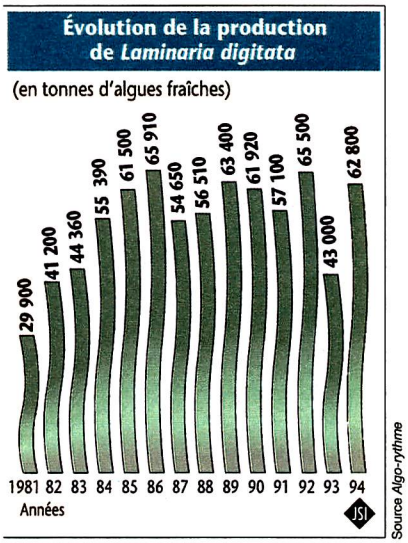
À NOUS DE VOUS FAIRE PRÉFÉRER LE TRAIN.

SNCF

ENFER THAÏLANDAIS

● Triste record pour Bangkok : selon les Nations unies, la capitale thaïlandaise mérite la palme de la ville la plus polluée du monde (devant Mexico et Le Caire). Dans cette métropole de 150 km², 8 millions d'habitants circulent dans 2,3 millions d'automobiles et sur 1,2 million de motos – à guère plus de 5 km/h. Chaque jour, 1 500 nouvelles voitures viennent polluer les rues de la "Venise de l'Orient". 23 000 usines lâchent leurs 7 500 tonnes quotidiennes de déchets en tout genre... Dans les 11 000 bus datant des années soixante-dix, 40 % des usagers présentent des symptômes d'intoxication chronique : étourdissements, nausées, troubles de la vue... Et 50 % des agents de la circulation souffrent, au mieux, de congestions, au pire, de cancers...





Source Algo-rythme

AQUACULTURE

L'algue vaut de l'or

La France est le quatrième producteur d'alginates du monde, après les Etats-Unis, la Chine et la Norvège. Les deux sociétés françaises SBI (Lannilis) et Danisco Ingredients Landerneau se partagent un marché de 3 000 tonnes d'algues fraîches *(Laminaria digitata)*, récoltées essentiellement sur les côtes bretonnes.

Cette production, employée dans des secteurs aussi variés que le textile (épaississant pour la pâte contenant le colorant), l'agroalimentaire (épaississant, gélifiant) ou la pharmacie (agent dispersant pour comprimés), représente un chiffre d'affaires de 1 milliard de francs. Une bonne raison pour surveiller les pétroliers qui empruntent le rail d'Ouessant.

■ Ont collaboré à cette rubrique : Emmanuelle Muller et Roman Ikonicoff.

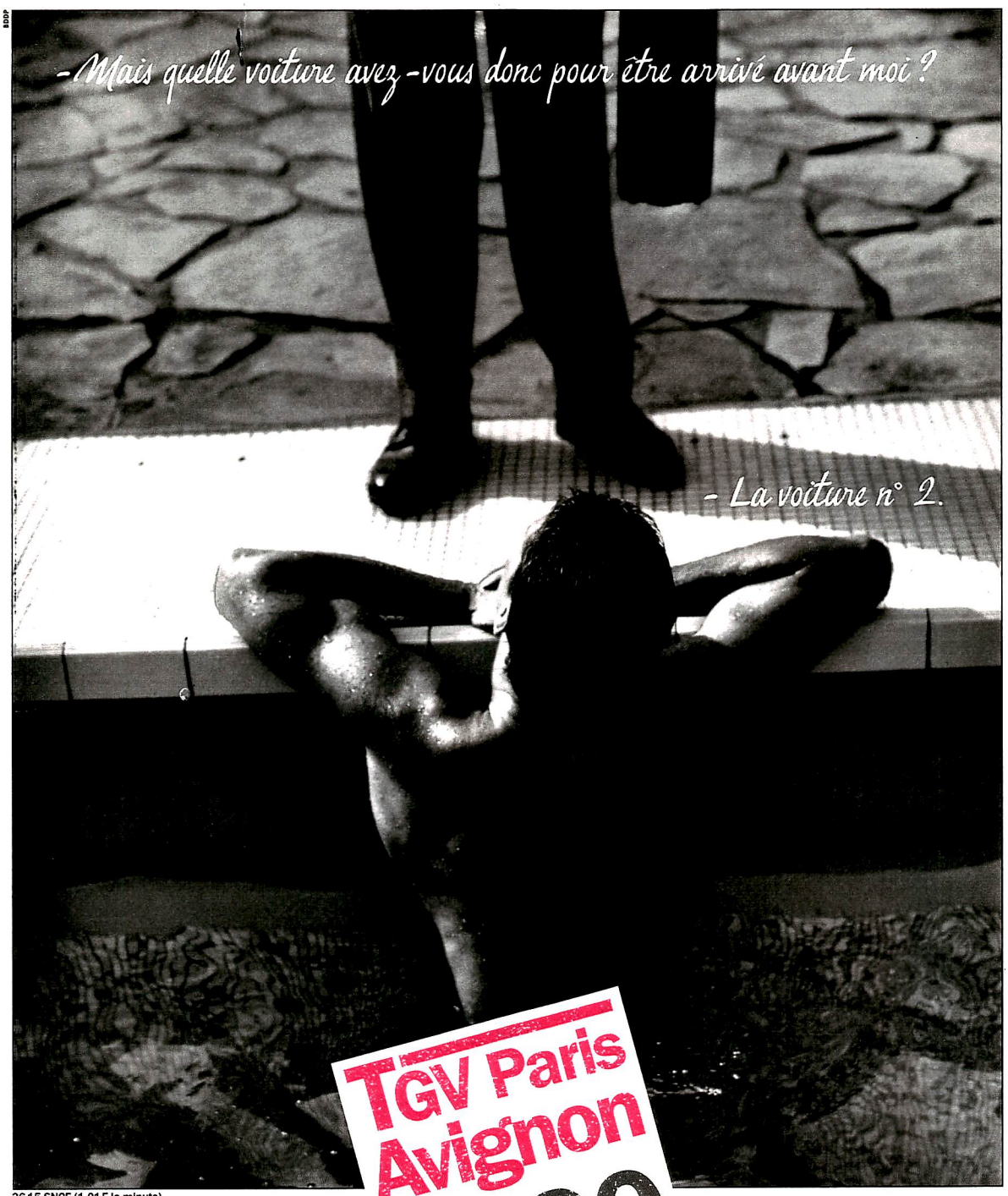
FAUNE

Les chauves-souris n'aiment pas le sodium

Les pipistrelles, chauves-souris européennes, adorent les réverbères fonctionnant à la lampe à mercure (qui émettent dans le bleu et l'ultraviolet). Elles y trouvent leur pâture, les nombreux insectes attirés par la lumière. Mais, pour des raisons d'économies d'énergie et d'environnement, ce mobilier urbain disparaît. Il est remplacé par des lampes à sodium, que dédaignent les insectes et donc les pipistrelles. Selon Jens Rydell, de l'université de Lund (Suède), on pourrait ainsi voir disparaître les chauves-souris en ville. R. I. ■



J.P. Varin/Jacana



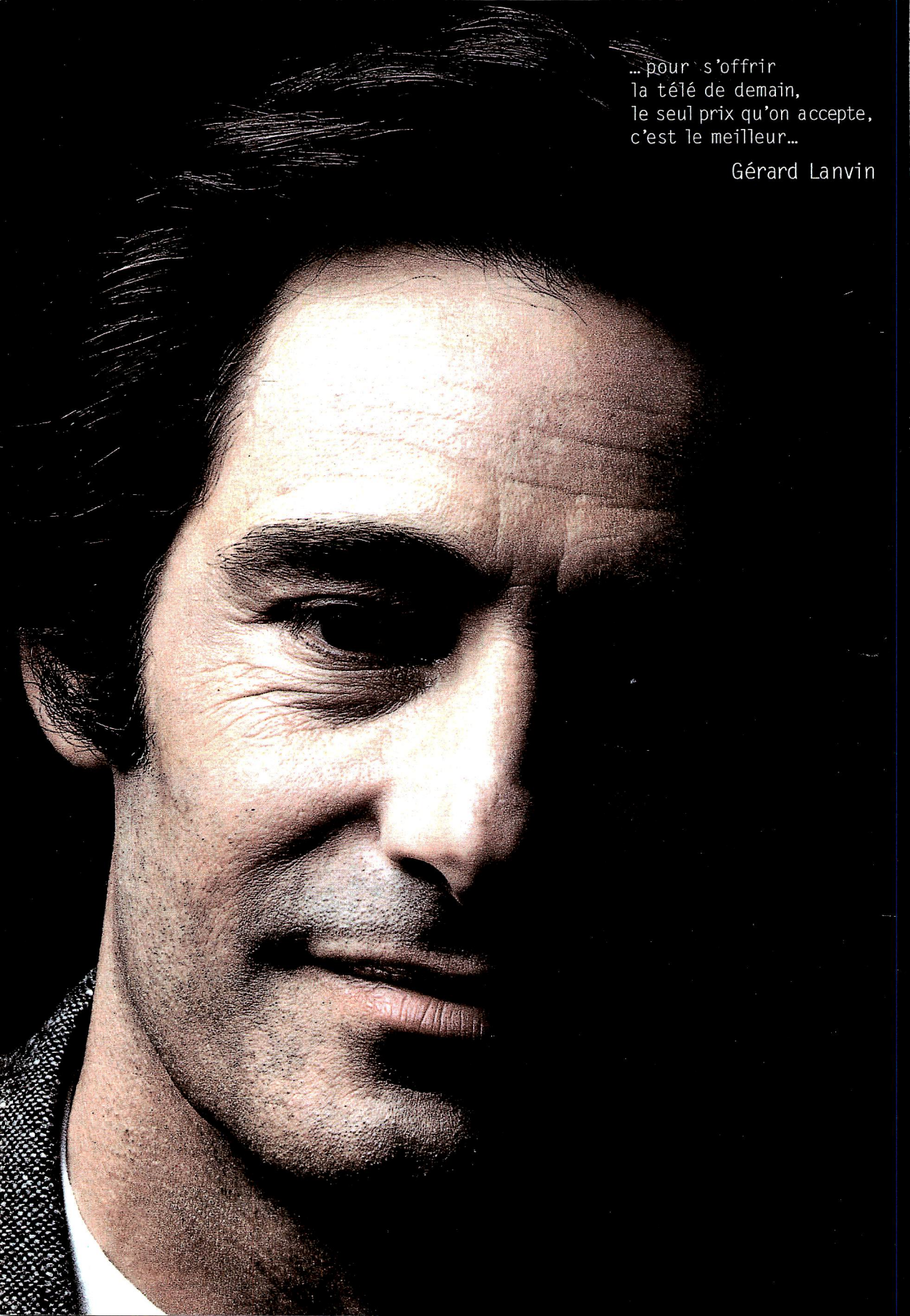
3615 SNCF (1,01 F la minute).

TGV Paris Avignon 3H20

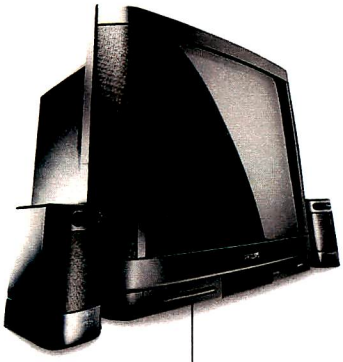
La dernière fois que vous êtes allé à Avignon en voiture, vous souvenez-vous de l'état de fatigue dans lequel vous êtes arrivé ? Avec le TGV, non seulement vous allez plus vite mais en plus vous partez quand vous voulez car vous avez 10 aller-retour entre Paris et Avignon et 3 pour l'Ile de France. Alors pour votre prochain séminaire, oubliez votre voiture.

À NOUS DE VOUS FAIRE PRÉFÉRER LE TRAIN.

SNCF


… pour s'offrir
la télé de demain,
le seul prix qu'on accepte,
c'est le meilleur…
Gérard Lanvin

EURO RSCG D.10



l'Avenir c'est bien mais pas à n'importe quel prix

L'avenir, l'avenir... bien sûr qu'on en veut tous de l'avenir.
Un avenir beau comme une télé 16/9ème et Son Dolby Pro Logic avec télécommande pour zapper tout c'qui nous gonfle.
Magnifique !
Et on est prêt à payer pour ça.
Mais attention. Pas n'importe quel prix. Pour s'offrir la télé de demain, le seul prix qu'on accepte, c'est le meilleur.
Et ça, chez Connexion, ils l'ont bien compris. La preuve, ils ont inventé un truc : observatoire de la concurrence ça s'appelle. Avec ça, ils connaissent au jour le jour les tarifs pratiqués par les autres. Et ils s'alignent toujours sur le prix le plus bas. Mais là où ils font très fort, c'est que si jamais en fouinant bien tu trouves encore moins cher, ils te remboursent la différence*.
Voilà ce que j'appelle des mecs qui en ont.
Du génie je veux dire.

Connexion rembourse la différence

Pas d'avenir sans connexions

CONNEXION

TV • HIFI • VIDEO • MENAGER • AVENIR

*Voir conditions en magasin. *Espace ménager disponible selon les points de vente.*



Photos Mercedes-Benz

La nouvelle jeunesse du lin



Du lit de nos grand-mères aux nouvelles portières automobiles, le bon vieux lin a fait du chemin...

Léger, non toxique, recyclable et résistant, le lin révèle aujourd'hui de surprenantes propriétés technologiques.

L'utilisation du lin comme matériau technique n'est pas nouvelle mais, jusqu'à présent, l'irrégularité des fibres freinait son emploi à grande échelle. Les chercheurs allemands viennent de développer une méthode d'obtention de fibres de qualité constante.

Daimler-Benz va ainsi pouvoir introduire des couches de lin enduites de résine dans la structure des portes de ses véhicules. Avantage : un allègement de 30 % par rapport au coton jusqu'ici utilisé et un recyclage pouvant atteindre le taux de 85 %.

Plus intéressant encore, la combinaison de matières plastiques (comme le polyester) avec le lin conduirait à des matériaux aux propriétés supérieures à celles des fibres de verre : non-toxicité, flexibilité, et résistance à l'usure.

C.H.

"SECRETS" JAPONAIS DÉVOILÉS

● Implanté en Alsace depuis 1968, Sony dévoile aujourd'hui ses secrets, proposant des stages de perfectionnement "à la japonaise" (méthode Kaizen, zéro défaut, boîtes à idées, etc.). Ces stages, subventionnés par le ministère français de l'Industrie, ont d'abord été réservés aux PME sous-traitantes de Sony. Mais la firme accueille actuellement, pour la somme de 300 F par personne, 165 cadres venus de tous les horizons. Des journées d'assistance technique sont prévues pour passer de la théorie à la pratique.

AUTOMOBILE

Pour ne plus polluer sans le savoir

Les voitures, lorsqu'elles sortent des ateliers de fabrication, respectent, bien sûr, les normes d'émission des gaz nocifs. Mais des incidents de fonctionnement minimes (ratés d'allumage ou utilisation d'essence plombée) dégradent rapidement les réglages d'origine, sans même que le conducteur s'en aperçoive. De fortes émissions se manifestent alors rapidement. D'où la nécessité de systèmes de contrôle, fonctionnant en "auto-diagnostic", efficaces tout au long de la vie du véhicule.

Ces systèmes sont déjà obligatoires, depuis 1994, sur les véhicules californiens, et le seront dans tous les Etats américains en 1997. Les automobiles européennes en seront probablement toutes équipées à l'horizon 1998.

Un projet commun au constructeur PSA-Peugeot Citroën et à l'équipementier Magneti Marelli France a donc vu le jour. Il met à profit la compétence du constructeur automobile (en ce qui concerne les moteurs) et les qualités d'expertise de l'équipementier dans la mise au point des systèmes de contrôle à pilotage électronique.

Ce projet – qui met en jeu des techniques sur lesquelles, secret industriel oblige, les partenaires restent fort discrets – est proche de son terme.

En 1998, donc, on ne devrait plus pouvoir polluer sans le savoir...



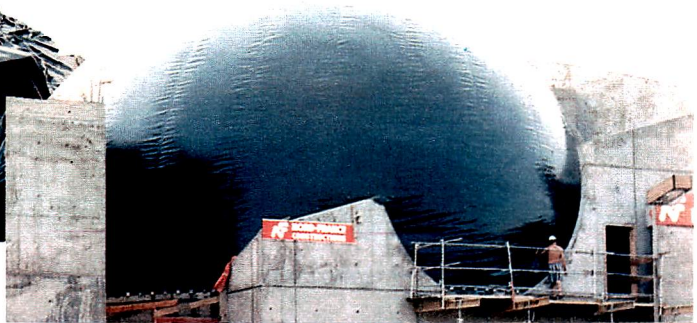
Un système d'auto-diagnostic permet désormais de contrôler les émissions de gaz toxiques d'un véhicule.

ARCHITECTURE

PLANÉTARIUM GONFLABLE

■ **Le planétarium du Centre régional de promotion de la culture scientifique, technique et industrielle Nord-Pas de Calais est le premier à utiliser une technique entièrement nouvelle, "Dôme-Concept". Le gonflage de ce planétarium a donné naissance à une structure de 17 m de diamètre, qui culmine à 17,50 m.**





Photos C. Bonamis/Mairie de Villeneuve d'Asq

L'EUROPE FAXE THERMIQUE

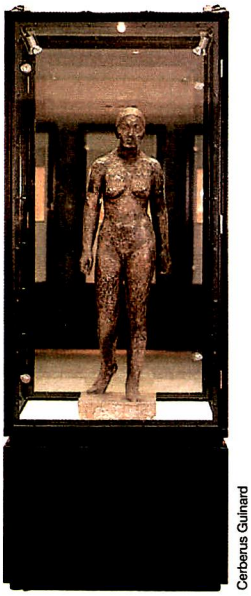
● Corimex, filiale du papetier Aussedat Rey, évalue la production européenne de papier thermique à 105 000 tonnes pour 1994 et prévoit une augmentation de 15 % pour 1995. Ce papier thermique représente 80 % du marché du "papier fax". Les 20% restants, vont au *plain paper*, papier ordinaire, utilisé par les seules grandes entreprises.

SÉCURITÉ

Attention ! vitrines sous pression

Les vitrines des musées, des bijouteries et autres magasins protégeront désormais plus efficacement les trésors qui leur sont confiés. Le "DV 451", nouveau système de surveillance imaginé par Cerberus-Guinard, utilise les variations de pression à l'intérieur de la vitrine pour déceler une ouverture de celle-ci.

Si toutes les vitrines étaient étanches, la solution serait relativement simple : en effet, quelles que soient sa taille et sa forme, une vitrine d'exposition renferme un volume d'air connu. Il suffirait de la mettre sous pression, une chute de cette pression déclenchant l'alarme. Mais voilà, les vitrines ne sont pas étanches...



Cerberus Guinard

Cette vitrine respire ! Si vous tentez de l'ouvrir, vous modifierez cette respiration, et alors, gare à l'alarme...

Le DV 451 apporte une solution efficace en s'appuyant sur ce manque d'étanchéité : il tourne la difficulté pour la transformer en avantage. En effet, ce nouveau système crée la pression nécessaire pour faire passer une certaine quantité d'air à travers les interstices de la "boîte", dans un sens puis dans l'autre. Il fonctionne par aspiration et refoulement alternés, comme si la vitrine respirait.

Les variations de pression provoquées par cette respiration constituent un signal rythmique transmis au système électronique de surveillance, qui décèle la moindre modification de signal et déclenche alors l'alarme.

EMBALLAGE

DES SOUDURES PARFAITES GRÂCE AU LASER

■ **Envelopper, fermer et sceller de façon hermétique les appareils électroniques de l'aérospatiale, de la médecine ou du secteur militaire, c'est ce que permet un nouveau procédé de soudage au laser mis au point par une firme britannique. Le laser présente de nombreux avantages : il agit sans contact ; il n'endommage pas les pièces fragiles ; il s'adapte au traitement de métaux et d'alliages normalement difficiles à souder, et peut même unir des métaux différents. Il n'y a aucun apport de métal, la soudure se formant par alliage des métaux à assembler. Enfin, la soudure peut suivre n'importe quel tracé.**



Le laser effectue des soudures étanches entre tous les métaux et tous les alliages (ici, entre des feuilles d'aluminium).

ERRATUM

● Dans notre n° 933 de juin, rubrique "Marchés à saisir", c'est, bien sûr, «pour transporter 1 tonne sur 100 kilomètres», qu'il fallait lire, et non sur 500 kilomètres...



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

INTERACTIVITÉ

La télé, caverne d'Ali Baba

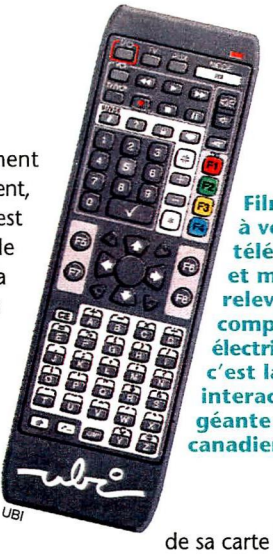
Le Canada s'apprête à lancer la plus grande opération de télévision interactive du monde. Le système UBI (universalité, bidirectivité, interactivité) devrait être opérationnel dans le courant de 1996.

Un décodeur – à peu près de la taille d'un magnétoscope –, directement connectable sur la fiche antenne, se place sous le téléviseur. Une télécommande comportant une manette de jeu et un "miniclavier" permet d'accéder aux différents services. Le boîtier de décodage sera proposé gratuitement, assorti d'une palette de services de base également gratuits.

UBI ne se propose pas de faire uniquement de la vidéo interactive. A terme, d'autres services devraient être disponibles, notamment du télé-achat, des transactions bancaires et de la billetterie. Il fallait donc garantir la confidentialité afin de préserver la vie privée des citoyens canadiens. C'est pourquoi un code de déontologie a été établi sous le contrôle de la faculté de droit de l'Université de Montréal.

Dans la phase initiale, les services offerts gratuitement par UBI comprendront essentiellement du télé-enseignement, dont la demande est forte en raison de l'éparpillement de la population sur un immense territoire.

Les services payants, eux, offriront essentiellement des programmes vidéo à la demande : une sorte de "cybervidéoclub". Avec la télécommande, l'utilisateur sélectionne sur une liste le film qu'il souhaite voir. Le prix de "location" lui est indiqué. Il donne le numéro de sa carte de crédit, et le film est diffusé. Sur le même principe d'achat, l'accès à des banques de données est prévu (par exemple : des banques de jeux vidéo téléchargeables, de textes, d'images, de musique), ainsi qu'à un "courrier électronique".



Films à volonté, télé-achat et même relevé des compteurs électriques : c'est la télé interactive géante canadienne.

A côté de son versant ludique, UBI possède une face utilitaire qui intéresse tout particulièrement Hydro-Québec. La compagnie de distribution électrique se plaint, en effet, de la médiocre rentabilité de son service de relevé des compteurs, toujours en raison de la faible densité de population. UBI pourra donc faire du "télérelevage". Une liaison sera établie entre le compteur électrique de l'habitation et le décodeur, qui transmettra à Hydro-Québec la consommation indiquée.

L'expérience est observée attentivement par France Télécom. Dans les zones câblées, rien ne s'oppose, en effet, à l'utilisation d'un tel système. Mais les Français ont-ils le goût de l'interactivité ? H.-P. P.

SIMULATEURS

UN SYSTÈME ROTATIF POUR TESTER LE MATÉRIEL ÉLECTRIQUE

Les contrôles de compatibilité électromagnétique garantissent que les équipements électriques et électroniques ne perturbent pas les autres appareils par leur rayonnement électromagnétique et qu'ils ne se mettront pas à "dérailler" dans un environnement où le "brouillard électrique" devient de plus en plus dense. Déjà obligatoires dans la plupart des grands pays industriels, ces tests devront obéir à des directives européennes harmonisées à partir de 1996. La société nord-américaine ROLM, à Austin, au Texas, vient de mettre au point un appareil unique au monde, qui simplifie bien des choses : il se met en rotation autour de l'objet testé et supprime ainsi le fastidieux changement de la disposition des instruments de mesure à chaque nouvel essai. Grâce à ce "système rotatif", la procédure de test peut, pour un matériel donné, être réalisée en trente minutes, alors qu'il fallait compter une journée ou plus auparavant.



Pour contrôler les équipements électriques, plus besoin de déplacer un matériel encombrant : cette grosse machine effectue les tests en tournant autour de l'appareil (ici, un standard téléphonique).

TÉLÉCOMMUNICATIONS

Multimédia individuel à bord des avions

Singapore Airlines vient d'inaugurer une nouvelle ère en matière de divertissement à bord des avions, avec l'introduction d'un tout nouveau système multimédia, conçu par la compagnie et par Matshusita Avionics Systems. Ce divertissement est proposé aux passagers des trois classes sur sa flotte de B 747 Megatop.

Le système donne accès à de multiples services grâce à une télécommande installée dans le siège et à un écran vidéo individuel (rétractable en première et en classe affaires, encastré dans le siège avant en classe économie).

D'ores et déjà, les passagers se voient offrir les services suivants : vidéo et audio individuels ; informations interactives sur la destination finale : aéroport d'arrivée, moyens de transport, attractions et calendrier des événements de leur ville de destination (actuellement : Singapour, Amsterdam, Francfort, Hong-Kong, Londres, Los Angeles, San Francisco, New York, Taipei, Tokyo, Zurich et Paris) ; et, enfin, téléphone individuel. A l'exception de ce dernier, tous les services sont gratuits.

Mais ce n'est encore qu'une première phase. En effet, dans les mois qui viennent, seront proposés aux voyageurs toute une gamme de jeux vidéo Nintendo (jeux d'action ou de réflexion) ; un service télétexte d'information en temps réel : bulletins d'actualités et informations financières ; une chaîne de télé-achat interactive : les paiements se feront par carte de crédit et les articles pourront être livrés partout dans le monde ; une totale interactivité en matière de programmes audio et vidéo : les passagers pourront ainsi visionner le film de leur choix, comme sur un magnétoscope.

Dans une troisième phase, enfin, ce système permettra d'effectuer des réservations d'avion, d'hôtel, de voiture, etc. Pourront même être fournies des données telles que les correspondances aux aéroports, ou bien les conditions météorologiques locales.

L'ensemble des appareils B 747 Megatop de Singapore Airlines seront équipés avant la fin de 1996. Un tel équipement représente trois semaines d'installation et coûte près de 3,5 millions de dollars (environ 18 millions de francs). Tous les appareils désormais livrés par Boeing à Singapore Airlines sont équipés d'office de ce système multimédia, ainsi que les appareils A 340 livrés par Airbus Industrie à partir d'avril 1996. ■



Singapour Airlines

Une réservation d'hôtel, le bulletin d'actualités, les jeux vidéo ou le film de votre choix seront bientôt disponibles... Dans un B 747 Megatop de Singapore Airlines.

36 15 SCV

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

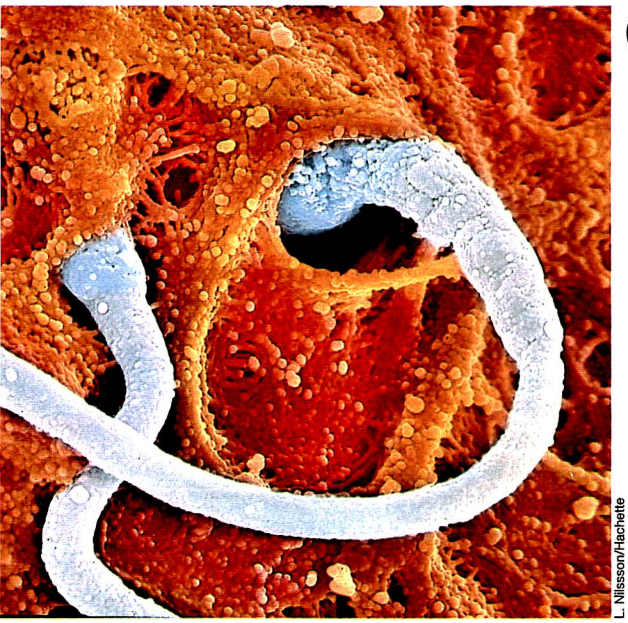
LE CONCOURS EUROPÉEN D'INVENTIONS

● Le Deuxième Concours européen d'inventions de Monaco, destiné aux inventeurs indépendants, aux universitaires et aux entreprises d'Europe, est ouvert, sur le thème de la sécurité des biens et des personnes. Les lauréats retenus seront conviés à la cérémonie de la remise des prix, à Monaco, le 9 décembre prochain, en présence du prince Albert de Monaco et de hautes personnalités européennes du domaine de l'invention. Trois prix seront décernés pour un montant global de 100 000 FF. Renseignements : J.-L. Vincent, Salon international d'inventions de Genève, 8 rue du 31-décembre, CH-1207, Genève (Suisse). Tél. : (41-42) 736 59 49, fax : (42-42) 786 00 96.

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

par Philippe Chambon

Dernières nouvelles du sperme



L. Nilsson/Hachette

Des spermatozoïdes tentent de pénétrer dans l'ovule. Aujourd'hui, l'aiguille du médecin peut leur épargner cet effort en injectant les gamètes mâles directement dans l'œuf.

Le sperme des hommes jeunes est meilleur. Mais qu'importe la qualité, la médecine fait des enfants sans spermatozoïdes.

Après nous avoir annoncé que la qualité moyenne du sperme humain était en baisse, le Centre d'étude et de conservation du sperme (Cecos) nous apprend que le sperme des hommes de plus 40 ans est à l'origine de trois fois plus de cas de trisomie 21 (mongolisme) que celui des moins de 35 ans. Des résultats préliminaires qui doivent être pourtant confirmés. Jusqu'ici, il était admis que l'âge des hommes n'avait pas d'incidence sur la fréquence des trisomies. Constatant qu'un homme, qui n'a pas de spermatozoïdes vivants dans son sperme, en a en petite quantité dans ses testicules, l'urologue américain Richard Sherins, de l'Institut de génétique de Fairfax en Virginie, a réussi à les aspirer à l'aide d'une très fine aiguille et à les injecter dans un ovule. Testée sur 9 patients, cette technique a abouti dans 4 des cas. Ces grossesses ne sont pas encore arrivées à terme. En France, Jacques Testard, spécialiste bien connu pour s'être insurgé contre les dérives eugénistes qu'autorise la fécondation *in vitro*, à lui aussi, fait une percée dans ce domaine. Il a fécondé des ovules avec des spermatides, des spermatozoïdes immatures directement prélevés dans les organes génitaux d'hommes qui ne sécrètent pas de spermatozoïdes. Un bébé sain, conçu ainsi, est né. Une autre grossesse de ce type est en cours. La démarche soulève de nombreuses critiques, en particulier à propos du risque qu'un geste médical, normalement destiné à soigner, engendre des enfants anormaux.

Tabac : les femmes meurent aussi

Près de 500 000 femmes dans le monde meurent chaque année des suites du tabagisme. Aux Etats-Unis et au Royaume-Uni, le cancer du poumon est devenu le cancer féminin le plus mortel, avant même celui du sein. Le phénomène est en forte progression dans le tiers-monde. Où la cigarette n'est cependant pas la seule coupable : la consommation de différentes formes de tabac à mâcher est particulièrement répandue chez les femmes indiennes, et cette pratique provoque des cancers de la cavité buccale.

36 15
SCV
Questions / réponses à la rédaction (sous 24 ou 48 heures, selon complexité).

DIAGNOSTIC

LES "DOIGTS" DE L'ENDOSCOPE

L'endoscopie permettait d'explorer l'intérieur du corps et de pratiquer des interventions microscopiques. Il lui restait à acquérir le sens du toucher. C'est pour bientôt, grâce au prototype de Rainer Trapp, ingénieur à Karlsruhe (Allemagne). Avec cet endoscope muni de capteurs, le chirurgien peut "palper" les tissus à l'intérieur du corps et éprouver leur consistance. Au bout de l'appareil, les mâchoires aplaties d'une pince portent un film de 256 capteurs tactiles. Lorsqu'elles saisissent un tissu, la pression est transformée en signaux électriques, puis transmise à un ordinateur qui donne une représentation graphique des données. Ces informations sont aussi dirigées vers un système sophistiqué qui restitue la consistance du tissu. C.H.



Cet appareil (fortement grossi) est le capteur d'un nouveau type d'endoscope tactile.

Photo X : tous droits réservés

Ont collaboré à cette rubrique : Christiane Holzey et Hoang Kiêu-An.

SIDA : OUI AUX TRAITEMENTS PRÉCOCES

Faut-il prescrire des antiviraux dès le début de la contamination par le virus du sida ? Plusieurs études avaient conclu à l'inefficacité des traitements précoces. L'Agence nationale de recherches sur le sida (ANRS) indique aujourd'hui que ce type de traitement peut avoir un intérêt, à condition d'être administré dans les semaines qui suivent la primo-infection. Avant de mettre en œuvre cette thérapeutique, il faudra conduire une étude plus large, avec de nouveaux antiviraux.

PÉDIATRIE

La valise a de l'oreille

Cette mallette est un appareil à tester les performances auditives des nouveau-nés : un dispositif simple et moins coûteux que les méthodes traditionnelles de diagnostic des bébés à risques (rubéole, malformations, prématurité). Après son repas, le nourrisson, silencieux, est posé dans la mallette. Un casque le soumet à des signaux sonores, tandis que le matelas muni de capteurs enregistre ses réactions musculaires. La mallette mise au point par Sam Tucker, à Londres, dépiste des déficiences auditives graves, mais les tests conventionnels doivent être effectués plus tard.



Photo X : tous droits réservés

PSYCHOLOGIE

Réalité virtuelle contre les phobies

Les thérapies comportementalistes revendiquent une certaine efficacité contre les phobies. Elles confrontent progressivement le patient à l'objet de sa hantise. Mais la méthode n'est pas toujours aisément applicable. C'est pourquoi une équipe de l'Institut de technologie de Géorgie (Etats-Unis) a inventé un logiciel de réalité virtuelle qui permet au patient de se colleter avec sa phobie tout en restant dans le cabinet de son thérapeute. En espérant que la guérison, elle, ne sera pas virtuelle.

Sur cette photo, un jeune homme tente de guérir de son vertige dans un ascenseur translucide et virtuel.



Photo X : tous droits réservés


Optimisé pour Power Macintosh
Microsoft Office
WORD EXCEL POWERPOINT MAIL
OFFICE STANDARD
2625F TTC**
Mise à jour
Les erreurs étant faite
pour progres



Aujourd'hui pour vous, Microsoft Office 4.2.1 pour Macintosh®* remplace avantageusement Office 4.2 pour Macintosh ou votre intégré. Il est vrai que la gamme Office pour Macintosh a été livrée avec près d'un an de retard. Il est vrai que Word 6.0 pour Macintosh était buggé et qu'en plus lui manquait le module de correcteur grammatical. Mais c'est promis, juré, craché, on ne recommencera plus. Et pour nous faire pardonner, nous envoyons gratuitement les nouvelles versions Office 4.2.1 pour Macintosh aux possesseurs de Office 4.2 pour Macintosh qui ont retourné leur carte de garantie (pour en savoir plus, tapez 3616 Microsoft : 1,29 F/mn). Et Office 4.2.1 pour Macintosh, c'est la technologie IntelliSense®, ce sont les Outils automatiques, les Assistants et les Conseillers. Ajoutez à cela OfficeLinks® et vous êtes en plein rêve.

Microsoft®

JUSQU'OÙ IREZ-VOUS ?

* Marque déposée par Apple Inc. ** Prix de vente Microsoft. Prix promotionnel jusqu'au 15/01/96.

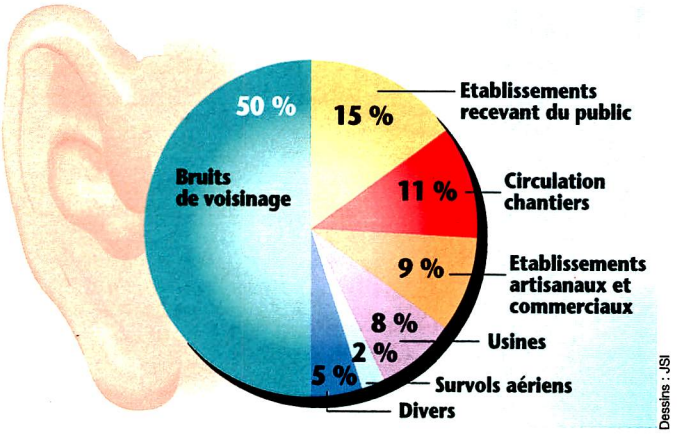
balise

Ce bruit qui nous tue

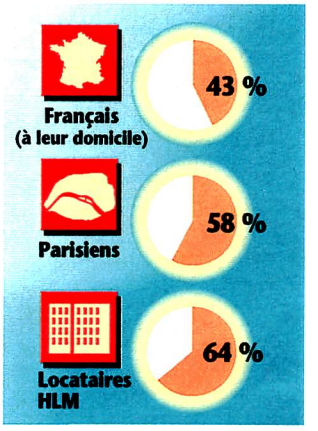
Finies les vacances, on retrouve toutes les pollutions. Et, notamment, l'une des plus insidieuses : le bruit. Une nuisance dangereuse pour la santé et coûteuse pour la société.

PAR SONIA FEERTCHAK

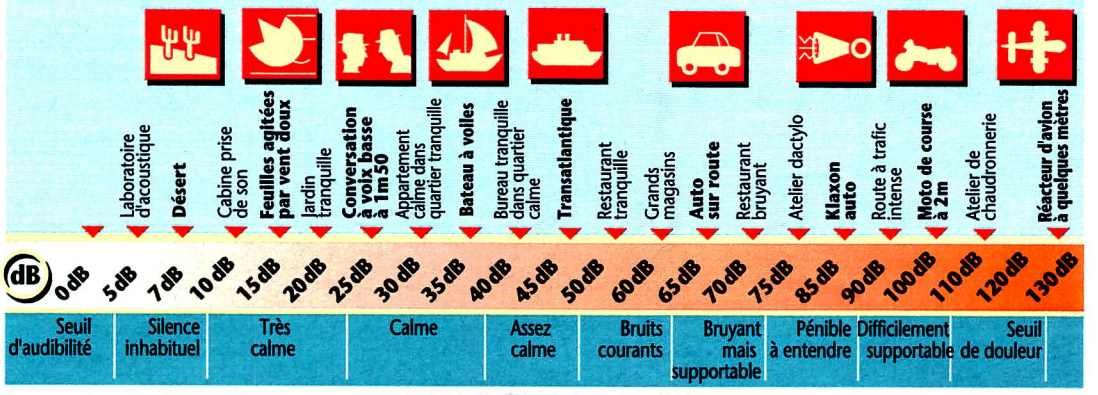
Répartition des plaintes



Qui souffre ?

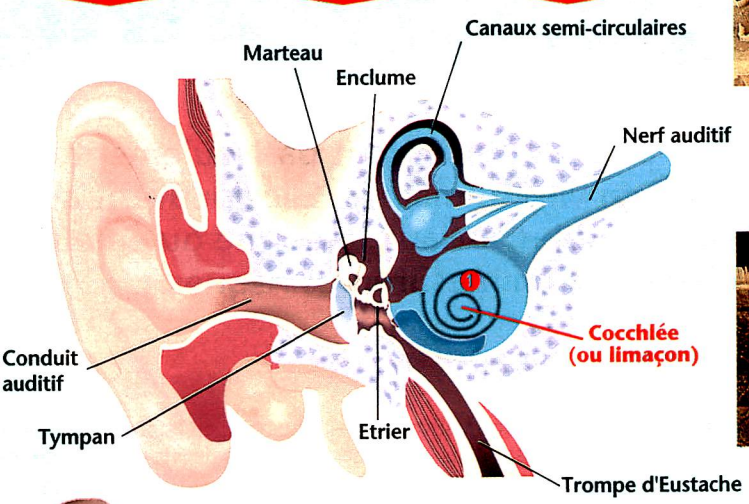


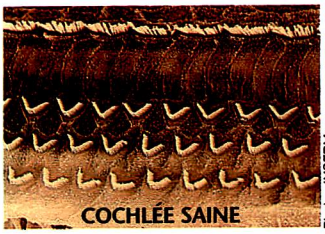
L'échelle du bruit : de l'inaudible à l'intolérable



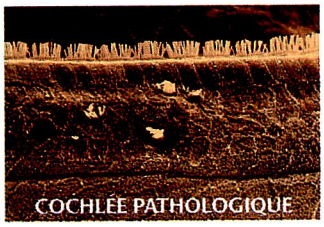
Le décibel est une échelle logarithmique dont on se sert pour exprimer, par des nombres simples, les intensités sonores, qui s'étalent de 10^{-12} watt par m² (seuil d'audibilité) à 1 watt par m² (seuil de saturation).

Les effets sur la cochlée...





Photos INSERM



A la surface de la cochlée ❶, les cellules ciliées transforment les vibrations en influx nerveux. Sur la cochlée saine (photo du haut), on aperçoit les cils des cellules ciliées internes (une seule rangée) et ceux des cellules ciliées externes (3 rangées). Sur la cochlée malade (photo du bas), la quasi-totalité des cellules ciliées externes ont disparu. Ce stade de destruction avancé (qui équivaut à un vieillissement prématuré) s'accompagne d'une perte de sensibilité supérieure à 50 dB.



... et sur le corps

A partir de 65 dB, le bruit provoque l'élévation de la tension artérielle ❶, des vertiges ❷, une réduction du champ visuel ❸, des nausées ❹, des troubles gastro-intestinaux ❺. Sans compter une importante perturbation du sommeil, entraînant une fatigabilité excessive, ainsi que des troubles du caractère...



Opgenhaffen/Reporters Press Agency

Un coût exorbitant

Dépenses publiques annuelles de lutte contre le bruit routier
(en francs/habitant)

France	4,5 F/habitant	250 MF
Allemagne	13,5 F/habitant	825 MF
Pays-Bas	13 F/habitant	190 MF

Dans les entreprises, le bruit est placé au troisième rang des pénibilités et nuisances ressenties par les salariés (au deuxième rang dans l'industrie). La Sécurité sociale en fait d'ailleurs les frais. La surdité vient en tête des maladies professionnelles par le coût qu'elle représente : 50 % du budget total des indemnisations.

Source : Centre d'information et de documentation sur le bruit (CIDB).

focus

Des catastrophes

Les catastrophes naturelles ne coûtent pas seulement cher en dégâts matériels et en vies humaines. Elles peuvent aussi déclencher de graves troubles sociaux, panique ou émeutes. On commence seulement à en mesurer les risques.

PAR ANTOINE S. BAILLY*

Le 11 août dernier, à 14 h 30, un tourbillon se forme sur la Méditerranée, dans la baie de La Ciotat (Bouches-du-Rhône). Aussitôt, le vent se met à souffler en rafales. La minitornade arrache tout sur son passage, pins et platanes centenaires, toitures, terrasses de café, voitures. Les campings sont dévastés. Le gigantesque pont roulant du chantier naval se déplace de plusieurs mètres sous la poussée de la bourrasque. Cette minitornade déclenche la panique : même les vacanciers qui n'ont pas été sinistrés s'enfuient précipitamment, redoutant une nouvelle tempête.

Il ne se passe pas d'année sans que des catastrophes naturelles viennent perturber gravement la vie de régions entières. Elles mettent aussi en lumière l'incompétence, la négligence et la corruption de certains élus locaux.

En 1970, une avalanche, à Val-d'Isère, fit 39 morts et 37 blessés. C'est ce drame qui déclencha, en France, la prise de conscience de ce qu'on appelle les "risques naturels". Par arrêt du tribunal de Grenoble du 19 juin 1974, l'État fut condamné pour n'avoir pas procédé à temps aux délimitations des zones à risques. Des paravalanches furent installés, un Plan des zones exposées aux avalanches (PZEA) fut établi.

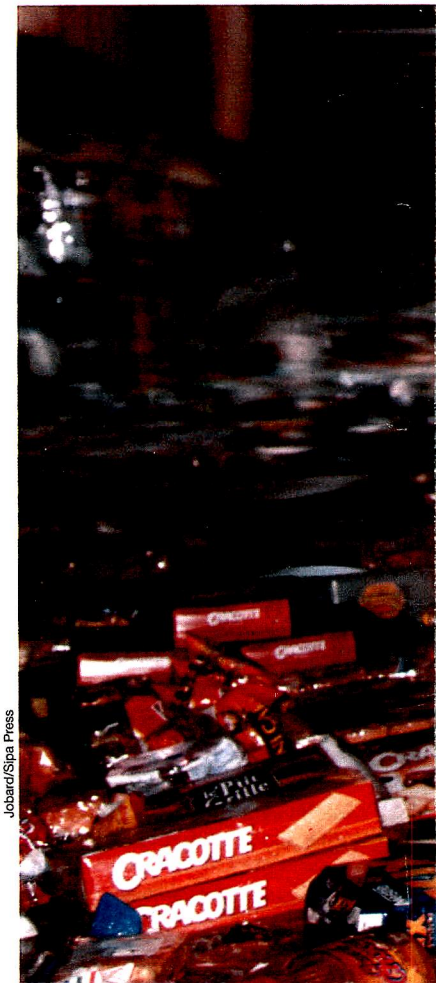
Vingt-deux ans plus tard (22 septembre 1992), la crue torrentielle de l'Ouvèze plonge Vaison-la-Romaine (Vaucluse) dans le cauchemar : 37 morts. Ce désastre relance le débat sur les habitations construites en zone inondable, si nombreuses en France.

Chaque catastrophe suscite colères et révoltes. Pourtant, les drames se reproduisent, à peine atténués par les dispositifs d'urgence ou les solidarités de circonstance, qui masquent tant bien que mal l'imprévoyance des pouvoirs publics.

QUI DOIT PAYER?

Selon le sociologue grenoblois Yves Barel, la notion de "risque" ne prend son sens que dans les sociétés qui l'identifient. Il est "objectivé", nommé, avant même que les sociétés aient à en souffrir. Ainsi l'Occident se préoccupe-t-il des risques naturels (inondations, avalanches, incendies de forêt, mouvements de terrain, séismes, éruptions volcaniques), mais également des risques technologiques (chimiques, pétroliers, nucléaires, transports, ruptures de barrage) et enfin des risques sociaux (maladies, émeutes).

Depuis la loi du 13 juillet 1982, qui accorde une indemnisation aux victimes des catastrophes naturelles, l'État doit élaborer des Plans d'exposition aux risques (PER). Il ne peut, en effet, à la fois payer le coût des dégâts et maintenir les habitants dans des zones dangereuses; d'où la délimitation de zones exposées, la prescription de mesures



Jobard/Sipa Press

* Du Festival international de géographie, professeur à l'université de Genève.

hors de prix

préventives et les règlements d'occupation des sols. Bien des pays, beaucoup plus exposés que le nôtre, montagneux comme la Suisse, ou aux climats contrastés comme les États-Unis ou l'Australie, avaient pris, dès le début du siècle, des mesures pour faire face aux risques naturels. Sans omettre les liens entre ces derniers et les risques sociaux. Car la catastrophe entraîne souvent le "désordre". En septembre 1994, par exemple, le port indien de Surat (1,5 million d'habitants) est victime d'une épidémie de peste. D'abord bubonique – c'est-à-dire transmise du rat à l'homme par les puces –, la maladie devient, en quinze jours, pulmonaire : elle se transmet de l'homme à l'homme par l'expectoration.

On pourrait l'éviter...

Ces catastrophes (ici, à Redon, en janvier) révèlent souvent l'imprévoyance des pouvoirs publics.

L'Inde redécouvre le mot "pestiféré". Pris de panique, 400 000 Suratiens fuient leur ville pour Bombay, qui manque de devenir la métropole de la peste. Finalement, l'épidémie fut efficacement endiguée.

Se pose ensuite le problème financier. Qui doit payer ?

Selon les statistiques de l'ONU, les dommages causés en 1993 par les catastrophes naturelles se chiffrent à plus de 400 milliards de francs. Quant aux ravages de 1994-1995 (tremblement de terre de Kobé, au Japon, inondations



aux États-Unis, éruptions volcaniques et glissements de terrain un peu partout dans le monde), ils coûteront également fort cher. Le seul séisme de Los Angeles, le 17 janvier 1994, est évalué par les compagnies d'assurances à 55 milliards de francs.

C'est le désastre le plus coûteux après celui de l'ouragan Andrew, en 1992, dont la facture s'éleva à 85 milliards de francs de dommages.

Si la question financière se pose en termes relativement précis pour les catastrophes naturelles "classiques", il en va autrement des risques hypothétiques tels que l'effet de serre. Lors de la conférence de Berlin sur les changements climatiques, en mars 1995, les 36 pays membres de l'Alliance des petits Etats insulaires (AOSIS), menacés par une hausse du niveau des

Séisme de Los Angeles : 55 milliards de francs

océans, se sont faits les avocats de la lutte contre les pollutions susceptibles de provoquer le réchauffement de la planète. Ils sont appuyés par les compagnies d'assurances, inquiètes des conséquences du réchauffement sur la multiplication des ouragans et des inondations. Le nombre des catastrophes indemnisées a en effet quadruplé en 1985-1995 par rapport à 1960-1970. Parmi les mesures suggérées, une réduction des émissions de CO_2 de 20 % en 2005 (par rapport à 1990), puis des baisses plus importantes (de 60 à 80 %). Mais ces demandes ne sont soutenues que par environ 70 des 120 pays qui ont ratifié la Convention des changements climatiques de Rio de Janeiro. Ni les pays producteurs de pétrole, ni les pays en voie de développement, qui veulent sortir de la pauvreté par l'industrialisation, ni les pays développés, principaux émetteurs de CO_2, n'acceptent ces propositions à court terme.

Face à la complexité du problème, nos sociétés ont vu naître ce qu'on appelle le "principe de précaution". Un tremblement de terre, une inondation, un glissement de terrain, etc., sont précédés de signes annonciateurs. On peut réduire les dommages causés aux populations en établissant des plans de zones à risques, en prenant des mesures de lutte contre l'urbanisation anarchique et de préservation de l'environnement, et en mettant en place, dans certaines zones exposées, des centres d'observation et d'alerte. Le principe de précaution et celui de développement durable se combinent pour prévenir les conséquences sociales des risques naturels et pour élaborer des stratégies de développement équilibré à long terme.

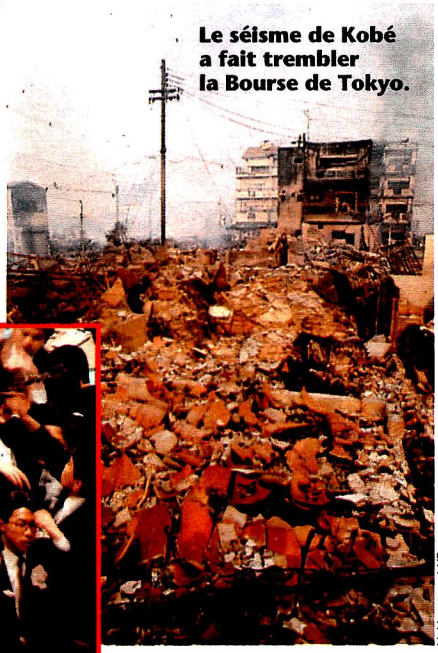
Mais quelles normes choisir ? Celles de l'histoire ou celles de scé-

LE PRIX MATHÉMATIQUE

Le point de vue des économistes sur les risques dans nos sociétés est bien différent de celui des autres scientifiques. Pour eux, il n'y a pas de différence qualitative entre un risque naturel et un risque humain : l'un et l'autre se chiffrent financièrement. En outre, ils ne s'intéressent guère aux actions de sensibilisation et de prévention en vue de diminuer ces risques. Leur objectif, c'est de les intégrer à l'économie afin de mieux contrôler leur incidence sur les flux financiers.

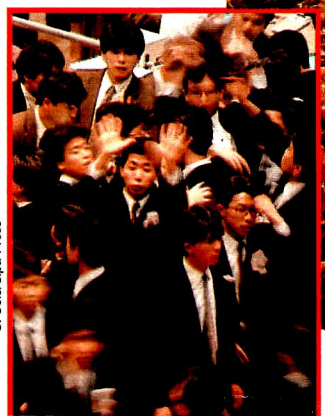
Il y a quelques années encore, le contrôle économique des risques se faisait exclusivement par le biais de l'assurance. Si Monsieur A. voulait acheter des ordinateurs à l'étranger et s'il craignait qu'ils ne s'abîment pendant le trajet, il signait un contrat d'assurance et payait la prime. Il était sûr que ses ordinateurs arriveraient en bon état ou bien qu'il serait indemnisé. De son côté, la compagnie d'assurances prenait le risque à sa charge, mais gagnait le montant de la prime. Il y avait donc un transfert de risque de A. vers la compagnie, ce qui permettait à A. d'investir dans l'informatique, donc de se moderniser.

Ce système de transfert du risque semblait nécessaire et suffisant. On ne réduisait pas objecti-



Le séisme de Kobé a fait trembler la Bourse de Tokyo.

H. Yamaguchi/Sygma



C. Cole/Sipa-Press

narios d'avenir ? Il est par exemple courant, pour faire face aux inondations, de choisir la crue centennale comme référence des PER. Ainsi, à Saint-Dié-des-Vosges, c'est la crue de 1947, qui a inondé 3,7 % de la surface communale, qui sert de norme aux experts. En ce sens, des protections sont prévues pour épargner des dégâts aux bâtiments déjà construits en zone inondable. Mais les changements climatiques récents ne rendent-ils pas cette référence insuffisante ? A Nîmes, il a fallu, par deux fois, réévaluer les normes centennales pour tenir compte de l'évolution des risques.

LA MENACE DU PINATUBO

La question essentielle est posée : quel niveau de risques sommes-nous prêts à accepter et à quel coût ? Il n'est plus tolérable qu'un responsable puisse dire, comme cet élu du Val-d'Oise, en 1995 : « Leurs terrains ont été inondés mais ils n'étaient pas inondables. » Les sinistrés répondirent : « Serons-nous indemnisés en liquide ? »

La sécurité peut être facilement améliorée par des règles de construction et d'urbanisation plus sévères, par le contrôle de l'écoulement des eaux et des émissions polluantes de toute nature, par la création de centres de détection, par la "préparation" des habitants dans les régions menacées, etc. Quand on sait que le volcan Pinatubo, aux Philippines, menace 1 million de personnes, que les inondations peuvent ravager la moitié du Bangladesh, les mesures de prévention n'apparaissent plus du tout comme un luxe. La Banque mondiale en a pris conscience, qui préconise, au Bangladesh, un endiguement protecteur. Mais l'argent manque.

Il est plus facile de constater les dégâts que de les prévenir, surtout dans les pays qui ne versent pas d'indemnités aux victimes. ■

DU RISQUE

vement le risque, mais on diminuait la peur du risque de Monsieur A. Mais notre industriel n'a pas été le seul à s'équiper en ordinateurs. A mesure que l'informatique se généralisait, qu'apparaissaient les réseaux internationaux comme Internet, les flux financiers, de leur côté, se "mondialisaient", et les économies s'"interconnectaient". Les risques explosèrent. Plus efficace, l'"économie mondiale" devenait aussi plus fragile. En 1994, par exemple, la crise économique mexicaine fit trembler toutes les places boursières de la planète. Ce qui ne serait certainement pas arrivé il y a un siècle.

Il fallait donc trouver d'urgence un système de transfert des risques qui fonctionne aussi vite que l'échange des flux d'informations entre toutes les économies. Bref, il s'agissait de faire du concept "risque" un bien qui puisse s'acheter et se vendre comme n'importe quelle denrée, faute de quoi le risque agirait comme un frein à l'économie mondiale et au développement technologique. Encore devait-on déterminer le prix objectif, le "coût de production" du risque. C'était le seul moyen de le rendre facilement échangeable.

Des économistes et des mathématiciens apportèrent la solution : ce prix objectif est donné par la "formule de Black et Scholes" (du nom de ses inventeurs). Elle met en jeu des mathématiques complexes qui n'ont rien à envier à la physique quantique (à laquelle, d'ailleurs, elle a emprunté certains principes). Le prix déterminé, restait à trouver le mécanisme qui allait permettre d'acheter et de vendre du risque très rapidement et dans la "transparence", deux atouts que les compagnies d'assurances ne possédaient pas. En somme, il restait à créer un supermarché des risques. En ouvrant le premier marché d'options en 1973, les Etats-Unis avaient largement devancé la solution du problème. Dans cette Bourse aux options, les risques s'échangent en effet par le biais de contrats-types (les options) aux prix régulés par la formule de Black-Scholes. Par exemple, le risque (naturel) de tremblement de terre à Kobé se traduira par un prix élevé de l'option sur les actions d'une entreprise qui court le danger d'être détruite pendant la catastrophe. Le risque (technologique) de crash aérien se traduira par un prix élevé de l'option sur les actions de la société propriétaire de l'avion, etc. Tous les risques sont pris en compte sous forme d'options qui s'achètent et se vendent en Bourse, comme les actions elles-mêmes, sans qu'il y ait de contact entre les personnes impliquées. Finalement, comme les prix des options varient, notamment en fonction du temps, on peut spéculer sur leur valeur future et s'assurer contre des variations de prix trop importantes en achetant... des options sur les options.

Roman Ikonicoff

LE FESTIVAL INTERNATIONAL DE GÉOGRAPHIE

La ville de Saint-Dié-des-Vosges organise les 6, 7 et 8 octobre, la sixième édition du Festival international de géographie. Cette manifestation, qui est le plus grand rassemblement mondial de la communauté des géographes, traitera du thème "Risques naturels, risques de société". Pourquoi les catastrophes se produisent-elles à certains endroits et pas à d'autres ? Comment les prévoir et les empêcher ? C'est là qu'intervient la notion de risque. La recherche de la sécurité absolue expose en effet la société à des effets pervers qui peuvent accroître sa vulnérabilité. Autant de débats qu'animeront les plus grands experts mondiaux en la matière. Un salon du livre riche en ouvrages de géographie, mais aussi en romans d'aventures et en essais, complétera le festival, auquel *Science & Vie* sera étroitement associé.

Sur la piste des

En février dernier, *Science & Vie* annonçait qu'une équipe française avait trouvé la première planète extrasolaire. La nouvelle se confirme aujourd'hui et promet d'autres fabuleuses découvertes.

PAR PHILIPPE HENAREJOS

Les astronomes français sont à la pointe de la recherche des planètes situées hors du système solaire (voir *Science & Vie* n°929, p. 33). Ils se sont réunis en juillet dernier, à l'observatoire de Haute-Provence, pour constater qu'ils étaient aussi "compétitifs" dans toutes les techniques de détection des autres corps sidéraux. Quatre d'entre eux, Jean Schneider, Antoine Labérie, Philippe Zarka et Jean-Loup Bertaux, ont réclamé à l'INSU (Institut national des sciences de l'Univers) la création d'un groupe de recherche CNRS sur les planètes extrasolaires. Une démarche qui laisse espérer de nouvelles découvertes majeures pour bientôt.

Il y a quelques années à peine, les astronomes, limités par leurs moyens techniques, désespéraient de voir des planètes, même au voisinage d'étoiles proches. Aujourd'hui, grâce à des procédés ingénieux, la chasse bat son plein. Son terrain de prédilection : la Voie lactée. Déjà, les premières investigations ont bouleversé certaines théories : les étoiles de type solaire ne sont pas forcément plus prédisposées que les autres à s'entourer de planètes. Même certains astres exotiques peuvent en accueillir.

C'est malgré tout de l'étoile classée "suspecte numéro un" sur la liste des scientifiques qu'est parvenu l'un des plus forts indices de l'existence de planètes. Dans l'immensité du ciel, *β-Pictoris*, distante de 52 années-lumière (un saut de puce à l'échelle cosmique), demeure à ce jour la seule étoile entourée d'un embryon de système planétaire. En janvier dernier, l'équipe d'Alfred Vidal-Madjar, de l'Institut d'astrophysique de Paris (IAP), qui étudiait d'anciennes données photométriques, observa que l'éclat de β-Pictoris avait brusquement chuté de 3 % au cours de la nuit du 10 novembre 1981, avant de retrouver son niveau habituel.

Pour Alain Lecavelier des Etangs, de l'IAP, «l'explication la plus naturelle de cette anomalie, c'est le passage devant l'étoile d'une planète ayant 1,5 fois la taille de Jupiter ». Au fil des mois et des vérifications, la thèse a gagné en crédibilité. D'une part, le phénomène a été enregistré dans sept couleurs du spectre, ce qui exclut toute erreur de mesure ou toute interférence atmosphérique épisodique (par exemple, le passage de nuages). D'autre part, dans les quinze jours qui ont précédé et suivi l'événement, la magnitude de l'astre a progressivement augmenté puis diminué, ce qui trahissait sans doute un vide de poussières autour de la probable planète. En-

A l'écoute des autres mondes

Après les Américains, les Français sont les mieux placés pour la chasse aux planètes extrasolaires. D'ici à quelques années, les radiotélescopes pourraient doubler les instruments optiques dans cette course.



planètes inconnues

fin, l'étude attentive des données rend compte d'un "effet de bord", caractéristique d'une occultation.

Depuis, les astronomes de l'IAP tentent d'obtenir une surveillance assidue de β-Pictoris, afin d'assister à une deuxième occultation, qui transformerait définitivement la très forte présomption en preuve. S'il semble naturel de débusquer une planète dans le disque de poussières de *β-Pictoris*, nul n'aurait imaginé qu'un véritable système planétaire puisse se signaler autour d'un pulsar. D'abord parce qu'un pulsar est l'ultime résidu d'une étoile qui a explosé et tout pulvérisé à des milliards de kilomètres à la ronde – et donc d'éventuelles planètes. Ensuite parce que l'observation de ces astres hypermassifs se révèle très difficile. En effet, même très proche du Soleil, un pulsar est si sombre qu'il reste invisible. Seul un faisceau lumineux extrêmement puissant s'en échappe et balaie l'espace à la manière d'un phare. Pour locali-

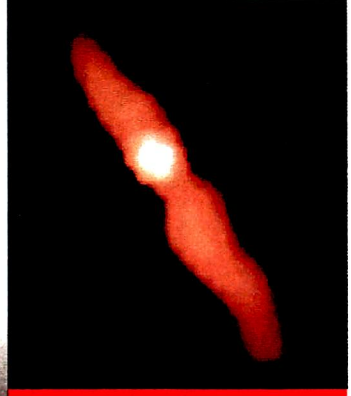


R. Ressmeyer/Starlight/Cosmos

ser un pulsar, il faut donc avoir la chance de se trouver dans le champ "éclairé" par le faisceau lors de chacune de ses rotations.

Malgré tout, en février 1990, une incroyable surprise attendait les astronomes : le signal du pulsar PSR 1257 +12, situé à 1500 années-lumière de la Terre, montrait des irrégularités probablement causées par la présence de trois planètes. Jean-François Lestrade, de l'Observatoire de Paris-Meudon, qui, depuis quelques années, poursuit une surveillance de ce type à l'aide du radiotélescope de Nançay (Cher), explique que, «si un pulsar est accompagné d'une planète, il va tourner autour du centre de masse du système. Donc, périodiquement, sa distance à la Terre va varier, et il en résultera une altération de la fréquence de réception du faisceau énergétique».

D'après les mesures, trois planètes de 3,4, 2,8 et 0,015 masses terrestres tournent autour de PSR 1257 +12 à des distances respectives de 0,36 UA



β-PICTORIS
L'observation de son occultation a permis de détecter vraisemblablement une planète.

AAO/D. Malin/Ciel et Espace

D'autres Jupiters à portée de télescope

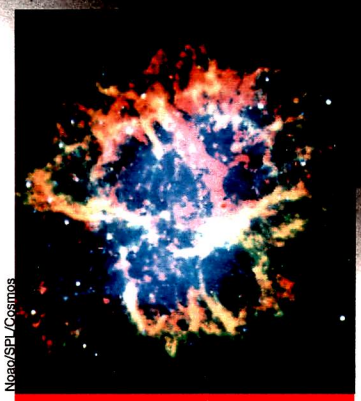
(unité astronomique) (¹), 0,47 UA et 0,18 UA, selon des périodes de 66,5 jours, 98,2 jours et 25,3 jours.

Pour l'instant, rien ne contredit ces mesures. La méthode, elle, semble efficace, puisque le signal perturbé par la planète est mille fois plus fort que la précision des mesures. L'espoir d'une nouvelle découverte est donc permis. «Cependant, dit Jean-François Lestrade, pour le concrétiser, il faut chronométrer des pulsars pendant des mois, sinon des années. En effet, la fluctuation apparaît sur la durée d'une révolution de planète, et il est important d'avoir plusieurs périodes.»

Malheureusement, ces nouveaux mondes, battus par des pluies incessantes de rayonnements mortels venant des pulsars, n'ont pas la moindre chance d'abriter une quelconque forme de vie. Aussi la quête de planètes plus "sympathiques" doit-elle se tourner vers des étoiles beaucoup moins agressives. Le problème, c'est que l'éclat de l'étoile est trop fort pour qu'on puisse apercevoir une planète.

Antoine Labérie, de l'observatoire de Haute-Provence, cherche à contourner l'obstacle à l'aide d'une technique très originale de traitement des images. A cause des perturbations atmosphériques, l'image d'une étoile au foyer d'un télescope se compose de petites taches brillantes et sombres, appelées tavelures, qui bougent sans cesse. En additionnant plusieurs images successives, un endroit sans aucune tavelure sombre pourrait se révéler. Cela signifierait qu'une source lumineuse – une planète éclairée par l'étoile – en empêche la formation. En attendant les progrès de l'optique adaptative et la mise en service de télescopes géants, les astronomes vont épier le mouvement des étoiles dans le ciel. Qu'un infime "zigzag" apparaisse, et il annoncera une planète.

Cette "traque" ne réclame nullement la conception d'instruments géants. En revanche, il faudra réussir le tour de force de corréler parfaitement deux ou trois radiotélescopes orientables, séparés de 8000 km, observant simultanément. «A l'heure actuelle, dit Jean-François Lestrade, nous sommes capables de mesurer des écarts de position équivalant à la largeur d'une pièce de 1 F située à 3 000 km. Mais, pour apercevoir une perturbation induite par une planète de la taille de Jupiter,



Noao/SPL/Cosmos

PULSAR DU CRABE
L'irrégularité du signal de certains pulsars révèle des planètes.

Avis de recherche dans la Voie lactée

Les planètes sont traquées dans l'ensemble de notre galaxie – qui, vue de "l'extérieur", est semblable à celle-ci, baptisée NGC 253. Imagerie, spectroscopie, observation des occultations, chronométrage, observation des microlentilles... sont autant de techniques désormais mises à la disposition des astronomes pour cette recherche.



J. Sanford/SPL/Cosmos

SIRIUS
En imagerie, l'étude des tavelures permettra de voir des planètes près d'une étoile brillante.

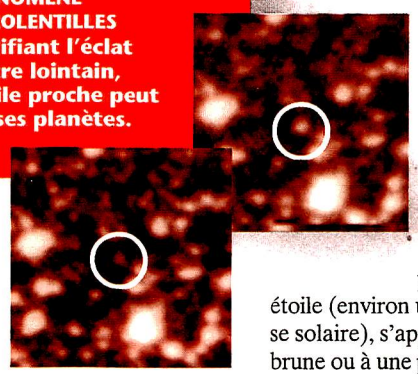
trasolaires. C'était il y a plus de vingt ans, à l'aide de la grande lunette de l'observatoire de Sproul, en Pennsylvanie. La cible se nommait l'étoile de Barnard (à 6 années-lumière du Soleil). La sinusoïde de son mouvement apparent semblait trahir l'existence d'une planète d'une période de 24 ans. En réalité, les mesures étaient faussées par une "erreur" périodique de la lunette. Pour l'instant, ces petits mouvements latéraux de va-et-vient dus à la présence d'une planète n'ont jamais été vus. C'est pourquoi on se tourne vers la spectroscopie. Si l'étoile bouge, cela devrait se traduire dans son spectre lumineux par de petits décalages périodiques des raies vers le bleu (si elle se rapproche) et vers le rouge (si elle s'éloigne). Ainsi, Pierre Connes, du service d'aéronomie de Verrières-le-Buisson (CNRS), espère enregistrer des fluctuations révélant la présence de planètes.

Cependant, dans les années ou les mois prochains, la surprise pourrait venir d'une idée lancée il y a quelques années par Bodhan Paczynski. Ce théoricien de Princeton avait imaginé que, si une bonne partie de la masse manquante de l'Univers se trouvait dans la galaxie sous formes d'astres massifs émettant peu de lumière (naines brunes), il serait possible d'utiliser leurs effets gravitationnels pour les débusquer. L'hypothèse repose sur un principe prédit par Einstein et vérifié avec le Soleil, qui veut que tous les corps massifs dévient la lumière qui passe dans leur voisinage immédiat. Dans ces conditions, si l'observateur a la chance qu'un corps céleste, visible ou non, s'aligne parfaitement avec une étoile située loin derrière, au lieu d'éclipser cette étoile, il en augmentera la brillance en faisant converger les rayons lumineux vers le télescope. C'est le phénomène de microlentille.

Il n'est observable que dans la direction du bulbe galactique de la Voie lactée – le reste de l'espace n'étant pas assez dense en astres. Là, le fond du ciel s'apparente à un véritable rideau d'étoiles. Remarquer que l'une d'elles brille plus sur un cliché que sur le précédent de la même région revient à trouver une aiguille dans une botte de foin. Mais, grâce à la numérisation des plaques photographiques, cette opération devient réalisable en un temps assez court.

Deux des quatre programmes mondiaux de surveillance sont français. Le programme DUO (*Disc Unseen Object*), lancé par Jean Guibert (Observatoire de Paris) et conduit par Christophe Alard (centre d'analyse des images de l'INSU) grâce au télescope de Schmidt de 1 m de l'ESO (European Southern Observatory), à La Silla, a déjà détecté 13 cas de microlentilles, lors de sa première campagne d'observations. L'un de ces cas a révélé la surprise d'un système double dont l'une des composantes, trop petite pour être une étoile (environ un centième de masse solaire), s'apparente à une naine brune ou à une planète très massive.

UN PHÉNOMENE DE MICROLENTILLES
En amplifiant l'éclat d'un astre lointain, une étoile proche peut révéler ses planètes.



il faut encore multiplier cette précision par 50, ce qui devrait être à notre portée dans les années à venir. Pourtant, étant donné la période estimée de telles planètes, une dizaine d'années de suivi au moins seront nécessaires pour espérer une découverte.»

C'est sur le même principe appliqué à l'optique que s'était fondée la première recherche de planètes ex-

«Avec cette technique, des planètes de la taille de Jupiter sont détectables, explique Christophe Alard. Généralement, les microlentilles observées durent de plusieurs jours à quelques mois. L'idéal serait donc de pouvoir mettre en alerte un plus gros télescope dès qu'une montée de luminosité est enregistrée. Un suivi à un intervalle de quelques heures suffirait pour observer le petit pic de luminosité supplémentaire dû à une planète, puisque celui-ci serait d'une durée typique d'environ vingt-quatre heures.»

L'espoir d'obtenir une étude statistique significative par ce procédé n'est pas nul. En effet, en direction du centre galactique, la première campagne de DUO a déjà détecté plus de microlentilles que la théorie n'en prévoyait. «Cela s'explique probablement par le fait que la Voie lactée est en réalité une galaxie à spirale barrée, précise Christophe Alard. Dans ces conditions, on voit aussi les microlentilles produites entre les étoiles de la barre. Comme l'expérimentation est fiable, si l'on ne trouve pas de planète, cela voudra dire qu'elles ne sont pas aussi répandues qu'on l'espère.»

Mais l'une des théories de recherche des planètes les plus originales vient de la radioastronomie.

En radioastronomie, une planète peut briller plus qu'une étoile !

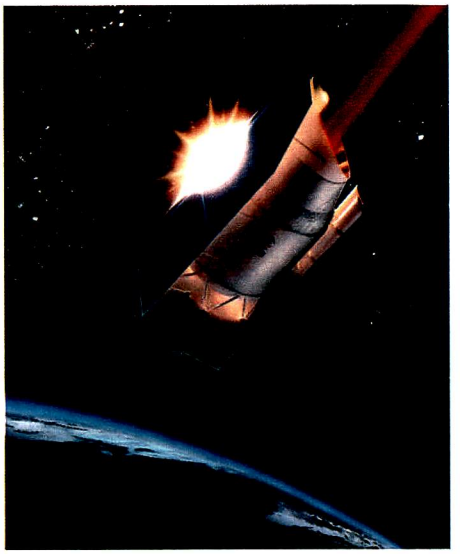
«Tout est parti d'un constat, explique Philippe Zarka, de l'Observatoire de Meudon. Entre 10 et 50 Mhz, Jupiter émet épisodiquement des "bouffées" qui, à distance égale, sont plus intenses que celles du Soleil. Alors que, dans le visible, le contraste de luminosité entre une étoile et une planète est de 10^9, dans cette longueur d'onde, une planète peut briller plus qu'une étoile !» En fait, les émissions les plus puissantes de Jupiter ne durent qu'une seconde environ. Elles sont dues à une interaction entre le vent solaire et le champ magnétique de la planète. Il faut donc, pour que le phénomène se produise, que la supposée planète ait un champ magnétique. «Sur les neuf planètes principales du système solaire, cinq sont magnétisées, remarque Philippe Zarka. Les chances de recherches autour d'autres étoiles ne sont donc pas nulles.»

Mais, dans ces longueurs d'onde, les choses ne sont pas aussi simples qu'en astronomie visible. D'une part, la résolution angulaire des objets est médiocre (1 degré carré pour une antenne de 1 km de diamètre et 10 degrés carrés pour une antenne de 100 m de diamètre). Il en résulte qu'un signal puissant se noie dans cette tache de diffraction et peut passer inaperçu. En outre, aux longueurs d'ondes situées entre 10 et 50 Mhz, les nuisances dues aux émissions humaines (radars, télécommunications ou CB) brouillent les réceptions.

Cependant, grâce au radiotélescope de Kharkov, en Ukraine, une telle recherche a déjà pu commencer. Avec cet instrument, les plus puissantes émissions de Jupiter peuvent être détectées à 5 parsecs (2) de distance. Dans ce rayon se trouvent 40 étoiles, dont 25 seulement sont observables de Kharkov. «Pour avoir une chance sur trois de voir une émission intense sur Jupiter, il faut observer dix heures, rappelle Philippe Zarka. Pour avoir une chance quasi certaine, il faut "écouter" pendant cent heures.» Fort de cette estimation et de la collaboration avec les Ukrainiens, l'équipe française a effectué une première campagne en mai 1995. Sept étoiles proches, dont l'étoile de Barnard et Altaïr, ont été "pointées", chacune pendant entre une et cinq heures. Les résultats sont en cours de dépouillement, mais, à ce jour, aucun signal n'a été découvert. Le nombre d'heures d'écoute reste cependant faible, et la traque ne fait que commencer.

Dans les années à venir, les progrès de la technique viendront sans doute au secours des astronomes. Dans cette course à la performance, les chercheurs français sont bien placés. Avec des moyens plus importants, ils pourraient même damer le pion aux Américains. ■

(1) 1 UA = 150.10⁶ km, soit la distance moyenne de la Terre au Soleil.
(2) 1 parsec = 3,26 années-lumière.



ESA

ISO, le satellite chasseur

Le 3 novembre, ce satellite infrarouge quittera la Terre à bord d'une fusée Ariane IV. L'une de ses missions consistera à découvrir des systèmes planétaires en formation, identiques à celui de β-Pictoris.

5,5 millions de Français pourraient gagner plus d'argent avec leurs actions.

Cortal vous propose de gagner plus en payant moins de frais.

Voici les frais que la Banque Cortal prend sur les actions

ACHATS / VENTES DE TITRES

Attribution d'actions	0 F
Paiement des dividendes et des coupons	0 F
Frais fixe par ordre	0 F
Frais sur la transaction (pas de minimum par ordre)	1,15 %
Frais de prise d'ordre des Sicav tout établissement	0 F

DROITS DE GARDE

Commission annuelle fixe par ligne	15 F
Cotisation PEA	0 F
Commission annuelle sur la valeur du portefeuille (pas de minimum par compte)	0,15 %

AUTRES PRESTATIONS

Relevé fiscal annuel	0 F
Information sur les plus-values	0 F
Transfert vers un autre établissement	0 F
Transfert venant d'un autre établissement	0 F
Abonnement Minitel	0 F
Relevé exceptionnel	0 F
Relevé d'impôt sur la fortune	0 F
Relevé de titres mensuel	0 F

Comparez cette tarification avec les frais perçus par votre banque. Cortal vous propose les coûts les plus faibles du marché, avec plus d'efficacité et de disponibilité. Pour plus d'informations, appelez gratuitement le **05 10 15 20**, composez le 3615 ou 3616 Cortal (1,29 F/mn) ou retournez la demande ci-dessous.

Je souhaite recevoir, sans engagement, un dossier sur le Service Actions.

Nom _____ Prénom _____ Adresse _____

_____ Code postal _____

Ville _____ Tél. (dom) _____ Tél. (bureau) _____

Renvoyez dès aujourd'hui ce bulletin, sans affranchir, à Banque Cortal Libre Réponse 41 92529 Neuilly cedex ou par télécopie au (1) 47 38 96 20.

BANQUE CORTAL

La garantie COMPAGNIE BANCAIRE

Extrait de la tarification sur les principales opérations de bourse hors impôts de bourse en vigueur au 1/08/95.

SCV 116

PHYSIQUE

Voyager plus vite



C'est un pilier fondamental de la théorie de la relativité, un tabou scientifique : la vitesse de la lumière ne peut être dépassée, ni même atteinte dans notre Univers. De fait, toutes les expériences n'ont cessé de confirmer cette règle d'or. Et, lorsque, en septembre 1994, on découvrit un flot de matière éjecté, à une vitesse supraluminique, d'un quasar situé à 40000 années-lumière de la Terre, les astrophysiciens sont restés de marbre : il devait s'agir d'une illusion d'optique. Ce que les observations ultérieures ont confirmé, puisque sa vitesse réelle n'était que de 92 % de la vitesse limite (voir *Science & Vie* n° 925, p. 1).

Bien qu'aucun "excès de vitesse" cosmique n'ait à ce jour été enregistré dans l'Univers connu, l'astronome britannique Ian Crawford n'a pas hésité à annoncer très récemment qu'un voyage interstellaire à des vitesses supérieures à celle de la lumière «pourrait être compatible avec les lois de la physique» (1). Pour étayer sa thèse, il fait notamment appel aux extraordinaires particules baptisées tachyons. Celles-ci ont, selon la terminologie scientifique, une masse "imaginaire" et une probabilité d'existence non nulle. «Les tachyons sont des particules purement hypothétiques dans la relativité restreinte, précise Jean-Pierre Luminet, astrophysicien à l'Observatoire de Meudon et spécialiste de la relativité. Elles sont censées avoir une masse imaginaire, c'est-à-dire déterminée par un nombre complexe. Cela signifie que le carré de la masse d'un tachyon est un nombre négatif qui n'a pas de contrepartie.» En résumé, si, par un tour de passe-passe mathématique, rien n'interdit l'existence théorique des tachyons, pour l'heure, aucun dispositif expérimental ne saurait fabriquer ces particules d'une masse que personne n'est capable de calculer.

Alors pourquoi mener de "vraies" recherches sur des objets aussi singuliers ? Pour le simple plaisir d'affirmer que la réalité mathématique peut dépasser la science-fiction ? Et surtout jusqu'où faut-il les prendre au sérieux ? «Le problème réside dans la quantité d'énergie nécessaire, répond Roland Lehoucq, astrophysicien au Commissariat à l'énergie atomique. Pour multiplier une vitesse par deux, il faut multiplier l'énergie par quatre. Donc, plus on veut aller vite, plus la quantité d'énergie correspondante augmente rapidement. En fin de compte, pour faire atteindre la vitesse de la lumière à une particule ayant une masse – c'est-à-dire toute la matière ordinaire, à l'exclusion des photons –, il faut lui com-

(1) *QJ Royal Astronomical Society*, 1995, vol. 36.

O. Parker/S.P.L./Cosmos/Photomontage : T. Pétillot

que la lumière

Impossible n'est pas scientifique. Un astronome anglais envisage l'existence de particules plus rapides que la lumière qui violent les lois fondamentales de la physique actuelle. Ces tachyons nous promettent de fantastiques voyages interstellaires!

PAR PHILIPPE HÉNAREJOS

muniquer une énergie infinie. Naturellement, cette quantité est introuvable dans l'Univers.»

Donc, en admettant que les tachyons existent, il serait impossible de les fabriquer. De plus, il resterait à trouver le moyen de les capter et de les utiliser. Il faudrait, par exemple, construire un vaisseau spatial en tachyons... Ian Crawford laisse sagement ce soin à d'autres : «Si un voyage plus rapide que la lumière était théoriquement possible, la question de sa réalisation serait essentiellement d'ordre technologique. Nous sommes libres d'imaginer qu'elle pourrait être résolue par une civilisation suffisamment avancée.»

Cependant, en supposant acquise la maîtrise des tachyons et en imaginant qu'on veuille s'en servir uniquement pour envoyer des messages à des explorateurs situés dans un vaisseau spatial loin de la Terre, se poserait rapidement un problème de taille : la remise en cause du principe de causalité, selon lequel la cause précède l'effet.

En effet, si la Terre envoie un message à l'aide d'un tachyon plus rapide que la lumière au vaisseau spatial et que l'équipage du vaisseau émet vers la Terre une réponse par le biais d'un tachyon plus rapide que le premier, la Terre recevra la réponse avant d'avoir envoyé la question. C'est, en toute logique, une incohérence, une contradiction du principe de causalité.

LES TROUS DE VER DE L'UNIVERS

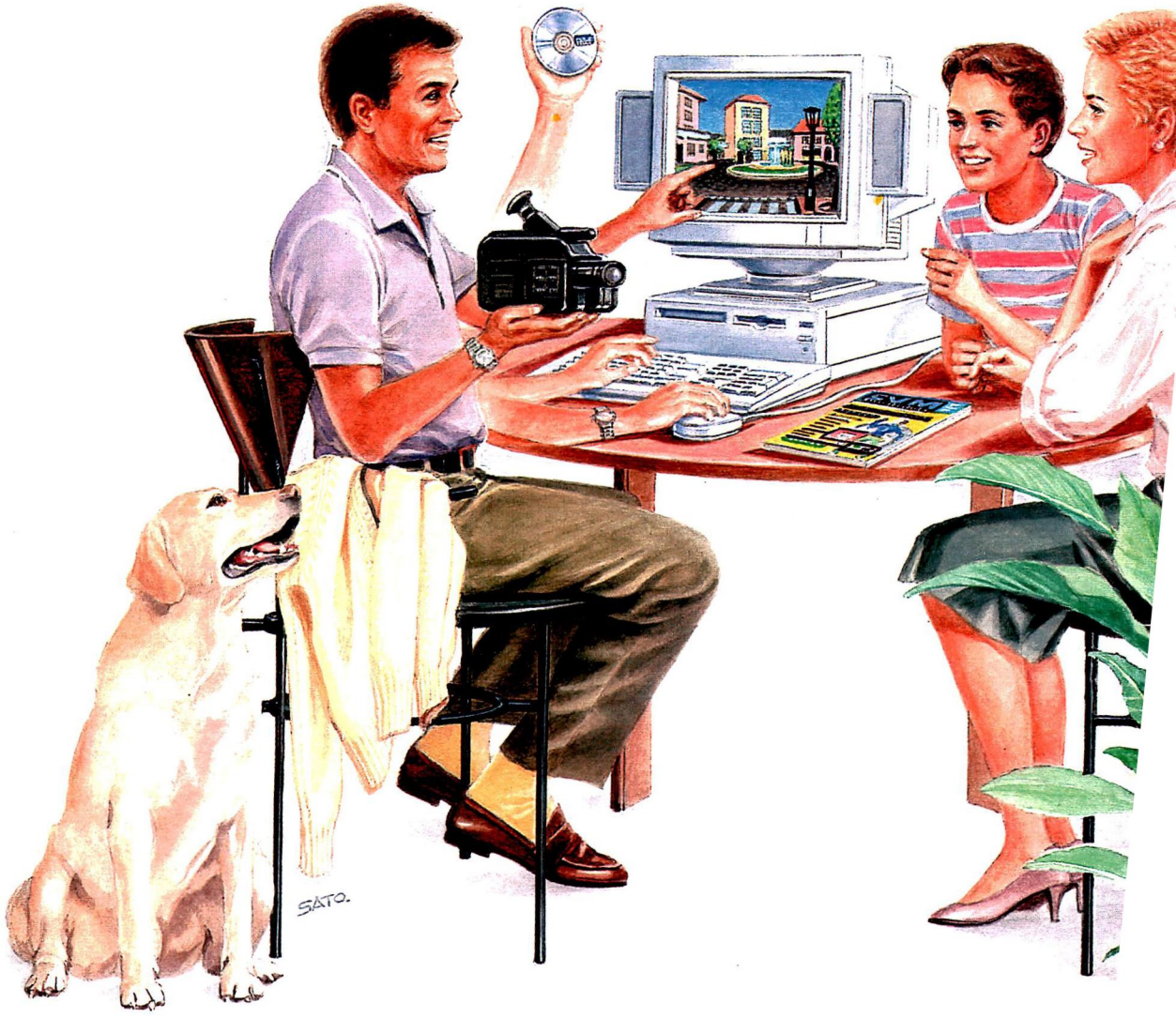
Enfin, pour compliquer le tout, Ian Crawford reprend l'idée selon laquelle l'Univers serait parsemé de "trous de ver" qui permettent aussi de voyager plus vite que la lumière (voir *Science & Vie* n° 859, p. 20). Ces trous, identiques à ceux que font les termites pour aller d'un côté d'une planche à l'autre au lieu d'en faire le tour, équivaudraient à des "portes" reliant deux parties très éloignées de l'Univers. Les emprunter reviendrait à parcourir de vastes distances plus vite que la lumière mais sans enfreindre physiquement la limite de 300 000 km/s. Les trous de ver seraient en fait des trous noirs dont les pendants (à l'autre extrémité) se nommeraient "fontaines blanches", les premiers aspirant la matière et les secondes la déversant de l'autre côté.

Grâce à un Univers aussi merveilleux qu'hypothétique, peuplé de tachyons et de trous de ver, l'exploration de la Voie lactée deviendrait une promenade de santé et celle de l'Univers une randonnée paisible. La découverte de planètes et de civilisations extraterrestres ne serait plus, selon les termes de Ian Crawford, qu'une question «essentiellement technologique». Détail qui risque de nous faire patienter encore longtemps... ■

le 1er magazine

SVM multimédia

Des idées



pour vivre la micro chez soi NOUVEAU

qui vous **donnent** *des* **idées**









SVM MULTIMEDIA, c'est le premier magazine pour vivre la micro chez soi. Mais c'est aussi, chaque mois, un CD-Rom comme vous n'en avez jamais vu qui vient prolonger les différentes rubriques de la revue par des fichiers, des outils et des programmes.

Vous êtes débutant ? Déjà initié ? **SVM MULTIMEDIA** vous donne des idées et les moyens de les concrétiser.

Chaque mois, pour vous et chez vous, **SVM MULTIMEDIA** vous accompagne dans votre pratique quotidienne de la micro-informatique.



Chaque mois chez votre marchand de journaux

Vivre la micro chez soi



DÉPRESSION
Un traitement révolutionnaire

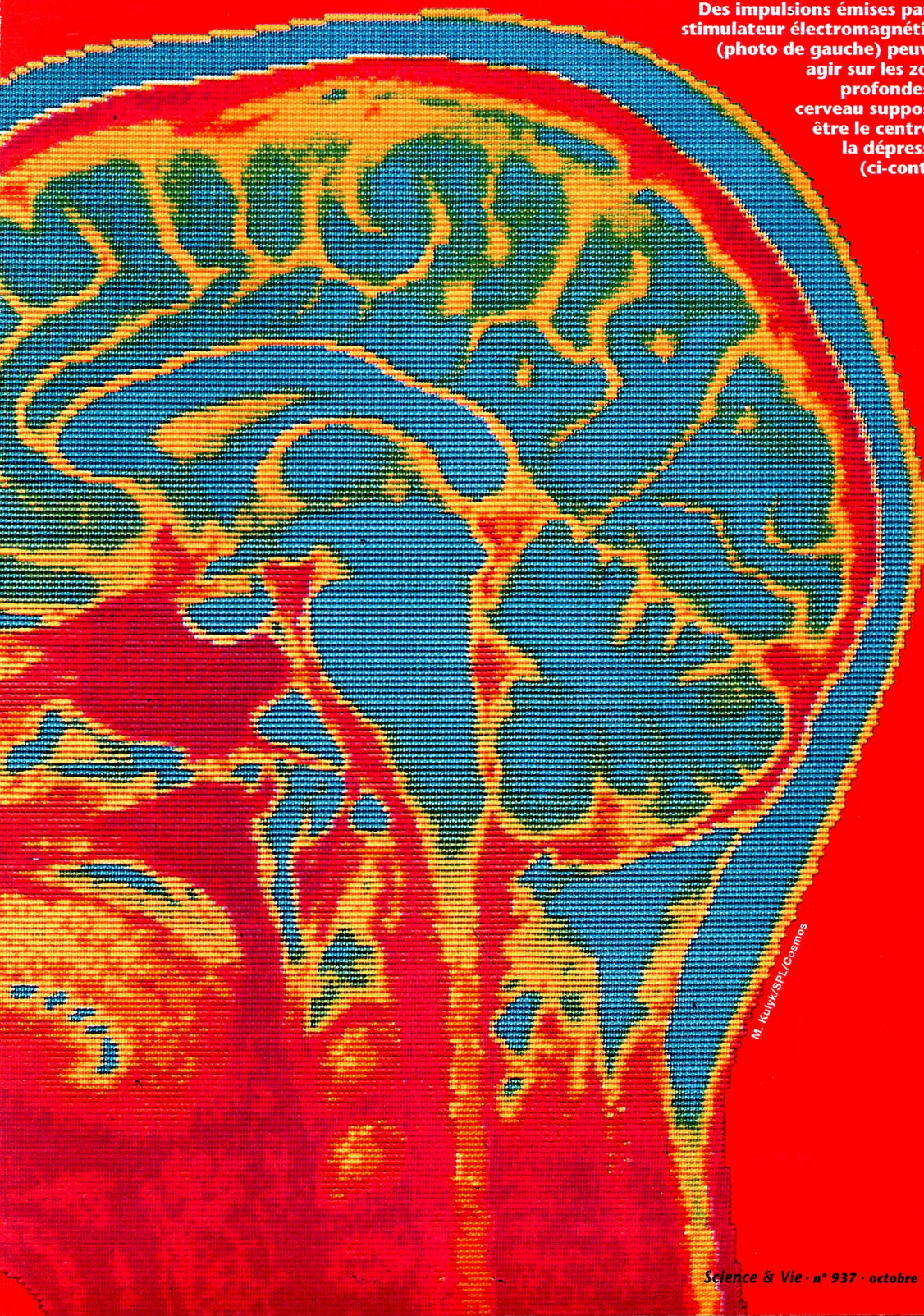

Rémi Chayé

Espoir pour les innombrables victimes de la maladie la plus répandue : des impulsions magnétiques inoffensives envoyées dans le cerveau ont permis d'améliorer des états dépressifs graves. Ce nouveau traitement, expérimenté aux Etats-Unis, intéresse vivement les psychiatres français.

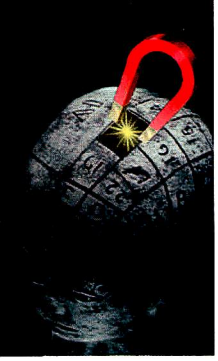
PAR PIERRE ROSSION

Un champ magnétique dans le cerveau

Des impulsions émises par un stimulateur électromagnétique (photo de gauche) peuvent agir sur les zones profondes du cerveau supposées être le centre de la dépression (ci-contre).



M. Kulyk/SPL/Cosmos

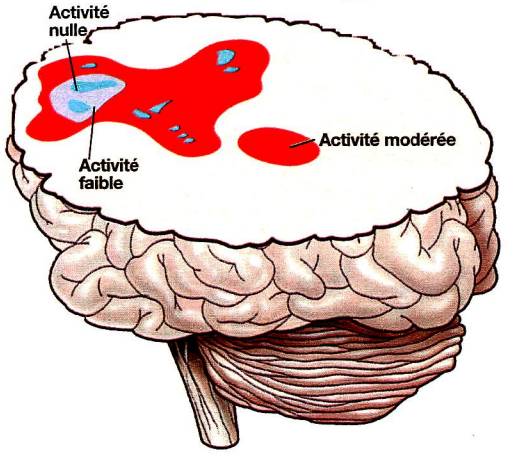


UN ESPOIR POUR LES DÉPRESSIFS

Des aimants qui

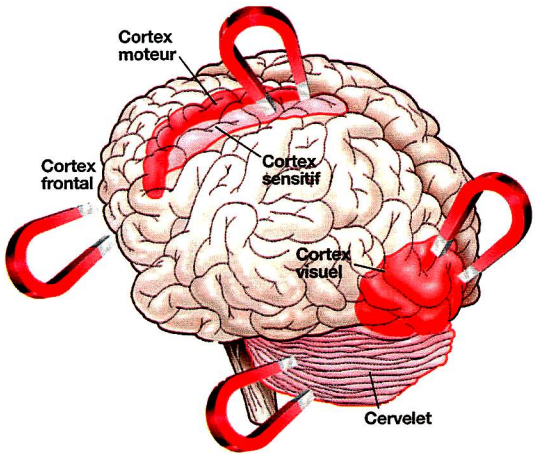
On savait déjà que ce sont les minuscules aimants qu'ils ont dans la tête qui permettent aux oiseaux migrateurs de se diriger dans le ciel. On apprend maintenant que la dépression pourrait être efficacement traitée par l'application de fines impulsions électromagnétiques sur le crâne du patient. C'est, en tout cas, ce que prétend le Pr Mark George, chercheur à l'université médicale de Caroline du Sud, à Charleston. Il a obtenu, par ce moyen, l'amélioration spectaculaire de l'état d'une patiente atteinte depuis trois ans d'une dépression nerveuse rebelle à tous les traitements. «Certes, la guérison n'est peut-être pas définitive, précise-t-il. Mais il est maintenant établi que les stimulations magnétiques sont capables de réactiver les cellules du cerveau des sujets déprimés et de leur rendre une vie sereine.»

Une nouvelle sans prix, quand on sait qu'en France la dépression touche de 15 à 20 % de la population (de 8 à 11 millions de personnes) et que les états dépressifs majeurs concernent plus de 3 millions de patients (6 % de la population). La maladie entraîne chaque année 12 000 suicides et 120000 tentatives. Quant à la consommation d'antidépresseurs, elle ne cesse d'augmenter.



Quand les neurones dépriment...

Chez les sujets déprimés, on observe une baisse de l'activité neuronale dans certaines aires du cortex frontal (dessin ci-dessus). Selon la zone du cerveau stimulée par le champ magnétique (ci-dessous), les effets sont différents. Appliqué sur le front, ce champ agit sur des structures profondes impliquées dans la dépression et rétablit l'activité normale du cortex frontal.



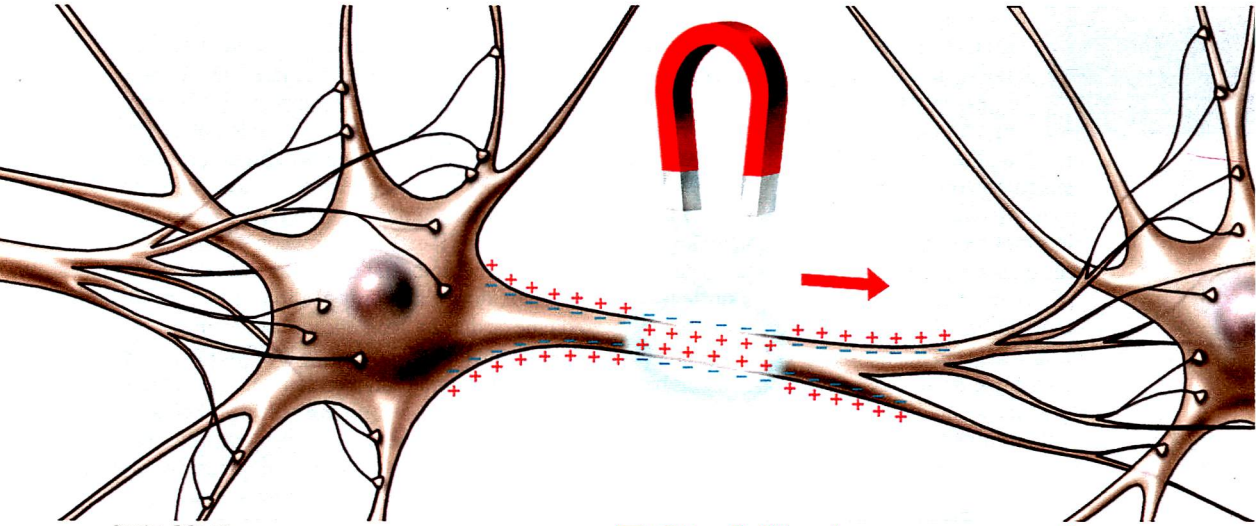
INCRÉDULITÉ ET ÉMERVEILLEMENT

L'appareil utilisé par le Pr George n'est pas inconnu dans le monde de la neurologie. Appelé TMS (Transcranial Magnetic Stimulation), c'est un stimulateur magnétique du système nerveux, dont le plus important fabricant est la société britannique The Magstim, à Whitland (pays de Galles). Une cinquantaine d'hôpitaux français en sont équipés, mais uniquement à des fins d'exploration fonctionnelle du système nerveux.

L'appareil est constitué d'un solénoïde, c'est-à-dire d'un fil métallique conducteur enroulé en hélice sur un cylindre qui, parcouru par un courant, crée un champ magnétique comparable à celui d'un aimant. Lorsqu'on plaque l'appareil sur le crâne, ce champ magnétique agit sur les cellules nerveuses (ou neurones). Du point de vue électrique, les neurones sont analogues à un dipôle, c'est-à-dire un ensemble formé par deux charges électriques égales et de signes opposés. De ce fait, sous l'effet du stimulus magnétique, les cellules se trouvent dépolarisées : leur membrane change de polarité, elle devient positive à l'intérieur et négative à l'extérieur. Ce changement de polarité s'explique par le fait qu'il entre dans la cellule plus de charges positives, sous forme d'ions sodium, qu'il n'en sort, sous forme d'ions potassium. La dépolarisation provoque un courant électrique local qui se propage en cascade de neurone en neurone, *via* les nerfs et jusqu'aux muscles, sous forme d'influx nerveux. En d'autres termes, la stimulation électromagnétique provoque une amélioration de la transmission de l'influx nerveux, qui entraîne le mieux-être du patient.

La découverte du Pr George a été annoncée

redonnent goût à la vie



Dessins F. Poulain

Rétablir le courant

Le stimulus magnétique suscite une inversion de polarité dans la membrane des neurones et provoque une onde électrique locale qui se propage de neurone en neurone le long des nerfs. Cette amélioration de la transmission de l'influx nerveux entraîne le mieux-être du patient.

en juin dernier, lors d'un symposium de la société américaine de psychiatrie, devant une assistance partagée entre l'incrédulité et l'émerveillement. Elle a fait l'objet d'un article dans le magazine scientifique anglais *New Scientist* (5 août 1995, p. 24) et sera très prochainement publiée dans la revue de référence *Neuroreport*.

Certes, de nombreuses études vont être nécessaires pour s'assurer que les améliorations observées ne sont pas dues au simple hasard ou à un quelconque effet placebo. Une douzaine de nouveaux patients sont actuellement soignés ; mais on ne connaîtra pas les résultats du traitement avant neuf mois. S'ils sont positifs, la méthode pourrait constituer, dans les années à venir, une véritable révolution dans le domaine de la neurologie et de la psychiatrie, et remplacer les traitements par antidépresseurs et électrochocs.

«On ne peut mettre en doute le sérieux de l'article du *New Scientist*. Tous les chercheurs cités sont des grands noms de la neurologie», estime le Pr Patrick Chauvel, chef du service de neurologie à l'hôpital Pontchaillou (Rennes) et spécialiste mondial de l'épilepsie. Quant au Dr Thierry Gallarda, chef de clinique à l'hôpital Sainte-Anne (Paris), il demeure pour l'instant attentif : «Sachant qu'on connaît très peu les mécanismes des électrochocs dans la cure des états dépressifs, cette nouvelle forme de traitement est très intéressante. Nous sommes en train de l'examiner.»

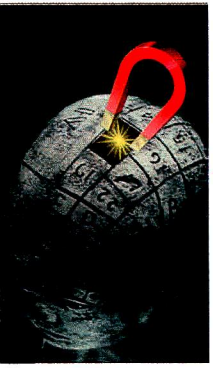
Si le Pr George s'est cru autorisé à manifester, un peu vite, tant d'optimisme, c'est parce que deux des six patients qu'il a traités jusqu'à présent ont montré une amélioration remarquable – «théâtrale», selon ses propres termes. En particulier chez une femme de 40 ans, gravement malade depuis trois ans : elle avait subi cinq hospitalisations et fait une tentative de suicide. Les psychiatres ne savaient plus à quel saint se vouer.

LA CARTE DU CERVEAU

L'état de deux autres patients s'est amélioré, mais de façon moins spectaculaire. Quant aux deux derniers, le traitement est resté sur eux sans effet. Peut-être parce que l'appareil avait été mal orienté, car – on le verra plus loin – la dépression peut toucher des structures du cerveau qui ne sont pas forcément les mêmes d'un sujet à l'autre.

Certes, l'amélioration de quatre patients sur six ne peut constituer une preuve scientifique. Mais c'est un bon début. De plus, d'après le Pr George, le traitement par électroaimant devrait permettre de mieux comprendre la genèse des émotions, d'affiner la carte des circuits nerveux du cerveau, actuellement grossière et incomplète, et, enfin, de mieux connaître les structures du cerveau impliquées dans la dépression.

C'est le Pr Pat Merton (institut de neurologie de Londres) qui, le premier, a eu l'idée, il y a dix ans, d'utiliser la TMS pour mieux comprendre le fonctionnement du système nerveux. Il s'était ■ ■ ■



UN ESPOIR POUR LES DÉPRESSIFS

Mieux comprendre la

■ ■ ■ aperçu qu'en stimulant certaines aires du sommet du cerveau il obtenait une réponse saccadée du pouce. Par la suite, l'un de ses collègues, le Pr John Rothwell, constata qu'en stimulant le cortex cérébral (1) à différents endroits il obtenait des tremblements de certains muscles périphériques. Ainsi put-il dresser, avec plus de précision, la carte des aires motrices du cerveau et des connexions qui relient les systèmes nerveux et moteur. Il put aussi déceler d'éventuelles anomalies sur le trajet des nerfs. En effet, comme l'influx nerveux se déplace le long des nerfs à vitesse constante, on peut déduire que, s'il ne passe pas ou passe moins bien, il y a une anomalie sur son trajet. Cette anomalie peut être une tumeur ou une lésion, qui pourra être mise en évidence et opérée.

FREUD ET LACAN

Ces chercheurs ont également montré que l'influx nerveux émis par le cortex pouvait être inhibé par une impulsion envoyée dans le cervelet, prouvant ainsi la présence de connexions nerveuses entre ces deux structures du cerveau. Mieux encore : l'année dernière, le Pr Mark Hallett (institut national des désordres et traumatismes neurologiques, Washingon DC) démontrait l'intérêt du TMS dans le traitement des patients atteints de la maladie de Parkinson. En stimulant le cortex avec des impulsions magnétiques répétées, on parvient à raccourcir le temps de réaction des membres et à faire exécuter aux patients des exercices demandant une certaine habileté manuelle. Selon Hallett, ce résultat spectaculaire serait dû au fait que le stimulateur magnétique augmente l'excitabilité du cortex.

L'appareil est, enfin, d'une grande utilité pour le chirurgien. Pour la raison suivante : la stimulation magnétique de certaines aires du cortex inhibe temporairement le langage, ce qui permet, par tâtonnements, de dresser la carte de l'aire du langage sur le cortex. Or, cette aire varie d'un sujet à l'autre : le chirurgien doit donc la connaître pour éviter de la léser lors de l'intervention.

Contrairement à une légende tenace, la dépression n'est pas une affection du XX^{e} siècle. C'est un trouble universel observé à toutes les époques, dans tous les milieux sociaux et dans toutes les cultures. Elle touche un individu sur quatre au cours de sa vie et peut apparaître à tout âge, aussi bien chez les hommes que chez les femmes, qui en sont cependant deux fois plus souvent victimes que les hommes. Déjà, dans l'Antiquité, Hippocrate en rapporte des descriptions cliniques et l'attribue à la "bile noire" (en grec : "mélancolie"). Selon la définition d'Henri Lôo (2), chef du service hospitalo-universitaire de santé mentale et de thérapeutique, à l'hôpital Sainte-Anne (Paris), la dépression se caractérise par «un ténébreux état d'âme, un vécu de tonalité triste, dont l'ampleur et l'intensité varient, comme sa durée» (voir encadré ci-dessous).

Mais quelle est la cause de la dépression ? La réponse est simple : on n'en sait rien. Deux théories majeures mais opposées ne cessent de s'affronter : la psychogenèse et l'organogenèse. Pour les partisans de la première, la dépression a sa source dans une blessure affective survenue durant l'enfance. Cette théorie est à la base de toutes les interprétations psychanalytiques de la dépression, développées par Karl Abraham, Sigmund Freud, Mélanie Klein, Jacques Lacan et bien d'autres. Pour les défenseurs de la seconde

LES MYSTÈRES DE

Il ne faut pas assimiler la banale "déprime", qui nous afflige passagèrement, avec la dépression proprement dite, qui est une véritable maladie. Selon son degré de gravité, on en distingue deux grands types : la dépression névrotique et la dépression psychotique (ou mélancolique).
Dans la première, la personnalité du sujet n'est pas altérée, et ses fonctions intellectuelles ne sont pas perturbées. Elle naît généralement d'une situation conflictuelle et fait osciller le malade entre morosité et désespoir. Dans la seconde, en revanche, la personnalité, l'affectivité et les relations avec le monde extérieur sont complètement perturbées. Dans ses formes les plus graves, la dépression psychotique oblige à l'internement.
Certains psychiatres français réfutent cependant l'opposition névrotique-psychotique, car ils estiment que ce sont les deux versants, l'un grave, l'autre modéré, d'une même maladie. Les psychiatres américains, eux, ont une approche tout à fait différente : ils envisagent exclusivement l'aspect descriptif des symptômes sans se préoccuper de leur nature ni de leur cause. Aussi distinguent-ils, d'une part, les troubles dépressifs majeurs, c'est-à-dire bien caractérisés, et, de l'autre, les manifestations dépressives atténuées et chroniques. En revanche, tous les psychiatres admettent que

(1) Substance grise située à la surface des hémisphères cérébraux et formée par les corps cellulaires des neurones.
(2) Auteur avec son père, Pierre Lôo, de *la Dépression*, PUF (coll. "Que sais-je ?").

théorie, la dépression provient d'altérations du cerveau. Ces anomalies auraient soit une origine génétique – elles impliqueraient des gènes situés sur le chromosome sexuel X et le chromosome 11 –, soit une cause biologique, telle que des perturbations de la transmission chimique cérébrale ou une sécrétion accrue de cortisol par la glande corticosurrénale. Ces modifications biochimiques se produisent au cœur du cerveau, dans les systèmes limbique et paralimbique (voir les dessins page précédente), tenus pour le siège hypothétique de la dépression.

En fait, selon le Pr Lôo, «la dépression est de plus en plus envisagée selon un déterminisme plurifactoriel où se combineraient divers éléments : génétiques, psychologiques, biologiques et environnementaux». En fait, on ignore si la perturbation psychologique – ou biologique – est la cause de la maladie ou sa conséquence.

Dès lors, comment soigner une maladie à laquelle, finalement, on ne comprend pas grand-chose ? Tous les traitements sont empiriques, c'est-à-dire qu'on ne sait pas trop comment ils agissent. L'exemple n'est pas unique en médecine. C'est le cas de l'aspirine, employée depuis des lustres, mais dont on ignore toujours comment elle agit sur la migraine.

LE FAMEUX PROZAC

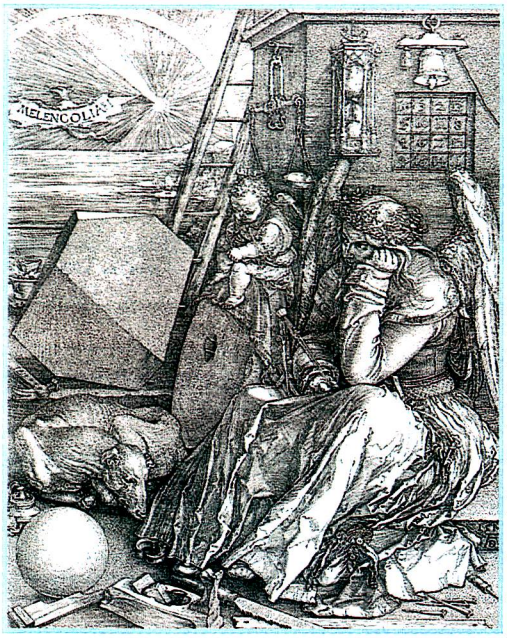
Les traitements curatifs de la dépression font surtout appel aux antidépresseurs et aux électrochocs. Les antidépresseurs, souvent confondus à tort avec les tranquillisants, "relèvent" l'humeur dépressive. Il en existe un grand nombre (vingt-huit sont commercialisés en France). Certains favorisent la transmission nerveuse par la sérotonine, d'autres par la noradrénaline ou la dopamine. Les plus connus sont le Tofranil, le Marsilid, les IMAO (inhibiteurs de la mono-amino-oxydase), et bien sûr le Prozac (voir *Science & Vie* n° 919, p. 84). Tous améliorent rapidement les symptômes non spécifiques de la dépression, comme l'anxiété et l'insomnie. Ils ont en revanche beaucoup plus de mal à venir à bout de ses symptômes spécifiques, comme la tristesse et le pessimisme.

Le traitement par électrochocs (ou ECT, pour ■ ■ ■

LA DÉPRESSION

la dépression peut prendre des formes très diverses (de la morosité à l'extrême désespoir) et que ces formes sont souvent trompeuses : on croit avoir affaire à une dépression alors que ce n'en est pas une. Pour s'y retrouver, il existe tout de même un fil conducteur : un ensemble de signes qui constituent le tableau classique de la dépression. Ainsi, tous les troubles dépressifs comprennent :

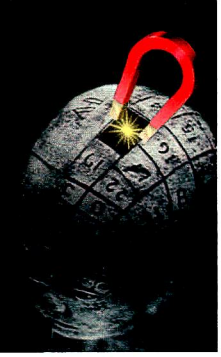
- Une perturbation affective qui empoisonne la vie du sujet. Elle se manifeste par le pessimisme, l'autodépréciation, une absence d'intérêt pour les choses de la vie, l'inaptitude à envisager l'avenir et à élaborer des projets.
- Une inhibition psychomotrice, avec perte de l'élan vital et abolition du sens de l'initiative. Le sujet travaille avec lenteur et avec effort. Toute tâche est source de fatigue. L'expression de son visage est triste, sa voix éteinte et monocorde.
- Une anxiété permanente qui peut se manifester par l'appréhension de malheurs virtuels ou par des manifestations caractérielles agressives.
- Des symptômes physiques très divers : insomnie, troubles digestifs, palpitations, vertiges, tremblements.
- Enfin, l'attrait pour la mort est une constante qu'on retrouve dans toutes les formes de la maladie, mais dont l'intensité varie selon le type de dépression.



La mélancolie par A. Durer/Musée du Petit-Palais/Giraudon

LA "BILE NOIRE" D'HIPPOCRATE...

Décrite depuis l'Antiquité et observée dans toutes les civilisations, la "mélancolie" a traversé les siècles. Mais ce n'est qu'à partir du XIXe siècle qu'elle fut considérée comme une véritable maladie.



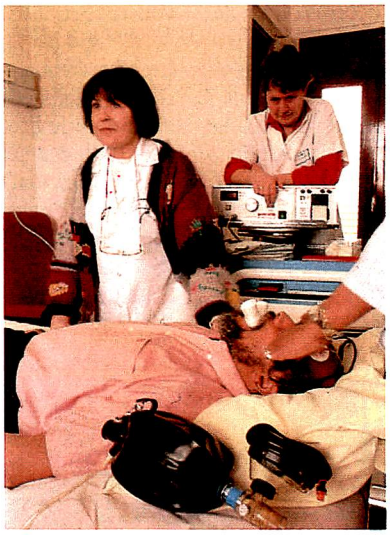
UN ESPOIR POUR LES DÉPRESSIFS

Les électrochocs au rancart

■ ■ ■ électroconvulsivothérapie) consiste à administrer, à l'aide de deux électrodes placées sur les tempes, une décharge électrique extrêmement violente (intensité : de 0,5 à 0,8 A; tension : de 50 à 350 V; énergie libérée durant l'électrochoc : jusqu'à 100 J) afin qu'elle traverse l'épaisseur de la boîte crânienne. Il s'ensuit une perte de connaissance et des convulsions épileptiques, par suite d'une hyperexcitation des cellules nerveuses du cerveau. Tous les neurones se trouvent, en effet, dépolarisés en même temps, avec pour conséquences une entrée de sodium et une fuite de potassium, et l'apparition de courants qui se propagent dans tous les nerfs et se déchargent dans tous les muscles. Selon un dogme de la psychiatrie, les crises convulsives sont le passage obligé pour améliorer l'état du malade. Cependant, ce dogme repose plus sur des observations que sur des preuves formelles. Or, comme le seuil des convulsions a tendance à s'élever sous l'effet d'électrochocs répétés, on doit, pour obtenir l'effet recherché, administrer un courant toujours plus intense. Les électrochocs ont aussi le fâcheux inconvénient d'entraîner des pertes de mémoire transitoires. Longtemps en vogue, les électrochocs finirent par être abandonnés. Ils connaissent pourtant aujourd'hui un regain de faveur, car ils donnent, pour certaines dépressions sévères, de meilleurs résultats que les antidépresseurs. Au point que les patients en redemandent!

La stimulation magnétique n'a pas ces inconvénients. Elle n'est pas douloureuse, et, comme elle traverse facilement la peau, les os, les cheveux, les tissus, elle utilise une faible énergie, dix mille fois moins forte que celle des électrochocs. Elle n'entraîne donc ni crise convulsive ni perte de mémoire. Par ailleurs, le champ magnétique peut être dirigé avec une grande précision (de l'ordre du centimètre) sur les structures internes du cerveau, alors que les électrochocs n'ont aucune finesse de tir, puisqu'ils visent le cerveau en bloc.

Le traitement consiste à envoyer sur le côté gauche du front, vingt minutes par jour et un jour sur deux, une série de 800 impulsions magnétiques. Le front est la partie de la tête la plus proche des systèmes limbique et paralimbique, que l'on se propose d'atteindre. Et on sait que l'hémisphère gauche joue un rôle plus important que le droit dans les mécanismes de l'humeur.



L.Bsip

Cure de choc...

La stimulation magnétique permet d'éviter les effrayantes crises convulsives causées par les classiques électrochocs.

L'effet de la stimulation magnétique a été prouvée par des images du cerveau prises par tomographie, avant et après le traitement de sujets déprimés. Mark George a montré qu'avant le traitement certaines parties du cortex cérébral n'ont pas d'activité neuronale et qu'elles en retrouvent une après. Cependant, cela ne signifie pas que le cortex soit un centre de la dépression. L'absence d'activité de cette structure pourrait être une conséquence de la dépression, puisqu'un déprimé a beaucoup moins d'activité intellectuelle qu'une personne équilibrée.

Dans les mois à venir, les chercheurs vont s'attacher à contrôler l'efficacité de cette technique et à l'affiner en déterminant l'intensité du champ magnétique la plus active. Ils vont aussi vérifier si elle est inoffensive et dépourvue d'effets secondaires, ce qui semble probable. Enfin, ils vont améliorer la précision du "tir" en fonction des patients, car les centres de la dépression peuvent varier d'un sujet à l'autre, notamment d'un droitier à un gaucher. Quand la technique sera au point – dans un ou deux ans, vraisemblablement –, les hôpitaux psychiatriques français pourront l'appliquer. ■

ACCÉDEZ À LA PLUS HAUTE PRÉCISION !

Aucun autre satellite ne vous offre autant de détails

OFFRE SPÉCIALE RENTRÉE

PLUS DE 25% DE RÉDUCTION

"SPOT" LA RÉFÉRENCE



AUJOURD'HUI DISPONIBLE

L'IMAGE DE LA CORSE

FORMAT GÉANT 70 X100 cm

110 F T.T.C au lieu de ~~140 F~~



LE HAVRE (traitement couleurs naturelles)
L'un des plus beaux estuaires de France. Le pont de Normandie s'élance à 240 m au dessus de la Seine. RECORD BATTU.

COMPAREZ...

SPOT, SATELLITE FRANCAIS EST LA RÉFÉRENCE EN MATIÈRE D'OBSERVATION RAPPROCHÉE

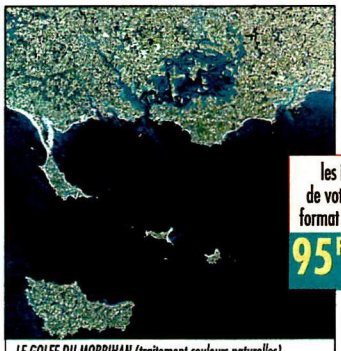
En identifiant les détails au sol sur 10m X 10m (contre 30 m les autres satellites), Spot réalise un RECORD D'OBSERVATION RAPPROCHÉE. Sans concurrence et avec une qualité d'image exemplaire.

INTÉRÊT GARANTI

Votre région apparaît avec tout ce qui fait sa spécificité et sa beauté : cours d'eau, forêts, monuments et rues. Vous identifiez chaque élément avec une PRÉCISION STUPÉFIANTE

AVEC SPOT, VOTRE RÉGION EST ENCORE PLUS DÉTAILLÉE, PLUS PRÉCISE... ET PLUS BELLE !

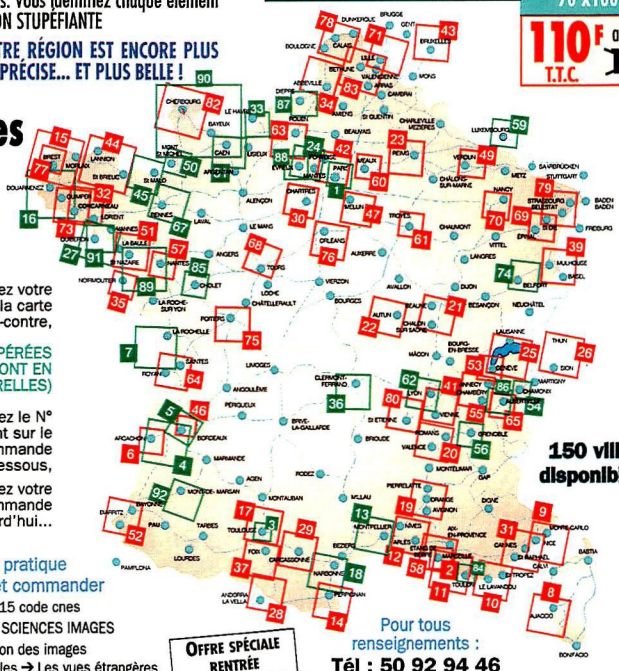
- **30 nouvelles images actualisées**
- **Toutes en couleurs naturelles**
- **Toutes avec une précision de 10 mètres.**



LE GOLFE DU MORBIHAN (traitement couleurs naturelles)
Vue à marée basse. On suit les plus petits chenaux, les plus petites parcelles. Spot "attrape" même la navette Quiberon Belle-ÎLE.

les images de votre région format 50X60 cm.

95 F au lieu de ~~130 F~~



150 villes disponibles.

1/ Choisissez votre région sur la carte ci-contre,

(LES IMAGES REPÉRÉES EN VERT SONT EN COULEURS NATURELLES)

2/ Reportez le N° correspondant sur le bon de commande ci-dessous,

3/ Envoyez votre commande dès aujourd'hui...

Facile et pratique pour choisir et commander

Le minitel 3615 code cnes

(rubrique images) - SCIENCES IMAGES

→ La description des images

→ Les offres promotionnelles → Les vues étrangères

OFFRE SPÉCIALE RENTRÉE

PLUS DE 25% DE RÉDUCTION

Pour tous renseignements :

Tél : 50 92 94 46

OUI, JE COMMANDE LES IMAGES SUIVANTES

		Prix unit.	Quant.	Total
L'IMAGE GÉANTE DE LA CORSE AU FORMAT 100 X 70 CM (PAPIER 250 GRS COUCHÉ BRILLANT - VERNIS)		110 F au lieu de ~~149 F~~ T.T.C		
L'image de votre région format 50 X 60 cm (PAPIER 250 GRS COUCHÉ BRILLANT - VERNIS)	N° N° N° N°	95 F au lieu de ~~130 F~~ T.T.C		

SCIVIE.10/95

❑ Je joins mon règlement par chèque bancaire ou postal, **À L'ORDRE DE SCIENCES IMAGES** éditeur pour Spot Image - **10, RUE DE L'INDUSTRIE - B.P. 220 - 74105 ANNEMASSE CEDEX.**

❑ Je choisis de régler avec ma master card visa ou eurocard.

N°: |_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_| Expire fin : |_|_|_|_|

❑ Mr ❑ Mme ❑ Melle (Ecrivez en majuscule S.V.P.) Signature (obligatoire) :

Nom : ..... Prénom : .....

Adresse : .....

..... C.P : |_|_|_|_|_| Ville : .....

* Prix T.T.C pour la France - H.T. frais d'expédition compris pour la C.E.E - Autres destinations nous consulter.

Total Commande	
Frais d'expédition	30 F T.T.C
TOTAL COMMANDE	

Satisfait ou Remboursé

Sciences Images - 10 rue de l'Industrie - B.P. 220 - 74105 Annemasse Cedex

Les médicaments à

Certaines pathologies se manifestent plus volontiers le matin, d'autres le soir. D'où l'idée que les traitements seront plus efficaces s'ils sont administrés au moment approprié, en harmonie avec les rythmes naturels de l'organisme. C'est le sens des recherches d'une discipline en pointe, la chronothérapie.

PAR PHILIPPE LAMBERT

C'est en mai qu'on dénombre le plus de naissances. La crise d'asthme est le plus souvent nocturne. Quant aux infarctus du myocarde, ils sont plus fréquents tôt le matin et tard le soir et semblent avoir une prédilection pour le lundi, jour de reprise du travail. L'ulcère de l'estomac ou du duodénum ? Tous les médecins savent que les poussées surviennent avec une fréquence accrue à l'époque des bourgeons ou, au contraire, de la chute des feuilles. De même, dans la polyarthrite rhumatoïde, la composante temporelle, ou plutôt rythmique, n'est pas négligeable non plus : les douleurs articulaires qui tenaillent le malade se révèlent particulièrement vives au petit matin.

En fait, dans l'expression de nombreuses pathologies, la rythmicité ne fait aucun doute. De façon plus générale, des activités biopériodiques peuvent être mises en évidence à tous les niveaux d'organisation de la vie. Pourquoi ? Tout simplement parce que celle-ci n'est pas seulement structurée dans l'espace mais également dans le temps. Tous les organismes vivants, des unicellulaires eucaryotes à l'homme, sont soumis à des rythmes biologiques, qui peuvent être circadiens (d'environ un jour), ultradiens (de l'ordre de quelques fractions de seconde, quelques minutes ou un petit nombre d'heures), infradiens (de plusieurs jours), circamensuels (d'environ un mois), saisonniers, circannuels (d'environ un an) ou d'une autre périodicité encore. La fréquence cardiaque, par exemple, met en jeu un rythme ultradien, mais présente aussi une variation circadienne, avec un maximum durant la journée et un minimum la nuit.



Le pionnier de la chronotolérance

C'est le Dr Francis Lévi (CNRS) qui a ouvert en France la voie des recherches sur la chronotolérance. Son principe : administrer le médicament au moment où il est le mieux supporté par l'organisme.

Phénomènes étranges ? Inquiétants ? Pas du tout, répondent les chronobiologistes. Depuis plusieurs milliards d'années, la vie évolue en s'adaptant aux variations périodiques du milieu. Cette adaptation recèle une composante temporelle de nature génétique (endogène). En d'autres termes, chaque organisme est gouverné par plusieurs horloges biologiques – appelées oscillateurs –, connectées entre elles et hiérarchisées. Toutefois, comme une montre qui avancerait ou retarderait, celles-ci ne possèdent pas des rythmes spontanés d'une exactitude absolue. Ainsi, un rythme circadien ne correspond pas à vingt-quatre heures pile, mais, ainsi que le suggère le préfixe "circa", à environ cette durée.

La remise à l'heure des horloges biologiques s'opère par l'intermédiaire de synchroniseurs, c'est-à-dire de signaux provenant de variations périodiques de l'environnement : tombée de la nuit, naissance du jour, exigences de la vie socio-écono-

l'heure H



Honoré

mique... D'où les problèmes dus au décalage horaire, ou encore au travail posté, qui implique régulièrement un changement de phase des synchroniseurs par déplacement des heures de repos et d'activité.

Les pathologies humaines (et animales) comportent une composante rythmique. Les chronobiologistes se sont également aperçus que les agents toxiques et les médicaments n'ont pas la même efficacité selon le moment de leur administration. La théophylline, par exemple, drogue majeure dans la thérapie de l'asthme, a un effet bénéfique sensiblement supérieur si elle est prise le soir. Par ailleurs, la tolérance du malade aux médicaments est, elle aussi, l'objet de fluctuations.

CONFORT ET GUÉRISON

Les traitements "chrono-optimisés" ouvrent une voie riche de promesses à la médecine de demain. A l'heure actuelle, c'est indéniablement dans la sphère de la cancérologie que s'inscrivent les études les plus poussées. Les recherches sur la chronothérapie des cancers, c'est-à-dire la détermination des meilleurs moments pour dispenser les traitements, se font selon deux orientations. En effet, l'accent peut être mis soit sur la tolérance du patient aux drogues administrées (on parle alors de chronotolérance), soit sur l'efficacité de celles-ci (chronoefficacité). Les enjeux sont de taille : il y va du confort des malades et de leurs chances de guérison.

La chronotolérance fut initialement développée par Franz Halberg, de l'université du Minnesota, aux Etats-Unis. Elle fut ensuite reprise en France par Francis Lévi, du Centre national de la recherche scientifique (CNRS), avant d'essaimer vers de nombreux centres de recherche. Très vite, il apparut qu'il existait une variation circadienne de la toxicité des drogues et, partant, de leur tolérance. Forts de cet acquis, les chercheurs procédèrent à des essais chez l'animal. On injecta à des souris de laboratoire des anticancéreux, à faible dose aux moments où leur organisme les tolérait mal et à forte dose lorsque la tolérance était bonne. Se dessinait ainsi une modulation de la chimiothérapie à l'échelle de vingt-quatre heures. L'efficacité de cette approche thérapeutique put être mesurée dans différents cancers, en particulier dans une forme de leucémie : la régression du mal apparut deux fois plus importante qu'avec un traitement classique.

Les écoles américaine et française ne prenaient cependant pas directement en compte le tissu cible – le cancer lui-même. Or, certaines tumeurs présentent des variations circadiennes de leurs divisions cellulaires. Il était donc légitime de se demander si une drogue n'a pas plus d'efficacité lorsqu'elle est délivrée à une certaine heure plutôt qu'à une autre. Après des expériences concluantes sur l'animal, en collaboration avec le Pr Hervé Barbason, responsable du laboratoire

de cancérologie expérimentale, de radiobiologie et de chronobiologie de l'université de Liège, le Dr Christian Focan, chef du service de médecine interne-oncologie du centre hospitalier Saint-Joseph-Espérance (Liège), effectua des recherches de chronoefficacité auprès de malades jugés incurables. Il leur proposa une séquence thérapeutique articulée sur quarante heures, au cours desquelles deux ou trois drogues devaient être données à des moments choisis. Une série de patients commençait son traitement le matin, une autre le soir. Comme le Dr Focan l'avait prévu, on observa dans l'un des deux groupes une régression plus importante de la tumeur, de qualité supérieure et de plus longue durée. En moyenne, ces patients survécurent deux fois plus longtemps que les autres.

REPÉRER LE RYTHME DE LA TUMEUR

L'étude de la chronoefficacité se heurte toutefois à une difficulté majeure : la grande hétérogénéité des rythmes qui se manifestent au niveau des tumeurs. D'où l'intérêt de développer une technologie qui permettrait de cerner, chez chaque patient, la rythmicité orchestrant la prolifération cellulaire propre à sa tumeur. De plus, la chronoefficacité ne garantit pas le confort du malade, ce qui pose un problème éthique. Se pourrait-il, cependant,

Des résultats chez des malades jugés incurables

qu'il y ait coïncidence entre les moments d'efficacité maximale et ceux de meilleure tolérance ? C'est possible, mais loin d'être prouvé ; les avis des spécialistes divergent.

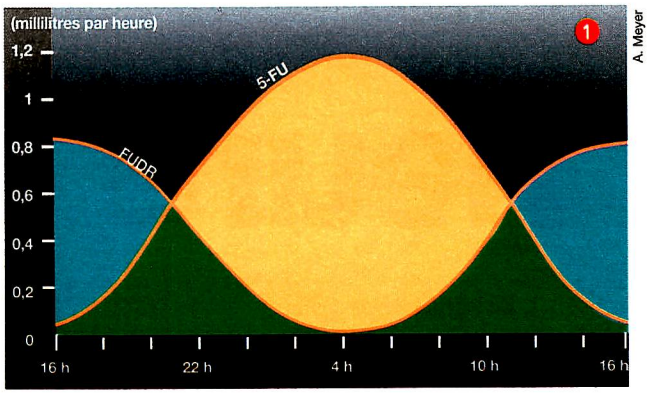
Actuellement, le chemin le mieux balisé étant celui de la chronotolérance, il est de loin le plus fréquenté. Outre les résultats décisifs obtenus chez l'animal depuis plus de vingt ans, les études cliniques se multiplient. D'autant que, comme le souligne le Dr Francis Lévi, aujourd'hui responsable de l'unité de chronothérapie de l'hôpital Paul-Brousse, à Villejuif, l'approche fondée sur l'optimisation de la tolérance peut conduire à une intensification de la chimiothérapie et, dès lors, permettre peut-être d'en optimiser l'efficacité.

Depuis quelques années, l'utilisation de pompes chronoprogrammables à perfusion continue autorise l'administration de drogues anticancéreuses selon des protocoles complexes. Des études effectuées à Villejuif, à Liège et dans le cadre de l'International Organisation for Cancer Chronotherapy (IOCC) ont montré la possibilité d'augmenter les doses de chimiothérapie sans accroître les effets secondaires – voire en les diminuant significativement.

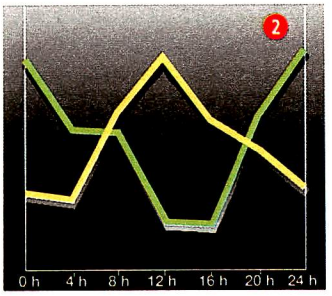
Deux programmes de traitement de métastases hépatiques chez des malades atteints de cancers avancés du côlon ou du rectum ont notamment été mis sur pied.

Le premier fut entrepris à l'aube des années quatre-vingt-dix par l'hôpital Paul-Brousse et le centre hospitalier Saint-Joseph-Espérance. Cinquante-six patients furent traités au moyen d'une double chimiothérapie. La délivrance des deux drogues s'opérait *via* une pompe à perfusion continue. Sachant que la meilleure tolérance à ces substances se situait théoriquement à 4 h pour la première et à 16 h pour la seconde, une administration à débit constant a pu être comparée à une délivrance variable programmée à l'échelle de vingt-quatre heures.

Qu'ont dévoilé ces approches distinctes ? Que les sujets traités en te-



A. Meyer



Après l'heure, c'est plus l'heure !

La chronoprogrammation permet d'adapter le traitement aux rythmes biologiques du patient. Ci-dessus 1, les variations du débit de deux anticancéreux administrés avec un pic à l'heure de meilleure tolérance (4 h pour le 5-FU et 16 h pour le FUDR). Mais il faut aussi prendre en compte les rythmes propres de la tumeur, souvent complexes. Ainsi, dans ce sarcome de souris 2, la réplication de l'ADN (courbe verte) connaît un pic à minuit, et l'activité mitotique (division cellulaire – courbe jaune), à midi.

nant compte des pics et des creux de tolérance subissaient une toxicité moindre, malgré des doses de médicaments sensiblement plus élevées. La survie moyenne pour les tumeurs colorectales accompagnées de métastases est évaluée à huit mois. Or, pour les 56 patients traités, ce chiffre fut porté à vingt mois. En outre, grâce à l'ablation, après la chimiothérapie, de métastases résiduelles au niveau hépatique, 25 % de rémissions complètes apparentes furent observées. Chez les malades auxquels les drogues étaient délivrées à débit constant, la proportion globale de survivants à long terme (plus de quatre ans) atteignit 11 % : moins que chez ceux traités par chronoprogrammation, pour lesquels elle fut de 18 % à Liège et de 27 % à Villejuif.

COCKTAIL DE TROIS DROGUES

Ces chiffres encourageants demandaient évidemment confirmation. Une seconde étude, regroupant une dizaine de centres européens chapeautés par l'IOCC (dont le Dr Francis Lévi assure la présidence), fut donc entreprise. Quelque 300 malades reçurent un "cocktail" de trois drogues, soit à débit constant, soit à débit chronoprogrammé. Une fois encore, les statistiques sont éloquentes. Les chercheurs observèrent en effet une régression tumorale significative chez 53 % des patients du second groupe, alors qu'un tel résultat n'apparaissait que chez 32 % des autres malades. Par ailleurs, les patients traités en se fondant sur les heures de meilleure tolérance aux drogues présentèrent cinq fois moins de toxicité sévère, ce qui explique qu'on ait pu maintenir chez eux des doses élevées de médicaments, alors qu'on devait restreindre progressivement l'intensité de la chimiothérapie chez les autres. Enfin, leur survie fut sensiblement améliorée, d'autant qu'un quart d'entre eux put bénéficier d'une ablation des métastases résiduelles après le traitement médicamenteux.

Dès à présent, des cancers autres que colorectaux vont être passés au crible par les chronobiologistes. Ainsi, au sein de l'IOCC, il est question de tumeurs de l'estomac, du pancréas, du poumon ou encore de l'œsophage, cancers contre lesquels les équipes des Drs Focan et Lévi ont commencé à associer des séances de radiothérapie et de la chronochimiothérapie par pompe. Il est également prévu, pour des cancers colorectaux, de mesurer l'impact d'une chimiothérapie modulée dans le temps comme adjuvant après une chirurgie curative.

Outre-Atlantique, William Hrushesky, du collège médical d'Albany, et George Bjarnason, de l'université de Toronto, ont entrepris récemment une étude sur le cancer du rein. But de cette recherche : comparer les effets d'une drogue, le FUDR, selon qu'elle est administrée en perfusion constante ou selon un débit variable conditionné par les moments de tolérance maximale. Bref, les liens entre chronobiologie et traitement des cancers se resserrent de plus en plus.

Les chronobiologistes sont partis du modèle animal pour fixer les heures d'administration des médicaments chez l'homme. Ce dernier est un être diurne; le rongeur, un animal nocturne. De là à ajouter, pour les traitements chez l'homme, douze heures aux moments des pics de meilleure tolérance chez la souris et le rat de laboratoire, il n'y avait qu'un pas, qui fut franchi. La tendance est donc, par exemple, à administrer un médicament à 4 h du matin chez l'homme, parce que c'est vers 16 h qu'il est le mieux toléré par l'animal. Peut-être cette approche du problème devrait-elle être revue, du moins peaufinée : rien n'interdit de penser qu'il puisse ■ ■ ■

On augmente les doses mais pas les effets secondaires

Les précurseurs de la chrono-efficacité

Les recherches du Dr Christian Focan et du biologiste Hervé Barbason, à Liège, ont confirmé qu'il existe pour chaque drogue une heure d'efficacité maximale.



exister chez l'homme des heures de meilleure tolérance ou de tolérance équivalente, associées à une plus grande efficacité.

Cette question est d'autant plus fondée que certaines recherches, ayant trait notamment à des tumeurs ovariennes chez la femme, laissent supposer que les rythmes

L'altération des rythmes, un facteur de cancer?

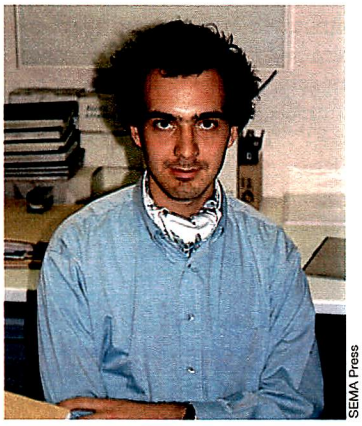
des divisions cellulaires de la tumeur diffèrent généralement des rythmes de l'hôte. Or, l'efficacité des drogues apparaît d'autant plus forte que les cellules cibles tumorales se trouvent en phase sensible au moment de leur administration. Le Dr Manuel Benavidès, de Malaga (Espagne), a pu en outre montrer que les rythmes de la tumeur restent proches des rythmes de l'hôte lorsqu'un cancer n'est pas trop avancé et, plus particulièrement, lorsque le malade conserve un bon indice clinique. Dans le cas contraire, la rythmicité apparaît souvent très perturbée.

VERS UN TRAITEMENT INDIVIDUALISÉ

En réalité, rien n'est simple. Il n'est pas exclu non plus que les rythmes des divisions cellulaires au niveau tumoral varient d'un malade à l'autre. D'où, sans doute, la nécessité de traitements individualisés, voire d'une resynchronisation (par voie médicamenteuse, par exemple) des rythmes concernés.

Une autre question taraude les chronobiologistes : au bout d'un certain temps, l'administration des drogues anticancéreuses ne modifie-t-elle pas les rythmes biologiques du patient et, par conséquent, les heures de meilleure tolérance et de meilleure efficacité? Pour en savoir plus, les différents groupes de l'International Organisation for Cancer Chronotherapy mènent actuellement une étude auprès de patients atteints de cancers colorectaux avancés, chez qui une, deux, voire trois chimiothérapies n'ont pu induire une régression tumorale significative. Une modification des pics d'administration des drogues au cours du nycthémère (espace de temps comprenant un jour et une nuit) ne pourrait-elle être fructueuse? C'est, en tout cas, ce que se propose de préciser l'IOCC.

Le Dr Francis Lévi soulève une interrogation d'une autre nature, relevant cette fois de l'épidémiologie et de la prévention : une altération des rythmes biologiques – chez certains travailleurs postés, par exemple – prédispose-t-elle au cancer? On a, pour l'heure, très peu d'éléments de réponse.



SEMA Press

L'innovateur

Gaëtan Milis a mis au point un procédé original renforçant l'efficacité de la chronothérapie : des microsphères biodégradables délivrant un médicament sous l'action d'ultrasons.

Le recours à des pompes chronoprogrammables pour la délivrance des anticancéreux a amélioré le confort physique et psychologique des patients, d'autant que leur utilisation s'inscrit dans le cadre de la médecine ambulatoire (traitements n'interrompant pas l'activité habituelle du malade). Toutefois, ne peut-on concevoir de leur substituer, à moyen terme, une technique d'administration des drogues encore mieux adaptée? On y songe.

MICROSPHÈRES ET ULTRASONS

Ainsi, Gaëtan Milis, chercheur en chronothérapie du cancer au laboratoire du Pr Barbason, a eu l'idée originale de charger de cisplatine – un anticancéreux – de minuscules sphères biodégradables. Ces petites billes de 100 à 200 micromètres de diamètre sont expérimentées chez la souris. Injectées dans l'organisme de l'animal, elles mettent en principe une vingtaine de jours à délivrer la quasi-totalité du cisplatine qu'elles renferment. Gaëtan Milis les a soumises à une libération sous l'action pulsée d'ultrasons. Ceux-ci tendent à "écarter" les molécules des microsphères et donc à laisser échapper une quantité plus importante d'anticancéreux. Chez des souris auxquelles une tumeur avait été greffée huit jours auparavant, les ultrasons ont été appliqués tous les jours à 23 h, comme le veut la tolérance au cisplatine chez l'animal nocturne. Dans ces conditions, 50 % des rongeurs ont survécu trente-huit jours en moyenne, contre douze jours sans traitement, et les autres ont présenté une rémission totale à plus de six mois.

Dans l'expérience de Gaëtan Milis, deux éléments positifs s'allient aux avantages de la chronothérapie. D'une part, les sphères biodégradables obstruent les artères périphériques de la tumeur, faisant ainsi obstacle à son oxygénation et, par là même, à son développement. D'autre part, l'exposition du tissu cible à l'agent anticancéreux est accrue, ce qui augmente théoriquement la probabilité d'une régression tumorale significative. Autant d'atouts qui laissent espérer une chimiothérapie du cancer qui serait affaire de drogues, de sphères et de rythmes. ■

X[E] GRAND PRIX DE LA PRESSE MAGAZINE

- Dis-moi, chérie...

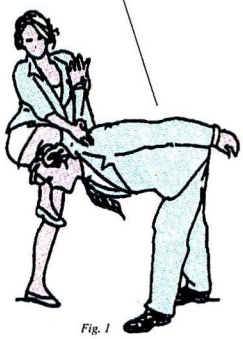


Fig. 1

- Oui.



Fig. 2

- Si avec la campagne 106

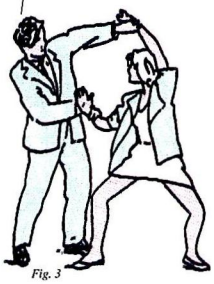


Fig. 3

- On gagnait le Grand Prix de l'APPM...



Fig. 4



- Oui.



Fig. 5

- Tu me prêterais ta 106 ?

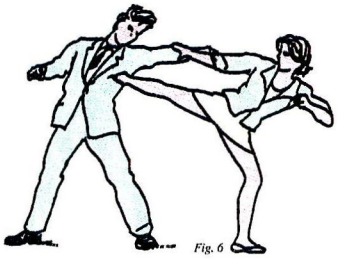


Fig. 6

- Non.



Fig. 7

- Aïe.

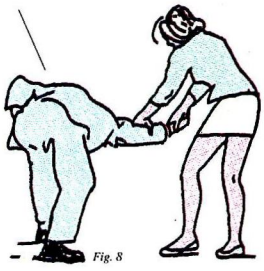


Fig. 8

A.P.P.M.

Grâce à la passion des hommes pour la 106 de leur femme, la campagne Peugeot 106, créée par l'agence EURO RSCG Babinet Tong-Cuong, a remporté le Grand Prix de l'Association pour la Promotion de la Presse Magazine regroupant 100 titres. Merci à tous.

106 PEUGEOT

C'EST LA PREMIERE FOIS QUE LES HOMMES SONT FOUS DE LA VOITURE DE LEUR FEMME.

• EURO RSCG / BABINET, TONG-CUONG & ASSOCIÉS

TAMBU 95 TOTO 96 WORLDTOUR

AVEC NRJ

Encore
PRÉSENTE

TOTO

IN CONCERT


MIKE PORCARO


DAVID PAICH

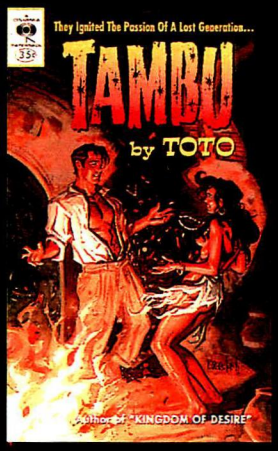

STEVE LUKATHER


SIMON PHILLIPS


JENNY DOUGLAS-McRAE & JOHN JAMS

NOVEMBRE 95 :

4, LILLE
7, NANCY
23, CAEN
24, LORIENT
25, ANGERS
27, PAU



28, BORDEAUX
29, MONTPELLIER
30, TOULOUSE

DECEMBRE 95 :

2, MARSEILLE
3, GRENOBLE
4, STRASBOURG

5 DECEMBRE : PARIS BERCY

M6M La Chaîne Musicale

LOCATIONS : BERCY, FNAC, VIRGIN MEGASTORE, FRANCE BILLET, 3615 NRJ, 3615 BERCY ET PAR TÉL : (1) 44 68 44 68

POUR CONNAITRE LA FRÉQUENCE NRJ DE VOTRE VILLE : 36 68 42 48 OU TAPEZ 3615 CODE NRJ, RUBRIQUE STA.

COLUMBIA

NRJ MUSIC TOUR

LE POINT SUR

Les manipulations du vivant

UN NOUVEAU RENDEZ-VOUS

Voici le premier volet d'une encyclopédie moderne dont *Science & Vie* publiera un chapitre tous les trois mois. Chacun des dossiers fournira les repères indispensables sur les notions de base et l'état des connaissances. Il donnera des pistes de réflexion et annoncera les voies de recherche de demain.



S. Cohen/SPL/COSMOS

Au cœur d'une bactérie, un plasmide. Cette boucle d'ADN a permis de réaliser la première manipulation génétique.

En inaugurant ce "Point sur" par les manipulations du vivant, nous avons choisi de faire le point sur l'une des plus formidables entreprises du XX^e siècle. Depuis leur apparition, dans les années soixante, la biologie moléculaire et le génie génétique ont développé et continuent de développer des applications de plus en plus sophistiquées, qui bouleversent profondément les rapports que l'homme entretient avec la nature.

1 *Des gènes et des hommes* p. 72

2 *Les mille et une prouesses du génie génétique* p. 74

3 *Faut-il améliorer l'espèce humaine ?* p. 81

Des gènes et des hommes

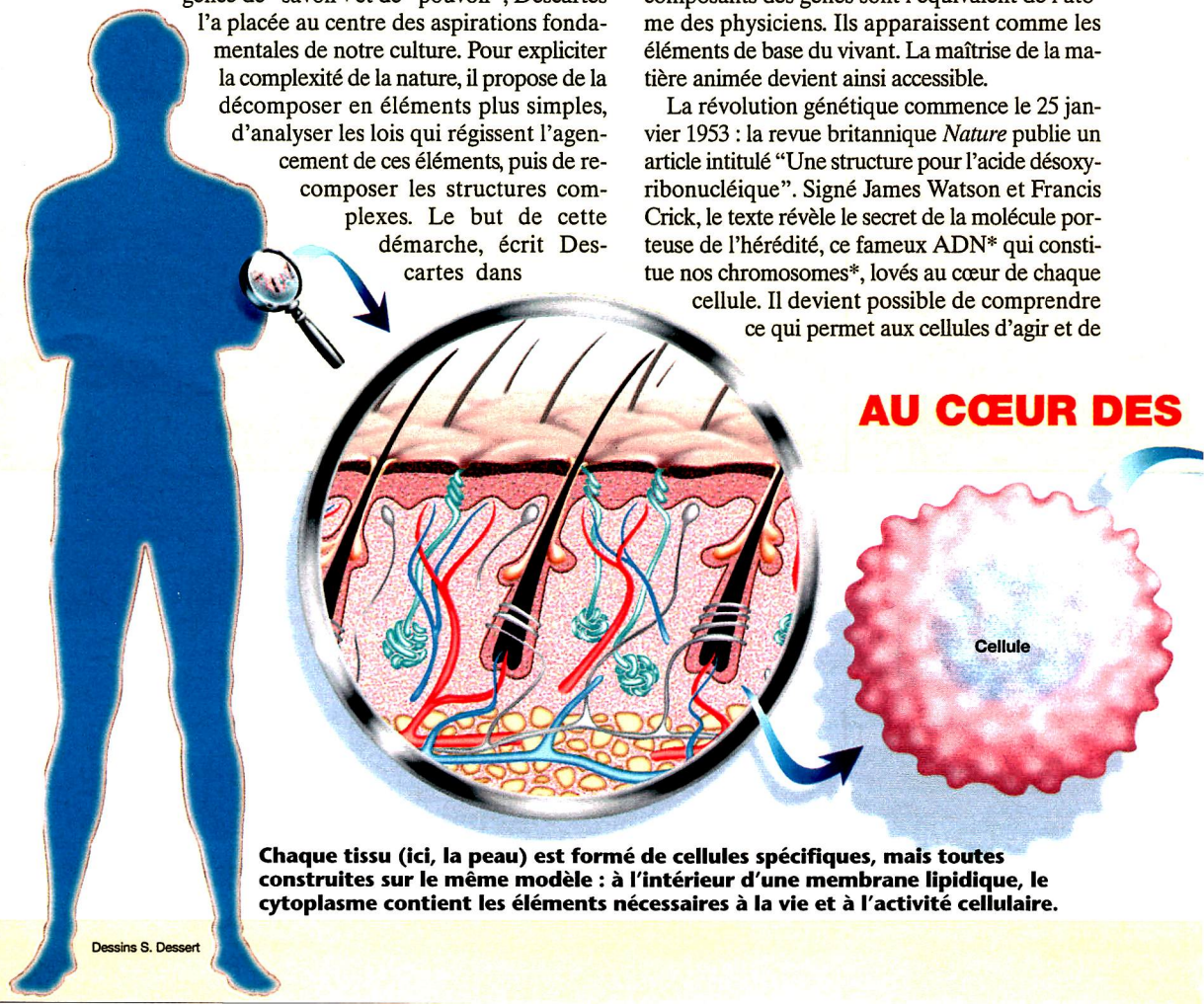
PAR PHILIPPE CHAMBON

La découverte de la structure de l'ADN, en 1953, a débouché sur un prodigieux développement du génie génétique. Le pouvoir de l'homme sur le vivant paraît sans limites. Est-il encore temps de lui en fixer ?

Depuis qu'elle existe, la science poursuit inlassablement sa double quête : comprendre et dominer la nature. Cette exigence de "savoir" et de "pouvoir", Descartes l'a placée au centre des aspirations fondamentales de notre culture. Pour expliciter la complexité de la nature, il propose de la décomposer en éléments plus simples, d'analyser les lois qui régissent l'agencement de ces éléments, puis de recomposer les structures complexes. Le but de cette démarche, écrit Descartes dans le *Discours de la méthode*, est de « nous rendre comme maîtres et possesseurs de la nature ». Elle a largement démontré son efficacité – par exemple, en physique, où la recherche des éléments ultimes de la matière nous a conduits aussi bien à l'invention de la bombe atomique qu'à celle des centrales nucléaires.

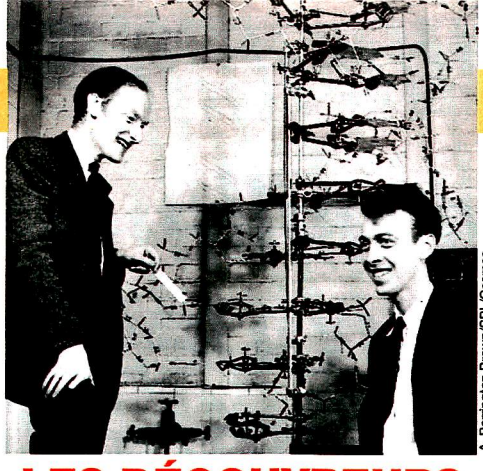
En biologie, elle nous mène à la décomposition du vivant en constituants toujours plus simples et plus fondamentaux : organisme, organes, puis tissus, cellules, composants cellulaires, macromolécules et enfin molécules. Avec la génétique, on parvient au stade ultime de cette démarche. Les composants des gènes sont l'équivalent de l'atome des physiciens. Ils apparaissent comme les éléments de base du vivant. La maîtrise de la matière animée devient ainsi accessible.

La révolution génétique commence le 25 janvier 1953 : la revue britannique *Nature* publie un article intitulé "Une structure pour l'acide désoxyribonucléique". Signé James Watson et Francis Crick, le texte révèle le secret de la molécule porteuse de l'hérédité, ce fameux ADN* qui constitue nos chromosomes*, lovés au cœur de chaque cellule. Il devient possible de comprendre ce qui permet aux cellules d'agir et de



Chaque tissu (ici, la peau) est formé de cellules spécifiques, mais toutes construites sur le même modèle : à l'intérieur d'une membrane lipidique, le cytoplasme contient les éléments nécessaires à la vie et à l'activité cellulaire.

Dessins S. Dessert



A. Barrington Brown/SPL/Cosmos

LES DÉCOUVREURS

James Watson et Francis Crick devant une représentation de la structure de l'ADN, qu'ils viennent de découvrir. Ce qui leur vaudra le prix Nobel de médecine en 1962.

se reproduire, et aux organismes, d'être ce qu'ils sont et pas autre chose.

En 1953, la génétique n'est pas une science nouvelle. Depuis le milieu du XIXe siècle, grâce au célèbre moine botaniste autrichien Gregor Mendel et à ses fameux petits pois ridés, on connaissait les lois générales de la transmission des caractères génétiques. On savait que ces caractères ont un support matériel : ils s'inscrivent dans les chromosomes. Sous quelle forme ? Celle d'une double hélice, répondent Crick et Watson. On peut dès lors "lire" ces informations.

Partant de l'hypothèse selon laquelle les gènes renferment la description – codée – des milliers de protéines* dont la cellule a besoin à chaque instant pour exister, Crick, Watson et d'autres ont recherché la nature de ce code, commun à toutes les formes de vie. Ils ont découvert que toute l'information génétique est "écrite" avec seulement quatre "lettres" chimiques : l'adénine (A), la thymine (T), la guanine (G) et la cytosine (C). C'est leur enchaînement, le long de la molécule d'ADN, qui constitue les gènes. Chacun de ces gènes sert à la cellule de liste d'instructions pour fabriquer les protéines.

Pour analyser et manipuler l'ADN, il faut pouvoir le découper en petits morceaux et "coller" ces fragments selon les besoins des expériences. Ces opérations réclament des outils spéciaux : les enzymes*, dont certaines, les enzymes de restriction, fonctionnent comme de véritables ciseaux à ADN. Agissant chacune sur des sites spécifiques de l'ADN, elles permettent de couper la molécule avec une grande précision.

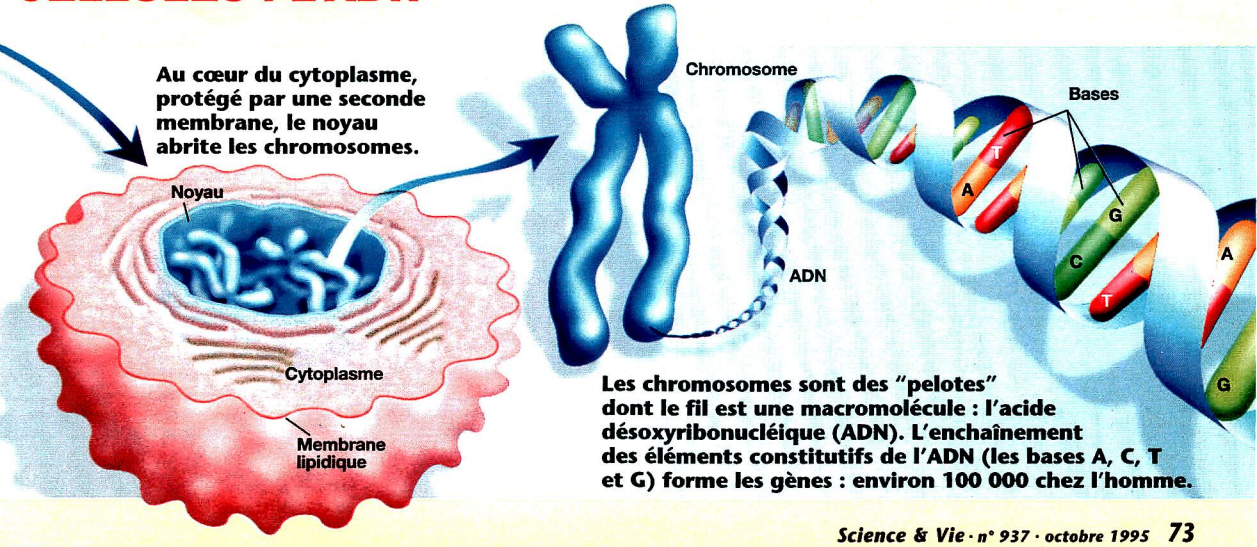
Dotée de ces outils, la génétique moléculaire va connaître un développement spectaculaire. On commence à découvrir les gènes, on apprend à les identifier, à les neutraliser, à les extraire, à les implanter. D'abord dans des bactéries, puis dans les plantes, enfin chez les animaux et maintenant chez l'homme.

Même si la vie reste un mystère, si l'on peine à lui trouver une définition claire, elle est devenue le "jouet" des ingénieurs du génie génétique. Encore débutants mais déjà expérimentés, ils transforment le vivant pour le compte de la science, de la médecine ou de l'industrie agroalimentaire.

Dès lors, se posent d'autres questions. Cette quête toujours plus exigeante n'est-elle pas dangereuse ? Notre toute-puissance sur la nature et sur le vivant est-elle sans limites ? Doit-on lui fixer des bornes à ne pas franchir ? Qui peut le faire ? Rabelais répondait : « Science sans conscience n'est que ruine de l'âme. » ■

Lexique
Les termes marqués d'un astérisque sont expliqués page 84.

CELLULES : L'ADN



Les chromosomes sont des "pelotes" dont le fil est une macromolécule : l'acide désoxyribonucléique (ADN). L'enchaînement des éléments constitutifs de l'ADN (les bases A, C, T et G) forme les gènes : environ 100 000 chez l'homme.

Les mille et une prouesses du génie génétique

Le génie génétique trouve d'innombrables applications. Il transforme les organismes vivants pour satisfaire les exigences de la médecine, de la pharmacie, de l'élevage et de l'industrie agroalimentaire.

PAR PHILIPPE CHAMBON
ET PIERRE ROSSION

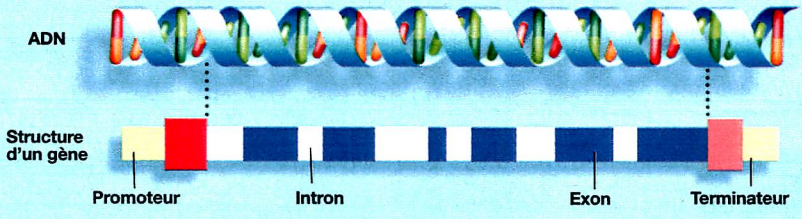
Les gènes qui soignent

En mars 1991, le Dr Stephen Rosenberg, du National Cancer Institute, à Bethesda (Maryland), expérimentait sur une Américaine atteinte d'un cancer de la peau le premier traitement par thérapie génique. Il préleva dans le sang de la patiente une variété de globules blancs, les lymphocytes T, qu'il lui réinjecta après y avoir ajouté le gène du TNF (*Tumor Necrosis Factor*, facteur de nécrose tumorale), une protéine mortelle pour les cellules cancéreuses. Les lymphocytes T modifiés synthétisèrent alors du TNF. Résultat : la tumeur régressa – pas assez cependant pour entraîner la guérison.

Cette intervention marquait le début d'une épopée médicale porteuse de grands espoirs, puisqu'on en attend la possibilité de traiter les maladies héréditaires ayant pour origine un gène anormal (comme la mucoviscidose et la myopathie de Duchenne), les maladies géniques acquises au cours de la vie (cancer, diabète et maladies dégénératives, de type Parkinson et Alzheimer) et enfin les maladies virales, dont le sida.

Il existe deux formes de thérapie génique. La première consiste à introduire un nouveau gène qui palliera la déficience du gène anormal. C'est ce qu'on se propose de faire pour

L'EXPRESSION D'UN GÈNE :



Les gènes sont disposés le long de l'ADN. Toutes les parties d'un gène ne sont pas "codantes" : c'est-à-dire qu'elles ne sont pas toutes utilisées pour la synthèse des protéines. Les portions non codantes sont baptisées "introns", et les séquences codantes, "exons". La partie initiale de chaque gène est marquée par une séquence d'ADN spécifique, appelée "promoteur". La partie finale du gène est signalée par une séquence dite "terminateur".

Dessins S. Dessert

traiter les maladies héréditaires dont les gènes responsables sont connus. La seconde vise non pas à introduire un gène correcteur mais le gène d'une substance qui détruira les cellules dont on veut se débarrasser – les cellules cancéreuses, par exemple.

Le gène que l'on se propose d'inclure dans les cellules est d'abord isolé de la molécule d'ADN* puis cloné, c'est-à-dire multiplié en de nombreuses copies. Il est ensuite introduit dans les cellules à traiter. Plusieurs agents (nommés vecteurs) permettent cette opération : des vésicules lipidiques (liposomes), des particules enrobées d'ADN projetées par des "canons", ou des virus préalablement inactivés. Pour les cellules qui se divisent fréquemment, comme les cellules tumorales, on utilise les rétrovirus* (virus à ARN* ; leucémie de certains rongeurs, par exemple), qui ont besoin de la division cellulaire pour s'intégrer au génome de la cellule. Les cellules qui ne se divisent pas, comme les neurones, recevront des adénovirus* (virus à ADN ; virus du rhume, par exemple), dont les gènes n'ont pas besoin de s'intégrer aux chromosomes pour être traduits en protéines.

En théorie, la thérapie génique pourrait viser deux cibles : les cellules germinales, d'où sont issues les cellules sexuelles (spermatozoïdes et ovules), ou bien les cellules somatiques, c'est-à-dire toutes les cellules autres que sexuelles.



T. Zabala/Picture group/Cosmos

LE PIONNIER

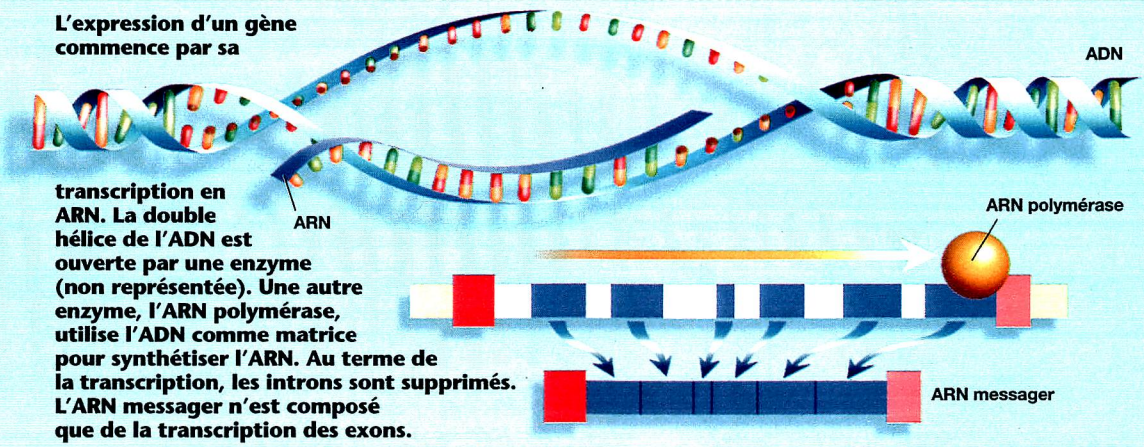
Stephen Rosenberg, du National Cancer Institute, à Bethesda (Maryland), expérimenta sur une Américaine atteinte d'un cancer de la peau le premier traitement par thérapie génique.

Pour que le gène s'intègre dans les cellules germinales, la technique consiste à l'introduire dès les premières étapes de formation de l'embryon. De ce fait, au fur et à mesure que l'individu se développe, le gène se retrouve dans toutes les cellules de son organisme, qu'elles soient somatiques ou germinales. Il se transmet donc à la descendance. Cette méthode, qui n'est pas au point chez l'homme, est au cœur des débats sur l'éthique médicale.

Pour introduire un gène thérapeutique dans les seules cellules somatiques, une méthode consiste à les prélever, à les modifier *in vitro*, puis à les réintroduire dans l'organisme. Les cellules du sang, de la moelle osseuse, de la peau, des muscles, du foie ou du pancréas se prêtent bien à cette approche. Comme le traitement ne touche pas aux cellules germinales, la modification n'est pas héréditaire. Cette forme de thérapie génique nécessite cependant l'autorisation des comités d'éthique, car il existe un risque que les cellules manipulées se diffusent ailleurs que dans l'organe auquel elles sont destinées. Cela a été observé sur des animaux de laboratoire – sans conséquences ■■■

Lexique
Les termes marqués d'un astérisque sont expliqués page 84.

LA TRANSCRIPTION



L'expression d'un gène commence par sa transcription en ARN. La double hélice de l'ADN est ouverte par une enzyme (non représentée). Une autre enzyme, l'ARN polymérase, utilise l'ADN comme matrice pour synthétiser l'ARN. Au terme de la transcription, les introns sont supprimés. L'ARN messager n'est composé que de la transcription des exons.

■■■ néfastes, cependant.

Quand les cellules malades sont difficilement accessibles (cerveau, poumon) ou disséminées dans l'organisme (cancer à métastases), le gène curatif doit être injecté directement *in vivo*. Avec le danger de le voir se glisser accidentellement dans les cellules germinales. Bien qu'on ne l'ait jamais constaté chez l'animal de laboratoire, ce type d'accident reste possible. C'est pourquoi cette forme de thérapie génique n'est autorisée chez l'homme que pour les traitements de dernière chance.

Malgré les nombreuses expériences de thérapie génique, aucune guérison n'a encore été obtenue. On cite seulement le traitement du déficit immunitaire par carence en adénosine désaminase (ADA), mis au point par French Anderson (National Heart, Lung and Blood Institute, à Bethesda, Maryland) au début des années quatre-vingt-dix. Les deux malades concernés doivent cependant suivre un traitement classique.

En juin 1992, Michael Blaese, à Bethesda, est lui aussi parvenu à infecter des cellules cancéreuses par un virus vecteur du gène de la thymidine kinase, une protéine toxique pour ces cellules. Sous l'effet du poison, la tumeur a régressé, sans toutefois disparaître complètement. Un risque de rechute est donc à craindre.

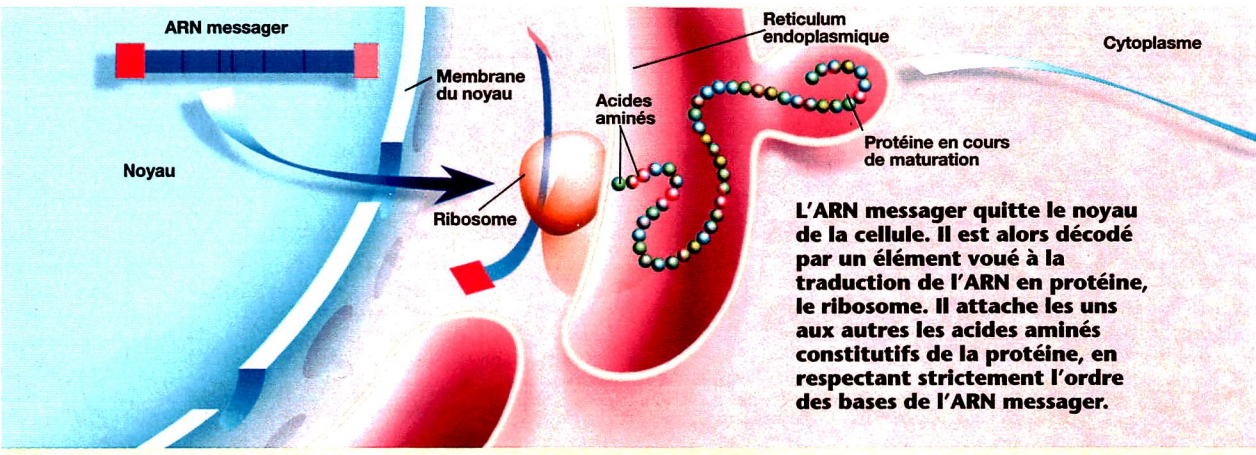
La thérapie génique est aussi envisagée contre les maladies virales, en particulier le sida. L'une des stratégies retenues consiste à empêcher le VIH, le virus du sida, d'infecter les cellules cibles. Elle fait appel à des ARN de synthèse, dits "antisens", qui ont la propriété de se fixer sur l'ARN du virus, bloquant ainsi sa reproduction.

Malgré les déceptions et les incertitudes actuelles, la thérapie génique poursuit son développement. Mais il n'est pas impossible qu'avant même qu'elle soit au point on découvre des médicaments efficaces qui la rendront inutile. De plus, l'essor des diagnostics prénataux permet déjà d'éviter la naissance d'enfants atteints de certaines de ces maladies.

Les animaux mutants de la recherche médicale

Avant de passer aux essais sur l'homme, la recherche médicale et pharmaceutique doit procéder à des expériences sur des animaux de laboratoire. Malheureusement, le métabolisme de l'animal n'est pas toujours semblable à celui de l'homme, et de nombreuses maladies humaines sont rares chez les autres mammifères. D'où l'idée de modifier le génome* de certains animaux (essentiellement des souris) de manière à produire chez eux les symptômes de maladies humaines. Ainsi, pour évaluer *in vivo* une nouvelle gamme de médicaments antiathéromateux (contre la formation de plaques de cholestérol dans les artères), le centre de recherche de Rhône-Poulenc, à Vitry, utilise des souris et des lapins génétiquement modifiés – on parle d'animaux transgéniques* – présentant les symptômes d'une maladie cardiovasculaire humaine, l'athérosclérose. Des souris transgéniques sont spécialement créées pour étudier les symptômes et les traitements du cancer, du sida, des maladies du cœur, etc.

L'EXPRESSION D'UN GÈNE :



L'ARN messager quitte le noyau de la cellule. Il est alors décodé par un élément voué à la traduction de l'ARN en protéine, le ribosome. Il attache les uns aux autres les acides aminés constitutifs de la protéine, en respectant strictement l'ordre des bases de l'ARN messager.

Des usines "vivantes" pour de nouveaux médicaments

Depuis une quinzaine d'années, le génie génétique sait faire produire à des micro-organismes des antibiotiques, des vaccins, des hormones et d'autres protéines*. Comme ces fonctions ne leur sont pas naturelles, les micro-organismes doivent au préalable être transformés, c'est-à-dire recevoir un gène étranger qui leur fournit le message nécessaire pour synthétiser les molécules voulues. Le principe consiste à "greffer" le gène dans un vecteur qui infecte le micro-organisme et, ainsi, lui transmet le gène. Il faut ensuite "cultiver" ces organismes, c'est-à-dire les faire se multiplier dans des fermentateurs dont on extraira enfin le produit recherché. Les micro-organismes actuellement les plus utilisés sont la bactérie *Escherichia coli* – le colibacille – et la levure de bière ou de boulangerie, *Saccharomyces cerevisiæ*.

C'est en novembre 1977, dans les laboratoires de Genentech, à San Francisco, que la première bactérie génétiquement modifiée a vu le jour. Elle produisait de la somatostatine, une substance antidiabétique. Aujourd'hui, à partir de 100 g de colibacilles ayant reçu le gène de la somatostatine, on obtient rapidement 5 mg de somatostatine ; auparavant, 100 t de cervelles de mouton étaient nécessaires.

Un an plus tard, Genentech réussissait à modifier le génome de colibacilles afin qu'ils produisent de l'insuline humaine, indispensable à certains diabétiques. Il fallait jusque-là extraire l'hormone de pancréas de porcs ou de bœufs. Avantage considérable : l'insuline obtenue par génie génétique est humaine. Elle n'entraîne pas les troubles rénaux et les affections oculaires provoqués par les insulines animales. Le marché ■ ■ ■

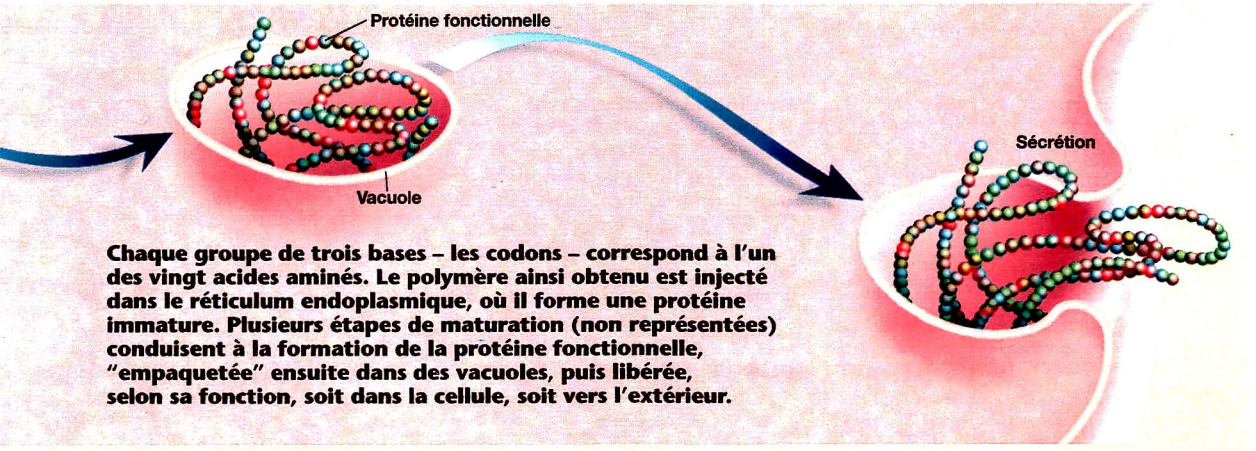


Naythons/Saba/Réa

HAUTE SÉCURITÉ

Ce laboratoire américain, à Atlanta (Géorgie), respecte la norme de sécurité P4, la plus élevée. Dans ce véritable bunker, maintenu sous pression négative, doté d'un sas et d'un système de stérilisation et d'épuration de tous les effluents (air, eau), les expériences se déroulent dans des bulles protectrices. On y effectue des recherches sur des germes hyperpathogènes tels que le virus Ebola. Ces normes sont imposées par le danger réel de voir s'échapper des organismes contre lesquels la médecine resterait impuissante. En France, il n'existe aucune unité P4.

LA TRADUCTION



Chaque groupe de trois bases – les codons – correspond à l'un des vingt acides aminés. Le polymère ainsi obtenu est injecté dans le réticulum endoplasmique, où il forme une protéine immature. Plusieurs étapes de maturation (non représentées) conduisent à la formation de la protéine fonctionnelle, "empaquetée" ensuite dans des vacuoles, puis libérée, selon sa fonction, soit dans la cellule, soit vers l'extérieur.

■■■ est colossal : il y a environ 5 millions de diabétiques insulinodépendants dans le monde.

L'hormone de croissance humaine, la somatotropine, utilisée pour combattre les retards de croissance, était extraite de cadavres, qui fournissaient chacun 6 mg de la précieuse molécule. Elle est désormais produite à l'échelle industrielle par des bactéries manipulées dans des fermentateurs géants de 1 500 litres. On peut ainsi satisfaire la demande et éviter les risques de contamination par les prions, protéines atypiques responsables d'une dégénérescence nerveuse très grave, la maladie de Creutzfeld-Jacob.

L'interféron, utilisé surtout dans le traitement du cancer, est également produit par biosynthèse. Cette protéine, sécrétée en quantités infimes par les cellules humaines ou animales lorsqu'elles sont agressées, joue un rôle essentiel dans l'organisation de la réponse immunitaire.

La biosynthèse de vaccins consiste, quant à elle, à introduire dans des bactéries les gènes de protéines caractéristiques du virus dont on veut se protéger. Injectées à l'homme, ces protéines, inoffensives, provoquent une immunisation contre une éventuelle infection virale. C'est ainsi qu'est fabriqué, entre autres, le vaccin de l'hépatite B. Les effets secondaires des vaccins à base de virus atténués sont ainsi évités, et les réactions allergiques, réduites.

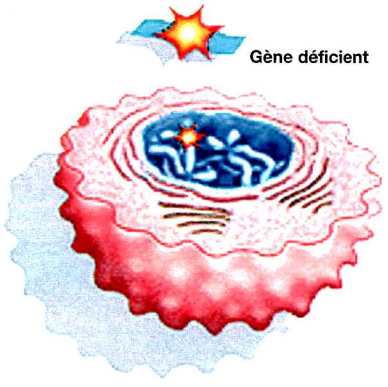
Les levures, utilisées depuis la nuit des temps dans les procédés de fermentation, se prêtent fort bien aux manipulations génétiques et semblent plus économiques pour produire les interférons alpha, bêta et gamma. La production de médicaments par des bactéries dans de gigantesques fermentateurs reste coûteuse et difficile à contrôler. D'où l'idée de faire appel à des fermentateurs biologiques vivants, comme les glandes mammaires des vaches, des brebis, des lapines ou des souris, dans lesquelles les paramètres biologiques s'autorégulent naturellement. Pour que ces animaux produisent des protéines nouvelles, il faut leur fournir les gènes correspondants et faire en sorte qu'ils les transmettent de génération en génération, de façon à obtenir des lignées d'animaux transgéniques.

Déjà, des souris porteuses d'un gène humain synthétisent dans leur lait le plasminogène activateur, protéine capable de dissoudre les caillots sanguins. Encore au stade expérimental, cette méthode représente un enjeu important dans la lutte contre l'infarctus. On peut aussi évoquer des souris transgéniques productrices d'anticorps humains, et des brebis dont le lait contient désormais du facteur IX (antihémophilique) ou de l'antitrypsine, produit efficace contre certaines formes d'emphysème pulmonaire.

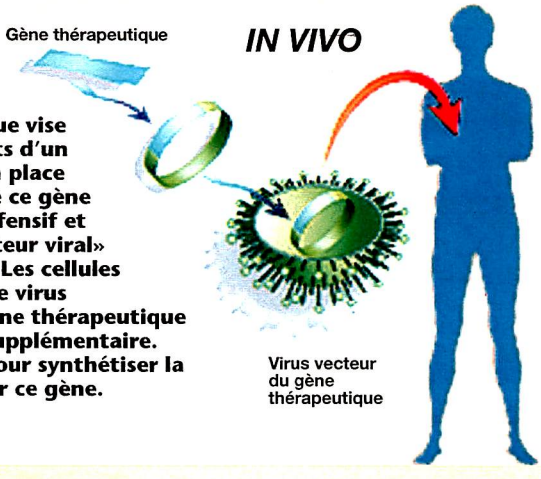
Les plantes aussi sont mises à contribution par l'industrie pharmaceutique. Des travaux en cours cherchent à transférer des gènes de substances thérapeutiques dans des plantes cultivées. Les résultats ne sont pas toujours très satisfaisants, en particulier parce que les processus de maturation des protéines à l'intérieur des cellules végétales ne sont pas les mêmes que chez l'homme. De plus, l'extraction et la purification des produits sont souvent délicates. Cependant,

LES THÉRAPIES

Pour soigner des maladies incurables causées par la déficience d'un gène, la médecine est en train de mettre



La thérapie génique vise à corriger les effets d'un gène déficient. On place la version saine de ce gène dans un virus inoffensif et on injecte ce «vecteur viral» dans l'organisme. Les cellules contaminées par le virus assimileront ce gène thérapeutique comme un gène supplémentaire. Elle l'utiliseront pour synthétiser la protéine codée par ce gène.



les laboratoires français Limagrain espèrent obtenir, dans des graines de colza, de la lipase, une molécule capable de traiter les troubles gastriques dus à la mucoviscidose.

De nouvelles plantes pour l'agriculture

Une dizaine de plantes au génome modifié ont été autorisées aux Etats-Unis. L'intérêt de ces manipulations est multiple. L'un des premiers buts recherchés est l'introduction de gènes de résistance aux insectes ravageurs. Avantages : réduction des épandages de produits chimiques et innocuité pour l'homme. Autre effet recherché : la résistance aux herbicides. Il est ainsi possible d'éliminer les mauvaises herbes sans nuire à la plante modifiée. La démarche plaît beaucoup aux fabricants d'herbicides. On peut aussi transférer des gènes améliorant le mûrissement, la conservation, la teneur en matière sèche, etc.

La plus célèbre de ces plantes est la tomate Flavr-Savr, génétiquement modifiée pour rester ferme plus longtemps. La dernière en date : un maïs résistant à la chenille de la pyrale, papillon qui est l'un de ses pires ravageurs. En Europe, seul un tabac transgénique est autorisé à la culture. Il devrait être bientôt suivi d'un colza et d'un soja. D'autres plantes sont en attente d'autorisation, dont un melon résistant à la mosaïque, maladie très répandue de cette cucurbitacée.

Pour transférer un gène étranger dans certaines plantes (classe des dicotylédones), on utilise la bactérie *Agrobactérium tumefaciens*, douée de la faculté de transmettre une partie de son ADN aux plantes qu'elle parasite. Ce ■■■



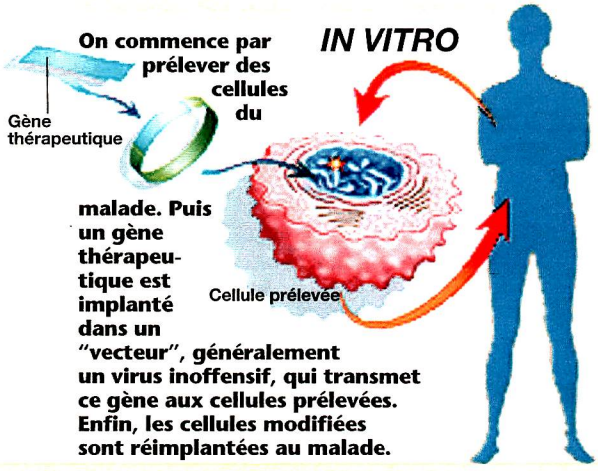
V. Trung/Cosmos

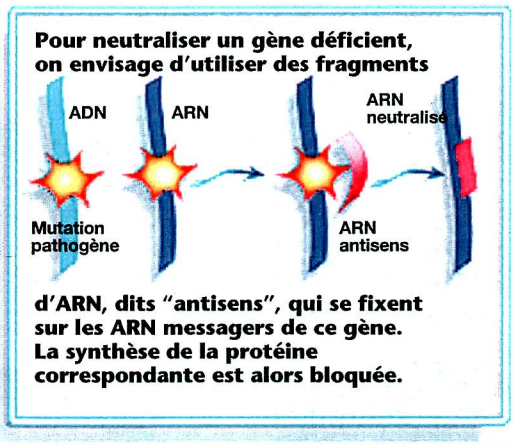
PLANTES HIGH TECH

Le génie génétique permet de créer de nouvelles variétés de plantes cultivées, plus rapidement et de manière mieux contrôlée qu'avec la sélection traditionnelle.

GÉNIQUES

au point les thérapies géniques. Celles-ci peuvent agir de deux manières : *in vitro* et *in vivo*.





fragment d'ADN, remplacé par le gène étranger, est transmis *in vitro* à quelques cellules végétales qui, grâce à une technique de régénération bien maîtrisée, donneront une plante entière dont toutes les cellules seront porteuses du gène supplémentaire. On peut alors obtenir des lignées de cette plante, qui fourniront des semences trangéniques.

Chez d'autres plantes, les transferts de gènes sont réalisés en bombardant leurs cellules avec des microbilles de tungstène, recouvertes de séquences d'ADN porteuses du gène à transférer. Moins efficace que l'infection par un vecteur bactérien (ou transfection), cette technique a cependant donné de bons résultats sur le riz, le maïs et l'orge. Le blé, lui, continue de faire de la résistance.

Des plantes transgéniques moins sensibles à la sécheresse, plus résistantes aux ravageurs et de meilleur rendement sont parfois présentées comme un espoir pour le tiers monde. En théorie... En pratique, cela paraît moins probable. D'une part, parce que la culture des plantes transgéniques demande souvent une technicité particulière. D'autre part, parce que les agriculteurs des pays sous-développés risquent de se trouver dans une plus grande dépendance vis-à-vis des semenciers, qui privilégient des plantes ne se reproduisant pas. Il serait naïf de penser qu'une innovation technologique suffira à résoudre des problèmes qui relèvent plutôt de l'action politique et économique.

Les plantes transgéniques sont-elles dangereuses pour l'environnement ? Les spécialistes se veulent rassurants. Pierre Thuriaux, membre de la Commission du génie biomoléculaire, affirme que « sur quelque 3 000 expériences déjà menées dans les champs, aucun danger réel ne s'est manifesté. Il existe cependant des risques, comme la contamination des espèces sauvages par des gènes de résistance et l'apparition de multirésistances chez ces plantes. » Ce phénomène lui paraît même inéluctable...

Des animaux d'élevage plus gros et plus résistants

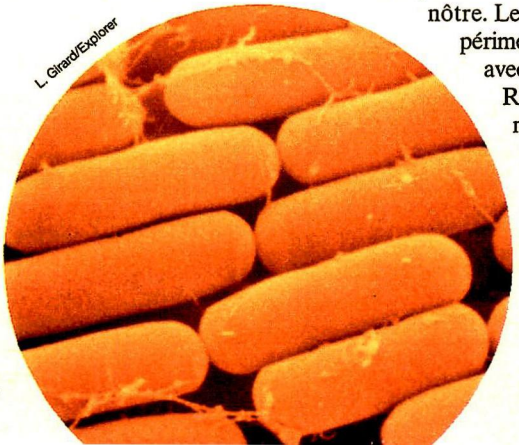
La manipulation du patrimoine génétique permet d'obtenir des animaux plus résistants aux maladies ou produisant davantage de viande. Le premier veau transgénique, surnommé Herman, a été "fabriqué" par Gene Pharming Europe. Grâce au gène de la lactoferrine, certains de ses tissus sécrètent une protéine qui le rend résistant aux infections bactériennes. Il existe aussi des saumons grands comme des requins, obtenus par l'équipe de Robert Devlin, à Vancouver (Canada), après la greffe d'un gène supplémentaire de l'hormone de croissance. En revanche, la même opération n'a rien donné de concluant sur des mammifères d'élevage. On continuera donc à leur administrer allégrement des hormones de croissance, qui feront la désolation des gastronomes.

Des organes animaux greffés à l'homme ?

Pourra-t-on pallier la rareté des organes humains par des greffes d'organes d'animaux ? L'idée, théoriquement envisageable, se heurte à un obstacle majeur : le rejet violent par l'organisme des tissus d'espèces différentes. Pour contourner cette barrière interespèces, il faut leurrer les défenses immunologiques. On envisage notamment de créer une lignée d'animaux contenant un gène humain "humanisant" les greffons. Les chercheurs ont fixé leur choix sur le gène régulant l'activité du "complément" – un ensemble de protéines qui amplifient l'action des anticorps. Grâce à l'apport de ce gène étranger, l'animal acquiert un système immunitaire voisin du nôtre. Les premiers succès expérimentaux ont été obtenus avec des cellules de souris. Reste à passer à des animaux dont les organes ont une taille adéquate – le porc, par exemple. La société britannique Imutran a d'ores et déjà obtenu deux cochons ayant reçu des gènes humains. ■

LA STAR DES LABOS

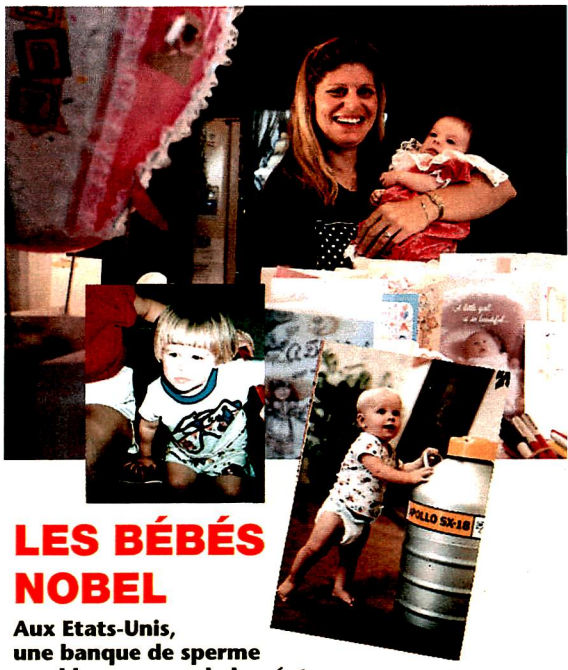
***Escherichia coli*, un colibacille qui vit dans l'intestin de nombreux mammifères, est le premier organisme ayant subi des manipulations génétiques. Il est aujourd'hui le plus utilisé par les biotechnologies.**



Faut-il améliorer l'espèce humaine ?

En neuf points, tout ce qu'il faut savoir pour comprendre le louable et éternel désir de guérir l'homme de ses maux, mais aussi les dérives contemporaines de l'eugénisme.

PAR PHILIPPE CHAMBON



Photos PH. Plailly/Eurelios

LES BÉBÉS NOBEL

Aux Etats-Unis, une banque de sperme vend la semence de lauréats du prix Nobel à des couples qui espèrent ainsi donner naissance à des enfants super-intelligents. Un pur fantasme, qui ne s'appuie sur aucune réalité scientifique.

Supprimer les erreurs de la nature

Notre espèce fait preuve d'un altruisme remarquable dans le règne animal. Cette disposition de l'esprit est à l'origine de la médecine. Comment ne pas apprécier les efforts qu'elle a toujours déployés pour améliorer nos conditions de vie et notre santé ? Hygiène, vaccins, médicaments sont des bienfaits incontestables, même si ces inventions occasionnent parfois quelques dérives et divers abus.

Mais il ne s'agit là que de soins ou de prévention. La démarche ne touche pas à l'essentiel : la nature de l'homme. Or, cette nature n'est pas parfaite, quoi qu'en disent les textes sacrés. Nous sommes affligés de multiples tares héréditaires, de défauts inscrits au plus profond de nos cellules, dans nos gènes. Quoi de plus souhaitable, en apparence, que de faire disparaître ces injustices manifestes de la nature et d'épargner aux générations à venir le fléau de maladies encore incurables ? Ce projet porte le nom d'eugénisme. Il en existe deux versions : l'eugénisme négatif, le plus communément admis, consiste à entraver la reproduction des gènes jugés désavantageux ; l'eugénisme positif, lui, cherche à promouvoir la reproduction des gènes considérés comme bénéfiques.

Les moyens classiques pour améliorer l'espèce

Les fondements "scientifiques" de l'eugénisme datent de la seconde moitié du XIXe siècle. On les doit à sir Francis Galton (1822-1911), un cousin de Charles Darwin, le théoricien de l'évolution. Partant de l'observation empirique que de nombreux caractères tendent à se transmettre de génération en génération, les eugénistes ont milité pour que les porteurs de tares génétiques ne puissent pas se reproduire. On pratiqua donc la stérilisation des malades mentaux et de certains prisonniers, en particulier aux Etats-Unis. Dans le domaine de l'eugénisme, le sommet de l'horreur fut atteint par les nazis, qui entreprirent de supprimer plusieurs millions de personnes supposées porteuses de "mauvais" gènes : les juifs et les tsiganes.

Dernier avatar de l'eugénisme d'Etat : une loi récemment promulguée en Chine, qui impose une visite médicale prémaritale pour empêcher les mariages et les naissances au sein de couples porteurs d'une maladie héréditaire ou mentale. Cette loi semble ignorer que les ano-

Lexique
Les termes marqués d'un astérisque sont expliqués page 84.

LES SUCCÈS DE L'EUGÉNISME NÉGATIF



S. Stammers/SPL/Cosmos

L'éradication d'une maladie génétique est possible. Deux exemples concrets le démontrent.

La bêta-thalassémie, anomalie incurable du sang parfois gravissime, était très répandue dans les populations de plusieurs pays méditerranéens. Déjà fortement réduite par le planning familial, la fréquence de la bêta-thalassémie a diminué de façon spectaculaire depuis que les autorités locales ont instauré un dépistage prénatal systématique. De 1975 à 1989, le nombre de cas annuels est passé de 120 à moins de 5 en Sardaigne, par exemple.

La découverte de nombreux gènes de maladies génétiques permet de dépister, avant même la naissance, les affections de ce type.

La maladie de Tay Sachs, une dégénérescence nerveuse héréditaire, était surtout présente dans les familles juives ashkénazes, jusqu'à ce que le dépistage des couples porteurs du gène devienne accessible. Résultat : les États-Unis et le Canada, qui enregistraient 60 nouveaux cas chaque année avant 1970, n'en comptent plus que de 3 à 5 par an depuis 1983 dans la population concernée. Chez les non-juifs, peu sensibilisés à ce dépistage, la fréquence n'a pas changé (de 10 à 15 cas par an).

malies génétiques héréditaires peuvent apparaître *de novo*, c'est-à-dire par altération des gènes de l'embryon, alors que les parents sont sains. En admettant que les autorités chinoises parviennent à la faire appliquer, elles obtiendront, au mieux, une infime réduction du nombre de cas, au prix d'une atteinte à la liberté qui reste choquante pour les Occidentaux.

L'État de Singapour, lui, a choisi l'eugénisme positif. Il cherche à améliorer la qualité génétique de sa population – comme le font les horticulteurs et les éleveurs avec les plantes et les animaux – en encourageant les mariages entre membres des classes privilégiées. Est-il besoin de préciser qu'aucune donnée scientifique n'a prouvé le caractère héréditaire de la réussite sociale ?

Les moyens modernes pour améliorer l'espèce

Cet eugénisme barbare n'est pas d'actualité dans nos contrées. Certains scientifiques occidentaux ont imaginé des moyens beaucoup plus indolores pour parvenir à un "meilleur" résultat. Dans les années soixante, le grand zoologue britannique Julian Huxley (frère d'Aldous, l'auteur du *Meilleur des mondes*) jugeait nécessaire « l'amélioration de la qualité génétique de l'espèce humaine ». Conscient du fait que « les hommes ne toléreraient pas un eugénisme obligatoire », il pensait « commencer [par] quelques expériences, sur quelques volontaires. Si les résultats sont positifs et si l'on entreprend simultanément une éducation systématique du peuple en lui révélant les perspectives de ces expériences, la population tout entière sera influencée. » Pour Joshua Lederberg, prix Nobel de médecine 1958, « l'application ultime de la biologie moléculaire serait le contrôle direct de la composition des chromosomes* hu-

UNE MALADIE PROTECTRICE

Les globules rouges d'une forme héréditaire d'anémie (l'anémie falciforme) sont déformés mais restent en partie fonctionnels. L'avantage de cette maladie : elle protège du paludisme. Faut-il éradiquer cette déficience génétique ?



Dr J.White/N&P/CNRI

mains, couplé avec la reconnaissance, la sélection et l'intégration des gènes désirés ».

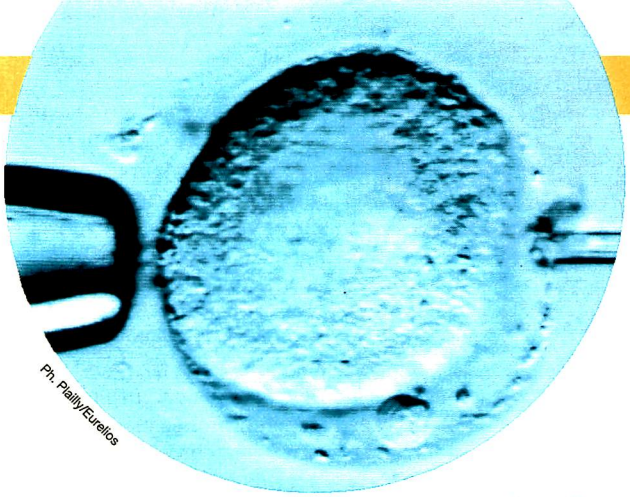
Les biologistes connaissent aujourd'hui de nombreux gènes de maladies génétiques. Ils savent, au moins chez les animaux de laboratoire, implanter de nouveaux gènes dans leur patrimoine génétique. Iront-ils jusqu'à créer des lignées d'hommes génétiquement "améliorés" ? Pourquoi pas, demandent certains scientifiques, principalement américains. La presse spécialisée anglo-saxonne se fait ainsi régulièrement l'apôtre de la forme la plus sophistiquée que puisse prendre l'eugénisme : la thérapie germinale.

La thérapie germinale : un leurre

La technique consistant à remplacer un gène déficient par un gène sain dans les cellules germinales n'est pas encore au point chez l'homme. Elle a peu de chances de voir le jour en France, où la loi sur la bioéthique – dont les décrets d'application ne sont toujours pas publiés – stipule que la recherche sur l'embryon ne doit pas nuire à son développement. D'autres pays sont plus libres d'avancer dans cette direction. Cela en vaut-il la peine ? Le généticien Axel Kahn, membre du Comité national d'éthique, ne le croit pas : « Les thérapies germinales n'ont pas d'indications thérapeutiques. » Le tri génétique des embryons avant l'implantation ou le diagnostic prénatal devraient suffire à éviter les naissances d'enfants anormaux. Il paraît surtout plus judicieux, et techniquement plus réaliste, de chercher à soigner les maladies héréditaires chez ceux qui en sont atteints plutôt que de jouer avec l'avenir de l'espèce humaine.

Les "mauvais" gènes sont parfois utiles

Les conséquences à long terme d'éventuelles thérapies germinales restent imprévisibles. Certes, la descendance du porteur du "mauvais" gène en sera exempte, ce qui paraît une bonne chose. Cependant, de nombreux scientifiques soulignent que ces mauvais gènes ne sont pas toujours aussi nuisibles qu'on pourrait le croire. Ainsi, l'anémie falciforme, une malformation héréditaire des globules rouges, largement répandue dans la population africaine, la protège contre les ravages du parasite de la malaria. Les gènes de prédisposition au diabète, maladie très commune dans les pays développés, sont probablement ceux qui favorisent la naissance de gros bébés, dès lors avantagés dans les populations sous-alimentées. La mutation du gène responsable de la mucoviscidose semble, elle, protéger les nourrissons des diarrhées infectieuses. En supposant qu'on parvienne à supprimer ces défauts génétiques de l'espèce humaine, d'autres problèmes, directement liés à cette éradication, verraient donc le jour. Ces trois exemples laissent supposer l'existence d'autres "mauvais" gènes protecteurs.


Ph. Plailly/Eurelios

PROCRÉATION CONTRÔLÉE

La plus sophistiquée des méthodes de procréation : l'injection d'un spermatozoïde directement dans l'ovule. Désormais, la médecine a les moyens de trier les embryons issus de fécondations *in vitro*. Une technologie qui soulève de graves problèmes d'éthique.

L'intervention des moralistes en biologie

Que vient faire ici la morale ? « Les découvertes de la génétique et le pouvoir qu'elle acquiert sur les êtres vivants, explique Axel Kahn, perturbent l'ordre naturel, que la religion tient pour parfait, puisqu'il est d'essence divine. Des raisons historiques bien connues nous ont également sensibilisés aux dérives de l'eugénisme. Il ne faut pas invoquer l'alibi scientifique pour justifier des pratiques raciales. » D'où la multiplication des comités d'éthique.

La tradition humaniste enseigne que l'un des buts de l'homme – son principal devoir – est de s'améliorer. Pourquoi ne pas utiliser les manipulations génétiques et le tri des enfants à naître ? « Ce serait mal comprendre notre culture, dit Axel Kahn, car ce qu'il s'agit d'améliorer, ce ■ ■ ■

■■■ sont les valeurs spécifiques de l'humanité – la pensée, la morale, la sociabilité – et non ce qui relève de l'animalité, de la génétique. » Quelques-unes de ces spécificités pourraient-elles être améliorées par la génétique ? Il existe, par exemple, une discipline nouvelle, la génétique du comportement, qui vise à analyser les composantes biologiques des comportements humains. Certains scientifiques pensent qu'elle pourrait permettre de modifier nos comportements les plus négatifs, tels que la violence. Pour Axel Kahn, c'est peu probable, car l'influence des gènes sur le comportement est toujours fonction du contexte dans lequel se développe la personnalité. Il remarque aussi que l'intervention sur l'héritabilité des caractères génétiques ne ferait qu'engendrer des inégalités qui vont précisément à l'encontre de cette morale.

Le drame des enfants de la science

Cependant, la science avance à grands pas, et la tentation est forte d'utiliser tous les moyens qu'elle offre. Ainsi, les fécondations *in vitro* permettent de choisir la "qualité" des embryons avant l'implantation. Cette méthode n'est pas encore appliquée en France, mais elle l'est en Angleterre, notamment. La sélection vise pour l'instant à écarter les embryons porteurs de maladies héréditaires graves, mais elle pourrait s'étendre à des caractères plus "qualitatifs" lorsqu'on en connaîtra les gènes.

Dès lors, il faudra définir des critères de normalité, ce qui est très inquiétant. Faudrait-il écarter les embryons hémophiles, maladie assez grave mais qui n'empêche pas de vivre bien ? A partir de quelle taille doit-on considérer qu'un enfant à naître est trop petit pour avoir le droit de vivre ? Établir des critères de normalité sans s'exposer à des délires dignes du *Meilleur des mondes* semble impossible.

Autre danger de la fécondation *in vitro* : les perturbations psychologiques qui se manifestent chez les enfants conçus avec le sperme d'un donneur anonyme. Le spectre de l'eugénisme plane aussi sur ces banques de sperme où les médecins accordent la couleur de la peau du donneur à celle des futurs parents et garantissent (dans les limites des connaissances scientifiques) la "qualité" génétique du donneur. Mais les couples qui utilisent leurs services ne vont pas le leur reprocher. On les comprend.

LEXIQUE

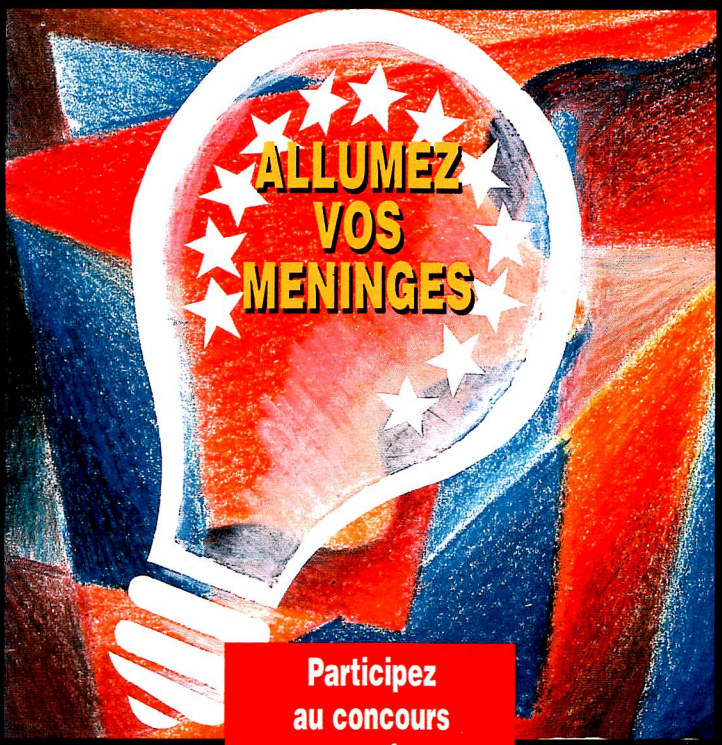
ACIDES AMINÉS. Composés organiques se combinant pour former les protéines. Ils sont au nombre de vingt dans les organismes vivants.
ADÉNOVIRUS. Virus dont le patrimoine génétique est composé d'ADN. Ces virus n'ont pas besoin de s'intégrer aux chromosomes des cellules pour se reproduire.
ADN. L'acide désoxyribonucléique (ADN) est une macromolécule qui constitue les chromosomes. L'ADN est en forme de double hélice constituée de deux brins, formés par l'enchaînement de nucléotides. Ces derniers sont constitués d'un sucre – le désoxyribose –, d'une base – la thymine (A), la citosine (C), la guanine (G) ou l'adénine (A) – et d'un acide phosphorique. L'armature des brins est formée par la liaison entre les acides phosphoriques. Les deux brins sont attachés par les bases des nucléotides, disposées de la façon suivante : la base A d'un brin en face de la base T de l'autre brin, et C en face de G.
ARN. L'acide ribonucléique (ARN) est, à la différence de l'ADN, formé d'un seul brin formé par l'enchaînement de nucléotides. Le sucre de l'ARN est le ribose. Ses bases sont les mêmes que celles de l'ADN, excepté la thymine, qui est remplacée par l'uracyle (U).
CHROMOSOMES. Eléments essentiels du noyau de la cellule qui contiennent les gènes. Chaque chromosome est formé d'une seule macromolécule d'ADN associée à des protéines.
ENZYMES. Protéines dont les propriétés catalytiques donnent à chacune la capacité d'accélérer une réaction chimique spécifique.
GÉNOME. Ensemble des gènes portés par les chromosomes.
PROTÉINES. Composés organiques formés par l'association d'acides aminés. Les protéines remplissent de multiples fonctions (enzymes, hormones) et servent de matériaux de structure (muscles, cartilages, peau, cheveux).
RÉTROVIRUS. Virus dont le patrimoine génétique est composé d'ARN. Pour se reproduire, ces virus doivent transcrire leur ARN au sein de l'ADN de la cellule infectée.
TRANSGÉNIQUE. Se dit d'un organisme ayant intégré dans son patrimoine génétique un gène étranger. Ce gène se transmet à toute sa descendance, créant une lignée transgénique. Le gène ainsi transféré est appelé transgène.

Nous sommes tous des eugénistes

Dépistage prénatal, tri des embryons, choix des donneurs de sperme : autant de pratiques d'inspiration eugéniste. Tant qu'elles relèvent de choix individuels et ne visent qu'à éviter des maladies mortelles à court terme, elles restent acceptables sur le plan éthique. Il en va autrement quand elles sont appliquées sans le consentement des couples, qu'elles font l'objet d'une planification à grande échelle ou qu'elles entravent la liberté individuelle. Mais même des choix personnels peuvent avoir des conséquences redoutables : en Corée du Sud, le rapport des naissances fille/garçon, normalement de 95 filles pour 100 garçons, est passé à 86 pour 100 : les parents ne veulent pas de filles. Les technologies de l'échographie et de l'avortement se révèlent plus efficaces que l'assassinat des bébés filles en usage dans de nombreuses régions d'Asie. Au point que les autorités s'inquiètent du nombre croissant d'hommes célibataires. ■

SCIENCE & VIE

SCIENCE & VIE JUNIOR



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

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

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

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

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

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

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

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

DEMANDE DE DOSSIER DE CANDIDATURE

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

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

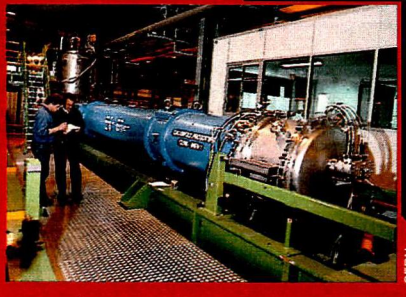
Conformément à la loi informatique et Libertés du 06/01/78, vous disposez d'un droit d'accès aux données personnelles vous concernant. Par notre intermédiaire, vous pouvez être amenés à recevoir des propositions d'autres sociétés ou associations. Si vous ne le souhaitez pas, il vous suffit de nous écrire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

RCS Paris B 572 134 773 SV 937

A la recherche du boson de Higgs

A Genève, au CERN, la construction du grand collisionneur de hadrons, le LHC, est entrée dans sa phase active. Cette formidable machine, avec ses 14 millions de milliards d'électronvolts, recréera, en 2025, le début du big bang. Les physiciens espèrent trouver la plus mystérieuse des particules, celle qui donne une masse à toutes choses : le boson de Higgs.

Un anneau de 27 km de diamètre



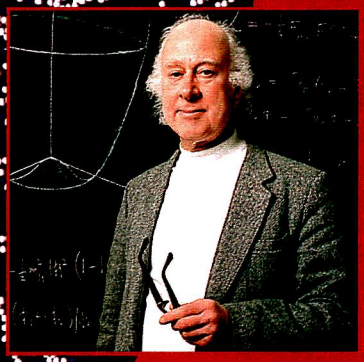
CERN

1 300 dipôles (les tubes bleus) produisant un champ magnétique cent mille fois plus puissant que le champ magnétique terrestre accéléreront les protons, qui, en se choquant, devraient produire les bosons de Higgs tant espérés.

Quatre muons sur la piste

Des simulations sur ordinateur montrent que le boson de Higgs, instable par nature, pourrait être détecté par les 4 muons (les traits jaunes) qu'il émet spontanément lors de sa désintégration.

Photos D. Parker/S.P.L./Cosmos

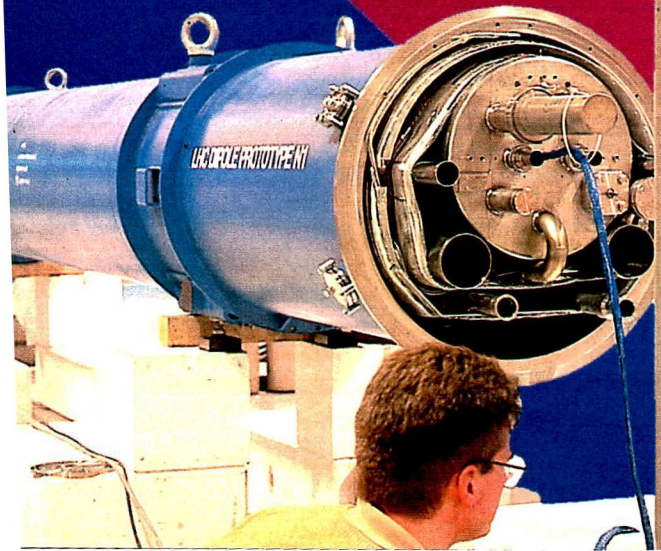


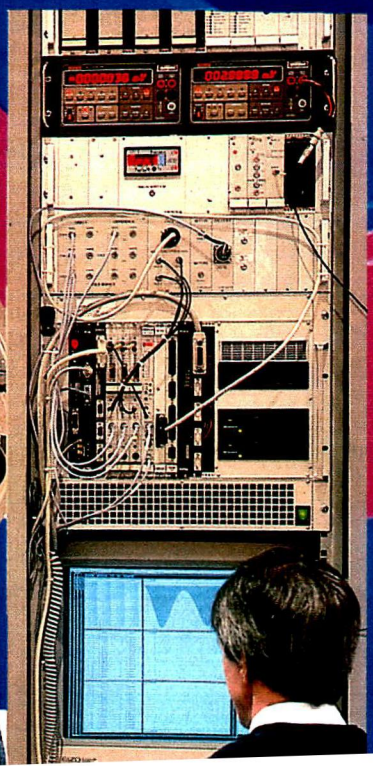
Peter Higgs

C'est ce physicien britannique qui a prévu, dès 1964, dans le cadre de la théorie de la grande unification, l'existence du boson, une particule indirectement responsable de la gravitation.

Accélérés à la vitesse de la lumière

Dans les deux petits tubes visibles à l'intérieur des grands cylindres bleus, deux types d'aimants accéléreront les protons. Le premier a pour fonction de courber la trajectoire des protons, le second d'en focaliser les faisceaux.



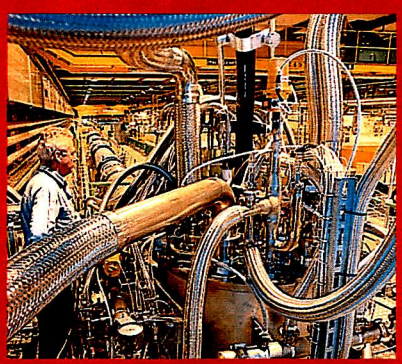


Du virtuel au réel

Toutes les ressources de l'imagerie virtuelle sont utilisées pour la première fois, au CERN, dans la construction d'un accélérateur de particules. Ici, l'image montre comment Atlas, le détecteur de bosons est assemblé aux dipôles du LHC.

Vénus au travail

Un logiciel baptisé Vénus a été spécialement développé pour permettre aux techniciens de voir en relief les détails de construction du futur LHC.



La plus grande machine frigorifique

Les protons sont accélérés par des champs magnétiques produits par ces aimants supraconducteurs refroidis à l'hélium liquide, à - 271 °C.

Photos D. Parker/S.P.L./Cosmos

Les yeux du collisionneur

Atlas enregistrera, toutes les 25 nanosecondes, les gerbes de particules qui naîtront de la collision frontale des protons. Il triera, toutes les deux microsecondes, un "événement" intéressant parmi un milliard d'autres.

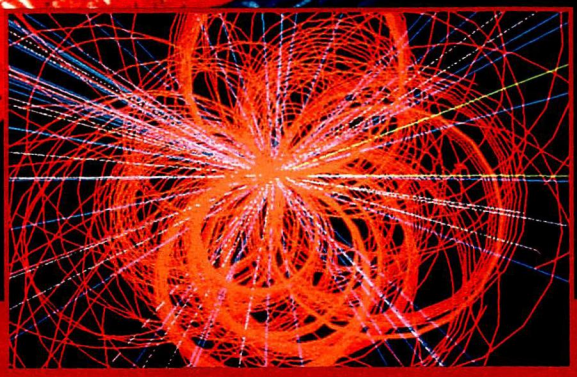
Des brins révélateurs

A l'intérieur d'Atlas, sont disposées des roues constituées de brins creux de 5 micromètres de diamètre remplis de polypropylène. Lorsqu'une particule traverse le centre de la roue, elle produit des rayons X. Leur trajectoire et leur vitesse de propagation révéleront l'identité de la particule.



Des événements par milliards

Le capteur Atlas, qu'on voit ici en image virtuelle, aura une hauteur de 5 étages. Les ordinateurs associés devront traiter de 100 à 1 milliard d'octets par seconde !



Photos D. Parker/S.P.L./Cosmos

Enfin, le boson apparaît

En attendant de pouvoir capter le fameux boson de Higgs grâce aux énergies atteintes par le LHC, les physiciens simulent l'instant de la découverte (ici, les muons produits par le boson sont en vert). S'ils n'y parviennent pas, ils devront construire une machine encore plus puissante, au milieu du siècle prochain !

ARCHÉOLOGIE

Les casseurs du Néolithique

Pourquoi les hommes du Néolithique ont-ils érigé des monuments colossaux pour y ensevelir leurs morts ? Pourquoi dissimulaient-ils et détruisaient-ils les gigantesques dolmens qu'ils avaient eu tant de mal à édifier ? Les plus récents travaux archéologiques éclairent ces mystères.

PAR CATHERINE CHAUVEAU



Dolmens, allées couvertes, cairns (1)... Qui n'a rêvé devant ces réalisations cyclopéennes aux noms évocateurs : roche aux fées, tombeau des géants, autel des druides ? Ces colosses sont auréolés de superstitions populaires, d'interdits chrétiens, de confusion historique et... d'interprétations délirantes. Pourtant, leurs bâtisseurs ne sont ni les Gaulois – comme on le croit trop souvent – ni des peuples fabuleux. Ce sont les hommes du Néolithique qui érigèrent ces impressionnants monuments pour y enterrer leurs morts.

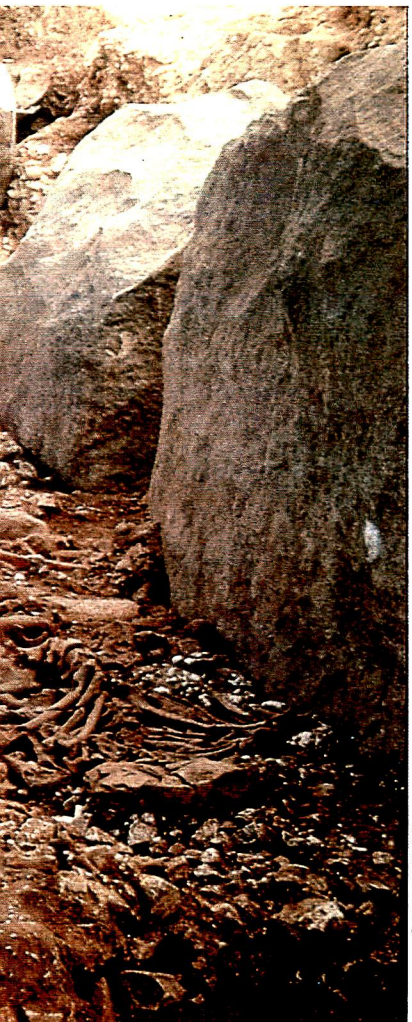
Les plus récents travaux archéologiques éclairent ces mégalithes d'une lumière nouvelle. On sait aujourd'hui qu'ils ne ressemblent plus guère, ni par l'aspect ni par la répartition, aux monuments édifiés par nos très lointains ancêtres. Depuis une vingtaine d'années, les archéologues européens ont observé la grande diversité de ces tombes collectives – diversité des matériaux de construction, des périodes et des durées d'utilisation. Or, ils ont surtout établi que, si ces édifices ont été massivement saccagés au cours des siècles récents, ils furent modifiés puis détruits après usage par les hommes du Néolithique eux-mêmes !



Roger Joussaume

Offrandes aux morts

Des poteries et un collier de perles de calcaire retrouvés près des morts déposés dans le dolmen à couloir de la Ciste des Cous, à Bazoges-en-Pareds (Vendée), une sépulture qui appartient au type le plus ancien du mégalithisme atlantique.



C. Masset/MADVO

Sépulture collective

L'allée couverte de la chaussée Tirancourt, utilisée à trois reprises dès le milieu du IVe millénaire, a reçu pendant la troisième période (de 2440 à 1996 av. J.-C.) les restes d'environ deux cents personnes.

Cette phase de la fin de la préhistoire dure, en France, du Ve millénaire à la fin du IIIe av. J.-C. Progressivement, les hommes se font pasteurs et agriculteurs, construisent des maisons regroupées en villages, inventent la céramique. Ils cessent d'enterrer leurs morts individuellement pour les réunir dans des sépultures collectives qui, de simples fosses à l'origine, deviennent des constructions monumentales, pas toujours mégalithiques.

Il faut dissocier les dolmens des menhirs, isolés ou groupés, même si l'on peut parfois établir un lien entre eux : soit que les menhirs aient été utilisés dans la construction de la sépulture, soit, au contraire, qu'ils proviennent de sa destruction. Les archéologues considèrent aujourd'hui les menhirs essentiellement comme des indicateurs de territoire. Cependant, lorsqu'elles ont subsisté, les traces d'activités humaines (foyer, trou de poteau, dallage...) qui leur sont associées font penser qu'ils ont dû avoir des fonctions variables. Ils ont suscité tant d'interprétations farfelues que leur étude est actuellement délaissée.

DE LA SCANDINAVIE À L'ESPAGNE

Malgré les disparités culturelles des nombreuses populations néolithiques, le phénomène mégalithique se retrouve de la Scandinavie au Sud de l'Espagne. C'est sur la côte atlantique qu'il est le plus ancien, notamment en Bretagne, où les peuplades du Mésolithique (période intermédiaire entre le très long Paléolithique et le Néolithique) étaient, semble-t-il, très dynamiques et sans doute déjà séden-

(1) Tumulus de terre et de pierres recouvrant les sépultures mégalithiques.

tarisées. Mais, dans les terrains acides de Bretagne, les os ne se sont pas conservés, ce qui a fait douter les premiers chercheurs du caractère funéraire des cairns et ne permet pas, à présent, de les dater avec une grande précision. Quand on dispose de matériaux significatifs, les datations obtenues en laboratoire (carbone 14, thermoluminescence, dendrochronologie...) donnent en effet de trop larges fourchettes chronologiques. Seules la rigueur de la fouille et la finesse d'analyse des données mettent en lumière l'organisation d'une sépulture, ses particularités, son évolution.

Recouverts, les tombeaux ostentatoires se font discrets

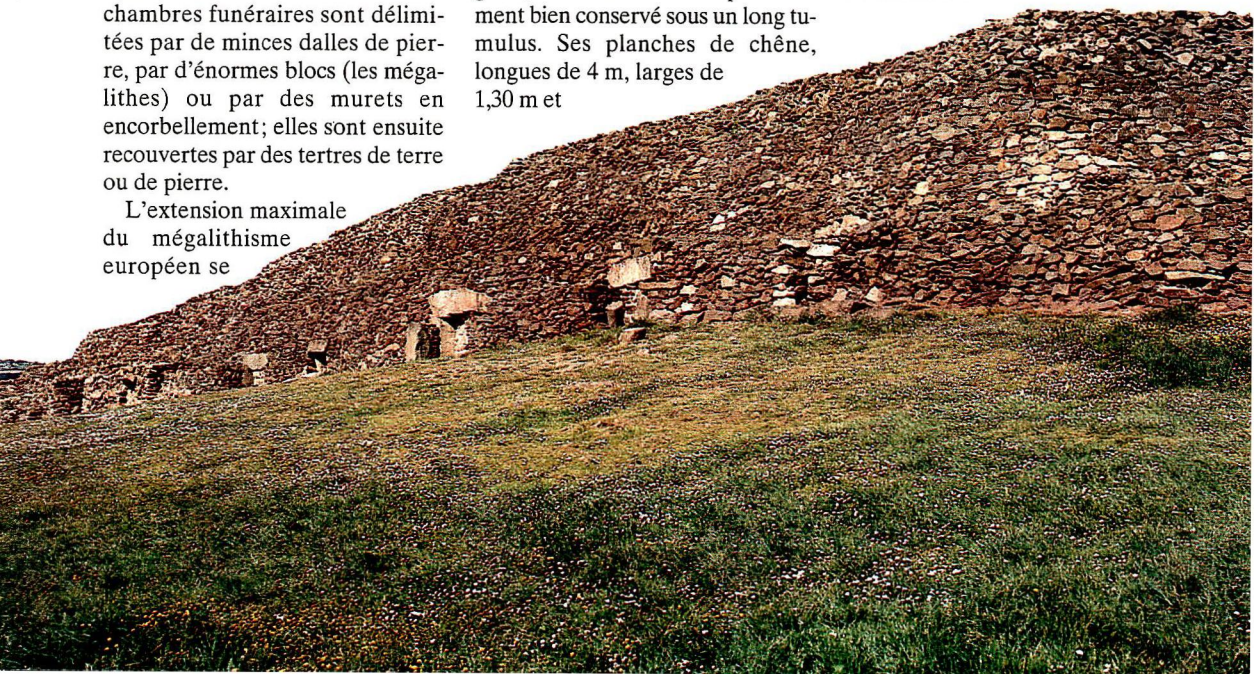
DU BOIS DONT ON FAIT LES CAVEAUX

Les premières sépultures monumentales sont parfois des tombes individuelles plus ou moins colossales, converties ensuite en tombes collectives. Plusieurs procédés de construction coexistent : les chambres funéraires sont délimitées par de minces dalles de pierre, par d'énormes blocs (les mégalithes) ou par des murets en encorbellement; elles sont ensuite recouvertes par des tertres de terre ou de pierre.

L'extension maximale du mégalithisme européen se situe au IIIe millénaire. Les anciennes tombes collectives sont détruites et condamnées, ou bien elles continuent à être utilisées, aménagées, transformées, tandis que de nouvelles sépultures sont diversement édifiées. Elles peuvent être creusées à flanc de coteau (on les appelle des hypogées), comme celles de Champagne, taillées dans la craie; installées dans des cavités naturelles en région montagneuse; bâties sur le sol ou dans des fosses, comme celles de la région culturelle néolithique dite Seine-Oise-Marne. La nécropole de Bougon (Deux-Sèvres), datée à partir des ossements (méthode qui donne la fourchette chronologique la plus réduite), réunit ainsi cinq tertres de formes et de matériaux très différents. Bâtis de 4500 à 3500 av. J.-C., ces tertres ont été utilisés et modifiés jusqu'en 2500.

Au IVe millénaire, dans la péninsule ibérique, sont édifiés les grands tertres arrondis baptisés *mamoas* (mamelons), alors que, dans les îles britanniques, on construit des tertres trapézoïdaux au-dessus de caveaux de pierre... ou de bois. Les "mégaxyles" aussi ont existé ! En 1986, on a découvert à Haddenham (Angleterre), dans un site marécageux, un caveau en bois parfaitement bien conservé sous un long tumulus. Ses planches de chêne, longues de 4 m, larges de 1,30 m et épaisses de 25 cm, pesaient chacune environ 1 tonne. Elles étaient maintenues par leur poids, par la terre du tumulus et par des piliers intérieurs. On pense qu'elles avaient été découpées par fendage en long à l'aide de coins de bois dur frappés au maillet. Le Néolithique n'est-il pas le temps du défrichage ?

On sait par ailleurs que les hommes du Néolithique utilisaient abondamment le bois pour construire maisons, palissades, etc. Car, même si les aménagements en bois sont rarement conservés, leur présence est régulièrement décelée grâce aux traces qu'ils laissent (espaces vides, empreintes en négatif, cendres, composition de la terre). Ainsi, à Essômes-sur-Marne (Aisne), la sépulture est une grotte artificielle creusée à flanc de coteau dans une roche sableuse très friable. Parois et voûte ont donc été renforcées par une structure de bois calée par des dallettes. Dans l'allée sépulcrale à demi enterrée de Lacroix-Saint-Ouen (Oise), découverte en 1991, Ghislaine Billand, Hélène Guillot et Isabelle Le Goff, de l'Association pour les fouilles archéologiques nationales (AFAN), ont fourni la preuve que le fond et les bords en dalles de





E. Lessin/Magnum

Les signes gardent le silence

L'exceptionnelle ornementation intérieure du cairn de Gavrinis (Morbihan) comporte de nombreux motifs (haches, crosses, serpents, arceaux...) dont le symbolisme nous échappe.



R. Strange/ZEFA

Onze chambres funéraires

L'énorme cairn de Barnenez (Finistère), caractéristique des débuts du mégalithisme, recouvre une sépulture initialement composée d'un bloc de cinq chambres funéraires à couloirs parallèles, auxquelles on a ajouté assez rapidement six chambres du même type.

calcaire supportaient un aménagement en bois, qui forme aujourd'hui une bande de sédiment sombre charbonneux.

Le plancher et les cloisons compartimentant les chambres funéraires étaient aussi parfois en bois. De même, il arrivait que les allées soient couvertes de bois et non de blocs mégalithiques ! Un mode de construction mis en évidence à Méréaucourt (Somme), où les lourdes dalles de couverture n'ont été disposées qu'après le remplissage total de l'allée sépulcrale. Il semble qu'il ait été plus courant dans le Bassin parisien, dans le Poitou, dans certaines parties de l'Allemagne, régions à la pluviosité importante où les sépultures étaient partiellement enterrées. Les toits de chaume sur armature en bois étaient sans doute plus étanches que des dalles de pierre, forcément non jointives. L'absence de traces de décarnation par des animaux sur les ossements découverts – alors que les corps déposés sur le sol de la chambre devaient forcément attirer carnassiers et charognards – donne à penser que les sépultures étaient systématiquement couvertes et closes.

Mais, alors, pourquoi se donner la peine de les recouvrir encore d'énormes blocs ? On ignore ce qui poussa les populations d'Europe occidentale, au Néolithique, à édifier ces tombes collectives monumentales, au prix de tant d'efforts et de temps. Ce qui est sûr, c'est qu'ils dépensèrent autant d'énergie à les construire qu'à les condamner puis à les détruire... Comblés, démantelés, brisés, recouverts, ces tombeaux devaient devenir aussi discrets qu'ils avaient été ostentatoires. A Méréaucourt comme ailleurs, le recouvrement du dolmen par des dalles mégalithiques fait donc bien partie du processus de condamnation.

Au dolmen des Peirières, à Villedubert (Aude), Henri Duday, du Centre national de la recherche scientifique (CNRS), a identifié plusieurs phases de destruction. Les orthostates (dalles mégalithiques verticales) du dolmen initial ont été grossièrement brisés ou débités pour fournir le dallage du nouveau monument, superposé à l'ancien. Les fosses de fondation ont été comblées par les résidus des dépôts funéraires antérieurs. Après une deuxième période funéraire relativement longue, le monument a été abattu, puis recouvert, ainsi que ses abords, d'un tertre en pierre.

DES BLOCS DE PLUSIEURS TONNES

A la chaussée Tirancourt (Somme) – l'allée mégalithique étudiée par Claude Masset, chercheur associé au CNRS –, le monument a également été très dégradé après sa dernière utilisation, vers 2000 av. J.-C. Les corps ont été recouverts de chaux, et les orthostates, partiellement enterrés. Un feu fut allumé au faîte de chacun d'eux. La différence de température créée entre la base et le sommet provoqua leur éclatement. Les éclats servirent à recouvrir totalement le sépulcre.

Grâce aux expérimentations et aux restaurations récentes, on s'est rendu compte qu'il fallait finalement beaucoup moins d'hommes et une technicité bien moins accomplie qu'on ne le pensait pour mouvoir, hisser et abattre les blocs mégalithiques, qui pèsent souvent plusieurs dizaines de tonnes. En 1979, Jean-Pierre Mohen, après avoir fouillé l'ensemble funéraire

Fausses portes, couloirs ne débouchant sur rien...

de Bougon, fit réaliser un bloc de 32 tonnes en béton "fourré" de polystyrène, comparable à une dalle mégalithique. Moins de deux cents hommes suffirent pour le pousser et le tirer sur 40 m, à l'aide de cordes de lin, sur une chaussée composée de rails et de boudins en bois, puis pour l'élever au moyen de trois leviers. Depuis, le Centre archéologique d'initiation et de recherche sur le Néolithique (CAIRN), sous la direction de Bernard Poissonnier (AFAN), a transporté et érigé plusieurs dizaines de mégalithes en mettant en œuvre des procédés dont l'usage au Néolithique est, sinon avéré, du moins probable.

TRACES DE RITUELS

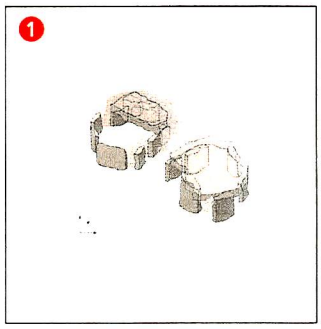
De plus, si la plupart des pierres de ces tombes mégalithiques proviennent de zones proches, certaines ont été traînées sur quelques kilomètres. L'emplacement des sépultures semble en effet n'être pas uniquement fonction de la proximité des matériaux. Elles furent souvent érigées en des lieux où elles étaient bien visibles, sur des sites dominants ou dégagés.

La recherche actuelle sur les dolmens se donne aussi pour but de définir plus précisément leur fonction. Certains dolmens présentent des aménagements en apparence aberrants : couloirs qui ne débouchent sur rien, fausses portes, accès trop étroits pour les allées et venues des vivants, espaces vides au chevet de la chambre funéraire... Autant d'éléments dont on suppose qu'ils sont en relation avec les croyances néoli-

MODIFIÉE, CONDAMNÉE

La nécropole mégalithique de Changé, en Eure-et-Loir, repérée par les amateurs d'antiquités du XIXe siècle à cause de la concentration des monuments et de la présence de gravures de type armoricain sur les orthostates de l'un des dolmens, est l'une des mieux connues du Bassin parisien. Les fouilles menées depuis 1983, sous la direction de Dominique Jagu, chercheur associé au Centre national de la recherche scientifique, ont révélé l'évolution de cet ensemble mégalithique.

Initialement coexistaient deux dolmens circulaires (dessin 1). La dalle de couverture du dolmen Petit (à gauche), dont l'utilisation se situe entre 4498 et 3770 av. J.-C.,



D. Galland, d'après D. Jagu et J.-M. Mourain

était recouverte d'un amas de blocs calcaires; l'entrée était obturée par un bouchon de grès. Une douzaine d'individus y ont été retrouvés. Le dolmen du Berceau (à droite) n'était apparemment pas fermé, et aucun reste osseux n'y a été observé. S'agissait-il



MADVO

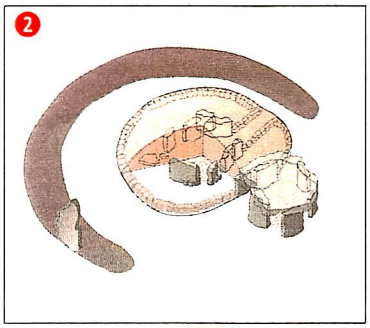


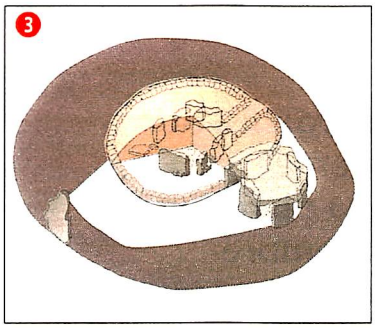
MADVO/Studiio H

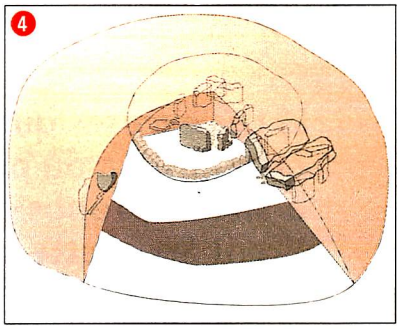
Pour les vivants, ou les morts?

Ce type d'ouverture (dalle perforée fermée par un "bouchon" amovible) est appelé "trou d'homme"... ou "trou de l'âme", car il est parfois trop étroit pour le passage des vivants (ici, au Bois-Couturier, à Guiry-en-Vexin, dans le Val-d'Oise).

ET RECONSTRUITE SEPT SIÈCLES DURANT







d'un monument pour les vivants?

A la fin de l'utilisation funéraire du dolmen Petit, ses orthostates sont brisés ou renversés ❷, tandis que la dalle de couverture est érigée en menhir à côté. Les blocs de couverture sont réutilisés pour édifier le parement extérieur du tertre de condamnation, dans lequel est aménagé un couloir ne débouchant sur rien. Un fossé entoure l'ensemble mégalithique.

Tout autour est élevée une couronne de gros blocs de silex ❸, dans laquelle on décèle diverses traces d'aménagements : parois, calages de poteaux...

Enfin, le menhir est abattu ❹ et la dalle de couverture du dolmen du Berceau est brisée. L'ensemble mégalithique est définitivement condamné, enfoui sous un tumulus de pierre de 25 mètres de diamètre.

thiques sur la mort, sans qu'on sache les décrypter. Les traces de rituels pendant et après l'utilisation funéraire des monuments sont aussi relativement fréquentes. Il s'agit principalement d'offrandes déposées sur le seuil de la chambre ou à l'entrée du dolmen et d'aménagements alentour. Certains dolmens portent des signes peints, gravés ou sculptés sur les pierres et qui demeurent énigmatiques.

Il est par ailleurs impossible de déterminer à qui étaient destinés ces caveaux monumentaux. A des familles, à des communautés, à des personnages importants? L'hypogée de Roaix (Vaucluse) contenait 35 corps en connexion (2), déposés simultanément, tous percés de pointes de flèches fichées dans les os; une urgence, en quelque sorte. A la chaussée Tirancourt, environ 300 corps ont été déposés sur un site utilisé continûment pendant six cents ans. C'est un nombre trop important pour une famille, trop faible pour un village. Les hypogées de Champagne semblent avoir abrité majoritairement les dépouilles de vieilles femmes et de jeunes hommes. Et que penser de la compartimentation ou de la multiplication des chambres funéraires, de la présence conjointe de tas d'os et de corps en connexion et, dans les ossuaires, de l'absence ou de la surabondance de certains os?

DÉCOUVERTE FORTUITE

Les études anthropologiques, qui renseignent déjà sur l'état sanitaire des groupes néolithiques, permettront non seulement d'établir si les individus rassemblés ont des liens génétiques mais aussi de préciser à quel stade de décomposition des cadavres ont eu lieu les interventions des vivants. On pourra alors mieux cerner les différents gestes funéraires et les intervalles qui les séparent.

Il ne reste probablement plus qu'un très petit nombre des dolmens érigés au Néolithique. Le développement de l'agriculture, les entreprises de travaux publics, la chasse au trésor, la "collectionnite" aiguë et les fouilles d'amateurs ont eu raison de bien des dolmens qui subsistaient au siècle dernier. Heureusement, d'autres, souvent modestes et discrets, sont encore fortuitement découverts lors de travaux. Les cinq sépultures collectives, mégalithiques ou en bois, de Val-de-Reuil (Eure) ont ainsi pu être étudiées par Cyrille Billard (Service régional de l'archéologie) et Mark Guillon (AFAN) ; elles ont été réutilisées à des fins funéraires par les populations postérieures, et, au début du Moyen Age, une petite église et son cimetière y furent élevées. Malgré les efforts des hommes du Néolithique pour dissimuler leurs sépultures, le souvenir de ces tombeaux colossaux a traversé les siècles. Cependant, conclut nostalgiquement Claude Masset, depuis l'extension du christianisme au Moyen Age, «ces morts ne sont plus des ancêtres mais des inconnus». ■

POUR EN SAVOIR PLUS

Exposition "Allées sans retour", musée archéologique départemental du Val-d'Oise, Guiry-en-Vexin, jusqu'au 14 janvier 1996.

(2) Dont les os sont encore dans leur position anatomique. On en déduit que les cadavres ont été déposés juste après la mort.

Où va Greenpeace ?

Les excuses que l'organisation écologiste a dû présenter à Shell à propos de la plate-forme Brent Spar jette une ombre sur sa farouche campagne contre les essais nucléaires français.

PAR DIDIER DUBRANA

Le moins qu'on puisse dire, c'est que Greenpeace est passé maître dans l'art de la communication : l'impact international de sa campagne contre les essais nucléaires français en Polynésie témoigne d'une stratégie bien rodée. Toutefois, les militants écologistes sont peut-être en train d'expérimenter le proverbe de "l'arroseur arrosé"... de pétrole bien sûr.

On se souvient de l'offensive lancée en avril dernier contre Shell. Greenpeace accusait la compagnie pétrolière de vouloir couler la plate-forme Brent Spar, en mer du Nord (au large de l'Ecosse), et prétendait que cette installation contenait près de 5 000 tonnes de produits pétroliers. L'accusation se fondait sur les échantillons volés par un commando de militants dans le réservoir numéro 1 de la plate-forme.

Or, le 5 septembre dernier, Lord Melchett, directeur exécutif de Greenpeace, a envoyé une lettre d'excuses à Christopher Fay, président de Shell UK, dans laquelle il reconnaît que son organisation a commis une erreur au moment du prélèvement des produits qui restaient dans Brent Spar. Les échantillons ont été puisés « dans le conduit menant aux réservoirs de stockage de la plate-forme, et non dans les réservoirs eux-mêmes », écrit Lord Melchett, qui ajoute : « Je vous présente mes excuses, ainsi qu'à vos collègues. »

Et pour cause : Brent Spar ne contient, en fait, qu'une centaine de tonnes de produits bitumineux, comme nous l'affirmait d'ailleurs, en juillet dernier, Marie-France Legros, porte-parole de Shell France (voir *Science & Vie* n° 935, p. 30). A l'époque, Shell avait renoncé à couler Brent Spar : « Ce n'est pas devant Greenpeace que nous avons reculé mais devant nos clients. »

UNE VICTOIRE DE L'ÉMOTIONNEL

En effet, le tapage médiatique mené contre Shell s'était soldé par un boycottage en règle des pompes à essence de la marque en Allemagne. Ce mouvement gagnant l'Est de la France, les pétroliers avaient décidé d'arrêter les frais, en précisant qu'il s'agissait d'une « victoire de l'émotionnel sur le rationnel ».

C'est bien là que le bât blesse. Les sympathisants ont été dupés. Faux, rétorque Rémi Parmentier, président de Greenpeace France. « L'erreur d'interprétation des résultats est un détail qui ne change rien au fond de l'affaire. Comme en est convenue la Commission Oslo-Paris, l'organisme intergouvernemental qui réglemente la pollution marine dans l'Atlantique Nord-Est, l'immersion des plates-formes pétrolières est désormais interdite ».

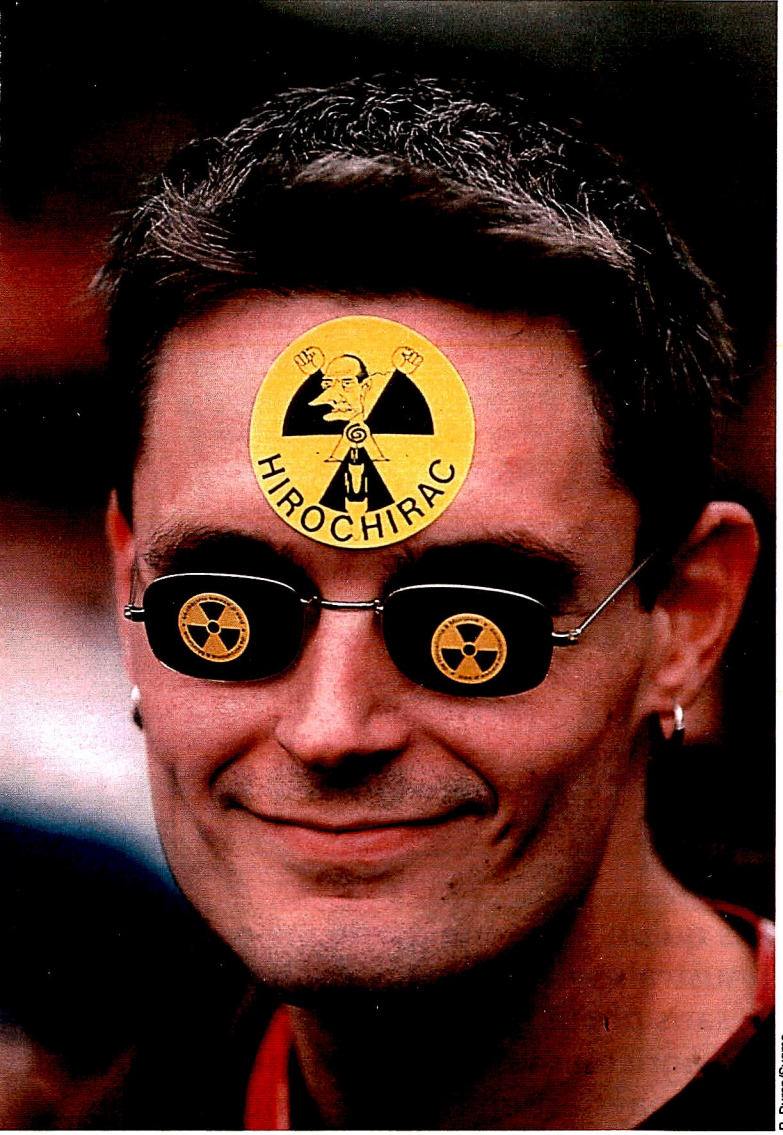
Cette interdiction, entrée en vigueur le 4 août, donne donc entière satisfaction à Greenpeace. Mais on est en droit de se demander si les excuses de l'organisation écologiste ne sont pas une nouvelle manœuvre pour neutraliser l'annonce des résultats de l'expertise de Brent Spar, menée en ce moment en Norvège par le bureau de contrôle Véritas.

Depuis que la plate-forme a été remorquée dans un fjord norvégien, près de Stavalger, des experts s'emploient à dresser l'inventaire des produits chimiques encore présents dans Brent Spar. Greenpeace, qui participe à l'expertise, sait bien que la supercherie des 5 000 tonnes va éclater au grand jour.

Cette péripétie jette le discrédit sur les méthodes peu orthodoxes des militants de la paix verte. Quand Greenpeace s'insurge contre les essais nucléaires français, comment ne pas douter désormais des fondements scientifiques de ses affirmations ?

Greenpeace affirme : « Il existe la preuve d'une fissuration importante du récif, ce qui augmente la probabilité de pollution radioactive de l'environnement. »

Le Commissariat à l'énergie atomique (CEA) répond : « Tous les récifs coralliens présentent des fissures naturelles. Mais ces fissures n'atteignent que la partie corallienne, calcaire. Or, les essais sont réalisés bien plus en profondeur, dans la roche basaltique, qui n'est pas fissurée. Sans quoi on aurait mesuré des traces de radionucléides dans l'environnement – ce qui n'est pas le cas, à l'exception des traces provenant des expériences aériennes. »



P. Duran/Sygma

Des militants aveuglés?

On se demande pourquoi Greenpeace s'acharne uniquement sur la France. Et pourquoi elle reste muette sur les menées des autres pays nucléarisés.

Greenpeace affirme : « De la radioactivité a été émise directement des chambres d'essais vers la surface, ce qui démontre l'existence de passages par lesquels une migration peut se produire. »

Le CEA répond : « Il y a effectivement de faibles fuites d'eau et de gaz rares contaminés, qui proviennent des puits de forage construits après les tirs et même des fibres optiques installées pour les mesures. Mais ces rejets, très inférieurs aux normes légales, ne présentent aucun danger pour les travailleurs et la population de Mururoa. »

Greenpeace affirme : « Des études de l'AIEA (Agence internationale de l'énergie atomique) ont détecté des niveaux élevés de plutonium dans des échantillons d'eau de mer prélevés en aval des atolls de Mururoa et de Fangataufa. »

Le CEA répond : « Des mesures effectuées sous l'égide de l'AIEA en 1991 ont effectivement montré qu'en un point le taux de plutonium était trois fois supérieur à la normale dans cette région du Pacifique. Preuve qu'il y a dans l'atoll une source de plutonium, reliquat d'un ancien essai aérien. Mais cela ne représente strictement aucun danger : la radioactivité de l'eau en plutonium (2×10^{-3} Bq par mètre cube) reste plusieurs dizaines de fois inférieure à la radioactivité de l'uranium naturel dans l'océan.»

Ce jeu de ping-pong entre nucléocrates et écologistes peut durer longtemps. Au-delà de l'hystérie médiatique antifrançaise, où sont les analyses et les études scientifiques de Greenpeace ? L'organisation verte les a-t-elle soumises à un jury international de scientifiques ? A-t-elle au moins pris le soin d'examiner l'argumentation et la position de la France, à la veille de la signature du Traité de non prolifération ?

UNE INSURRECTION

Car, dans le nouvel ordre nucléaire mondial qui se met en place après la guerre froide, la France n'est pas seule. Pourquoi Greenpeace reste-t-elle muette devant les menées des pays déjà nucléarisés (Etats-Unis, Russie, Chine, Grande-Bretagne, Inde et, on l'oublie toujours, Israël) ? Après tout, la mer de Barentz et tout l'Arctique sont dangereusement et autrement plus pollués que la Polynésie. Quel est le sort des populations à proximité du polygone d'essais nucléaires chinois de Lop Nor ? On attend avec intérêt les rapports scientifiques de Greenpeace sur les menées des nations qui cherchent à se doter de l'arme nucléaire (Pakistan, Irak, etc.).

L'acharnement de Greenpeace envers la France n'a plus rien à voir avec la science ni avec l'écologie. Les émeutes quasi insurrectionnelles de Papeete confirment que nous avons quitté le champ de la simple protection de l'environnement.

Que Greenpeace reprenne le chemin qui est le sien, celui de l'écologie, ne serait-ce que pour suppléer en France l'étrange silence des Verts. ■

Désastre écologique

A. Rosario/The Image Bank



Klein/Hubert/Blos

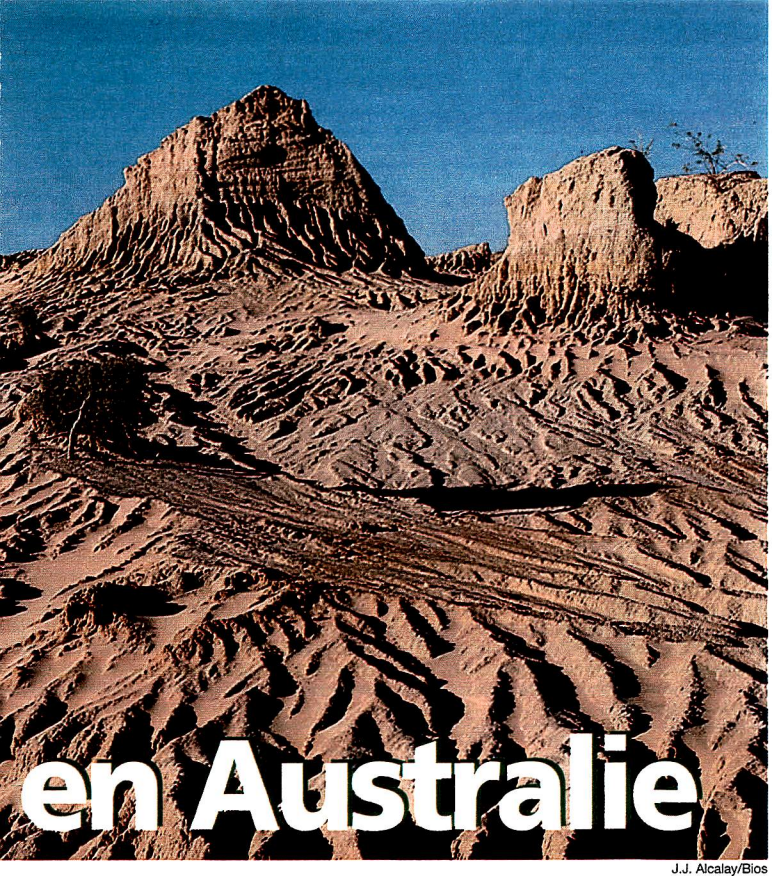
Sans qu'on y prenne garde, l'Australie vit une catastrophe sans précédent : l'une des régions agricoles les plus prospères du pays est en train de mourir.

PAR HOANG KIEU-AN

Les Australiens s'indignent avec véhémence de la reprise des essais nucléaires français, à Mururoa, à 6 000 km de leur territoire. On leur conseillerait volontiers de s'alarmer plutôt de ce qui se passe chez eux. Tout bonnement l'une des plus grandes catastrophes écologiques du siècle. De récentes photos satellites montrent que près de la moitié du sol agricole du sous-continent, soit une superficie de 3 850 000 km², est détruite.

Grand comme la France et l'Espagne réunies, baigné par 19 fleuves, dont le Murray (2 589 km) et son principal affluent, le Darling (2 700 km), le bassin de Murray-Darling (Sud-Est du pays) est une zone agricole très prospère. Elle contribue pour une large part à la richesse nationale, avec une production moyenne de 10 milliards de dollars australiens (environ 50 milliards de francs) par an.

Or, aujourd'hui, le bassin de Murray-Darling se meurt, notamment parce que les pratiques agricoles ne sont pas adaptées à la nature des sols. Minces (souvent moins de 10 cm de profondeur) et contenant peu de matière organique, les sols sont broutés, piétinés, dévastés par 19 millions de moutons (l'Australie a le premier troupeau ovin du monde), auxquels il faut ajouter un nombre astronomique d'animaux de ferme, de chevaux sauvages, de chameaux, de lapins... Autre cause du désastre : le manque d'eau provoqué par l'usage intensif et inconsidéré qu'en font les paysans. Enfin, la politique de déforestation menée à outrance depuis quelques décennies. Des



J.J. Alcalay/Bios

Des centaines de milliers d'hectares défrichés en Australie

Déforestation à outrance, sol dévasté par le plus grand troupeau d'ovins du monde et usage inconsidéré de l'eau ont transformé une partie du continent australien en terre de désolation.

centaines de milliers d'hectares de forêt sont sacrifiés chaque année en Australie. Dans la seule année 1990, 650 000 hectares (soit, à titre de comparaison, plus de la moitié des terres déboisées dans le bassin amazonien) ont été défrichés. En 1994, l'autorisation de défrichement a été accordée pour 1 million d'hectares dans le seul Etat du Queensland.

UN SOL GORGÉ DE SELS

Les conséquences écologiques sont multiples et sans précédent : des régions entières vidées des animaux sauvages qui les peuplaient jusqu'alors. Le numbat, petit marsupial très répandu sur l'ensemble du territoire, ne vit plus aujourd'hui que dans l'Ouest du pays, en quête d'une terre non ravagée. Hal Cogger, de l'Australian Museum, estime que le défrichement à grande échelle des buissons décime près de 200 animaux par hectare, en particulier les reptiles, qui y trouvaient un habitat privilégié.

En outre, la déforestation massive a interrompu le cycle naturel de l'eau. L'arbre n'étant plus là pour rejeter de la vapeur d'eau ni pour pomper l'eau du sol, un phénomène apparemment paradoxal surgit : dans ces régions, la pluviosité a été réduite de 14 %, tandis que le sol se gorge d'eau, à cause de la montée du niveau des nappes phréatiques (1 m par an). L'eau apporte des sels minéraux que les plantes ne consomment pas en totalité, et le sol se gorge progressivement de sels ; mais, ici, le sel, en quantité trop importante, reste à la surface de la terre et la pourrit. D'après la Fondation pour la conservation de l'Australie (ACF), 33 millions d'hectares subissent un taux anormal de salinité, ce qui représente une perte en production de 200 millions de dollars australiens (1 milliard de francs).

L'Australie s'est toujours flattée d'être la "dernière terre vierge de la planète recelant d'immenses trésors". Ce mythe est en train de s'effondrer. Mais il serait trop facile de désigner les paysans comme boucs émissaires. Jusqu'au début des années quatre-vingts, c'est l'Etat qui a encouragé les agriculteurs à défricher les terres en leur distribuant d'importantes subventions. Aujourd'hui, le gouvernement, la Fédération nationale des fermiers (NFF), le CSIRO (organisme national de recherche homologue de notre CNRS), l'ACF et d'autres scientifiques, tous conscients de leurs précédentes erreurs, s'alarment. Ils tentent de mettre en œuvre un programme de gestion nationale qui concilierait exploitation agricole et sauvegarde de l'environnement. Chacun y va de sa solution : le CSIRO préconise un transfert des moutons et du bétail vers d'autres terres – ce qui ne fait que déplacer le problème –, tandis que la NFF encourage les paysans à cultiver des espèces telles que l'acacia, qui, planté en haies autour des champs de céréales, les protège de la désagrégation, de l'humidité et du vent, ou l'eucalyptus, qui limite l'érosion des sols mais présente aussi l'inconvénient majeur de les acidifier. Remèdes bien dérisoires face à l'ampleur de la catastrophe.

Mais, même si l'on en imaginait de plus efficaces, la question du financement resterait posée. Qui paiera, en effet ? Les citadins (85 % de la population totale) seront-ils disposés à soutenir les communautés rurales et à assumer le coût de la sauvegarde de l'environnement ? Toléreront-ils que l'augmentation du prix de la production se traduise sur les étiquettes des denrées alimentaires ? ■

ENQUÊTE

Les chasseurs français



F. Henry/Réa

La chasse en France est toute-puissante. Subventionnée par l'Etat, elle contrôle des hommes politiques, bafoue ou fait changer des lois, muselle des scientifiques. Un lobby sûr de son pouvoir qui n'évolue pas, au détriment de la faune et... de son propre avenir.

PAR STÉPHANE VERDELET

hors la loi



P. Delaporte/ LPO

Manif contre nature

Une manifestation pour la préservation de la nature? Non, des chasseurs qui réagissent contre les lois de protection. Provocation banale sur une réserve naturelle : l'oiseau abattu, une avocette, est une espèce protégée.

« Défense de gêner les chasseurs hors-la-loi. » C'est, en gros, l'ordre donné le 12 juillet dernier aux gardes-chasse de Loire-Atlantique par Hubert Soucaze des Soucaze, contrôleur régional de l'ONC (Office national de la chasse).

Chaque été, dans le marais de Brière, c'est la guerre. Le 21 juillet 1991, huit gardes nationaux tombent dans un guet-apens. Encerclés, ils sont roués de coups par 80 chasseurs et leurs supporters. Un coup de feu manque de peu l'un d'entre eux. En 1994, le parquet de Saint-Nazaire classe l'affaire. Les huit gardes n'auront même pas été entendus... Le 17 juillet 1994, des gardes verbalisent cinq chasseurs de gibier d'eau qui ont abattu, en temps de fermeture, une vingtaine d'oiseaux en une demi-heure. Les armes sont confisquées, mais un commando se charge de les récupérer de force... à la gendarmerie.

A la DNP (Direction de la natu-

re et des paysages), Gilbert Simon demande au préfet comme au procureur de la République plus de fermeté. Le rapport de M. Soucaze des Soucaze apporte une curieuse réponse à ce souci : «M. de Granlaunay, sous-préfet de Saint-Nazaire, qui souhaite qu'aucun incident ne trouble l'ordre public pendant la période du 14 au 23 juillet, nous donne comme instructions : pas d'intervention de la garderie (ensemble des gardes) du 14 au 16 juillet; pas d'opération de police du 17 au 23 juillet (...) ; aucun renfort de brigade mobile d'intervention (...) ; service minimum assuré par le Service départemental de garderie à l'exclusion de tout contrôle de chasse au gibier d'eau...»

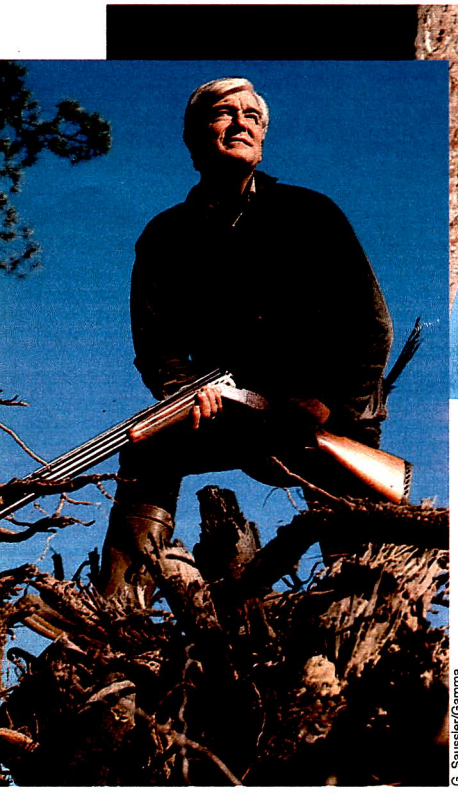
Entre chasseurs et naturalistes : un éternel désaccord

Cet exemple local n'est pas exceptionnel. Des exactions se produisent un peu partout, sans que l'Etat intervienne réellement, sans que les responsables cynégétiques s'émeuvent. La chasse de printemps aux tourterelles dans le Médoc, l'invasion en force du col de l'Escrinet (alors qu'il appartient à des ornithologues), en Ardèche, pour tirer le pigeon ramier (appelé localement palombe), les chasses dans les réserves (baie de Canche, platier d'Oye), les violences en Charente-Maritime ou en baie de Somme, etc. ne visent en général qu'un seul et même but : chasser en dehors des périodes réglementaires.

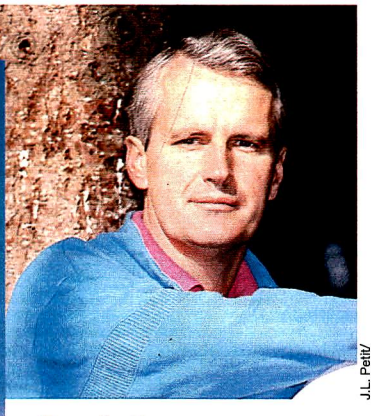
Cette affaire des dates d'ouverture et de fermeture de la chasse aux oiseaux migrateurs est l'une des éternelles pommes de discorde entre chasseurs et naturalistes. La bataille, épique, en dit long sur les moyens de pression dont disposent les chasseurs. Elle a pour point d'ancrage la directive 79/409 CEE du 2 avril 1979, dite "directive oiseaux", seule législation européenne concernant la conservation des oiseaux sauvages. Comme son respect impliquerait quelques semaines de chasse en moins, elle a toujours été mal appliquée en France. Elle rappelle aux Etats membres (art. 7) que les espèces chassables ne peuvent être chassées ni «pendant les différents stades de reproduction et de dépendance» (c'est-à-dire tant que les jeunes ne volent pas) ni, pour les espèces migratrices, «pendant leur trajet de retour vers leur lieu de nidification».

Les chasseurs français réclament la modification de cette directive afin de pouvoir chasser les migrateurs jusqu'en février-mars, mais scientifiques et associations de protection de la nature démontrent que les oiseaux entament leur migration de retour dès janvier. Les chasseurs ont lutté pour obtenir des dates de fermeture échelonnées (illégales au regard de la directive européenne), différentes pour chaque espèce selon sa biologie. Les naturalistes, de leur côté, soulignent que la chasse perturbe les autres espèces animales et que les chasseurs français bénéficient déjà des périodes de chasse les plus longues d'Europe.

Ils évoquent aussi la difficulté à reconnaître les oiseaux sur le terrain, surtout la nuit (1). Les chasseurs font, en effet, 20 % d'erreurs en moyenne dans l'identification des canards les plus communs, alors qu'ils ont l'oiseau bagué en main. C'est ce que révèle un rapport de 1994 publié par l'ONC et le Muséum national d'histoire naturelle. On peut s'inquiéter



G. Saussier/Gamma



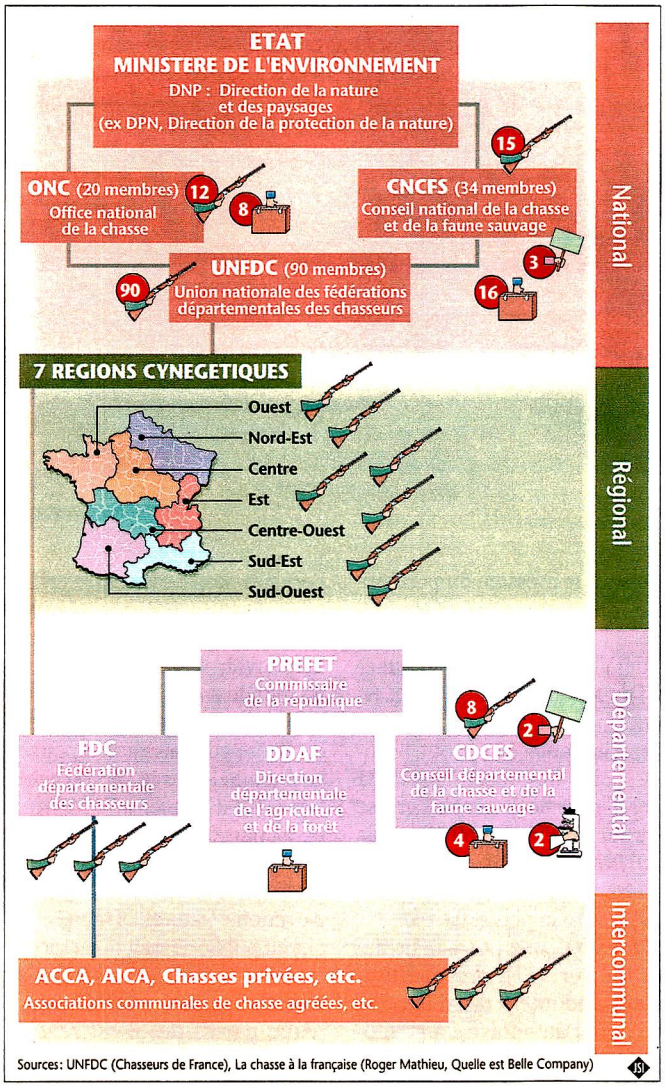
J.L. Petit/

Lobby et politique

A la fois, et entre autres, vice-président de l'ONC et président du parti politique CPNT, André Goustat (à gauche) est un des piliers du lobby de la chasse. Face à un tel pouvoir, Michel Barnier (ci-dessus) a toujours cédé. Corinne Lepage en fera-t-elle autant?

(1) Un fascicule, *Reconnaître les oiseaux d'eau la nuit*, a été édité par les chasseurs de gibier d'eau et le Conseil régional de Picardie. Pour 17 espèces, l'identification de l'oiseau serait aisée, pour les 10 autres, elle n'est pas indiquée. On peut distinguer, à sa manière de décoller, un canard plongeur d'un canard de surface, ou encore la taille d'un anatidé au bruit de ses ailes. Identifier à coup sûr une espèce dans la nuit est une autre histoire, et ce document ne peut être considéré comme une étude ornithologique indiscutable.

L'organisation de la chasse en France



de la "tolérance" des chasses de nuit au gibier d'eau dans certains départements, alors que celles-ci sont illégales en vertu de l'article L. 228-5 du code rural. Bref, ce rapport prouve que l'échelonnement des dates est un danger pour les espèces non concernées. La direction scientifique de l'ONC aurait donc fait pression sur le Muséum pour que le rapport soit modifié. Censure ? Le rapport n'a pas été transmis au Parlement européen, où l'on doit justement se prononcer sur la directive. Il manquera donc les éléments d'un vrai débat. Mais les pressions autour des périodes de chasse n'ont pas commencé là.

En 1987, la décentralisation donne aux préfets le pouvoir de fixer les dates de clôture. Comme elles ne sont pas conformes à la directive, ces dates font l'objet devant les tribunaux d'environ 300 contentieux soulevés par les associations de protection de la nature, qui obtiennent presque toujours satisfaction. Pour que les arrêtés préfectoraux se fondent sur des faits scientifiques irréfutables, Brice Lalonde, alors ministre de l'Environnement, commande une étude, cosignée ONC-Muséum, qui paraît en mars 1989. L'étude ne satisfait pas les chasseurs : elle démontre que la plupart des oiseaux sont en migration prénuptiale (de retour vers leurs lieux de nidification) dès la fin de janvier. En décembre 1991, la DPN du ministère de l'Environnement envoie un rapport contradictoire à tous les préfets. Il mentionne de nouveaux critères qui changent les dates : c'est l'affaire du "vrai-faux rapport Letourneux", du nom du responsable de la DPN à l'époque. Prétendument validé par le Muséum, le rapport est aussitôt démenti (le 29 janvier 1992) par son directeur, Jacques Fabriès.

La France condamnée pour exercice illégal de la chasse

Les périodes illégales demeurent en vigueur. La France est montrée du doigt. Le 19 janvier 1994, la cour de justice des Communautés européennes condamne l'échelonnement de la fermeture au cours du mois de février. Elle indique que toute méthode aboutissant à ne protéger qu'un pourcentage des populations d'oiseaux est incompatible avec la directive. Elle préconise pour la fermeture la date unique

Une pratique interdite et... tolérée

La France est le seul pays d'Europe à fermer les yeux sur les chasses de nuit. Celles-ci sont pourtant interdites par l'article L.228-5 de notre code rural.





■■■ du 31 décembre, soit un mois plus tôt que ne le souhaitaient la Ligue pour la protection des oiseaux et l'Association pour la protection des animaux sauvages. Cette décision est perçue comme une véritable provocation par les chasseurs, qui, en cette veille d'élections européennes, manifestent bruyamment. Dès février, sans prendre l'avis de scientifiques indépendants, le nouveau ministre, Michel Barnier, rédige un texte de modification de la directive qu'il soumet aussitôt au Conseil des ministres européens. Bien qu'adopté par la Commission, le texte sera refusé en débat d'urgence au Parlement européen. En représailles, Pierre Daillant, président de la très officielle UNFDC (Union nationale des fédérations départementales des chasseurs) appelle à voter pour le parti politique Chasse-Pêche-Nature-Traditions (CPNT), qui représente la faction la plus radicale du milieu cynégétique. M. Daillant agit en fait sous la pression du parti lui-même, qui menace de créer une nouvelle Union. Cinq départements sont déjà "dissidents" (non adhérents) de l'UNFDC : les Pyrénées-Atlantiques, la Haute-Corse, la Corrèze, le Cantal et, surtout, la Gironde – pays du braconnage de la tourterelle des bois –, la plus grosse fédération de France (60 000 chasseurs). Là, ce ne sont pas les chasseurs raisonnables qui dirigent, mais la frange la plus extrémiste.

Un loisir réservé à moins de 4% de la population

En été 1994, une poignée de députés (40 sur 577), presque tous chasseurs, adoptent discrètement, avec l'appui du ministre, une modification du code rural sur les dates de clôture : c'est la loi Pierre Lang. Le compte rendu du *Journal officiel* dévoile un lapsus très révélateur : «Les chasseurs ont légiféré raisonnablement (rires et exclamations), pardon, je voulais dire, bien sûr, les députés... » Cette fois, la France se met "légalement" dans l'illégalité vis-à-vis de l'Europe. Celle-ci ne devrait pas céder. On s'attend qu'elle exige une fermeture générale au 31 janvier.

Sur le plan national, le lobby demeure très puissant. L'analyse de l'organisation de la chasse en France et de ses privilèges, réservés à 3,5 % de la population, explique un tel pouvoir, envié par les chasseurs du monde entier.

L'ONC, établissement public à caractère administratif, a pour mission d'améliorer le capital cynégétique. Il est financé à 74 % par une taxe parafiscale, la redevance, payée par les chasseurs en échange du droit de prélever une partie du patrimoine naturel, la faune (2). Cet argent public devrait donc servir les intérêts de tous les contribuables, essentiellement non chasseurs. Or, perçu par l'Etat, il est reversé à l'ONC comme une subvention. De plus, le conseil d'administration de l'ONC est composé majoritairement de chasseurs (12 membres sur 20), son président est toujours un chasseur et le directeur, nommé par le ministre, n'a qu'une voix consultative. Aucun protecteur de la nature n'y est admis. Quant au vice-président, il n'est autre qu'André Goustat, tout à la fois président du parti politique CPNT, de la Fédération des chasseurs de Dordogne

(2) 16 % proviennent des surcotisations destinées aux remboursements des dégâts de gibier.

et du puissant Syndicat national des chasseurs de France, sans compter ses fonctions de vice-président de Conseil régional, de maire rural, de directeur de chambre de commerce et d'industrie... Cumul très fréquent chez les dirigeants cynégétiques. Il explique l'infiltration du monde de la chasse dans les milieux institutionnels, administratifs et politiques. On imagine sans peine les obstacles que rencontrent à l'ONC les candidatures de techniciens, les résultats d'études scientifiques ou les propositions de réformes.

Conscient du malaise, Christian Mary, actuel directeur de l'ONC, avait commandé dès son arrivée (fin 1990) un audit interne, le «rapport Bardery». La diffusion en fut immédiatement interdite. «Il était un peu trop orienté, c'était le reflet amplifié de mes impressions», déclare aujourd'hui M. Mary. Pourtant, son contenu reste globalement d'actualité : «Il semble clair que, tant que l'ONC dépendra totalement du monde de la chasse sur le plan financier, il n'aura aucune autorité vis-à-vis de ce dernier et aucune crédibilité à l'extérieur, quant à ses travaux scientifiques par exemple (...). L'ONC doit s'affirmer comme un contre-pouvoir crédible de la chasse et d'une certaine façon légitimer la démarche de cette dernière. L'Office doit être perçu comme indépendant des fédérations et non à leur service.»

Autre structure majeure de la chasse en France, et autre zone ambiguë, les 95 fédérations départementales des chasseurs (FDC), créées en 1941 par le régime de Vichy. Leurs missions : la formation et l'information des chasseurs, la répression du braconnage, la constitution et l'aménagement des réserves de chasse, la protection et la reproduction du gibier. Ce sont en principe des organismes à but non lucratif (loi de 1901). Cependant, tout chasseur cotise obligatoirement à une FDC – que la politique de ladite fédération lui plaise ou non –, ce qui est contraire au statut démocratique des associations, mais permet d'afficher 1 625 000 adhérents.

Quant aux gardes-chasse, ils sont payés par ceux-là mêmes qu'ils sont ■■■

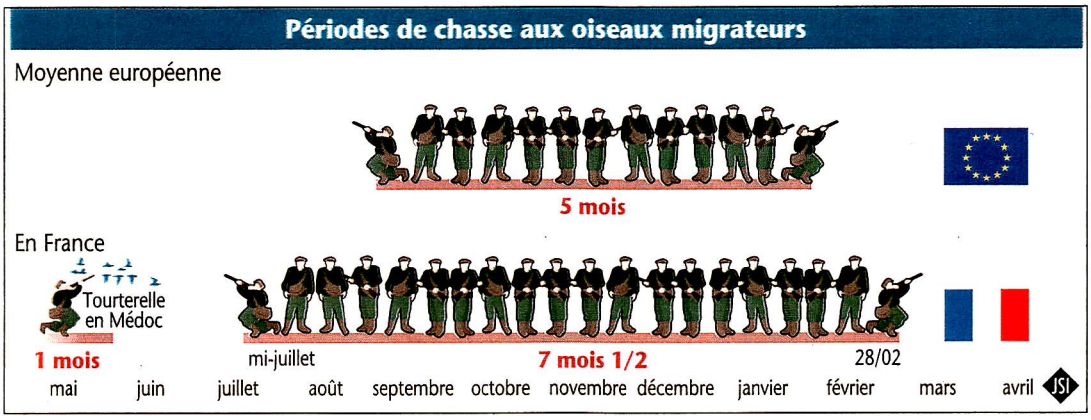
La nuit, tous les canards sont gris

Ces deux canes, de colvert (en haut) et de chipeau, ne sont pas chassables pendant les mêmes périodes. Qui peut les identifier d'un coup d'œil? Surtout la nuit...



Le patrimoine international à la merci de la France

En Europe, la France compte le plus grand nombre de chasseurs, le plus grand nombre d'espèces chassables (59 contre une moyenne de 27), et les plus longues périodes de chasse. A quoi sert de protéger, dans les autres pays européens, des oiseaux migrateurs qui seront abattus chez nous?



censés contrôler. En guise de comparaison, on imagine mal un gendarme verbalisant l'automobiliste qui lui verserait son salaire. Sur les 1 427 gardes nationaux qu'emploie l'ONC, 1 289 sont mis à la disposition des fédérations. Entre gardes et FDC, les relations ne sont pas toujours idylliques. En juillet dernier, la preuve a même été faite qu'une fédération de chasseurs avait aidé cinq braconniers à se défendre juridiquement contre les gardes. Les prévenus avaient obtenu une copie de leur dossier non pas auprès du parquet, mais auprès de la fédération... qui ne s'était pas constituée partie civile.

La modification des statuts des gardes et des FDC est censée aboutir à un compromis. Elle prévoit une indépendance judiciaire des gardes, et semble satisfaire la majorité d'entre eux, las de la situation et prêts à faire des concessions. Mais elle leur impose l'autorité complète des présidents de FDC pour les missions techniques. Selon le syndicat SNE-CFDT des gardes, «l'ONC délègue ses pouvoirs et met directement la

Les gardes-chasse payés par les chasseurs

garderie sous la coupe du lobby chasse». Dans la lettre confidentielle interne de l'UNFDC datée du 28 février 1995, on peut lire : «Les modifications envisagées n'ont pas d'autre objet que de restituer aux présidents de fédération une meilleure liberté (...), leur autorité actuelle, au regard des textes, étant purement théorique.» Les gardes ont d'autres ambitions. La garderie de l'ONC est le deuxième corps de police de la nature (20 000 infractions verbalisées par an) après la gendarmerie. Les gardes nationaux rêvent d'un grand corps de «police verte», aux compétences élargies, englobant les agents de l'Office national des forêts, des parcs nationaux, des réserves naturelles, etc. Ils en attendent une plus grande efficacité sur le terrain et une vaste économie d'hommes et de moyens. Le rapprochement actuel avec les FDC cantonne les gardes dans un rôle de surveillants au service de la chasse et d'elle seule. Leur premier désir est de devenir des fonctionnaires à part entière, titularisés et indépendants.

Les autres structures de la chasse et de la faune souffrent des mêmes déséquilibres. Elles aussi ignorent les citoyens non chasseurs. Depuis décembre 1994, 70 % des associations de protection de la nature boycottent les conseils départementaux de la chasse et de la faune sauvage (CDCFS) pour rappeler qu'elles y servent seulement d'alibi. Les CDCFS – composés de 16 membres, dont 2 scientifiques, 2 représentants d'associations de protection de la nature et... 8 représentants des chasseurs – ont un rôle consultatif auprès des préfets, notamment pour la fixation des dates de clôture et de la liste des animaux dits nuisibles. Dans la majorité des départements, seuls les chasseurs sont écoutés et suivis par l'administration. La plupart du temps, les prédateurs (renards, belettes, fouines, etc.) sont inscrits d'office sur la liste des animaux nuisibles, sans étude préalable et sans aucune preuve des dommages qu'ils sont censés causer aux activités hu-



Photos F. Cahez

L'AVENIR FUNESTE DE

Le bruant ortolan, *Emberiza hortulana*, a été désigné par la CEE comme "l'oiseau de l'année" en 1984, en raison de sa condition d'espèce menacée. Un symposium international, à Vienne (Autriche), en juillet 1992, a constaté son déclin en France comme dans la plupart des pays d'Europe.

Une vingtaine d'espèces d'oiseaux n'ont pas de statut juridique en France, ce qui place notre pays en situation illégale à l'égard des réglementations communautaires. En fait, ces espèces ne sont ni chassables ni protégées. Parmi elles, figurent d'autres bruants, la mésange à longue queue, le chevalier sylvain, etc. Elles seraient toutes officiellement protégées, si l'ortolan ne figurait pas sur la liste. Mais ce petit oiseau est encore braconné dans quelques cantons des Landes...

Capturé dans un piège-trappe, le bruant est enfermé pendant trois semaines dans une caisse d'engraissement privée de lumière. Il grossira de 25 à 100 g environ, puis sera gobé dans les formes (on mange l'oiseau entier, renversé en arrière, une serviette sur la tête pour ne rien perdre de son fumet). Son goût n'a, paraît-il, rien d'exceptionnel, mais le folklore est tenace. Interdire la capture de l'ortolan pourrait «allumer un nouveau foyer de contestation dans cette région», écrit Pierre Daillant, président de l'UNFDC, dans une lettre à Michel Barnier, le 13 avril 1995.

L'ORTOLAN

M. Daillant propose une réglementation limitant à 15 000 le nombre d'oiseaux tués chaque année, au lieu de «30 000 maximum aujourd'hui». Mais ce compromis ne convainc pas les associations de protection de la nature, qui jugent impossible tout contrôle sérieux dans un contexte où, de toute façon, les lois ne sont pas respectées.

Quant aux estimations des ornithologues, elles sont bien différentes : d'après Olivier Claessens, 50 000 ortolans sont tués chaque année, alors que la population française nicheuse compte de 10000 à 23000 couples. Autrement dit, le braconnage des Landes prélève des migrateurs qui se reproduisent dans des pays où ils sont protégés. Le symposium de Vienne le confirme : les 50000 ortolans tués dans le Sud-Ouest représentent dix fois la population nicheuse de l'Allemagne, de la Belgique et des Pays-Bas réunis.

«Toute opération de capture de l'ortolan est un acte de braconnage», affirmait en 1991 la DPN du ministère de l'Environnement. Vœu pieux. Le 10 juin 1994, le Conseil d'Etat somme Michel Barnier d'en interdire la chasse (1). Le Conseil national de protection de la nature (organe consultatif) appuie le Conseil d'Etat en remettant au ministre un avis favorable à la protection de l'oiseau. Cette décision imminente inquiète les chasseurs landais, qui montent au créneau. Michel Barnier ignore soudain les exigences du Conseil d'Etat et, contre toute attente, ajourne, fin mars 1994, la signature de l'arrêté de protection de l'espèce. Le dossier est désormais entre les mains du nouveau ministre, Corinne Lepage. Mais Henri Savoie, conseiller technique à l'environnement du Premier ministre, Alain Juppé (un Landais), a d'ores et déjà choisi de ne rien modifier.


Carichiopulos

Le bruant ortolan ne sera pas protégé en France, c'est la volonté du Premier ministre.

(1) L'action avait été engagée par le Rassemblement des opposants à la chasse.

maines ou à la santé publique. Dans les Deux-Sèvres, on a vu le renard classé nuisible à cause de la rage, alors que cette épizootie est absente du département. En fait, les chasseurs voient dans les carnivores des... concurrents. Le renard est considéré comme nuisible parce qu'il attrape des lapins, alors que les lapins sont eux-mêmes décrétés nuisibles. Une logique fort peu scientifique.

Nuisibles, mais à qui?

Des milliers de chasseurs ont signé une pétition pour l'éradication du busard. Malgré quelques larcins, le renard est un utile prédateur de rongeurs. Il est pourtant classé "nuisible". Aucune étude scientifique ne justifie ces choix.



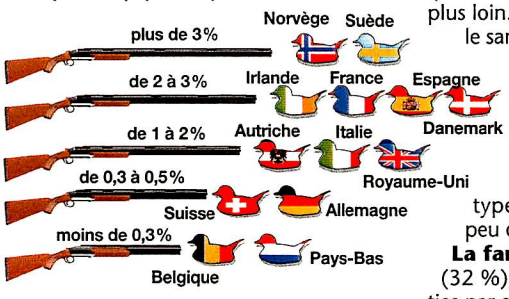
Cette notion de "nuisibilité" suscite de nombreux contentieux entre l'administration et les associations de protection de la nature. Comme les associations gagnaient la plupart de leurs recours, elles ont été réfrénées. Les recours devant les tribunaux administratifs sont désormais taxés de 100 F, ce qui, avec les photocopies, les recommandés, etc. porte à environ 300 F le coût d'un recours complet. L'ASPAS (Association pour la protection des animaux sauvages), par exemple, doit consacrer un budget d'environ 30 000F par an à ses actions juridiques. N'étant financées par aucune adhésion obligatoire, toutes ces organisations non gouvernementales, composées de bénévoles, pâtissent d'un énorme désavantage financier face aux structures de la chasse.

Reste la fameuse loi Verdeille (10 juillet 1964), l'un des principaux instruments du pouvoir de la chasse en France. Elle autorise la chasse dans certaines zones (propriétés de moins de 20 ha) contre l'avis des propriétaires, et sans contrepartie. Brice Lalonde, qui avait promis d'obtenir le "droit de non-chasse", a fini par abandonner.

LE SAUVAGINIER, LE PRÉDATEUR ET L'ÉCLECTIQUE

La France est le pays d'Europe où on chasse le plus. Elle compte 1 625 000 chasseurs, âgés en moyenne de 47 ans, ce qui traduit un vieillissement : ils avaient environ 43 ans et demi en 1988. Les ouvriers (22 %) sont les plus nombreux. Viennent ensuite les retraités (20 %, en hausse de 29 %), les employés (15 %), les agriculteurs (12,5 %, en baisse de 36 %) et les cadres moyens (12 %). Un chasseur sur dix est un cadre supérieur, mais cette catégorie a augmenté de 45 % en sept ans. En revanche, si l'on considère la fréquence de l'activité, les chiffres diffèrent. Un agriculteur sur trois pratique la chasse, pour seulement un ouvrier sur dix-sept.

L'Europe des chasseurs
(pourcentage de chasseurs parmi la population)



A. Meyer

On peut établir ainsi la typologie des chasseurs (d'après l'UNFDC).

La famille des mordus (24 %), environ 60 sorties par an.

- Le spécialiste migrateur (18 %). Souvent spécialisé dans la grive. Plus âgé que la moyenne, c'est un grand consommateur de cartouches (13 millions de grives tuées par an).
- Le sauvaginier (3 %). Spécialiste du gibier d'eau. S'équipe en conséquence. Moins rural et nettement plus jeune que la moyenne.
- Le veneur (2 %). Essentiellement du chevreuil et du cerf à son tableau de chasse.
- Le superprédateur (1 %). C'est lui qui investit le plus dans l'équipement. Effectue de grands déplacements, même à l'étranger. Participe aux comptages et aux aménagements des territoires de chasse. Ne lésine ni sur le temps, ni sur l'argent. A le plus gros tableau de chasse.

La famille des assidus (44 %) environ 25 sorties par an.

- Le traditionnel (32 %). Plus âgé que la moyenne, il chasse à proximité de son domicile.
- Le résolu (10 %). Plus équipé que le précédent, il s'aventure un peu plus loin. Aime particulièrement le sanglier.
- Le perfectionniste (2 %). Il se déplace jusqu'à 50 km de sa résidence. Possède un équipement complet, car il chasse tous les types de gibier, mais avec peu d'intensité.

La famille des dilettantes (32 %), une douzaine de sorties par an.

- L'occasionnel (25 %). S'implique peu. Chasse quand l'occasion se présente.
- L'éclectique (6 %). Chasse peu, mais un gibier diversifié pour lequel il peut se déplacer très loin de son domicile.
- L'expert modéré (1 %). Citadin, il chasse peu, mais n'hésite pas à faire de longs déplacements. Très équipé, il se tient au courant de tout ce qui concerne la chasse. Aime le sanglier.

Isabelle Bourdial

La liste des privilèges serait encore fort longue. Entre autres, ceux des associations de chasse maritime (ACM). Le domaine public maritime, par définition, appartient à l'Etat. Or les ACM le lui louent sans concurrence et au plus bas prix. Les associations de non chasseurs – ces derniers représentent la majorité des contribuables – n'ont pas cette possibilité. La protection des oiseaux migrateurs, patrimoine international, et... les finances de l'Etat sont une fois encore négligées au profit de la chasse.

La gestion cynégétique est pourtant loin de faire l'unanimité, aussi bien chez les scientifiques que chez les chasseurs eux-mêmes. Ils dénoncent la destruction des prédateurs, donc la perturbation des équilibres naturels, les pollutions génétiques, l'intoxication des oiseaux par le saturnisme due aux plombs de chasse, les chasses traditionnelles et les piégeages non sélectifs détruisant des espèces protégées, etc. L'ANCER (Association nationale pour une chasse écologiquement responsable) a publié des arguments très critiques contre le tir des tourterelles des bois en mai dans le Médoc ou contre les lâchers de gibier de tir. Ces chasseurs soucieux d'éthique, préoccupés par l'avenir de la chasse, ne sont guère entendus par les responsables, ni suivis par la majorité. L'Europe de Maastricht, la chute des effectifs (2 000 chasseurs de moins chaque année), la poussée des idées écologistes inquiètent la masse des chasseurs, qui, solidaires de la base au sommet, durcissent leurs positions.

Dans les campagnes, circulent des rumeurs dénuées de tout fondement : pullulations de rapaces, lâchers de vipères par des hélicoptères, renards dévoreurs de vaches, etc. Tout ce qui touche à la protection de la nature est ressenti comme une menace. Les réserves à ours, créées en 1990, ont disparu trois ans plus tard sous la pression des élus pyrénéens. Partout, des dossiers de création de réserves naturelles sont retardés ou bloqués par des élus chasseurs, des maisons de la nature sont saccagées ou brûlées, des appels au braconnage sont lancés par certains présidents de fédération et reproduits dans la presse.

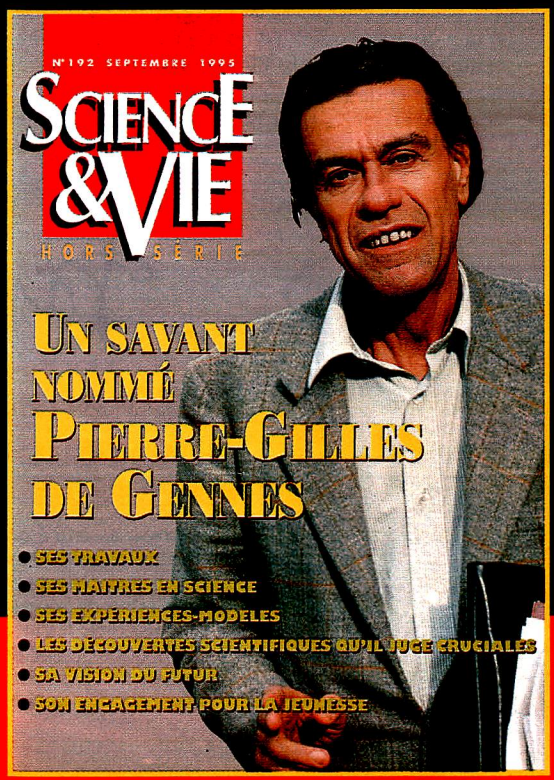
Les chasseurs auraient pourtant intérêt à s'insurger, au côté des protecteurs de la nature, contre les projets destructeurs des habitats de la faune sauvage. L'avenir de la chasse en dépend. A force d'ignorer le reste du monde, les chasseurs ne sont-ils pas en train de retourner leurs fusils contre eux-mêmes ?

L'univers de Pierre-Gilles de Gennes

Son parcours
Ses maîtres
Ses passions expérimentales
Ses choix en physique
Sa vision du futur
Ses engagements pour la jeunesse

Itinéraire pas comme les autres d'un Prix Nobel original

SCIENCE & VIE
HORS SÉRIE



EN VENTE PARTOUT

PASTEUR

Sa "pensée unique" a tout révolutionné

On célèbre le centenaire de la mort de Pasteur (28 septembre 1895). Le "plus grand savant français" est surtout admiré pour la pluralité de son œuvre, même si sa méthode fut parfois outrageusement critiquée. Ce qu'il faut saluer, en réalité, c'est la remarquable unité de sa démarche intellectuelle.

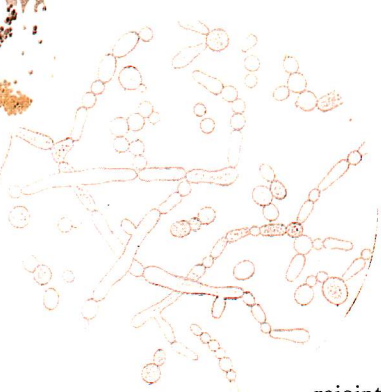
PAR FRANÇOIS DAGOGNET

L'œuvre de Pasteur – incomparable – souffre de deux maux. En premier lieu, elle est souvent perçue sous l'angle d'une diversité qui n'est qu'apparente : partie de la cristallographie et de la physique moléculaire, elle aurait rejoint la chimie, les fermentations, puis l'ontogénie (la microbiologie), enfin la zootechnie, la pathologie, l'hygiène, les virus mêmes, l'immunologie, etc. En vérité, Pasteur ne s'est attelé qu'à une seule tâche, dont tout le reste a découlé logiquement : séparer les molécules bio-organiques des molécules "minérales". Mais la plupart des interprètes privilégient la vision kaléidosco-



Roger-Viollet





Institut Pasteur

A 20 ans, une rencontre décisive

Après avoir assisté à une conférence du célèbre chimiste Jean-Baptiste Dumas à la Sorbonne, le jeune Pasteur obtient la permission de passer ses loisirs dans son laboratoire. Il s'interrogera sur les liens qui existent entre la chimie, la physique et la cristallographie, bases de ses futures recherches.



Les armes de la gloire

Des dons de théoricien et d'expérimentateur hors pair alliés à un grand art de la persuasion conduiront Pasteur au faîte de la gloire (ici, caricaturé par Luque, en 1883).

Il a découvert la forme


Roger-Viollet

Sans cesse, il expérimente

Pasteur restera toute sa vie un expérimentateur acharné. Il est représenté ici dans son laboratoire par le peintre Edelfet, en 1885.

pique de son œuvre.

Autre erreur : les historiens ont loué Pasteur, lui ont même voué un culte, en raison surtout de ses dernières découvertes, parce qu'elles touchaient à la vie de l'homme et le sauvaient des effroyables fléaux qui le frappaient (la rage, notamment). Mais il ne faut pas séparer, dans ce monument scientifique, la fin du commencement.

LA VIE EXCLUT LA SYMÉTRIE

Tout part d'une découverte ponctuelle à propos des tartrates, ces sels de l'acide tartrique qui se déposent dans les tonneaux au moment de la fermentation et sont recherchés par l'industrie. Les tartrates posaient un sérieux problème : ils possèdent tous les mêmes propriétés chimiques, mais, s'ils cristallisent sous la même forme, ils diffèrent à l'examen en lumière polarisée. Certains s'y montrent même inactifs.

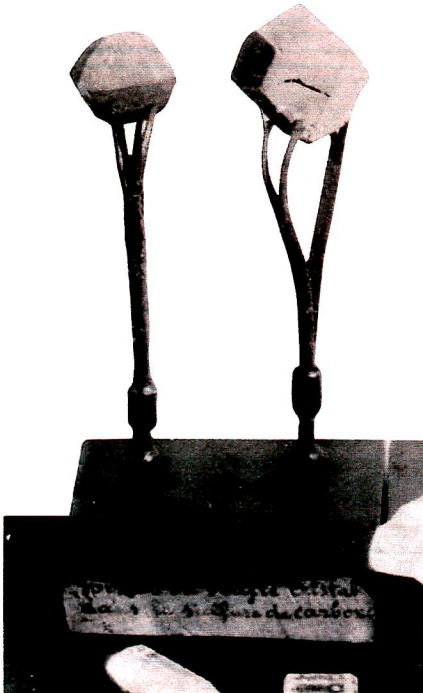
Pasteur parvient à démêler cet écheveau. D'une part, le premier, il aperçoit de minimes troncatures à l'extrémité de la moitié des faces de cristal (elles sont même inclinées à droite) ; d'autre part, il découvre cette même particularité chez les tartrates prétendument "inactifs". Toutefois, ces sortes de micro-épaulettes sont tournées tantôt à droite, tantôt à gauche, ce qui rend compte de la neutralisation. Bref, Pasteur met de l'unisson là où régnait la cacophonie. Il comprend désormais les différences entre des corps très proches. S'ils possèdent bien les mêmes propriétés chimiques, ils varient seulement dans leur structure ou leur organisation ; l'examen cristallographique comme l'examen optique – tous les deux en accord – le confirment.

Pasteur généralise. Il pense que les molécules venues de matières vivantes – végétales ou animales –, les molécules organiques, se caractérisent par leur asymétrie. Ce que produit la vie exclut la régularité ou le simple empilement des unités. Combien de fois Pasteur compara la molécule à un escalier tournant, en colimaçon, qui va ou bien à droite, ou bien à gauche ! La même molécule minérale, formée des mêmes unités (les mêmes briques), les range de façon régulière (l'escalier vertical). L'optique (la lumière polarisée) et la cristallographie mettent en évidence cette différence spatiale.

Il en découle davantage de variété pour les molécules organiques, parce que l'escalier peut aussi bien tourner à droite qu'à gauche (de même, notre main droite et notre main gauche ne sont pas identiques : le gant de l'une ne convient pas à l'autre). On a donc deux isomères, le dextrogyre et le levogyre. Il faut encore ajouter le mélange des deux, ce qui donne un faux inactif. Pasteur, en effet, apprend à dédoubler les deux formes emboîtées. Il découvre ainsi la vie moléculaire, ou plutôt la molécule propre aux êtres vivants (l'alcool, l'amidon, la cellulose, la fibrine, etc.), qui se distingue des molécules minérales, définies, elles, par leur symétrie.

LA FERMENTATION EST DUE AUX BACTÉRIES

De nombreux obstacles viennent toutefois entraver le système si bien dualisé entre vivant et minéral. Cette idée simple et forte devra cependant affronter l'expérience. Par exemple, des molécules, nées dans l'organisme, ne possèdent pas



des molécules

les propriétés qui devraient, d'après la doctrine nouvelle, les caractériser. Elles sont homogènes. Pasteur trouve vite la réplique : urée et acide oxalique, entre autres, relèvent de l'univers des excrétions et non de celui des sécrétions. Ce que le vivant élimine n'est pas du vivant : ces matériaux filtrés appartiennent au minéral, à l'inerte.

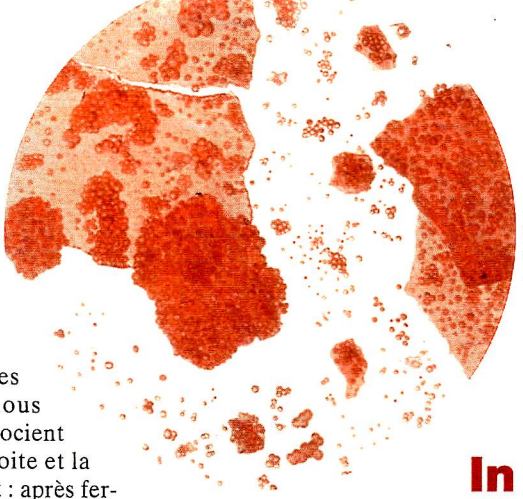
Le chimiste, plus tard, nuancera cette thèse, et remettra même en question la séparation initiale entre le minéral et l'organique. En effet, des molécules complexes purement "minérales" dévient, elles aussi, la lumière polarisée ; par conséquent, le vital n'est pas le seul à posséder une architecture orientée (spiralée).

La première découverte de Pasteur va logiquement en entraîner une autre. Il note que des solutions qui comprennent des substances dites inactives (nous savons qu'elles associent deux formes, la droite et la gauche) se scindent : après fermentation, il ne reste plus que l'une d'entre elles ; l'autre a disparu. Comment expliquer un tel dédoublement spontané ? Pasteur avait déjà été alerté par un certain alcool amylique, formé en réalité de deux alcools, l'un qui dévie à gauche le plan de la lumière polarisée et l'autre qui, justement, ne la dévie pas à gauche. Or, au cours de sa transformation, les proportions entre ces deux alcools varient.

La conclusion s'impose : seule la vie peut reconnaître la vie dans sa spécificité. Pasteur n'est pas le premier à repérer l'existence des levures, des mycodermes, des moisissures, des unicellulaires, parfois invisibles au microscope ; mais il est le premier à comprendre, à systématiser leur rôle : ils s'emparent d'un des deux composants (le droit ou le gauche) pour s'en nourrir et, de ce fait, dégradent l'autre forme.

Conséquence fondamentale pour la bactériologie ainsi renouvelée : pour mettre en évidence un micro-organisme (un microbe) qui échappe à la vue, il faut lui offrir la substance qu'il consomme électivement et dont il s'alimente (un bouillon de culture approprié). On parle alors de prolifération. Avec une implication tirée du principe pastorien de la vitalité (*omne vivum ex vivo*) : une bactérie ne saurait surgir d'une préparation qui fermente ; au contraire, c'est la bactérie qui la met en mouvement et la dégrade.

Toutefois, en 1858, un botaniste de Rouen, Félix Pouchet, prétend avoir provoqué une "génération spontanée" : l'apparition de micro-organismes vivants à partir d'une solution inerte en voie de décomposition. Tout le système est remis en question, avec ce prétendu passage de l'inerte (le minéral ou le



Institut Pasteur

In vino veritas

De ses travaux en cristallographie découleront les principes de la fermentation. Il étudia la conservation et les maladies du vin (ci-dessus, fermentation de dépôts de bouteilles de vin).

Ses outils pédagogiques

Pour répondre à ses contradicteurs, Pasteur exposa, lors de conférences, des maquettes en bois de cristaux de paratartrate. Il voulait démontrer que les molécules propres aux être vivants sont asymétriques et se distinguent des molécules minérales, qui sont, elles, symétriques.



L'Illustration/Sygma

Institut Pasteur

Il a mis fin au mythe de



Institut Pasteur

putréfié) au vital. Pasteur s'emploiera à réfuter une telle expérimentation. On comprend d'ailleurs qu'on puisse s'y tromper, tant les deux notions d'inerte et de vital sont liées (mais la moisissure ne naît pas d'une matière pourrissante, c'est l'inverse). Comment apporter la preuve de l'antériorité du micro-organisme ?

Selon les adversaires de Pasteur, les spontanéistes, il ne fallait pas chauffer la préparation sous prétexte de tuer les germes, car on lui enlevait par là même sa puissance. Il ne fallait pas davantage la priver d'air ou d'oxygène, indispensables à la vie et au pullulement des microbes. Il n'est pas possible de séparer les deux théories opposées.

DRAME ET CONTROVERSE

Pasteur, l'expérimentateur, y parviendra cependant. Entre autres moyens analytiques, il utilise des ballons munis de tubes "en col de cygne", ainsi nommés parce qu'ils sont plusieurs fois recourbés. La solution reste alors en contact permanent avec l'air qui y entre (il n'est même pas filtré). Les particules solides (les ferments vivants) qu'il contient sédimentent d'eux-mêmes et se déposent au plus bas de la première sinuosité ; et, si l'une d'elles remonte, elle sera arrêtée par la seconde. L'air arrive donc sans être modifié, ni chauffé, débarrassé cependant des moisissures. En conséquence, la solution ne fermente pas. Mieux, inclinons l'appareil de manière que la liqueur fermentescible arrive jusque dans les courbures du tube : elle ne manquera pas de "bouillonner". Plus tard, le problème sera reposé : toutes les conditions sont-elles réunies pour fabriquer une substance organique synthétisée, et, à partir de celle-ci, un virus (lui-même macromolécule) ?

Pour prouver son idée, Pasteur multiplie les ruses : ainsi, il dispose ses ballons, prêts à fermenter, à l'air libre, mais dans les Alpes, sur la mer de Glace ; à cette hauteur,



Photos Institut Pasteur

Sur la mer de Glace

Afin de prouver que la présence des germes varie en fonction de l'agitation et de la pollution de l'air, Pasteur expose à l'atmosphère des Alpes des ballons d'eau de levure stérilisés. En altitude, le nombre de ballons fécondés se révèle moindre qu'en ville.

la génération spontanée



Un "col de cygne" fournit la preuve

Parmi tous les ballons utilisés par Pasteur, le "col de cygne" lui permit de prouver que ce sont les poussières, et non l'air, qui génèrent des micro-organismes. Malgré la circulation de l'air, le composé stérilisé reste inaltéré car les poussières ne peuvent l'atteindre. Si l'on secoue le ballon, le liquide fermente.

l'atmosphère pure ne contient pas les germes qui s'accumulent aux niveaux inférieurs. En ville, notamment dans les caves du laboratoire, à Paris, la préparation ne manque pas de s'agiter (elle fermente), alors qu'en altitude elle reste immobile. Nouvelle et habile stratégie de la dissociation !

Pouchet répliquera cependant : « Nous avons franchi les Pyrénées françaises, emportant avec nous, d'abord à La Rencluse, à 2 083 m d'altitude, puis aux glaciers de la Maladeta, un certain nombre de ballons remplis au tiers d'une infusion de foin filtrée et bouillie pendant plus d'une heure. Les résultats démontrent, de la manière la plus péremptoire, que l'air des hautes montagnes n'empêche pas les décoctions de devenir très fécondes » (compte rendu de l'Académie des sciences du 21 septembre 1863).

Preuve au passage que la science pastorienne vit dans le drame et la controverse.

L'AGROALIMENTAIRE LE SOLLICITE

Mais la décoction contient le *Bacilus subtilis*, aux endospores résistantes. Un chauffage, même intense, ne les a pas détruites. Il fallait dépasser les 120 degrés fatidiques pour stériliser vraiment, mais alors on entravait le principe germinatif de la préparation. Le faux triomphe pyrénéen permettra de contester cette dernière certitude (des germes sporulent et échappent à la suppression). De plus, la température ne tue les microbes qu'en présence d'eau ou en milieu humide. Or, le ballon de Pouchet n'a été rempli qu'au tiers : à sa partie supérieure, les germes risquent encore d'échapper à l'élimination, comme si un matelas d'air empêchait la diffusion de la chaleur.

Ainsi Pasteur a-t-il jeté les bases de la microbiologie expérimentale ; on conçoit qu'il ait été tellement sollicité par des industriels de l'agroalimentaire confrontés à un échec ou à des mécomptes dans leur fabrication (celle de la bière, du vin, du vinaigre, de l'alcool, du sucre). Il suffit en effet qu'un

Il a élaboré le principe de la vaccina

microbe parasite se substitue à celui qui assure les changements moléculaires recherchés pour que leur production soit compromise. L'altération du vin, par exemple, provient de germes étrangers ; Pasteur parvient à les détruire par un simple chauffage (la pasteurisation conservatrice). Le principe pastorien le veut : seul un agent (vivant) spécifique peut modifier une substance organique donnée. Tel ferment assure la transformation et pas un autre.



Vaincre la rage

Pasteur, qui n'est pas médecin, se fait assister par le Dr Jacques-Joseph Grancher pour vacciner le berger Jupille contre la rage, en 1885.

Un pas de plus, et Pasteur entre dans le champ de la maladie, qu'il identifie à une fermentation (les humeurs mises en fermentation par un microbe donnent la fièvre). La pathologie résulte donc de la prolifération d'un germe. Le même principe que précédemment s'applique : tel microbe implique telle maladie. Mais, ici aussi, le vitalisme de Pasteur l'entraîne trop loin.

En effet, en 1897, le chimiste allemand Eduard Buchner, broyant des cellules de levure, obtiendra un jus acellulaire cependant capable de transformer le glucose en alcool, avec dégagement de CO_2. Pasteur ne l'aurait pas imaginé : il s'en tient à la vitalité, qui implique, pour lui, une compétition entre la bactérie, dévoreuse d'oxygène, si elle est aérobie, et son hôte qu'elle affame.

Bientôt, les toxico-infections viendront ébranler ses certitudes : le microbe (celui de la diphtérie, notamment, comme celui du tétanos) végète à la surface, il n'entre pas dans le corps malade, il ne s'y répand pas, il y distille seulement, à doses infimes, un poison mortel.

Bien que sa théorie soit mise à mal, Pasteur va connaître de grands succès, à propos de deux maladies, le choléra des poules et surtout le charbon des troupeaux (qui touchait surtout les moutons). Non seulement il confirme magistralement sa théorie microbienne, mais aussi, dans les deux cas, le principe de la vaccination. Il faut dire qu'il avait injecté à une poule une culture qu'il croyait fraîche, alors qu'elle datait de plusieurs semaines, dans un milieu de culture non renouvelé. Le volatile survit à l'inoculation du germe affaibli, puis résiste à des injections très virulentes.

Pasteur renouvelait et précisait le procédé empirique mis au point par le médecin britannique Edward Jenner à la fin du siècle précédent. En 1881, Pasteur applique ce principe à la maladie du charbon, dans une ferme de Pouilly-le-Fort, près de Melun : tous les moutons vaccinés sont sauvés, les autres ne survivent pas. La vérification a lieu devant un public médusé. Pasteur pensait que la consommation du microbe atténué ne laisserait pas de quoi se nourrir au microbe pathogène.

UNE CONSÉCRATION : L'INSTITUT PASTEUR

Toutefois, une difficulté de taille l'attendait : une maladie épidémique, la rage, frappait les individus qu'un chien contaminé avait mordus. Cette pathologie tourmentait Pasteur pour deux raisons. D'une part, il s'agissait d'un virus qu'il ne pouvait isoler ni même voir. Impossible donc de préparer un vaccin (qui suppose un microbe affaibli). D'autre part, comment vacciner toute une population contre une affection qui ne concerne que quelques rares paysans ? Autant abattre tous les chiens suspects !

Pasteur va cependant réussir – c'est son coup de maître – à guérir un malade de la rage. Incroyable renversement : on vaccine normalement pour prévenir la maladie ; Pasteur, lui, "vaccine" pour guérir ! Comment ? Il profite du fait que la rage incube lentement (un mois). S'il ne l'a pas identifié, il sait que le virus s'implante dans le tissu nerveux. C'est sur celui-ci qu'il va agir. Utilisant une moelle de lapin rendu rabique, il parvient, après manipulation, à en atténuer la capacité pathologique, alors que le virus a conservé sa vitesse de propagation. Pasteur aurait ainsi arraché à la mort deux jeunes bergers, Joseph Meister et Jean-Baptiste Jupille. Nous ne

tion

suivrons pas ceux qui affirment qu'ils n'étaient peut-être pas contaminés (malgré les morsures) : à l'époque, il était difficile de s'en assurer.

L'édification d'instituts Pasteur à travers le monde consacrera cette victoire.

L'œuvre de Pasteur se divise donc (apparemment, du moins) en trois périodes d'égale durée. La première, de 1846 à 1860, révèle la structure des molécules – en somme, la chimie dans l'espace. La seconde, de 1855 à 1878, étudie les fermentations microbiennes et met fin au mythe de la "génération spontanée". La dernière période, de 1879 à 1886, est consacrée aux maladies infectieuses et à la vaccination. On passe logiquement d'une phase à l'autre. Il n'est pas possible de les examiner séparément, puisque chaque nouvelle phase confirme et concrétise la précédente. L'ensemble de l'œuvre frappe par son homogénéité.

SON MANQUE DE SOUPLESSE L'A SERVI

De cette entreprise, qui marque le XIX[e] siècle, on peut tirer bien des leçons. Nous nous contenterons d'en examiner deux. D'abord, Pasteur n'est pas allé d'une découverte à l'autre : il a suivi avec une rare intrépidité une seule et même piste. Si cet entêtement théorique a pu le conduire à des généralisations excessives, voire à quelques impasses – c'est le revers de la médaille –, il a aussi apporté une lumière qui a éclairé la science entière (physique, biologie, épidémiologie). Surtout, ne lui reprochons pas sa raideur : la souplesse d'une théorie est son pire défaut.

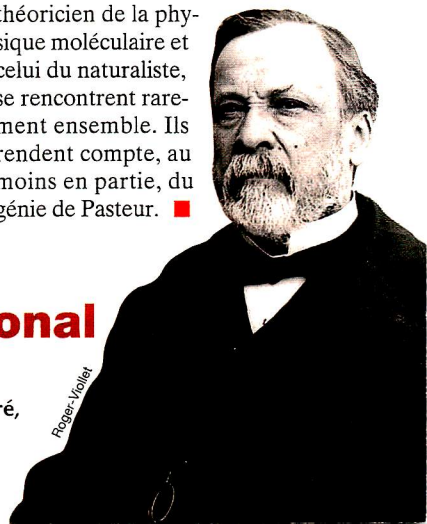
Seconde remarque : s'il est vrai que Pasteur a poussé loin la logique née de sa première découverte, il alliait aussi la rigueur et le goût pour le systématique au don de l'observation, de l'examen minutieux, à la sensibilité aux moindres détails. N'a-t-il pas été le premier à discerner sur les cristaux des sels de l'acide tartrique de légères et presque imperceptibles inclinaisons à l'extrémité de quelques-unes de leurs arêtes ? Or, ces deux dons, celui de la théorisation généralisante comme celui de la plus fine observation, le don du théoricien de la physique moléculaire et celui du naturaliste, se rencontrent rarement ensemble. Ils rendent compte, au moins en partie, du génie de Pasteur. ■



Institut Pasteur

Un vaccin contesté

Avant d'être universellement reconnue, la découverte de Pasteur a été la cible de journaux satiriques comme *le Don Quichotte*, en 1886.


Roger-Viollet

Un héros national

A sa mort, Pasteur aura droit à des funérailles nationales et à un hommage de Raymond Poincaré, ministre de l'Instruction.

Nausicaa, le bateau "intelligent"

Pour remplir ses missions de sondages, le port autonome de Bordeaux remplace ses vedettes peu maniables par une embarcation entièrement automatisée. Cet ordinateur flottant intéresse déjà l'industrie *offshore* et la Défense nationale.

PAR FABRICE IMPÉRIALI

Des berges de la Garonne, il est possible d'apercevoir les allées et venues sur le fleuve d'une surprenante embarcation dépourvue de tout navigateur. Il s'agit de *Nausicaa*, un drôle de bateau conçu par le port autonome de Bordeaux (PAB). Ce robot côtier insubmersible effectue des sondages hydrographiques avant de rejoindre tranquillement son port d'attache. Long de 4 m et pesant 600 kg, il ressemble à un canot pneumatique, mais cache en réalité, sous sa coque en caoutchouc, un véritable ordinateur flottant. Doté d'une intelligence artificielle, grâce à des techniques de robotique, et de systèmes de navigation spatiale couplés à un pilotage informatisé, il a une entière autonomie de fonctionnement.

Le service hydrographique du PAB sous la direction de Marc Chaumette Lagrange est à l'origine de cette initiative. Chargé de l'édition des cartes de navigation de la Gironde, le PAB se doit d'accomplir des reconnaissances hydrographiques régulières (profondeur, envasement, état des ouvrages sous-marins). Et jusqu'à présent il disposait de vedettes classiques peu maniables et mobilisant quatre personnes à chaque sortie.

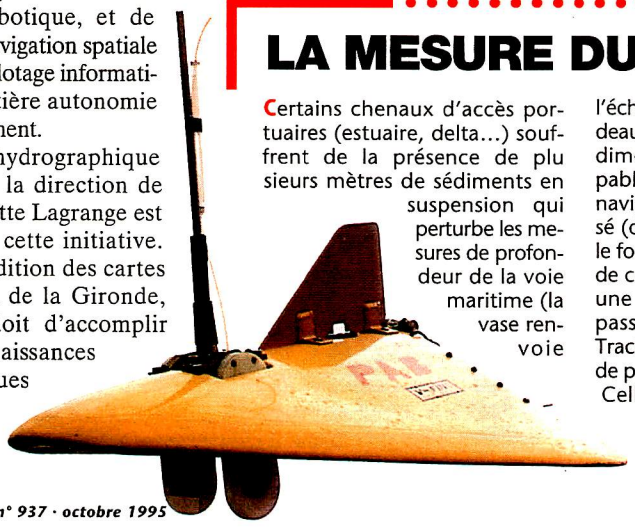
UNE MARGE D'ERREUR DE 10 CM

L'engin imaginé par Hélène Loeb, jeune chercheur bordelais au Laboratoire de productique et d'automatisme de l'université BordeauxI, peut réaliser son travail en pilotage automatique, en mode manuel (l'embarcation accepte une ou deux personnes à bord), ou en option télécommandée (en cas de défaillance du pilotage automatique).

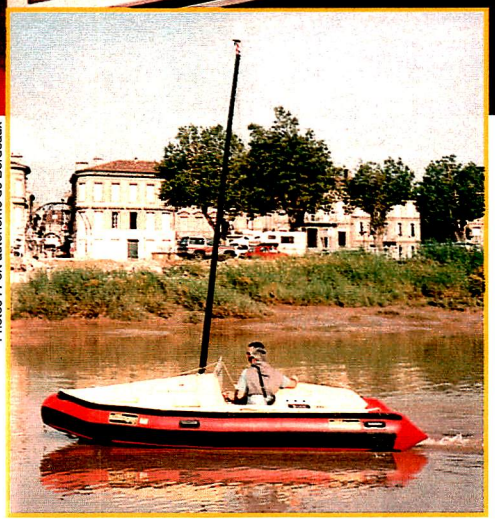
Si le matériel de sondage est classique, l'ordinateur de bord muni d'un logiciel, lui, retient l'attention. Tout en suivant les profils indiqués par le programme de sa mission, il se charge d'un pilotage d'une extrême précision en temps réel. Connaissant sa position au mètre près, un accéléromètre le renseigne sur le roulis et le tangage de l'engin.

LA MESURE DU FOND

Certains chenaux d'accès portuaires (estuaire, delta...) souffrent de la présence de plusieurs mètres de sédiments en suspension qui perturbe les mesures de profondeur de la voie maritime (la vase renvoie l'écho du sonar). Le port de Bordeaux a donc mis au point un sédimentomètre à ultrasons capable de mesurer la profondeur navigable dans un chenal envasé (on considère qu'on a atteint le fond du chenal lorsque le taux de concentration de sédiments à une profondeur donnée dépasse 300 grammes par litre). Tracté par un navire, un capteur de pression recueille les données. Celles-ci sont exploitées par l'ordinateur de bord qui calcule des courbes d'isoconcentration.







Photos : Port autonome de Bordeaux

Manuel, automatique ou télécommandé

***Nausicaa* part effectuer des sondages hydrographiques le long des berges de la Garonne. En mode manuel, il accepte une ou deux personnes à son bord. En pilotage automatique, grâce aux systèmes de navigation spatiale et aux techniques de robotique, il réalise seul ses missions. Ci-dessus, calculateur, station GPS et instruments de mesures hydrographiques du tableau de bord.**

Tandis qu'un loch électromagnétique lui indique sa vitesse instantanée, il modifie avec "intelligence" sa navigation en fonction des conditions extérieures. Son programme : délimitation de la zone à sonder, orientation, courants, état du plan d'eau, obstacles, bancs de sable, etc. D'une autonomie de cinq heures, pour une vitesse de 8 à 15 nœuds, il possède un détecteur infrarouge anti-collision. Par ailleurs, son tirant d'eau de 50 cm lui autorise l'accès des endroits les plus difficiles.

Néanmoins, *Nausicaa* n'est pas opérationnel lors de conditions nautiques dépassant 4 nœuds de courant et des creux de plus de 1 m. En mission, *Nausicaa* est assisté d'une station de contrôle mobile (véhicule ou navire) qui, pourvue de radars, d'écrans de télé contrôle et de télécommande, surveille ses mouvements.

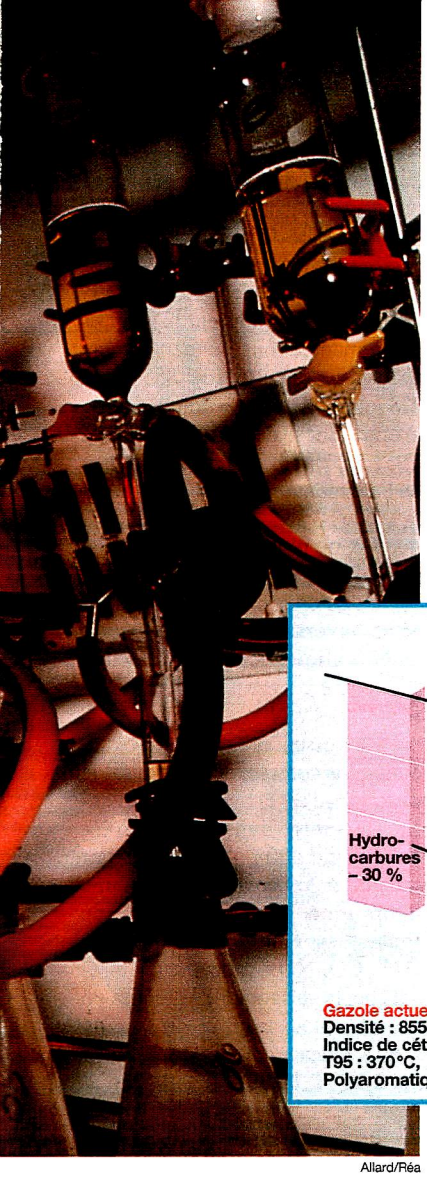
De plus, une station différentielle de positionnement GPS fournit au pilotage automatique sa position à moins de 1 m près. Une précision qu'on retrouvera dans ses mesures de profondeur. Sa marge d'erreur dans les indications cartographiques ne dépassera pas les 10 cm. Outre le fait de pouvoir être utilisé sur les étendues d'eau très peu profonde et d'accès difficile, le système Nausicaa présente l'avantage d'un coût de fonctionnement réduit par rapport aux vedettes classiques pour une productivité nettement plus élevée. *Nausicaa*, en voie de commercialisation, intéresse d'autres secteurs d'activités, comme la prospection et l'exploitation *offshore*, mais aussi la Défense nationale, qui pourrait utiliser ce procédé pour la détection d'épaves ou de mines. ■



Le casse-tête de l'essence propre

La voiture pollue la ville et menace la santé des citadins. Les Européens établissent les normes des carburants "propres" qui devraient alimenter les pompes d'ici à l'an 2000. Mais leur mise au point suscite interrogations et polémiques.

PAR LAURENCE NAHON



Allard/Réa

Quelle recette pour le futur gazole?

Un additif au carburant, sur lequel travaille ce chercheur de Rhône-Poulenc, permettrait de réduire de 80 à 90 % le nombre de particules émises par les moteurs diesel. Autre solution pour diminuer la pollution : modifier la composition du gazole. Le nouveau carburant sera-t-il "additivé" ou "reformulé"?

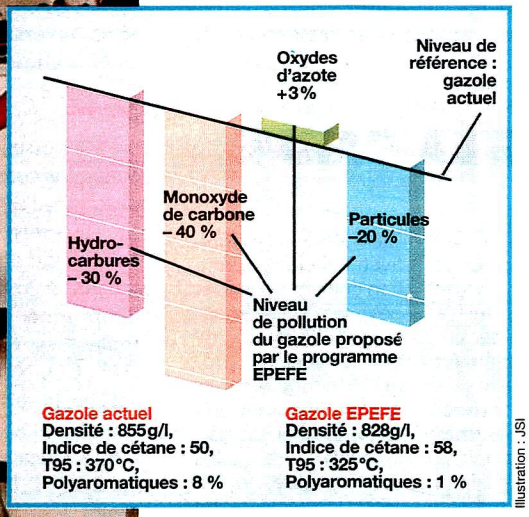


Illustration : JSI

Cet automne, la Communauté européenne fixera de nouvelles normes en matière de carburants automobiles : ils devront être à la fois plus performants et moins polluants. Ce travail est le fruit de trois années de recherche qui ont monopolisé l'attention des motoristes (Renault, Peugeot, Opel, Fiat...) et des pétroliers (Shell, Total, Esso...), associés dans le programme d'étude européen EPEFE (European Program on Emissions of Fuels and Engines), qui a coûté 10 millions d'écus (64,5 millions de francs).

« L'objectif de l'étude était de comprendre comment la composition des carburants et les nouvelles technologies des moteurs déterminent la nature des gaz d'échappement, explique Jean-Claude Charlot, directeur de recherche chez Elf et initiateur d'EPEFE. La difficulté, c'est qu'avec un même carburant la qualité des émissions varie d'un véhicule à l'autre. » Ainsi, rien ne sert d'améliorer les performances du carburant sans tenir compte du moteur qui va le brûler.

L'EXEMPLE AMÉRICAIN

Les Européens se sont largement inspirés du programme de recherche américain AQIRP (Air Quality Improvement Research Program), lancé dans le cadre du Clean Air Act Amendment, au début des années 90. Les Etats-Unis se sont attachés à diminuer l'émission des composés toxiques (hydrocarbures –HC–, monoxyde de carbone –CO–, oxydes d'azote – NOx –, ozone), dont la proportion varie en fonction de la nature de l'essence. En effet, l'essence qu'on utilise est un mélange de plus de 300 hydrocarbures, ayant des points d'ébullition différents, qui s'évaporent entre la température ambiante et 215 °C.

C'est l'interdiction du plomb qui a amené les Américains à se pencher sur l'influence de la formulation de l'essence sur les émissions polluantes. En éliminant le plomb, l'essence a en effet perdu trois points d'indice d'octane ( ) Du coup, afin de continuer à suivre la réglementation en vigueur aux Etats-Unis, il a fallu, pour relever cet indice, augmenter la proportion de l'une des familles d'hydrocarbures, les aromatiques. Mais ce changement a entraîné l'augmentation du taux de benzène, qui est cancérigène. Les Américains ont donc entièrement modifié la composition de leurs carburants, et, depuis le 1er janvier 1995, 30 % des carburants vendus sont déjà des essences dites reformulées.

Cette étude gouverne désormais les grandes tendances auxquelles les pétroliers américains devront se plier dans les années à venir pour diminuer la pollution. Les recherches vont dans quatre directions : l'augmentation en MTBE (méthyl-tertio-butyl éther), la diminution des aromatiques (benzène) et des oléfines, ainsi que la diminution de la température à laquelle 90 % des hydrocarbures s'évaporent, appelée T 90.

Mais, chaque fois qu'on touche à une caractéristique chimique de l'essence, on n'obtient pas automatiquement des effets bénéfiques sur l'ensemble des polluants émis par le pot d'échappement. Par exemple, le MTBE est un composé

(1) L'indice d'octane mesure le pouvoir antidétonant de l'essence.

oxygéné qui permettrait d'accroître l'indice d'octane sans augmenter la formation des composés aromatiques. Mais la présence des MTBE dans le carburant provoque aussi l'émission d'un autre composé toxique, le formaldéhyde.

Il n'y a donc pas d'essence miracle ! Profitant de la leçon, l'Europe compte bien affiner ces recherches pour les adapter à son parc automobile. Contrairement aux Américains, les Européens s'intéressent également au gazole. Les essais ont été réalisés sur des véhicules prototypes qui seront mis sur le marché dans les années à venir.

Sur ce type de carburant, l'étude européenne est le fruit de plus de 2200 essais, effectués avec différents carburants, soit pour la conduite en ville soit pour celle sur autoroute. Résultat : le programme EPEFE est en mesure de proposer une nouvelle formulation du gazole, qui permettra de diminuer la pollution.

APRÈS LE PLOMB, LE SOUFRE

Comme l'essence, le gazole est un produit de distillation du pétrole, mais il est composé d'hydrocarbures plus lourds – de 4 à 6 atomes de carbone pour l'essence, de 12 à 22 pour le gazole. Pour diminuer les polluants du gazole, il a fallu modifier sa densité, la proportion en polyaromatiques et en cétane. Et la température à laquelle 95 % des hydrocarbures s'évaporent (T95). Les performances sont étonnantes : une baisse de densité (de 855 g/l à 828 g/l), de la proportion des polyaromatiques (de 8 à 1 %) et de la T95 (de 370 à 325°C), accompagnée de l'augmentation de l'indice de cétane (de 50 à 58), provoque une réduction de plus de 30 % des émissions de HC et de CO et de plus de 20 % de l'émission des particules. Mais, revers de la médaille, cette amélioration s'accompagne d'une très légère augmentation (inférieure à 3 %) des NOx.

Pour l'essence, l'affaire est beaucoup plus complexe. Le résultat le plus clair, c'est la baisse de la quantité de soufre dans l'essence. En passant de 400 ppm (parties par million) à 200 ppm, on obtient une diminution d'au moins 9 % de toutes les émissions polluantes (HC, CO, NOx, benzène). En revanche, la variation de la teneur en aromatiques semble beaucoup moins efficace. Si l'on diminue de 20 à 50 % la quantité d'aromatiques, les émissions en HC et CO diminuent de plus de 10 % et le benzène de 50 %. Mais cette modification des aromatiques provoque une augmentation de 8 % des émissions de NOx. Or, on sait que ce gaz se transforme en ozone sous l'effet des rayonnements lumineux.

L'Europe confirme donc l'étude américaine : il n'y a pas de panacée. En attendant, l'EPEFE transmet ses résultats à la CEE, qui est chargée d'évaluer, par des modèles de prédiction, l'impact des émissions de chaque type de véhicule sur la qualité de l'air en ville.

Les quantités de polluants émises par les véhicules, jusqu'à présent évaluées en g/km, seront alors transformées en quantités de polluants par mètre cube d'air. Une première mondiale.

Mais comment la Commission

LE MARIAGE DE LA CARPE ET DU LAPIN

La coopération entre motoristes et pétroliers n'était pas si évidente : les uns et les autres avaient évidemment des intérêts différents. Toute modification de la qualité de l'essence entraîne un surcoût lors du raffinage du pétrole, mais facilite la tâche des motoristes.

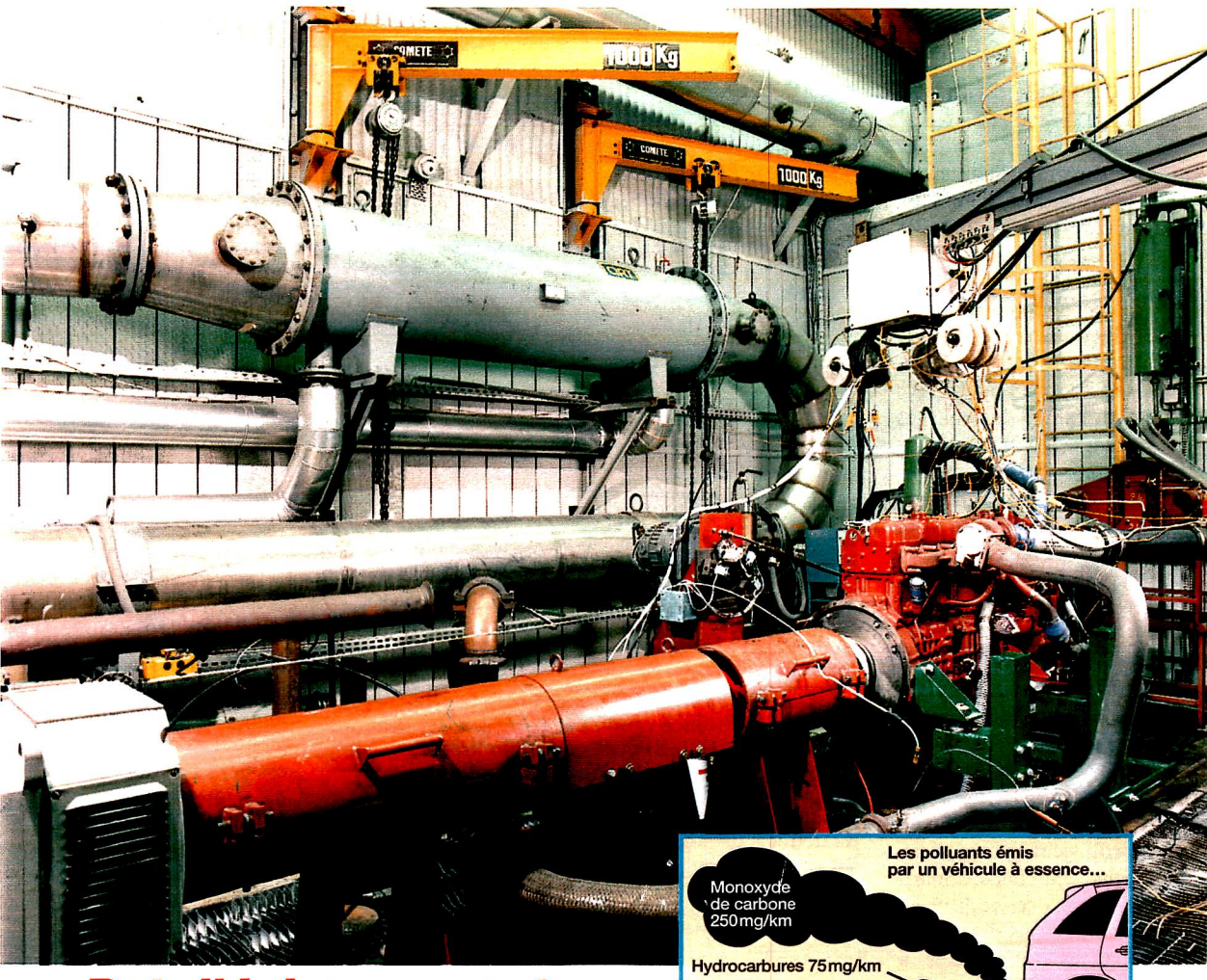
Cette longue histoire a commencé dans les années 70. C'est à cette époque qu'on trouve la première trace de réglementations ayant pour objectif de diminuer les émissions polluantes des véhicules. D'une part, par la réduction de la consommation d'essence, d'autre part, par la fabrication de véhicules et de carburants "propres", c'est-à-dire non polluants.

La démarche "carburant propre" a eu du mal à s'imposer. Jusqu'à présent, ce sont surtout les efforts des motoristes qui ont permis de diminuer très nettement les émissions d'hydrocarbures imbrûlés (HC), d'oxyde de carbone (CO) et d'oxydes d'azote (NOx). En fait, c'est la crise pétrolière des années 70 qui a contraint les constructeurs à améliorer les rendements de leurs moteurs. Aux Etats-Unis, la consommation moyenne est passée de 20 litres aux 100 km en 1970, à moins de 10 litres en 1990. Durant la même période, la consommation européenne a chuté de 12 à 8 litres aux 100 km.

L'installation du pot catalytique est aussi un succès des constructeurs. Elle a permis de réduire de façon notable les émissions des trois polluants majeurs, HC, CO et NOx. Cette évolution a contraint, en 1989, l'industrie pétrolière à fournir une essence sans plomb. En 1994, sa vente représentait 45 % des ventes totales d'essences en France. Cette suppression du plomb est l'un des exemples les plus significatifs de la coopération entre motoristes et pétroliers, et de l'adaptation obligatoire de ces derniers aux progrès technologiques accomplis sur les voitures. Elle a eu un effet immédiat sur la qualité de l'air : entre 1977 et 1991, la concentration de plomb dans l'air, mesurée par le laboratoire central de la préfecture de police de Paris, a été divisée par un facteur allant de 4 à 7. Aujourd'hui, cette concentration est inférieure à la norme CEE (2 mg/m³).

Les pétroliers ont également perfectionné leurs techniques de raffinage pour diminuer le taux de soufre dans le gazole. Ils y ont été contraints par la sensibilisation des Européens au dépérissement des forêts. En effet, une fois dans l'atmosphère, le soufre se transforme en acide sulfurique, qui tombe sur les arbres sous forme de pluies acides.

Renault



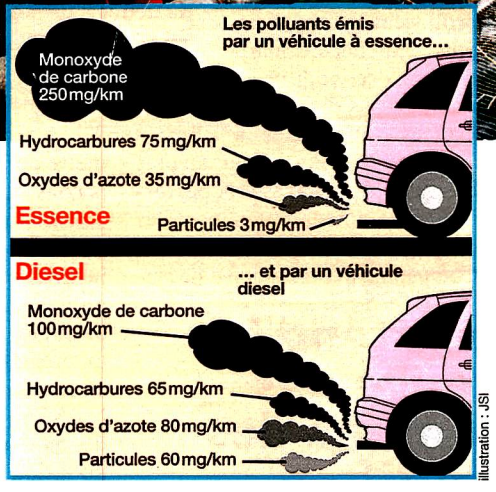


illustration : JSI

Pot d'échappement en observation

Le programme de recherche EPEFE a utilisé cet appareil pour mesurer, en fonction de la composition du carburant, la quantité des différents polluants émis par le pot d'échappement. De toute évidence, améliorer la qualité de l'air passe par une reformulation des carburants.

européenne va-t-elle trancher entre plusieurs types d'essence si personne ne sait vraiment aujourd'hui pondérer les émissions polluantes? On ne connaît pas exactement l'impact des divers polluants sur la santé. Il est donc difficile de choisir entre les différents types d'essence.

LE DÉTERGENT DES PÉTROLIERS

Qui peut dire si les particules sont plus dangereuses que les NOx, qui contribuent à la formation d'ozone troposphérique, ou si les aldéhydes, dus à la combustion des produits oxygénés, sont plus dangereux que le benzène? Pourtant, la Commission devra présenter son projet de législation aux Etats membres et au Parlement européen, afin de mettre en place une nouvelle législation pour l'an 2000. On se demande comment. Ne sommes-nous pas en train de légiférer uniquement pour donner l'impression que l'Europe lutte contre la pollution?

Les pétroliers se vantent d'une autre amélioration qui permettrait de lutter également contre la pollution : la présence d'additifs dans les essences. « L'additif est un détergent qui évite l'encrassement des différentes pièces du moteur en rendant solubles les dépôts ou les matériaux susceptibles d'obstruer le circuit d'alimentation en carburant », affirment les pétroliers. Mais les essences vendues en France ne contiennent pas toutes ces additifs. Le consommateur doit choisir entre deux types d'essence

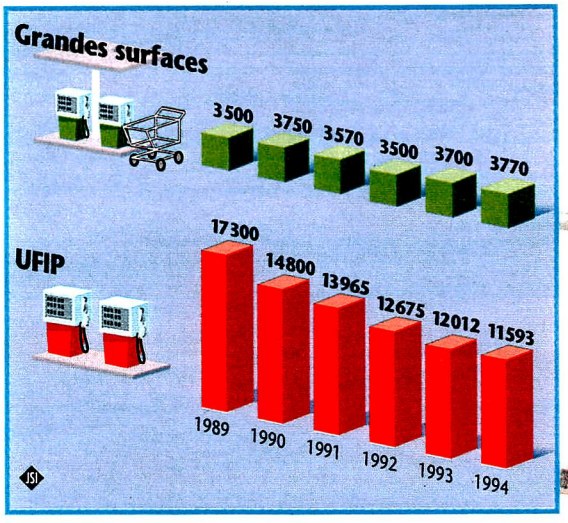
sans plomb : l'eurosuper (sans additif), vendu en supermarché, et le super CdCQCF – pour cahier des charges qualité constructeurs français – (avec additif), qu'on trouve dans les stations-service sous label UTAC. Son cahier des charges comporte l'obligation de maintenir propre les organes essentiels du moteur et d'abaisser, entre autres, le taux de soufre. Comme l'eurosuper, il respecte la norme européenne.

Aujourd'hui, la plupart des grandes compagnies pétrolières proposent à leurs clients des essences additivées labellisées UTAC, alors que les grandes surfaces n'en proposent pas. Mais, pour Michel-Edouard Leclerc, «ces additifs ne donnent pas de performances supérieures à l'essence. Ils donnent tout au plus des qualités annexes à la performance du moteur, notamment des critères de propreté des soupapes». Comparant la combustion d'un carburant dans un moteur à la combustion du bois dans une cheminée, il ajoute : «Lorsque les compagnies pétrolières vous montrent des photos de soupapes, l'une propre et l'autre pas, c'est comme si on vous montrait deux cheminées, l'une pleine de cendres et l'autre propre. Ça ne vous dit pas si la cheminée tire mieux.» En somme, pour Michel-Edouard Leclerc, «il n'est pas évident qu'un moteur propre permette de jouer sur la pollution et la consommation du véhicule». Il accuse «les compagnies pétrolières d'une campagne de marketing pour justifier les prix plus élevés à la pompe, en prétendant, par exemple, que leurs produits sont différents des autres». S'il est donc certain que les essences labellisées UTAC maintiennent la propreté des moteurs, limitent-elles aussi la pollution ? Rien n'est moins sûr, puisque seules les recherches des pétroliers permettent de l'affirmer. Pour le Pr Delsey, qui dirige le laboratoire énergie et nuisance de l'Inrets (Institut national de recherche sur les transports et leur sécurité), les effets positifs des additifs sont scientifiquement démontrés. L'Institut français du pétrole semble confirmer ce point de vue. André Douaud, qui dirige le laboratoire moteur et énergie de l'IFP, voit dans les effets des additifs une «certitude technique et scientifique».

On attend la preuve des bienfaits des additifs...

Mais on attend toujours les preuves tangibles. Les pétroliers essaient en tout cas de convaincre du bien-fondé de l'utilisation de leurs produits. Jean-Claude Charlot, directeur de la recherche raffinage distribution d'Elf, précise que «ces produits de qualité ne coûteraient à l'automobiliste que 200 F de plus aux 10 000 km. Avec l'assurance pour le consommateur de gagner au moins 2 % sur la consommation en carburant et, surtout, la garantie de ne pas risquer de pépin mécanique». Malgré les nombreuses campagnes de publicité, cet argument n'attire toujours pas le consommateur. L'automobiliste garde les yeux rivés sur son portefeuille. Les grandes surfaces continuent de gagner des parts de marché, et le nombre des stations-service décline en France.

Aujourd'hui, l'amélioration de la qualité de l'air passe d'abord par la mise au point d'un carburant "propre". En effet, à court terme, la transformation des moteurs sera moins efficace : il faut dix ans, en France, pour que le parc automobile se renouvelle. Les Parisiens se préparent encore de beaux jours embrumés. ■



35 centimes, le prix de la qualité

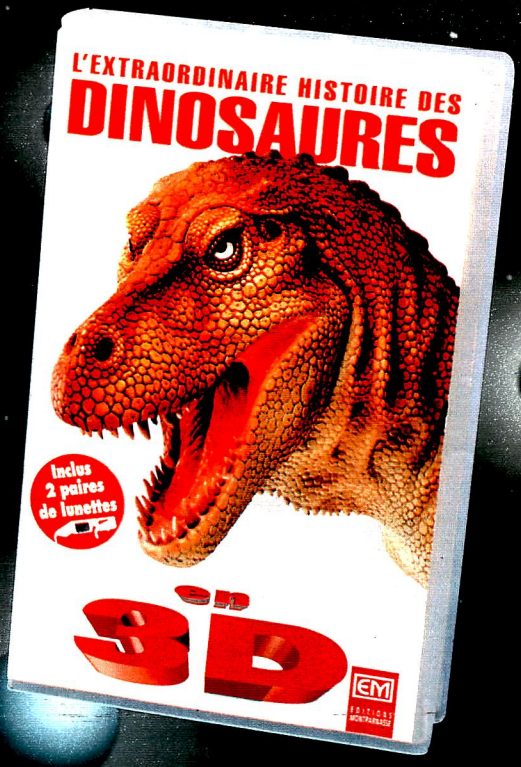
C'est en moyenne la différence entre le prix d'un litre d'essence vendu par le réseau des grandes compagnies pétrolières et celui d'un litre à la pompe des grandes surfaces. Un écart que les pétroliers justifient par la qualité supérieure de leur produit : leur essence additivée évite la formation de dépôt – sur les soupapes notamment (à droite). Un argument qui ne convainc pas le consommateur, comme le montre la diminution du nombre des points de vente des compagnies pétrolières.

2 SUPER VIDEOCASSETTES AVEC DES IMAGES EN 3D

INCLUS DANS CHAQUE CASSETTE :
2 paires de lunettes 3D spécialement conçues pour ces programmes.



ARAIGNEES, SERPENTS & AUTRES CREATURES RAMPANTES...
Des reptiles et des insectes filmés au zoom et en 3D, comme vous ne les avez jamais vus !



L'EXTRAORDINAIRE HISTOIRE DES DINOSAURES
Une visite guidée du Muséum d'Histoire Naturelle de Londres illustrée d'images de synthèse en 3D qui montrent comment vivaient les dinosaures il y a des millions d'années.

VOUS N'EN CROIREZ PAS VOS YEUX !

EM
EDITIONS MONTPARNASSE

Sortie Nationale
le 19 septembre 1995

Une distribution exclusive
WARNER HOME VIDEO

quotidien

HENRI-PIERRE PENEL
JEAN-LUC GLOCK

Montez vos films en numérique

Draco est une station de montage vidéo numérique. Si ses caractéristiques techniques sont proches de produits professionnels, en revanche son prix est à la portée des amateurs éclairés. Proposée par la société bordelaise Pro.G.Tech, cette nouvelle station a été conçue autour d'un ordinateur Amiga et fonctionne en vidéo numérique en format MJPEG. Capable de gérer la vidéo en temps réel (50 trames par seconde), elle permet de réaliser des effets spéciaux et des images de synthèse comparables à ceux des films référence tels que *Robocop, Terminator* ou *Seaquest*. Pour "travailler" ainsi l'image, ce complexe informatique est équipé d'une carte d'acquisition et de compression vidéo V-Lab Motion à la norme MJPEG. De plus, sa résolution est suffisante pour que la numérisation de l'image soit totalement imperceptible. Avec une définition de 768 x 592 pixel, la qualité de l'image, ainsi obtenue après traitement, est semblable à celle des meilleurs formats vidéo proposés au grand public (formats S-VHS ou Hi 8). En ce qui concerne le travail du son, les possibilités sont comparables à celles offertes pour l'image. La carte-son Toccata qui équipe le système fonctionne en 16 bits à 48 kHz, soit 48 000 échantillons sonores par seconde. La qualité finale est identique à celle d'un CD audio. Comme pour l'image, il est possible de modeler le son à sa guise en intervenant échantillon par échantillon après numérisation, et ce sur 32 voies simultanément. C'est donc un véritable studio numérique qui est mis au service de la bande son. Enfin, informatique oblige,



Sources vidéo (magnétoscopes)



Sources audio
(micros, cassettes, CD...)

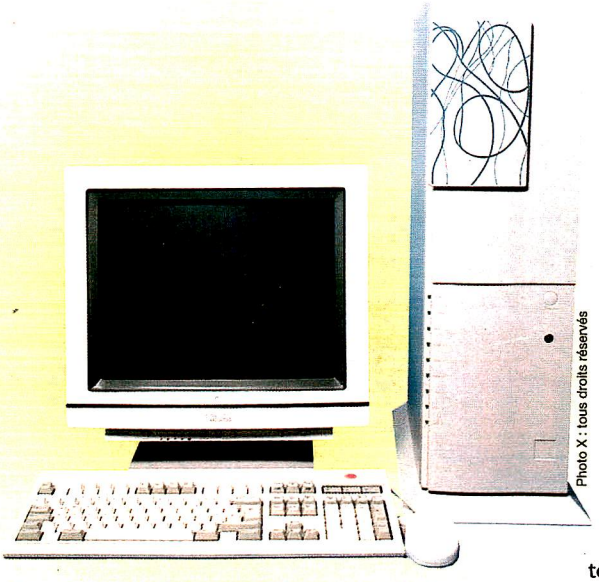
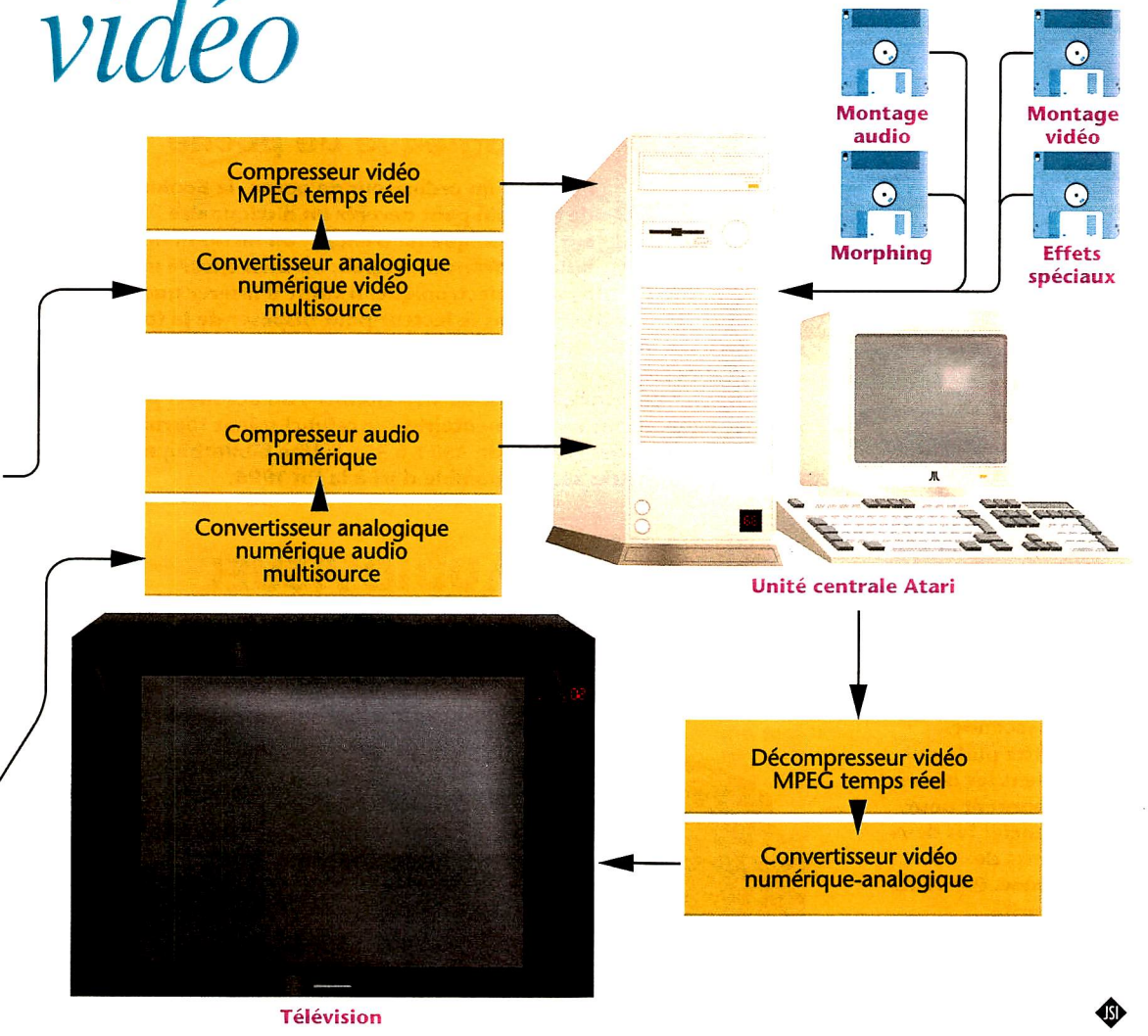


Photo X : tous droits réservés

Ouverte aux futures évolutions technologiques, Draco, station de montage vidéo numérique, rivalise déjà avec les professionnelles.



un véritable bataillon de logiciels accompagne cette station de traitement ; dans la version de base, ils sont quatre. Movie Shop 2.5 est une régie vidéo informatisée. Ce logiciel est à l'origine du montage des images. Il est essentiellement destiné aux effets au changement de séquence et au banc-titrage. Pour la réalisation du film définitif, notons que le nombre de pistes vidéo est illimité. Ad Pro est un logiciel graphique, il réalise les modifications d'image, les corrections et effets spéciaux simples. Morph Plus est, lui, spécialisé dans le *morphing*, technique de fusion de 2 images, particulièrement en vogue actuellement. Et enfin XI Paint offre la possibilité de retoucher des séquences vue par vue afin d'obtenir un résultat parfait. Divers logiciels optionnels sont déjà disponibles. L'un des plus marquants est Light-Wave 4.0. Leader dans sa catégorie, il est spécialement conçu pour la réalisation et l'animation d'images de synthèse. Utilisé par les professionnels c'est, entre autres, par son intermédiaire qu'ont été créés les effets les plus saisissants de *Seaquest* ou *Robocop*. TV Paint est l'un des logiciels les plus connus en matière de création graphique. De son coté, Photo Genics est le concurrent du célèbre Photoshop. Pour terminer, signalons que, grâce à sa structure ouverte, il est possible de faire évoluer cette station de traitement vidéo. Elle pourra être mise à jour en fonction des progrès techniques. Une carte Dec Aplha capable de traiter 450 millions d'instructions par seconde est déjà prévue pour la fin de l'année. Prix : de 26 180 F, pour la version de base, à environ 50 000 F toutes options comprises. H.-P. P.



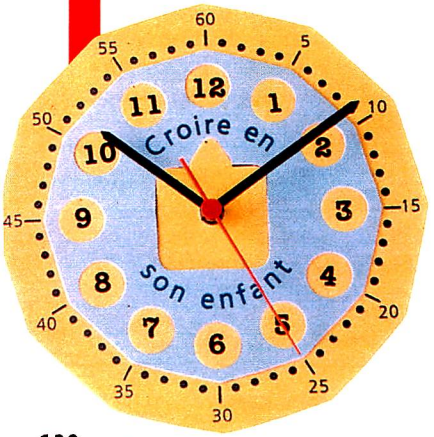
ÉDUCATION

Bibliothèque de poche

Proche d'un ordinateur de poche, le Bookman de Franklin peut devenir un dictionnaire encyclopédique du français, un dictionnaire bilingue français-anglais, ou bien encore un livre de poche électronique. Il suffit d'insérer une carte-mémoire dans le lecteur pour disposer de la fonction souhaitée. En mode encyclopédique ou comme dictionnaire français-anglais, il possède une fonction "hypertexte" : lorsqu'un commentaire s'affiche sur son écran, il suffit de sélectionner l'un des mots pour que des explications complémentaires sur celui-ci soient fournies. Prix : 795 F. Prix des cartes : de 350 F à 395 F. Une bibliothèque de plus de 120 titres sera disponible d'ici à la fin 1996.

A la bonne heure

Grâce à cette véritable horloge, totalement modulable, avec ses deux cadrans amovibles, l'enfant découvre de manière ludique les mystères des heures, des minutes et des secondes. Les petits plots qui marquent les heures se retournent pour différencier les deux moments de la journée. Par souci de sécurité, l'horloge est en mousse colorée, et le mode d'emploi est plein de conseils et d'idées. Catalogue Croire en son enfant. Prix : 159 F.



AUDIOVISUEL

Elu caméscope de l'année



Cette distinction décernée par la TIPA (Technical Image Press Association), constituée par un jury de journalistes européens, fait du Canon UC8 Hi l'un des caméscopes les plus aboutis de sa catégorie. D'abord, son zoom ultra-compact 1,6/4-80 mm est le premier atteignant le rapport de grossissement 20 X sans l'aide du numérique. Ensuite, son stabilisateur d'image optique compense les secousses parasitaires horizontales et verticales jusqu'à ± 60 %. Enfin il propose le système Flexizone, commande multidirectionnelle pour piloter l'autofocus ou la mesure de l'exposition sur un sujet décentré : dans le viseur, un carré blanc délimite la zone choisie pour la mise au point. Il est équipé de programmes résultat (portrait, sport, spot, sable et neige), le son est stéréo, le signal a reçu un traitement DSP et le capteur CCD quart de pouce est doté de 470 000 pixels. Prix : 7 000 F.

Luxe, calme et volupté...

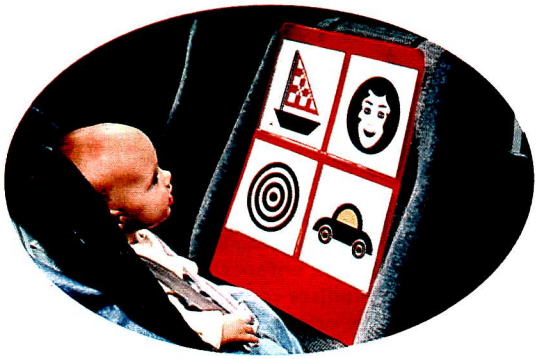


Le Mamiya 7, moyen format 6 x 7, est un très bel objet à la finition titane gris anthracite. Son télémètre à coïncidence offre un cadrage très précis à courte distance et, grâce à l'absence de miroir, procure un silence de fonctionnement digne d'un Leica. La visée claire à cadre collimaté (avec correction automatique de la parallaxe en fonction de la distance de mise au point) est très efficace par faible éclairement. La cellule, placée dans une fenêtre du télémètre, donne une mesure semi-spot. L'exposition a un mode automatique à priorité à l'ouverture, un mode auto avec mémorisation de la mesure et un mode semi-auto (vitesses de 4 s à 1/500 s). L'obturateur central est à commande électronique. L'appareil utilise les formats 120 et 220, un adaptateur panoramique avec un film 24 x 36. Quatre objectifs sont disponibles : 4,5/43 mm, 4/65 mm, 4/80 mm, 4,5/150 mm. Poids : 1 220 g avec 80 mm. Prix : 22 000 F (boîtier et 80 mm).

Le 24 x 36 détrôné ?

Kodak et Fuji, associés à Canon, Minolta et Nikon, continuent de travailler sur le nouveau film baptisé APS (Advanced Photo System). Présentation du matériel, le 23 octobre à Londres, avant le lancement sur le marché des appareils et des films, début février 1996. Car l'APS ne sera pas compatible avec l'actuel 24 x 36. Plus petit, le film APS offrira 3 formats différents (dont un panoramique). Son nouveau support, sans encoche, sera logé dans une cartouche quadrangulaire sans amorce. Après traitement, les négatifs seront réinsérés dans une cartouche et une planche index sera fournie systématiquement. Mais l'innovation majeure réside dans la possibilité d'enregistrement de données optiques et magnétiques sur le film à tous les niveaux de la chaîne, depuis l'utilisateur, avec les données de la prise de vues, jusqu'aux laboratoires. Certaines de ces données reportées au dos des tirages devraient entraîner une grande simplification du traitement pour les labos (pour ceux, du moins, qui auront su investir). Reste une inconnue : quel sera l'accueil du public, qui devra bourse délier pour tester ce nouveau format ? Affaire à suivre.

AUTOMOBILE



Bébés sécurité

Le siège de sécurité auto de Graine d'Éveil est utilisable jusqu'à l'âge de 9 mois. Placé dos à la route, sur le siège avant ou sur la banquette arrière, il dispose d'un cale-tête. Le nouveau-né, grâce à un petit coussin installé dans le fond du siège, peut voyager en position allongée. Prix : 729 F.

Des dessins simples, contrastés et interchangeables vont le distraire. Prix : 129 F. ■

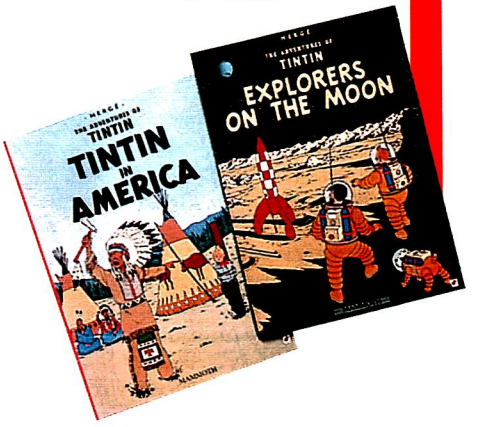
A collaboré à cette rubrique : Kooka Latombe.

RENTRÉE



Tintin parle anglais

Si vos enfants aiment la BD, les albums *Tintin in America* et *Explorers on the moon* leur permettront de pratiquer la langue de Shakespeare en se distrayant. Catalogue Planète Découverte. Prix : 39 F l'un ou 99 F les deux. K. L.



Lorsque les élèves réfléchissent

Les figurines autocollantes réfléchissantes de la société 3M proposent aux enfants de personnaliser cartables et tenues de manière originale. Elles améliorent surtout leur sécurité lors des déplacements après le coucher du soleil. En effet, éclairées par les phares des voitures, ces figurines deviennent visibles à plus de 300 m. Suivant le même principe, il existe des "cercles de lumière", destinés à être fixés dans les rayons des vélos. Grandes surfaces et distributeurs d'articles de sport. Prix : de 22 F à 28 F, selon modèle. Cercles de lumière Prix : 89 F.

Le cartable ergonomique

Ce cartable a été étudié en fonction d'une multitude de critères afin d'optimiser son ergonomie, son poids et sa robustesse. Le "Bloc Monoglisse Système" de chez Tennessee permet d'accéder facilement à la trousse, solidaire du cartable. Elle devient ainsi imperdable. Le dos est équipé de mousse thermocomprimée et le fond est doté d'un renfort PVC. Enfin, ce cartable est équipé de bandes réfléchissantes conformes à la norme NF 692001. Prix : 290 F.



VIE PRATIQUE

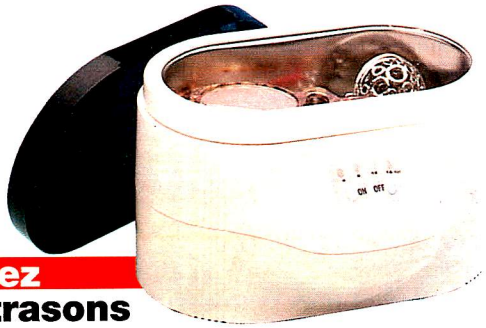
Attention les doigts

Graine d'Éveil pense à nos bambins : le cale-porte indéformable est l'accessoire indispensable pour toute maisonnée agitée de turbulences enfantines. Prix : 25 F les deux.

Biberon prêt à l'emploi

Eveil de Lactel est une idée simple qui facilite l'existence des parents pressés : une bouteille de 250 ml contenant un lait enrichi en fer, en vitamines et en acides gras essentiels, un capuchon protecteur, un bouchon et une tétine, et voilà un biberon prêt à l'emploi. La bouteille peut être chauffée au micro-ondes. Vendu en kit (bouteille, bouchon avec capsule amovible brevetée, tétine Bébé Confort sous blister, capuchon). Prix : 6,20 F. Recharge de quatre bouteilles avec bouchon adaptateur. Prix : 14,95 F. K. L.





Nettoyez aux ultrasons

Basés sur un principe identique à celui des cuves à cavitation utilisées par les bijoutiers, cet appareil peut nettoyer des pièces de micro-mécanique ou des bijoux. Un faisceau d'ultrasons est émis dans le liquide de nettoyage, ou dans l'eau, placé dans sa cuve. Par cavitation, formation de microbulles et chocs mécaniques en surface de la pièce à nettoyer, les corps étrangers sont arrachés des endroits les plus inaccessibles. Mecafer propose deux bacs : un modèle alimenté sur secteur (ci-dessus), d'une puissance ultrasonore de 50 W et d'une fréquence de 43 kHz, et un modèle qui fonctionne avec trois piles de 1,5 volt, d'une puissance de 0,6 W. Prix : respectivement 700 F et 200 F.

Plastique rétro

La société anglaise 1930's Drastic Plastic Company lance une série de reproductions d'objets quotidiens utilisés dans les années vingt et trente. Moulés par injection, ces objets en plastique ABS sont polis au tambour avec copeaux de bois et cire. Des ronds de serviette représentant des animaux stylisés – éléphant, poisson et lapin – inaugurent cette production originale. Rouge vif, vert ou jaune, chaque jeu de six ronds de serviette est emballé dans une boîte au couvercle de style 1930. Prix : 73 F le jeu. K. L.



l'expérience

HENRI-PIERRE PENEL

A quoi sert

Brique de base de l'électronique actuelle, le transistor est le «composant du siècle». Sans lui, radios portatives, ordinateurs et puces n'auraient jamais vu le jour. Si, avec ses trois contacts, ce composant peut paraître bien banal, peu nombreux sont ceux qui connaissent sa fonction exacte. Tentons de la mettre en évidence à l'aide d'une petite expérience. Précisons immédiatement que celle-ci peut être réalisée sans connaissance particulière en électronique, qu'elle est absolument sans danger et que le coût des quelques composants électroniques nécessaires à sa réalisation n'excède guère une trentaine de francs...

DÉTECTEUR SENSITIF

Le transistor est, officiellement, un générateur de courant commandé – terme qui peut paraître quelque peu barbare et que nous allons tenter d'expliquer. En fait, grâce à ses trois électrodes, il existe, dans le transistor, deux circuits de courant différents. Le premier correspond au circuit du courant de commande, qui circule entre le contact appelé base et celui nommé émetteur. Le second circuit est celui du courant commandé. Il est établi entre le dernier contact, baptisé collecteur, et l'émetteur. Ces deux circuits de courant ont donc un point commun : le contact de l'émetteur.

L'opération de base réalisée par le transistor est de donner au courant commandé (celui qui circule entre collecteur et émetteur) une valeur proportionnelle à celle du courant de commande (celui qui passe entre base et émetteur). Ce facteur de proportionnalité, appelé facteur d'amplification, est une caractéristique de chaque transistor. Dans la pratique, ce facteur est de l'ordre de 300 à 800 pour les transistors les plus communs. Cela signifie que le courant que laisse circuler le transistor dans son circuit collecteur-émetteur est de 500 à 800 fois celui qui circule dans son circuit base-émetteur. C'est pour cette raison que le transistor est qualifié de générateur de courant commandé : grâce à un très faible courant, celui qui traverse la base, il devient possible de commander un fort courant, celui qui passe par le collecteur.

C'est cette particularité que la réalisation décrite ci-dessous va mettre en évidence. Il s'agit d'un "détecteur sensitif", comparable à celui qui équipe certaines chaînes haute fidélité. Dès que l'on pose le doigt sur une certaine zone, une diode électroluminescente s'illumine. Pourquoi ? Parce que le très faible cou-

Un amplificateur de courant

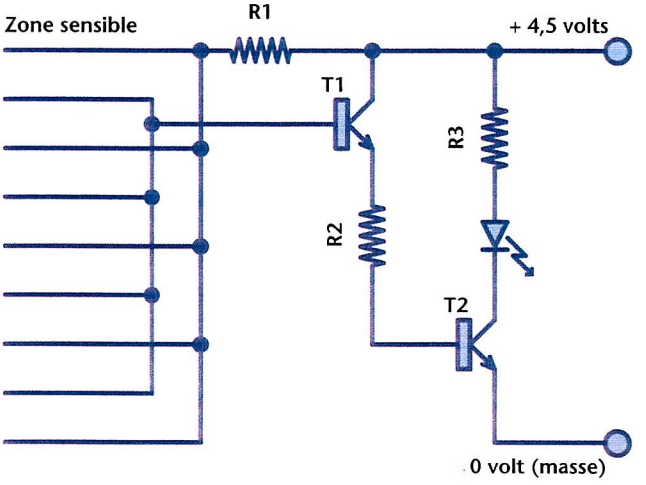
Le matériel nécessaire

Pour réaliser ce montage, le plus simple est d'utiliser une petite plaquette de câblage munie de bandes cuivrées percées des trous, comme nous le faisions dans notre rubrique Electronique amusante. Cependant, en raison du nombre extrêmement réduit des composants, il est parfaitement possible de réaliser l'interconnexion des divers éléments à l'aide de simples dominos d'électricien.

Précisons que...

... Afin de rendre possible cette «adaptation», nous fournissons, en annexe, le brochage précis des transistors. Il est, en effet, indispensable, quelque soit la solution retenue, de respecter scrupuleusement leur brochage pour que le montage fonctionne. Attention, la diode

Schéma électrique



le transistor ?

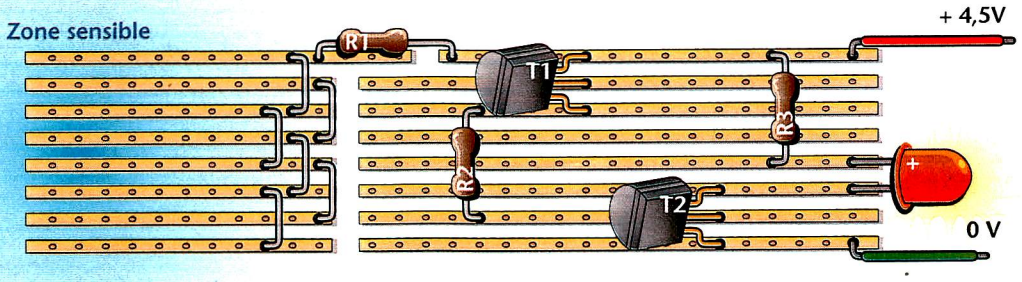
rant que laisse passer notre peau entre deux électrodes contiguës de la zone sensible est capté par la base d'un transistor et commande le courant qui allume la diode placée dans son circuit de collecteur.

Dans la pratique, et tout simplement dans le but d'améliorer la sensibilité de ce détecteur, deux transistors sont montés à la queue leu leu – ce qui ne change absolument rien au principe de base du montage. Le premier transistor "dégrossit" le travail du second.

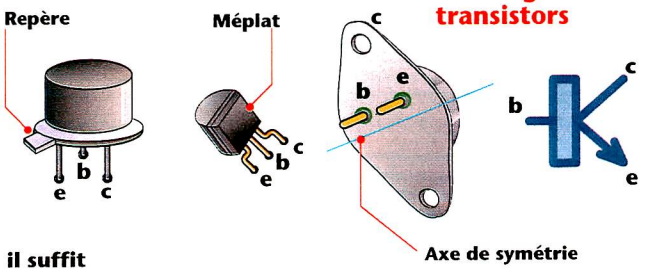
DE L'ÉLECTRICITÉ AU BOUT DU DOIGT

Notons également la présence de résistances dans ce montage, qui permettent de limiter le courant qui traverse les transistors dans le cas où, par exemple, on pose un doigt mouillé sur le capteur ou bien une pièce métallique. Les courants qui pourraient alors circuler dans les transistors seraient supérieurs à ceux que ces derniers peuvent supporter. Cela provoquerait leur destruction par fonte de leurs contacts internes, qui feraient alors office de fusibles. ■

Schéma de câblage



Brochage des transistors



électroluminescente est un composant polarisé, qui ne s'allume que si le courant électrique la parcourt dans un sens donné. Ce composant, lorsqu'il est neuf, possède une patte plus courte que l'autre. C'est la patte la plus longue qui doit être connectée vers le "plus" pour que la polarité soit correcte. Pour les résistances, aucune polarité n'est à respecter. Ce sont des petits barreaux de carbone qui se soucient peu de la direction du courant qui les traverse.

Testons notre montage

Pour le faire fonctionner, il suffit de l'alimenter à l'aide d'une pile de 4,5 volts pour lampe de poche. Ici encore, il faut veiller à bien connecter la borne "plus" de la pile au + 4,5 volts mentionné sur le schéma. Cette alimentation assurée, la diode électroluminescente doit rester éteinte. En revanche, dès que l'on pose le doigt sur la zone sensible, elle doit s'allumer...

NOMENCLATURE

R1 = 10 kilohms (brun, noir, orange, or)
R2 = 4,7 kilohms (jaune, violet, rouge, or)
R3 = 470 ohms (jaune, violet, brun or)

T1= 2N3904 ou équivalent
T2= 2N3904 ou équivalent

D1= Diode électroluminescente

Une plaquette de câblage

Une pile 4,5 volts pour lampe de poche

énigmes

RENAUD DE LA TAILLE

Un arc-en-ciel pour

Un arc-en-ciel est en arc de cercle, tout le monde a pu le constater. Ce qui lui donne cette forme ronde est moins facile à expliquer ; après tout, il aurait pu être en étoile comme les feux colorés d'un diamant, ou dessiner un bouquet irisé épousant les volutes des nuages de pluie.

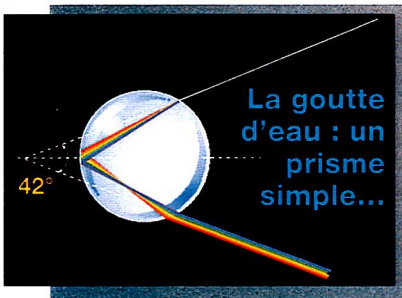
C'est en apercevant un arc-en-ciel que la postérité de Noé sut que la Terre n'avait plus à craindre un nouveau déluge. Ce phénomène météorologique avait donc, dès les temps bibliques, une forte valeur symbolique, mais il en resta là pendant des millénaires. Pour comprendre sa nature, il fallut attendre Descartes et les lois de la réfraction,en 1623.

L'arc-en-ciel n'apparaît que dans la pluie qui tombe au loin quand on a le Soleil dans le dos ; il suit les déplacements de l'observateur et n'a donc pas de position fixe par rapport au fond nuageux : les "pieds" de l'arc-en-ciel s'éloignent à mesure qu'on avance. Un autre point a été noté dès l'Antiquité : il n'y a pas d'arc-en-ciel autour de midi ni, d'une manière générale, quand le Soleil est haut dans le ciel (si sa hauteur au-dessus de l'horizon dépasse 42 degrés d'angle).

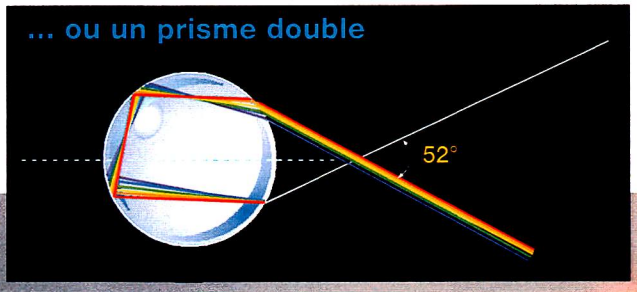
Comme le montra Descartes, l'arc-en-ciel est dû à la double réfraction des rayons solaires traversant une goutte d'eau de pluie, avec, en plus, une réflexion à l'intérieur de cette goutte qui renvoie les rayons vers l'observateur. Or, toute réfraction entraîne une décomposition de la lumière blanche en faisceaux colorés. On croyait jadis que la réfraction colorait la lumière, et c'est Newton qui montrera en 1680 que le blanc est en réalité composé de couleurs différentes.

Chaque couleur correspond à une fréquence bien définie (la lumière est un phénomène ondulatoire), et la déviation que subit un rayon en passant d'un milieu dans un autre dépend de cette fréquence. Cette déviation vient de ce que la vitesse de la lumière chute brusquement quand elle quitte le vide pour entrer dans un milieu transparent : de 300 000 km/s dans le vide, elle tombe à 225 000 dans l'eau, à 190 000 dans le verre et à 125 000 seulement dans le diamant.

Mais ce ne sont là que des valeurs moyennes ; en réalité, pour une même substance, cette vitesse dépend de la fréquence du rayonnement : le violet, de haute fréquence, ira moins vite que le rouge, de fréquence plus basse. En arrivant sur de l'eau ou du verre, le violet se trouve brusquement ralenti et plonge en se rapprochant de la verticale ; le rouge, qui va subir une perte de vitesse moindre, dévie moins



Lorsque la lumière blanche pénètre dans une goutte d'eau, elle est d'abord réfractée, puis réfléchie sur le fond de la goutte et de nouveau réfractée à la sortie sous la forme d'un éventail coloré.



Lors du passage de la lumière dans la goutte d'eau, il peut se produire un phénomène de double réflexion : le faisceau est réfracté, réfléchi une première fois contre le fond de la goutte, puis une seconde fois, et enfin réfracté de nouveau en pénétrant dans l'air.

Solution du n° 936

1. Raisonnement juste, mais figure fausse : le point J est très loin au-dessus de BC et la droite JD coupe BC non pas entre B et C mais au-delà de C.
2. Les trois matelots ont bien sorti 27 F de leur poche :
25 F dans la caisse du patron et 2 F dans la poche du garçon.
3. La famille a 2 garçons et 2 filles.

rait-il être carré ?

et se sépare donc du violet. Les autres couleurs, de l'orangé au bleu, s'étalent en éventail entre rouge et violet.

La déviation subie par la partie moyenne du faisceau dépend de ce qu'on appelle l'indice de réfraction du milieu traversé, qui, redisons-le, varie avec la couleur et croît du rouge au violet. Ajoutons que, quand la lumière passe d'un milieu dans un autre, une partie du faisceau incident est réfléchie, une autre est réfractée, et le reste est absorbé. La proportion entre partie réfléchie et partie réfractée n'est pas constante mais dépend de l'angle sous lequel arrive le faisceau incident et des indices de réfraction des milieux traversés.

Ce double processus est à la base de la formation des arcs-en-ciel ; comme on le voit sur notre schéma, le rayon qui arrive sur une goutte d'eau dont la forme est sensiblement sphérique, se trouve d'abord réfracté, puis réfléchi à l'intérieur de la goutte qui se comporte comme un miroir concave, puis de nouveau réfracté à la sortie. A chaque réfraction, il y a également dispersion, mais ces deux dispersions ne se compensent pas comme dans le cas d'une lame à faces parallèles puisque la goutte est sphérique.

Il peut y avoir aussi une double réflexion à l'intérieur de la goutte, ce qui donne naissance à un arc dit secondaire, un peu plus grand que le premier mais moins lumineux. Chaque goutte décompose donc la lumière du Soleil en faisceaux colorés étalés en éventail. Mais l'observateur est à des kilomètres de la pluie et l'étalement des faisceaux à cette distance est tel qu'une seule couleur arrive jusqu'à l'œil. C'est donc l'étagement des gouttes en hauteur qui permet de voir successivement toutes les couleurs du spectre.

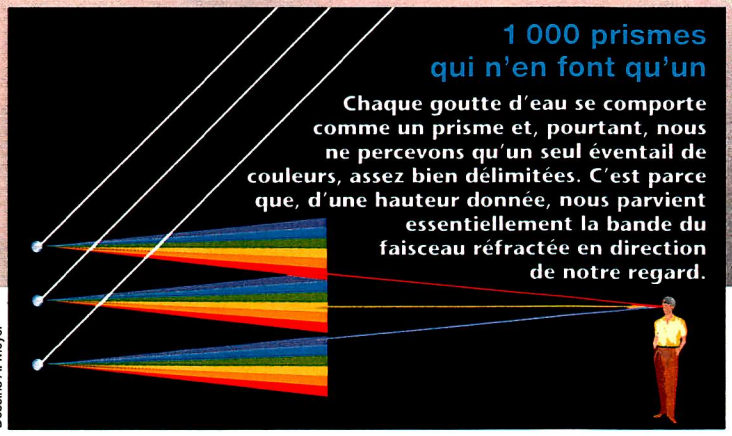
D'autre part, comme tout système optique réfracteur, une goutte d'eau présente un angle de déviation minimum qui est en moyenne, dans le cas où il y a une seule réflexion, de 42 degrés (de 41° pour le violet à 43° pour le rouge). En cas de double réflexion, l'angle moyen est de 52° (de 50° pour le rouge à 54° pour le violet). Comme l'a montré Descartes, seuls les rayons voisins de ceux les moins déviés restent, à l'émergence, suffisamment parallèles pour pénétrer groupés dans l'œil. Autrement dit, ce seront les seuls visibles.

Il en découle que les rayons colorés qui forment l'arc-en-ciel observable font avec la direction du Soleil un angle allant de 41° à 43° ou, pour l'arc secondaire, de 50° à 54°. Notons que la taille des gouttes de pluie influe sur l'intensité et la largeur des bandes colorées : l'arc-en-ciel produit par des gouttes de 1 à 2 mm de diamètre montre surtout une large bande rouge, tandis que des gouttes inférieures au dixième de mm donnent un arc sans colorations appréciables, appelé arc-en-ciel blanc.

On peut observer aussi d'autres aspects colorés un peu curieux, dus à des phénomènes de diffraction ou d'interférences entre rayons voisins, mais ceux-ci n'interviennent pas dans la question principale à laquelle il nous faut bien revenir maintenant : pourquoi l'arc-en-ciel est-il rond, au lieu de faire de dessiner une mince bande colorée comme le font tous les prismes ? ■



J. Warden/Sunset



Dessins A. Meyer

1 000 prismes qui n'en font qu'un

Chaque goutte d'eau se comporte comme un prisme et, pourtant, nous ne percevons qu'un seul éventail de couleurs, assez bien délimitées. C'est parce que, d'une hauteur donnée, nous parvient essentiellement la bande du faisceau réfractée en direction de notre regard.

Réponse... dans le prochain numéro !

astronomie

YVES DELAYE

La Lune et le Soleil s'éclipsent

Deux éclipses, de Lune et de Soleil, se produisent ce mois-ci.

L'éclipse de Lune, qui a lieu le 8, est une éclipse partielle par la pénombre. C'est un phénomène nettement moins marqué qu'une éclipse par l'ombre. Il est possible, toutefois, de remarquer un certain assombrissement de la partie du globe lunaire qui passe dans le cône de pénombre de la Terre. L'éclipse débute à 15 h (légale). Il fait encore jour et la Lune n'est pas levée. Le maximum se produit à 17 h 04 mn. A Paris, la Lune se lève environ une heure plus tard. Dès qu'elle s'est dégagée des brumes du crépuscule, il est alors possible de suivre la fin de l'éclipse, qui a lieu à 19 h 08 mn. Si les heures de l'éclipse sont les mêmes partout en France, en revanche, l'heure de lever de la Lune diffère. A titre indicatif, voici les heures pour quelques villes :

Brest : 18 h 37 ; Strasbourg : 17 h 47 ; Nice : 17 h 54 ; Perpignan : 18 h 12 ; et Clermont-Ferrand : 18 h 09.

Afin de mieux noter l'assombrissement et de suivre la régression de la pénombre, il est conseillé d'utiliser une paire de jumelles, fixée sur un trépied photo pour gagner en stabilité.

Une éclipse totale de Soleil est la seconde éclipse du mois. La bande de totalité, zone où l'éclipse totale est visible, démarre au sud de Téhéran. Elle traverse ensuite l'Afganistan, le Pakistan, l'Inde, frôlant Jaïpur et son observatoire ancien, ainsi que le très célèbre Taj Mahal, et passant au-dessus de Calcutta, une ville de onze millions d'habitants ! Puis elle continue sur la Birmanie, la Thaïlande, le Cambodge et le Vietnam, pour terminer sa course dans l'océan Pacifique après avoir atteint son maximum (2 mn 9 s) au nord de Bornéo.

Nombreux sont ceux qui feront le déplacement pour suivre ce phénomène exceptionnel. Si les sites d'observation ne manquent pas, hélas, la météo n'est pas de la partie. Dans la plupart des pays traversés, la mousson est au rendez-vous, réduisant les chances d'observation quasiment à néant. Toutefois, le nord de l'Inde offre de bonnes possibilités, avec une probabilité de ciel clair d'environ 80 %, mais, en ces lieux, le Soleil ne sera masqué par la Lune que durant une cinquantaine de secondes.

Rappelons aux chanceux qui seront sur place que, si l'observation de la totalité ne présente aucun danger et peut être suivie à l'œil nu ou avec un instrument, en revanche, l'observation des phases partielles doit faire l'objet de précautions particulières. Tant qu'un mince croissant de Soleil est visible, il n'est pas question de regarder sans des filtres appropriés, sous peine de brûlures graves.

Les filtres de soudeur et autres paires de lunettes de soleil n'offrent aucune protection. Il faut impérativement s'équiper, ainsi que ses intruments, de filtres en verre optique semi-aluminé qui ne laissent passer qu'un dix-millième de la lumière solaire. Moyennant cela le spectacle est garanti ! ■



La Maison de l'astronomie

ASTROPRATIQUE

RÉGLEZ VOS JUMELLES

Une paire de jumelles offre une grande luminosité et un champ de vision très nettement supérieur à celui d'une lunette ou d'un télescope. C'est la compagne idéale pour explorer les champs stellaires et, en particulier, la Voie lactée. Voici comment régler les jumelles équipées d'une molette centrale de mise au point.

1. Réglez l'écartement des corps de jumelles de façon à ce que les deux oculaires soient rigoureusement en face de vos yeux : vous ne devez voir qu'une seule image au contour circulaire.
2. Fermez l'œil droit (si vous avez des difficultés, bouchez l'objectif droit avec l'un des bouchons d'objectifs), puis faites la mise au point de l'image de l'œil gauche avec la molette centrale.
3. Lorsque l'image de l'œil gauche est nette, fermez celui-ci (ou bouchez l'objectif gauche) et corrigez la mise au point de l'œil droit par la bonnette mobile de l'oculaire droit, sans toucher à la molette centrale.

Votre matériel est maintenant réglé. Une graduation sur l'axe central vous permettra, à chaque fois, de retrouver le bon écartement, ainsi qu'une autre, sur la bonnette de l'oculaire droit, pour le réglage à votre vue.

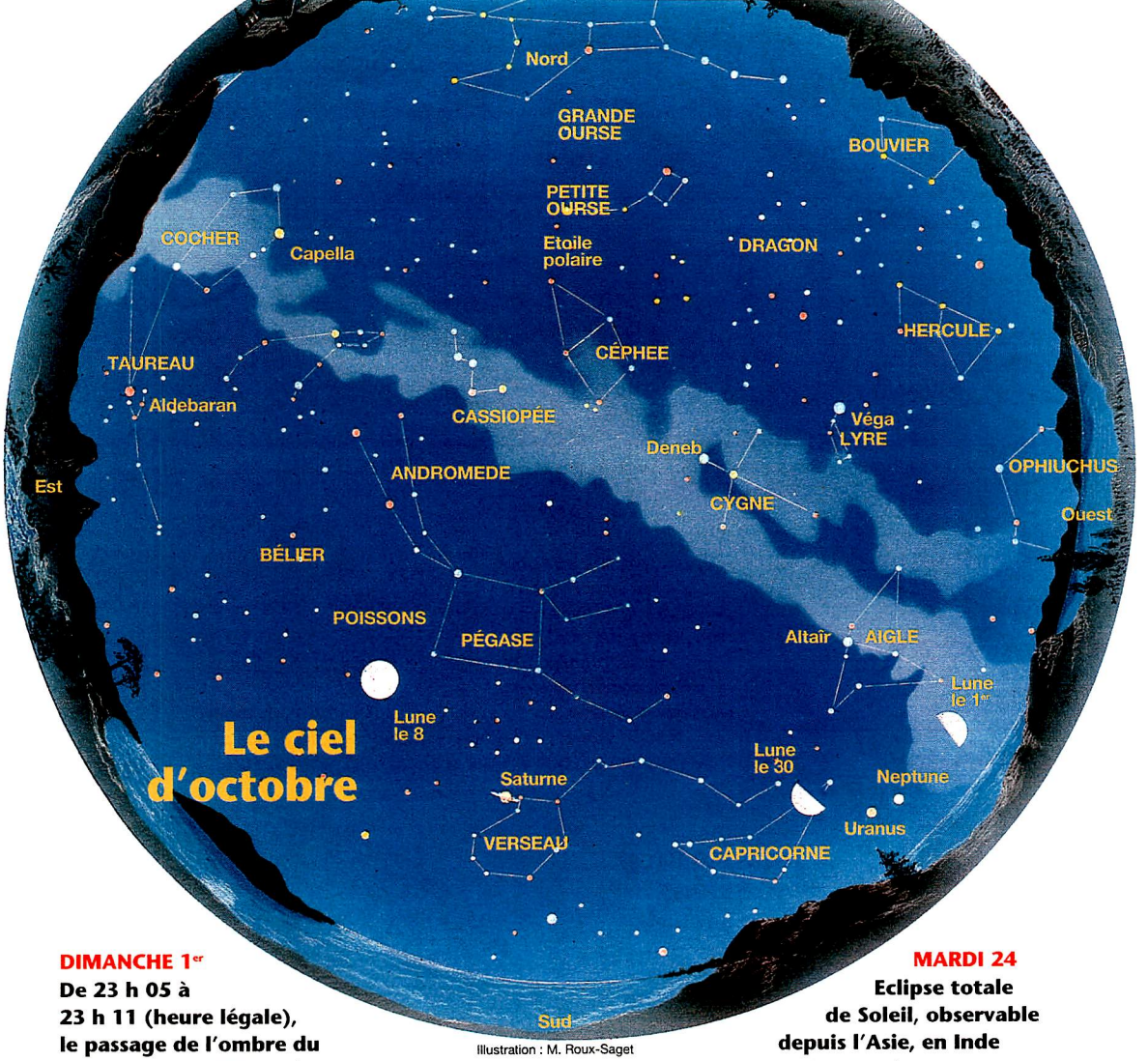


Illustration : M. Roux-Saget

DIMANCHE 1er
De 23 h 05 à 23 h 11 (heure légale), le passage de l'ombre du satellite de Saturne, Mimas, sur le globe de la planète peut être suivi avec une petite lunette ou un télescope.

VENDREDI 6
Belle conjonction de la Lune, presque pleine, et de Saturne, en soirée vers le sud.

DU 6 AU 10
Essaim d'étoiles filantes, les "Draconides", qui trouve son origine dans la comète Jiacobini-Zinner. Le maximum a lieu le 8.

DIMANCHE 8
Eclipse partielle de Lune par la pénombre. Elle débute en plein jour mais la sortie de la pénombre est à suivre dès que le Soleil est couché.

DU 15 AU 29
Essaim d'étoiles filantes, les "Orionides", associé à la comète de Halley. Le maximum est atteint le 22. Le radiant se situe près de l'étoile Nu d'Orion.

DU 17 AU 22
Belle lumière cendrée de la Lune, le matin vers l'est.

VENDREDI20
Mercure est à sa plus grande élongation à l'ouest du Soleil. La planète, qui était quasiment inobservable jusque-là, peut être repérée sur l'horizon est le matin, environ une heure avant le lever du Soleil. Le 22, la planète est rejointe par un fin croissant lunaire.

MARDI 24
Eclipse totale de Soleil, observable depuis l'Asie, en Inde notamment.

MERCREDI 25
Eclipse de Rhéa par Dioné (deux satellites de Saturne), à observer avec un instrument. Le phénomène a lieu à 20 h 17 mn 34 s (heure légale) et dure 277 secondes.

JEUDI 26
Mars, qui se noie dans la lueur crépusculaire, voit le début de l'automne dans son hémisphère nord.

VENDREDI 27
Beau rapprochement de la Lune, de Jupiter et de Mars, à suivre aux jumelles en soirée. A rechercher au sud-ouest vers 18 h 30 (heure légale).

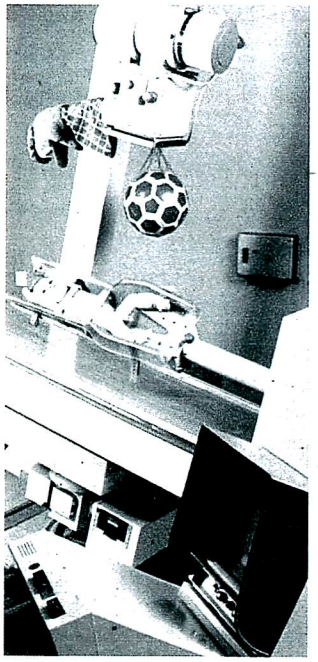
Il y a 20 ans



Photos : D.R.

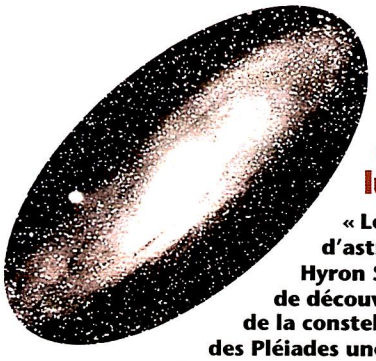
Octobre 1975

« C'est la cadence de fabrication des moteurs qui imposera le rythme de création d'avions nouveaux. En effet, construire un moteur prends plus de temps qu'assembler un avion. Une nouvelle stratégie industrielle se met en place afin de sauver l'aéronautique française et européenne. »



L'infantoskop de Siemens

« Adapté à la taille des nourrissons et des petits enfants, l'infantoskop utilise la photographie à amplificateur de luminance qui réduit la dose de rayonnement. L'examen se déroule à la lumière du jour. L'appareil, aux dimensions de l'enfant, permet un contact visuel permanent avec le médecin. »



A huit milliards d'années-lumière

« Le professeur d'astronomie, Hyron Spinrad, vient de découvrir au nord de la constellation des Pléiades une autre galaxie, la 3C123, cinq à dix fois plus grande que la Voie Lactée, qui contient déjà 100 milliards d'étoiles... »

La première carte génétique de l'homme

« Le Dr Jean de Grouchy vient d'établir la première "géographie" génétique. Il a déjà localisé précisément 100 gènes sur les 40 000 qui président à l'élaboration de notre corps. Le jour où la carte sera complète, le patrimoine héréditaire d'un individu sera connu avant sa naissance. »



Demain : des communes "agro-électroniques"

« Les citoyens de l'avenir vivront en petites communautés campagnardes et autarciques, comme au New Alchemy Institute, aux Etats-Unis, où éoliennes, chauffe-eau solaires et bassins d'aquaculture permettent de produire plus de 100 kg de poissons par an dans moins de 2 m³ d'eau. »



invention

GÉRARD MORICE

L'aide-mémoire du cycliste

Simple à installer et facile à utiliser, le compteur "VPV" se présente comme un allié indispensable à l'entraînement des cyclistes de haut niveau, voire de compétition, en leur permettant de mesurer de nombreux paramètres. Il leur fournit en effet une masse d'informations jamais vue : pas moins de 51 !

Comme la plupart des compteurs existant déjà, il se place sur la potence du vélo, fonctionne sur piles, et est équipé d'un ensemble de capteurs qui permettent de lire des informations relatives au temps, à la distance, à la moyenne.

Son originalité est qu'il donne en outre une foule d'informations très utiles : il mesure la pente, la vitesse du vent, la dénivellation, il évalue aussi la puissance et l'énergie développées par le cycliste. Il permet ainsi de calculer le dénivelé d'un itinéraire parcouru et de le comparer à celui d'un col de montagne. Il exprime les efforts fournis en kilocalories, ce qui donne une équivalence énergétique de l'alimentation nécessaire pour un tel effort. De plus, Il tient compte automatiquement des arrêts effectués et calcule des moyennes avec ou sans arrêt (décompte d'une pose, d'une crevaison, etc.).

Son prix public, environ 900 F, devrait lui permettre de toucher un marché assez vaste. Une version pour VTT est prête à être commercialisée.

La société qui a mis au point le compteur VPV cherche à trouver un partenaire industriel qui lui permettrait de se lancer dans une commercialisation à grande échelle. Pour accélérer cette commercialisation, elle souhaite également trouver des partenaires et des distributeurs, en France comme à l'étranger. ■

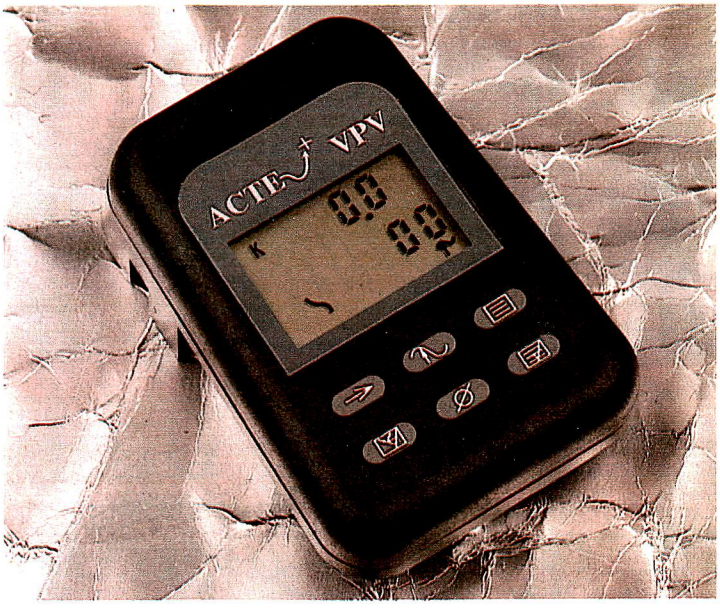


Photo X : tous droits réservés

Nos lecteurs trouvent désormais chaque mois dans cette rubrique la présentation d'une invention choisie non seulement pour son intérêt intrinsèque ou son "pittoresque", mais aussi parce qu'ils peuvent s'associer à son développement : en la finançant, en la distribuant, en l'exportant, etc. Que les lecteurs intéressés nous écrivent en mentionnant sur l'enveloppe "L'invention du mois". Nous transmettrons leur lettre à l'innovateur concerné. Aucun appel téléphonique ne pourra être pris en considération. Quant aux inventeurs qui souhaitent voir leur création publiée dans cette rubrique, qu'ils nous envoient un court texte, accompagné d'une copie des revendications de leur brevet et de photos couleurs. Les documents non insérés ne pourront être rendus. Chaque année, un inventeur français dont la création aura été publiée dans cette rubrique se verra gratuitement invité à participer au Salon international des inventions, techniques et produits nouveaux de Genève.

Après la fin de la physique...



Dessin D. Cordonnier

M. M. Bourgeois, de Clairvaux-les-Lacs, n'hésite pas, dans une lettre fort intéressante, à poser la question suivante – fondamentale : « *Il va bientôt exister une théorie du tout. Mais après, que vont faire les physiciens ? Essayer de faire la synthèse de tous les phénomènes ? (...) Pensez-vous que la théorie du tout est la fin de la physique ?* » C'est bien volontiers que nous esquissons une réponse...

Non, les physiciens ne sont pas menacés par le chômage pour cause de « fin de la physique » ! D'abord, la théorie des supercordes, qui cherche justement à unifier (donc à "achever") certains problèmes physiques, est loin d'être terminée. En effet, de grandes difficultés mathématiques subsistent, et, surtout, elle n'a pas reçu l'ombre d'une vérification expérimentale... D'ailleurs, bien des physiciens n'aiment guère l'idée d'une "théorie du tout".

Mais, à supposer – comme d'autres le pensent – que la théorie des supercordes devienne effectivement la théorie unifiée de toutes les particules et de toutes les interactions élémentaires, ce ne serait pas la fin de la physique, loin de là. Tout au plus la fin d'une branche de la physique.

La diversité de la matière et des forces de notre univers n'a pas grand-chose à voir avec un monde constitué d'une supercorde et d'une interaction unique. Resterait donc à comprendre comment les supercordes ont donné naissance aux particules, celles-ci aux noyaux, puis aux atomes, aux molécules, à la matière condensée, etc. A chaque échelle, à chaque étape, les lois fondamentales, combinées à des conditions particulières, ont fait émerger de nouvelles lois, qui régissent une nouvelle physique, caractéristique de ce niveau précis. Bref, le tout ne se

réduit pas à la somme de ses parties. Ce n'est pas avec des supercordes qu'on comprendra la physique du centre de la Terre, le chaos, les lasers de puissance ou les trous noirs. Les physiciens auront toujours du pain sur la planche.

Pour quelques neurones de plus

« *Dans le n° 931 d'avril 1995, je relève,* nous dit M. G. Mirapel, de Beaucaire, *dans l'article consacré à l'horloge biologique (p. 56) : "Ainsi, sur les dix milliards de neurones que possède l'homme à la naissance, il ne lui en reste plus que de deux à trois milliards quand sonne l'heure du trépas." D'autre part, dans le n° 190 hors série de mars 1995, je lis au chapitre 8 (ligne 23) : "Le cerveau humain contient une centaine de milliards de cellules nerveuses appelées neurones. La plupart de ces cellules sont produites dans le cerveau fœtal avant le milieu de la grossesse." Bien qu'il ne puisse s'agir que de valeurs approximatives, ces deux nombres me paraissent contradictoires étant dans un rapport de 1 à 10, et je ne pense pas que cette différence puisse être qualifiée de "marge d'erreur". Peut-on savoir quelle valeur se rapproche le plus de la réalité ?* »

Ce n'est ni l'un ni l'autre de ces deux chiffres ! En fait, on ne le sait pas exactement. Les plus récentes estimations s'approchent du chiffre de 50 milliards.



Réparations

Deux erreurs se sont malencontreusement glissées dans les légendes de notre article intitulé "Feu vert pour la voiture électrique" (*Science & Vie* n° 934). Page 120, les batteries de traction sous le capot de la Peugeot 106 électrique sont en fait situées dans la partie gris clair marquée du lion Peugeot. Page 123, l'erreur porte sur la légende du prototype Tulip PSA, attribué par erreur à Renault.

La vraie vitesse de la lumière

M. H. Mencaraglia, de Villeneuve-lès-Avignon, nous pose deux questions :

« 1. La vitesse de la lumière est toujours donnée comme étant de 300 000 km/s. Ce compte rond est étonnant, compte tenu de la définition du mètre, du kilomètre en fonction des dimensions du globe terrestre (...). S'agit-il d'une approximation ? Quelle est la vitesse "exacte" ?

» 2. A propos du big bang (...), il est affirmé "l'Univers est en expansion". Il me semble qu'il faudrait dire plus modestement "l'Univers actuellement observable à partir de la Terre ou des engins lancés par l'Homme, et avec les moyens dont nous disposons, paraît en expansion". Cette restriction relève du bon sens. Mais elle relativise pourtant toutes les théories sur la "création" de l'Univers, qui illustrent l'impuissance de l'esprit humain à concevoir l'infini, c'est-à-dire ce qui n'a ni commencement ni fin, dans le temps et dans l'espace. »

La vitesse de la lumière est connue avec une grande précision : le chiffre de 300 000 km/s est une simplification ; le vrai chiffre commence par 299 792,458... Par ailleurs, la question de l'impuissance de l'esprit humain n'est pas une problématique des astronomes. Ils penchent pour l'hypothèse de l'expansion de l'Univers parce que certaines observations les y poussent. Cette idée est l'une des plus largement acceptées par la communauté scientifique. Même par ceux qui ne "croient" pas au big bang...

Le XXIe siècle peut bien attendre

La polémique sur le jour où débute le XXIe siècle fait rage. Nous recevons un courrier abondant à ce sujet : les arguments en faveur du 1er janvier 2000 ou du 1er janvier 2001 ne manquent pas... Nous avons déjà largement publié les démonstrations des uns et des autres. Nous décidons d'arrêter là pour le moment. Bien sûr, nous conservons vos lettres pour un éventuel article qui ferait le point sur la question, et nous vous encourageons à échanger directement vos opinions sur le 3615 SCV.

Virus et animaux domestiques

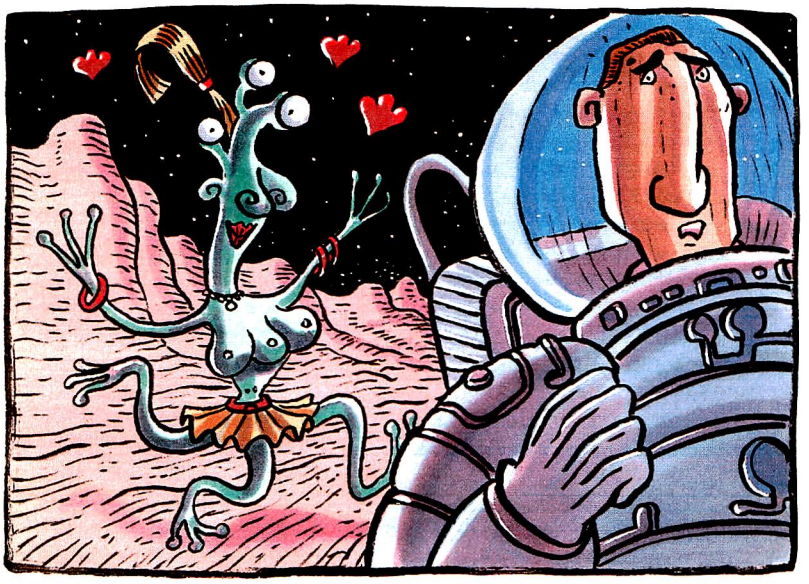
Lettre inquiète de M. M. Fayet, de Montpellier : *« Suite à votre dossier "Virus" ("Science & Vie" n° 934, juillet 1995), vous écrivez que les grandes épidémies qui sévissent en Europe auraient pour origine les élevages intensifs de canards en Chine. Les concentrations importantes d'animaux (rat, porc, canard, etc.) peuvent donc être à l'origine d'une propagation d'un virus spécifique. Ceci m'amène à vous poser cette question : on assiste de plus en plus à des adoptions de millions d'animaux (chiens, chats, oiseaux) domestiques dont les excréments jonchent les squares, jardins, rues, caniveaux, sans surveillance. Cette prolifération (hors de leurs habitats naturels) n'est-elle pas de nature à générer un virus dans l'environnement immédiat ? »*

Le fait que les canards chinois puissent être les réservoirs du virus de la grippe, et que les cochons leur servent de relais, n'est qu'une hypothèse qui demande à être vérifiée. Actuellement, aucun animal domestique n'est susceptible de transmettre une maladie virale dangereuse. Cependant, tout danger n'est pas à exclure, notamment si des renards porteurs du virus s'attaquent à des animaux domestiques.

L'amour sur Mars

M. E. Bilard, de La Chapelle-sur-Erdre, nous écrit *« à propos de quelque chose qui m'a beaucoup surpris dans votre n° 935, p. 46 (...). J'y ai lu que, pour pouvoir coloniser Mars ou d'autres planètes, l'homme devait d'abord s'assurer qu'il pouvait se reproduire dans l'espace. Cela va sans doute vous paraître stupide, mais je n'ai pas compris pourquoi. Si l'homme doit coloniser Mars, en effet, pourquoi ne se reproduirait-il pas sur Mars, tout simplement ? Ce qui, je suppose, ne poserait pas de problème particulier. »*

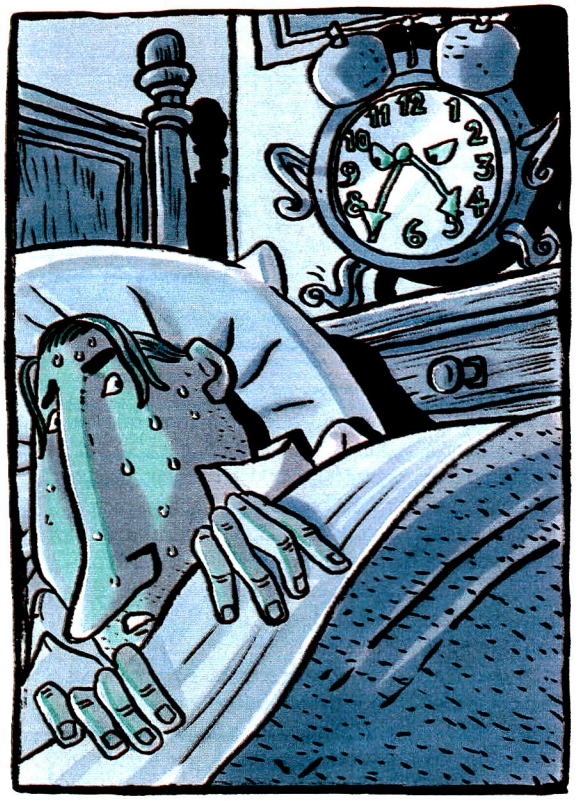
Nul besoin, en effet, de se reproduire dans l'espace, le voyage vers Mars n'étant pas assez long pour que ce soit nécessaire. Mais cela pourrait arriver "accidentellement" : mieux vaut alors savoir quelles conséquences aurait une telle naissance spatiale. De plus, pour des planètes plus lointaines, cette connaissance est indispensable. En ce qui concerne les naissances sur Mars, la gravité y étant différente, les problèmes ne sont pas exclus. N'oublions pas que les humains sont jusqu'ici adaptés et ajustés à la Terre...



Et la patinette devint trottinette

Mémoire d'éléphant de M. C. Verdureau, de Lingolsheim : il nous fait part de sa surprise en lisant notre n° 935, *« page 139, traitant du sujet : La trottinette à moteur. "Elle fait un malheur en Californie et débarque maintenant en France." Cette trottinette qui débarque avait pour moi un goût de déjà vu, presque du passé. N'étant pas un convaincu des vies antérieures, je me suis penché sur une autre source d'information que celle du vécu. La relecture d'un "la Science & la Vie" de janvier 1917, le numéro 30, m'a apporté la solution en page 128. Certes, ce n'est pas tout à fait la même, d'ailleurs, elle s'appelle "patinette" et non "trottinette" ; son moteur est à l'avant et non à l'arrière et si elles sont toutes les deux à moteur, celui-ci a dû subir pas mal de modifications techniques. »*

Vérification faite, la remarque de notre lecteur est tout à fait pertinente... Pan sur *Science & Vie* et l'innovation technologique !



La peur du réveille-matin

M. Mollaret, de Vaulx-en-Velin, s'inquiète : *« Nous possédons certains jouets, montres, réveil... qui, dans l'obscurité, émettent une lumière verte. Je pense qu'ils sont phosphorescents. Et le phosphore, d'après un dictionnaire, est un "corps simple (...), très inflammable, lumineux dans l'obscurité, hautement toxique" (...). Ces objets sont-ils radioactifs, toxiques, dangereux pour nous ? »*

A une certaine époque, des corps radioactifs étaient utilisés pour obtenir cette luminescence. Mais, aujourd'hui, de nouveaux composés chimiques stables permettent d'obtenir un résultat similaire sans présenter le moindre danger.

Le big bang mal centré

M. C. Briano, de Gattieres, partage des interrogations avec de nombreux lecteurs. *« Je n'arrive pas à comprendre le processus du Big Bang. Vous parlez d'une immense explosion originelle avec annihilation de matière sur antimatière. Ceci amène deux questions que je n'ai pu résoudre. Si l'Univers dans l'hypothèse d'une expansion et d'une reconstruction permanentes d'où proviendrait l'antimatière puisque le Big Bang ne serait qu'une boule de matière avant nouvelle expansion. Si le Big Bang a vraiment eu lieu il devrait y avoir un trou noir en son milieu d'une force fantastique due à son énorme masse c'est-à-dire une région centrale de l'Univers vide, une sorte de cocarde noire au milieu des galaxies étincelantes, vu au télescope, ceci devrait impressionner or à ma connaissance personne n'en parle. »*

Et pour cause : une telle cocarde n'existe pas. L'Univers n'a pas explosé en un certain lieu mais partout. Autrement dit, c'est tout l'Univers qui a explosé, donnant naissance, par la même occasion, au temps et à l'espace (il ne pouvait donc exploser en un lieu qui n'existait pas...). En ce qui concerne l'antimatière, sa disparition il y a 15 milliards d'années a permis à l'Univers d'exister, et personne ne sait s'il s'agit d'un phénomène cyclique. ■

3615 SCV
La question du mois

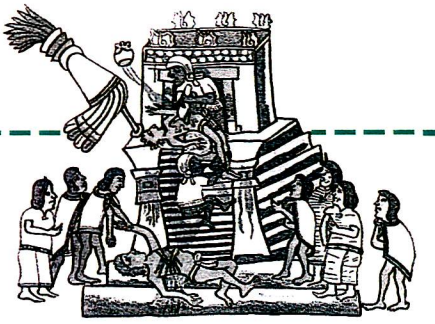
Chaque mois, la meilleure question posée sur notre serveur minitel 3615 SCV est récompensée par un abonnement d'un an à *Science & Vie*. Voici celle de septembre, posée par "MAC" :

« J'ai remarqué que la tache lumineuse créée par l'impact d'un rayon laser sur un mur blanc (par exemple) n'a pas le même aspect que celle créée par une lumière normale d'une couleur identique à celle du laser (rouge, par exemple). Elle a, en effet, un aspect "granuleux" qui ne semble pas provenir de la texture du mur. Qu'en est-il ? »

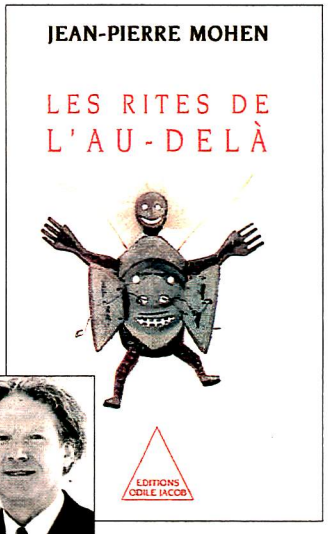
Il s'agit de lumière cohérente, où les ondes sont en phase. La réflexion provoque des variations de phase, qui se traduisent par des interférences au sein de la tache : c'est ce qui lui donne cet aspect. De plus, si l'on se déplace, on note que la tache semble "fourmiller". En effet, le réseau interférentiel observé est lié à la position de l'observateur : si ce dernier se déplace, le réseau se modifie et donne cette impression de fourmillement.

médiathèque

La mort à travers le temps



Jean-Pierre Mohen
LES RITES DE L'AU-DELÀ
Odile Jacob, 332 p., 160 F.




Jean-Pierre Mohen

« Le rituel et la fête des cérémonies traditionnelles de l'au-delà, de prime abord anodins, correspondent à l'une des pensées les plus profondes et les plus lointaines de notre héritage humain. » Ces dernières lignes de l'ouvrage de Jean-Pierre Mohen résument toute sa démarche. C'est en effet dans un véritable voyage dans le temps et dans l'espace, avec pour mentor la mort, que Mohen nous entraîne. Depuis le Paléolithique jusqu'à nos jours, de l'Egypte à la Grèce et à Rome, de la Chine de Confucius à l'île de Pâques, de Madagascar à l'Alaska et au Soudan, il nous révèle quelle vision les hommes avaient de la mort et comment elle s'est modifiée avec le temps. Et il s'interroge sur cette peur moderne de la mort qui est la nôtre, peur qui semble "tuer" bien des valeurs. Il nous livre une réflexion à la fois d'archéologue, d'ethnologue, d'historien et de philosophe.

Science & Vie : « Pourquoi un livre sur les rites funéraires ? »

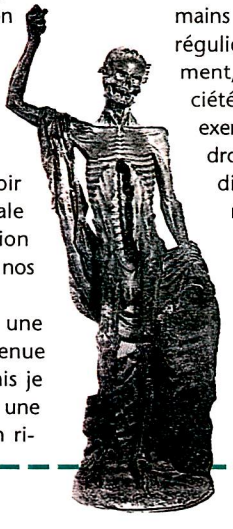
Jean-Pierre Mohen : « Parce qu'il y avait matière à en écrire un ! La mentalité symbolique qui gère les rituels funéraires fait partie d'une réflexion sur la vie, sur l'être et sur la solidarité entre l'individu et la collectivité, qui était très forte dans certaines civilisations, mais que nous méprisons, sous prétexte que "ces gens-là" sont nus, qu'ils n'ont pas les mêmes comportements – ils coupaient les têtes parfois... Je me suis demandé pourquoi la mentalité scientifique avait rejeté cela, et si nous n'aurions pas intérêt à retrouver certains aspects de ces rites, sur le plan social, sur le plan de la solidarité, sur le plan spirituel. Pour en faire la démonstration, la démarche du funéraire, du deuil, m'a semblé forte. Dans certaines civilisations de l'Antiquité, ou à Madagascar plus près de nous, on a l'impression que c'est même le moteur qui met en mouvement la société, et la source de création artistique. »

S & V : « Peut-on voir une évolution générale depuis l'apparition d'*Homo sapiens* jusqu'à nos jours ? »

J.-P. M. : « C'est une question qui m'est venue souvent à l'esprit, mais je me suis gardé d'établir une évolution. La fonction rituelle est une fonction permanente, de même que l'on mange, que l'on dort... Cro-Magnon, il y a 30 000, voire 100 000 ans, avait déjà le même cerveau que nous, les mêmes cellules, un langage aussi articulé que le nôtre, bref il était aussi complexe ; et on s'aperçoit – ça, ce sont les Shadocks qui le disent ! – que l'on a certes des limites dans la complexité, mais aussi qu'on ne peut pas faire simple quand on peut faire compliqué. On va toujours jusqu'au bout du compliqué, parce que l'on a besoin d'aller toujours plus loin.

Les réponses rituelles sont issues des contextes sociaux, des modes de vie. L'anthropophagie, les chasseurs de têtes, par exemple, caractérisent des sociétés de chasseurs-cueilleurs. Dans les sociétés urbaines, il y a des conflits guerriers qui peuvent prendre des proportions folles, ou les jeux du cirque romains qui étaient des massacres réguliers. Et puis, progressivement, elles deviennent des sociétés juridiques ; le roi, par exemple, passe de la notion de droit divin à une notion juridiquement acceptable. Finalement, ces rites sont le résultat d'une relation entre le fond permanent de ce qui fait l'homme et les réponses culturelles qui dépendent de son environnement. »

Propos recueillis par Thierry Pilorge



Livres

Un bon prof de calcul

François Tuaillon
CALCULATRICES TEXAS INSTRUMENT TI-81/82/85
Armand Colin, 100 p., 59 F.

Toutes les calculatrices de poche, y compris les programmables, sont maintenant autorisées au bac et aux examens, mais encore faut-il savoir s'en servir correctement : le manuel d'instructions livré avec la machine est rarement un modèle de pédagogie, d'où le grand nombre d'ouvrages tentant de combler cette lacune qu'on peut trouver sur le marché.

Nous avons retenu celui publié par Armand Colin dans la série "Flash" car il est centré sur les programmes officiels des lycées et concerne donc tous les bacheliers. Celui que nous avons eu entre les mains est consacré aux calculatrices Texas, mais le même auteur en a écrit deux autres pour les divers modèles de Casio – ces deux marques représentent à elles seules plus de 80 % des machines utilisées par les lycéens. Contrairement au manuel d'instruction, souvent ésotérique, le petit livre de F. Tuaillon prend l'élève par la main dès la première page et le fait progresser de manière très habile à travers tous les types de calcul qu'on peut faire avec la machine.

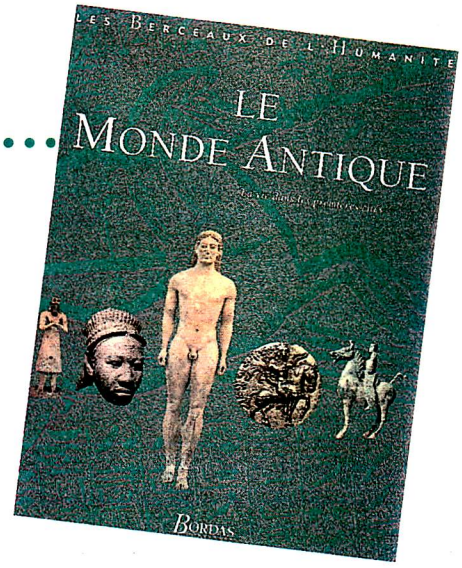


Les exemples, très nombreux, sont là pour assurer la marche et ils concernent toujours des exercices ou des types de problèmes que l'on peut rencontrer en première ou terminale. On passe ensuite aux graphiques, aux statistiques, puis à la programmation qui constitue sans doute le pas le plus difficile pour un élève. Les écueils possibles sont soigneusement répertoriés, ainsi que les erreurs apparemment indécelables auxquelles peut mener un programme bien conçu, mais qui n'a pas tenu compte des arrondis que fait toute machine.

La plupart des types de problèmes posés au bac sont traités avec leurs solutions, et on peut considérer ce livre comme un remarquable outil d'enseignement pour tous les lycéens que l'apparente complexité de la machine rebute, mais qui aimeraient pourtant bien savoir s'en servir à fond.

Renaud de La Taille

La richesse des vieilles civilisations



Sous la direction de Göran Burenhult
LE MONDE ANTIQUE
La vie dans les premières cités
Bordas, 240 p., 295 F.

Cet ouvrage qui fait partie de la prestigieuse collection "Les Berceaux de l'humanité" est consacré à la vie dans les premières cités et aux premières grandes civilisations du bassin méditerranéen, de l'Asie et de l'Afrique. Il fait suite au volume sur l'âge de pierre qui traitait de l'apparition de l'agriculture et des profondes mutations qui avaient suivi. Dans cet ouvrage, on assiste au développement des cités, à l'apparition des Etats et des empires, à la multiplication des voies de communication et au développement des religions. Mais c'est surtout par la richesse de leur art que ces civilisations captiveront le lecteur. L'iconographie nous en donne un bon aperçu. Tous les auteurs signataires des textes sont des spécialistes.

Pierre Rossion

Le nouveau Darwin est arrivé

Denis Buican
EVOLUTION DE LA PENSÉE BIOLOGIQUE

L'ÉVOLUTION AUJOURD'HUI

ETHOLOGIE COMPARÉE
Hachette, collection Les Fondamentaux, 160 p. et 56 F chacun.

Voici la dernière livraison du professeur Buican. Avec ce "triptyque biologique", Hachette lance sa nouvelle collection, "Les Fondamentaux", destinée aux étudiant en sciences qui y trouveront une histoire de l'évolution du XVIIIe siècle à nos jours. On pourra toutefois reprocher à cet historique d'être présenté au travers d'un filtre idéologique – Buican efface ainsi d'un trait de plume la contribution de Stephen Jay Gould à la théorie de l'évolution, sous

prétexte que celui-ci est marxisant. L'apport scientifique de Gould est sans doute largement aussi important que celui de Buican. Celui-ci se présente lui-même comme un nouveau Darwin et accessoirement aussi comme un nouveau Pascal – à moins que ce ne soit Kant. De livre en livre, il expose sa théorie synergique de l'évolution, dont le moteur est la sélection multipolaire. De quoi s'agit-il ?

Résumé des ouvrages précédents : avant même que ne s'exerce la sélection darwinienne sur les individus, une présélection élimine, aux niveaux moléculaire et cellulaire, les mutations incompatibles avec la vie. Si l'on comprends bien la pensée de M. Buican, tout est là. On ne voit pas bien en quoi cette idée ancienne apporte une contribution majeure à la théorie de l'évolution. De même, Buican se débarrasse de la théorie neutre de l'évolution moléculaire de Kimura, qui ne lui plaît pas, simplement en "oubliant" le terme moléculaire qui lui donne tout son sens.

L'autre cheval de bataille de Denis Buican, c'est la biognoséologie, sa nouvelle théorie de la connaissance, qui semble d'ailleurs liée à la théorie synergique de l'évolution et qui s'appuie, semble-t-il, sur l'éthologie comparée. Dans laquelle, même si lui-même met en garde contre un tel réductionnisme, Buican n'hésite pas à établir un parallèle étroit entre comportement animal et humain.

De plus, ce n'est pas le moindre défauts de ses livres que de se réfugier derrière un jargon incompréhensible. Un exemple : « Pour satisfaire à une véritable clarification (!) biognoséologique et épistémologique, nous avons dû introduire un nouveau terme, celui de noumène relatif, dans cette nouvelle théorie de la connaissance... car la dichotomie de Kant, entre les phénomènes, qui n'auraient aucun rapport cognitif possible avec les noumènes, et ces derniers – nous est apparue trop rigide ». Est-ce pour rester mieux incompris ?

Thierry Pilorge

La Sixtine de l'art pariétal

Jean-Marie Chauvet, Eliette Brunel-Deschamps, Christian Hillaire et Jean Clottes

LA GROTTE CHAUVET À VALLON-PONT-D'ARC

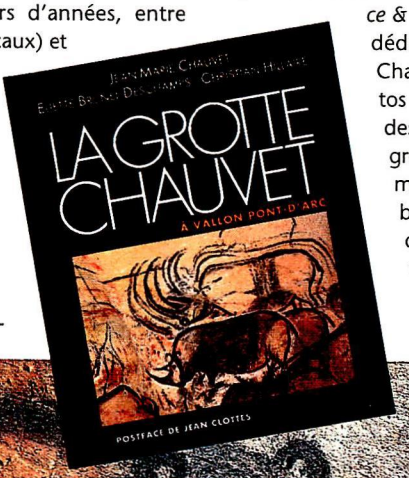
Seuil, 120 p., 195 F.

Grotte Chauvet, le livre ! « Des surprises sont possibles, écrit Jean Clottes dans sa postface, puisque la grotte Chauvet témoigne d'une puissante originalité, ce qui rend les comparaisons et les estimations aléatoires. »

A vrai dire, Jean Clottes ne croyait pas si bien dire : on sait désormais que certaines peintures au moins qui ornent la grotte Chauvet, réalisées au charbon de bois, datent de 30 000 à 32 000 ans. Plus de dix mille ans plus anciennes que la « fourchette de quelques milliers d'années, entre 17 000 ans (Lascaux) et 21 000 ans (Solutréen local) » que Clottes et d'autres préhistoriens considéraient comme la plus probable.

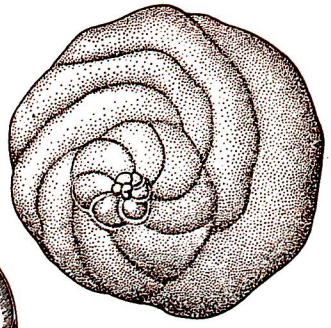
Incontestablement, la grotte Chauvet n'a pas fini de nous étonner. Déjà, elle avait quelque peu remis en cause la théorie de Leroi-Gourhan sur les thèmes animaliers abordés et leur répartition dans l'espace de la grotte ; maintenant, elle bouscule aussi sa classification des styles de l'art paléolithique, en montrant qu'il est apparu bien plutôt que l'on ne pensait jusque-là, atteignant de surcroît d'emblée des sommets artistiques.

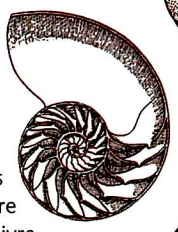
Le livre est en deux parties. La première, écrite par les trois inventeurs de la grotte, Chauvet, Brunel-Deschamps et Hillaire, retrace l'histoire de la découverte, son contexte, les étapes jusqu'à l'annonce à la presse par Jacques Toubon, alors ministre de la Culture. La deuxième, c'est la postface de Jean Clottes, consacrée aux quelques enseignements scientifiques que l'on peut d'ores et déjà tirer, en attendant que de véritables recherches soient mises sur pied. Et bien sûr, il y a – pour ceux qui n'ont pas pu se procurer le numéro spécial *Science & Vie/Paris-Match* dédié à la grotte Chauvet – les photos des peintures et des gravures de la grotte, ces œuvres magnifiques et bouleversantes des premiers artistes qu'ait connu l'humanité. *T. P.*





■ Un livre culte édité en français





D'Arcy Thompson
FORME ET CROISSANCE
Seuil, collection Sources du savoir, 333 p., 310 F.



Voici, pour la première fois traduit en français, un livre complètement à part, un livre "culte" qui, depuis sa parution, en 1917, a fasciné des générations de biologistes. Car, si le sujet n'est pas banal, la façon de le traiter est plus originale encore : D'Arcy Thompson analyse les formes et la croissance des êtres vivants en terme uniquement physiques et mathématiques. Spirales des coquillages et des cornes de béliers, ossatures des mammifères, squelettes de radiolaires, nervures des feuilles adoptent des formes qui s'expliquent – nous dit l'auteur – par les forces physiques en jeu.

Par exemple, comme le rapport entre volume et surface augmente avec la taille de l'animal, les petits organismes sont façonnés par la tension superficielle alors que les grands animaux sont gouvernés par la gravitation. La ressemblance entre les organes semblables d'espèces voisines est vue comme une simple déformation géométrique de l'animal dans son entier ; toutes ces démonstrations sont nourries de nombreux exemples décortiqués minutieusement, et illustrés de superbes gravures.

Et le plus curieux est que, bien qu'il n'y ait pas trace d'hérédité, ni de gène, ni de molécules, ces théories si singulières ne sont pas condamnées par la biologie actuelle, fondée sur la biochimie et la génétique (même si certaines explications sont reconnues aujourd'hui comme fausses – mais c'est une minorité) ; les mêmes phénomènes peuvent donc être vus sous plusieurs éclairages différents. Mieux, d'Arcy Thompson fait figure de pionnier, car il rejoint des préoccupations actuelles de la morphogenèse. Ce mathématicien, zoologiste, helléniste et homme de lettre d'une rare érudition, a laissé là une œuvre en marge de la science de son temps, qui stimule encore aujourd'hui l'imagination des scientifiques et des autres. ■ ■ ■

Hélène Guillemot



La fin des éditeurs de journaux

Nicholas Negroponte

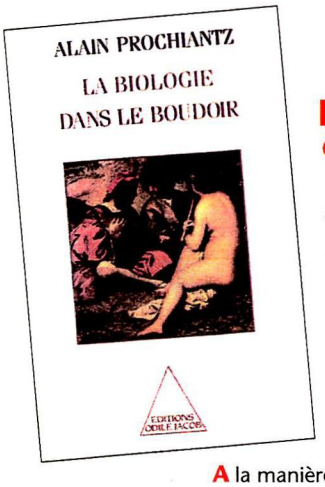
L'HOMME NUMÉRIQUE

Robert Laffont, 296 p.,119 F.

Nicholas Negroponte, directeur du Media Lab au Massachussets Institute of Technology, aime les paradoxes. Ainsi, il publie un livre à la gloire de la toute puissance des réseaux numériques... sur support papier. Contraste aussi parce que sous l'apparence du chercheur mesuré et calme, se cache un iconoclaste des temps modernes. Ainsi, la "bombe" qu'il a lâché au congrès de la Fédération internationale des éditeurs de journaux, en est l'exemple. C'est là qu'il a annoncé que le glas allait bientôt sonner aux oreilles des éditeurs de journaux.

Comme il l'affirme tout au long de son livre, constitué de 18 de ses chroniques publiées dans la revue *Wired* dont il est cofondateur, le numérique est appelé à remplacer... presque tout. Après un chapitre consacré à la technologie du numérique (réseaux internationaux, multimédia, etc.) et son histoire, il nous parle du monde à venir. La thèse centrale du livre est que, grâce au numérique, le monde deviendra beaucoup plus personnel. Les deux principes sont que « le centre intelligent se déplacera de l'émetteur au récepteur » et que « les distances seront abolies ». Le premier principe signifie que l'utilisateur face à son ordinateur pourra choisir, dans toute la masse de bits circulant sur les réseaux, ceux qui l'intéressent. Ainsi, il confectionnera ses journaux (qu'il imprimera lui-même sur son imprimante), ses programmes télé, ses cours (maths, français, etc.). Le second principe est que l'on pourra avoir accès à la Terre toute entière à travers son ordinateur, qui servira de télévision, de téléphone, de livre, de professeur et même d'ami(e).

Roman Ikonicoff



Le biologiste et les danseurs

Alain Prochiantz

LA BIOLOGIE DANS LE BOUDOIR

Odiles Jacob, 155 p., 110 F.

A la manière de *la Philosophie dans le boudoir* de Sade, Alain Prochiantz, spécialiste du développement du cerveau, nous convie à suivre l'initiation aux sciences de la vie d'une jeune étudiante. Ses maîtres sont un grand biologiste et ses amis un philosophe et deux danseurs-musiciens. C'est donc une conversation entrecoupée de saynètes libertines, qui nous amènent à découvrir que la biologie est en passe de construire une théorie matérialiste autonome, débarassée de tout dualisme et de tout vitalisme, irréductible à la physique et aux mathématiques. Elle repose sur les trois aspects fondamentaux du vivant : la reproduction, l'évolution et le développement.

Souvent polémique, parfois agaçant, toujours très instructif, ce petit livre passionnera tous les curieux des principes essentiels de la biologie, de la naissance des formes, de la nature de la pensée. Quelques regrets : certains développement parfois bien rapides.

Philippe Chambon

Démonstration sans équation

Georges Lochak

LA GÉOMÉTRISATION DE LA PHYSIQUE

Flammarion, Nouvelle Bibliothèque Scientifique, 192 p., 125 F.

Ce livre réussit une gageure : raconter la physique à travers ses liens avec les mathématiques et la géométrie. Alors que la plupart des ouvrages de vulgarisation prétendent, au contraire, décrire les phénomènes et les lois physique en évitant soigneusement les mathématiques (au prix de quelques contorsions !) le physicien théoricien Georges Lochak aborde de front la question du rapport entre mathématique et physique.

La géométrisation de la physique, montre-t-il, remonte à la Grèce ancienne, même si elle a bien changé de forme depuis. Evoquant toutes les grandes théories physiques – mécanique, électromagnétisme, relativités restreinte et générale, physique quantique, physique des particules... – l'auteur parvient (sans une équation !) à justifier pourquoi tel développement de la physique a nécessité tel type de mathématique... et parfois inversement. Des chapitres sont consacrés à l'introduction de nouvelles notions géométriques exploitées en physique – l'espace non euclidien, les espaces abstraits, la symétrie, les groupes.

Georges Lochak domine parfaitement l'histoire de sa discipline comme les différentes théories mathématiques, et ne se contente jamais d'être descriptif : sans cesse, il replace les avancées scientifiques dans leur contexte, leurs donne du sens. Grâce à l'aisance de Lochak et à sa hauteur de vue, ce livre est d'une clarté remarquable pour un sujet aussi ambitieux et complexe.

H. G.



...CD-Rom...

■ Un beau voyage spatio-temporel

LES CIVILISATIONS ANTIQUES

Microsoft-Home éditeur, 456 F.

Comment Égyptiens, Romains ou Grecs vivaient-ils ? C'est ce que nous propose de découvrir ce CD-Rom. Basés sur de superbes reproductions, il présente la vie quotidienne de ces peuples disparus. Cependant une "passerelle" est établie avec les temps modernes. Des séquences vidéo présentent les héritages de ces civilisations ainsi que les traces qui leur ont survécues. D'autres séquences animées font, par exemple, raconter à un jeune spartiate ce qu'était sa journée ou sa formation aux arts martiaux.



Avec CD-Rom, l'interactivité joue sur de nombreux domaines. Sur le choix des civilisations, bien entendu, mais également, au sein de celles-ci, sur des secteurs d'activités bien précis. Quels étaient leur moyens de transports, leurs pratiques sportives, leur architecture ou les arts. Un voyage qui s'effectue donc à la fois dans l'espace et dans le temps. *Henri-Pierre Penel*

▶ **Configuration requise :** PC Multimédia ou compatible doté d'un microprocesseur 386 SX, 4 Mo de RAM, MS DOS 3.1 et Windows 3.1. ■

SCIENCE & VIE

Publié par Excelsior Publications SA
Capital social : 11 100 000 F
durée : 99 ans.
1 rue du Colonel-Pierre-Avia,
75503 Paris Cedex 15.
Tél. : 1 46 48 48 48. Fax. : 1 46 48 48 67.
Adresse télégraphique : Sienvie 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 Sarradeil.** 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). Rédacteurs en chef-adjoints : **Jean-François Robredo, Didier Dubrana, Gérard Morice,** assisté de **Monique Vogt.** Secrétaire général de la rédaction : **Norbert Régina.** Secrétaires de rédaction : **Françoise Sergent, Nadine Raguet, Agnès Marillier, Jean-Luc Glock.** Rédacteurs : **Renaud de La Taille, Pierre Rossion, Marie-Laure Moinet, Henri-Pierre Penel, Isabelle Bourdial, Thierry Pilorge, Alexandre Dorozynski, Philippe Chambon.** Conception graphique et direction artistique : **Gilles Moine.** Maquette : **Lionel Crooson, Elisabeth de Garrigues.** Service photo : **Anne Levy.** Correspondante à New York : **Sheila Kraft,** PO Box 1860, Hemlock Farms Hawley PA, 18428 Etats-Unis.

ONT COLLABORÉ À CE NUMÉRO
Antoine S. Bailly, Michel Brassinne, Germain Chambost, Catherine Chauveau, François Dagognet, Sonia Feertchak, Hélène Guillemot, Philippe Henarejos, Roman Ikonicoff, Fabrice Impériali, Eric Kalis, Hoang Kieu-An, Philippe Lambert, Laurence Nahon, Marielle Véteau, Stéphane Verdelet, Hélène Wolcke.

RELATIONS EXTÉRIEURES.
Michèle Hilling, Guylaine Brehin.

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

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

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

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

Copyright 1989 *Science & Vie.*

cyberscope

MICHEL BRASSINNE
HENRI-PIERRE PENEL

Internet : les bonnes adresses (suite)

Les bonnes adresses d'Internet, encore et toujours ! Dans la série «les portes d'accès des services les plus intéressants, et les adresses très profondément enfouies à l'intérieur de ces services», nous nous sommes cette fois-ci penchés sur les serveurs français. Cocorico ! Il y en a 467 sur les 27 000 services Web (et le nombre des services Web double tous les deux mois !). Gageons que les services en français quadrupleront...
Tous les services Web de France sont répertoriés à l'adresse suivante : (http://web.urec.fr/France/web.html), ou encore : (http://web.urec.fr./France/www_list_fr.html).
Une bonne entrée, dont nous avons exploré pour vous les méandres afin d'en extraire quelques perles rares et bien cachées...
Tout d'abord, voyons les accès directs à des sous-programmes plus profondément enfouis : (http://www.nctech.fr/NCTech/html/francais/InternetCulture.htm).
Si vous remplacez le mot "Culture" par les mots suivants, vous accéderez directement à vos centres d'intérêts, et ce, en français (n'oubliez pas la majuscule et ne laissez aucun espace entre Internet et ce mot ; ici «francais» a perdu son "ç") : Commerce, Industrie, Loisirs, Science, Nouveautés, Pratique, Passerelles. Tous ces mots doivent également être suivis par .html. A vous l'accès à tous les services en français !

Astronomie



L'adresse suivante vous comblera. Il s'agit d'un véritable voyage, en images et en informations très précises, de planète en planète (astéroïdes compris), dans tous notre système solaire, de Mercure à Pluton. A ne pas manquer...

(**http://seds.lpl.arizona.edu/billa/tnp/nineplanets.html**).

On peut y accéder par :

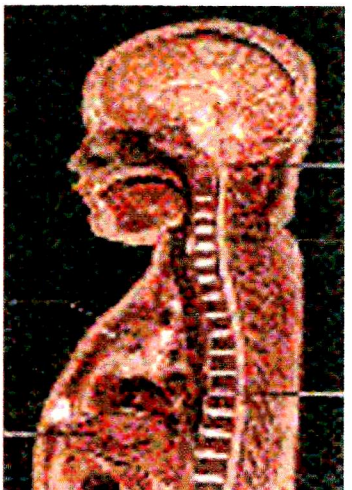
(**http://www.nasa.gov/**) , puis par de multiples contorsions dans l'arborescence !

(**http://www.obspm.fr/database/database.html**) est une base de données des connaissances en matière d'astrophysique.

Médecine

En explorant "Science", de l'université de Rennes 1, qui dispose d'un service Web très développé, nous avons découvert au sein de la section médecine la liste des «effets iatrogènes»... Doux euphémisme pour désigner les symptômes ou troubles dus à la médecine (du grec *iatros*, médecin) ; une locution à lire en clair sous la forme suivante : "effets secondaires négatifs produits par les médicaments". Médicament après médicament, vous trouvez là tous les troubles secondaires que ceux-ci provoquent et dont vous pouvez être victimes ! En voici l'adresse :

(**http://www.med.univ-rennes1.fr/adm.dir/description_ei.html**).



Comptez sur nous pour ne pas relâcher notre "iatro-surveillance" et souhaitons que ce service reste accessible au public le plus large. Qu'on se le dise...

Dans le cadre de la prévention, un excellent service de lutte contre le sida, très complet, honore le Web de sa présence :

(**http://www.ircam.fr/solidarites/sida/index.html.#frfr**).

Centres de recherches, universités et grandes écoles



Une seule adresse :

(**http://web.urec.fr/**).

"Urec", signifiant "unité réseaux CNRS". C'est tout dire...

Pour tous les passionnés de réseaux et de sécurité informatiques, d'une meilleure compréhension d'Internet et de son vocabulaire, une seule adresse également : (**RENATER**), accessible

par l'UREC ou, encore, directement par (**http://web.urec.fr/Renater**), Renater étant le réseau national des télécommunications pour la technologie, l'enseignement et la recherche.

L'un des grands plaisirs est d'y trouver des communications scientifiques avant qu'elles ne paraissent dans des revues spécialisées ou ne soient connues lors des soutenances de thèse. Evidemment très spécialisé !

Plus grand public, une manifestation annuelle à ne pas manquer : le Festival des sciences et de la technologie de la Ferté-Bernard. Si vous n'avez pu vous y rendre, du 22 au 28 mai dernier, tout n'est pas perdu : (**http://mars.sct.fr/festival.html**) vous en fournira un compte rendu fidèle.

Afin que vous puissiez poursuivre vos recherches, citons quelques-uns parmi les grands classiques des catalogues du Web.

Le catalogue des catalogues Web

● Lycos (**http://lycos.cs.cmu/edu**) est le plus complet des catalogues du Web, mais il ne faut pas compter – en France – y accéder après 11 h 00, quand les utilisateurs des Etats-Unis commencent à y entrer.

● Le CERN, à Genève (**http://cur.www.unige/meta-index.html**) concerne tous les aspects de la recherche scientifique, tant en France que sur le reste du globe.

● Rappelons l'adresse de "Yahoo", qui, malgré son accent de rodéo texan, est pourtant l'un des plus pratiques – tous azimuts : (**http://www.yahoo.com/**).

● Bien présents également, les services Web de nos confrères SVM et SVM Mac, accessibles par (**http://www.excelsior.fr/** ou (**http://www.svmmac.francenet.fr**), qui permettent d'accéder à Internet sans abonnement, ce qui autorise une exploration de qualité sans obligation d'abonnement, pour faire vos premiers pas...

Faites-nous part de vos souhaits en matière de recherche d'adresses Web (3615 SCV) ; nous explorerons pour vous la grande "toile", comme appellent le Web nos amis québecois.

Le conseil du mois

ÉVOLUTION SANS RÉVOLUTION

Avec Windows 95, les fervents de Macintosh risquent d'être a cours d'arguments pour critiquer les machines de type PC. Ce nouveau cru très attendu, qui a d'ailleurs valu quelques ennuis à Microsoft, offre aux PC la convivialité et la souplesse d'utilisation qui leur manquait. La notion de "bureau" fait maintenant partie de l'univers PC. Plus besoin, donc, de passer par une phase "d'installation", particulièrement fastidieuse, pour pouvoir, entre autre, consulter un CD Rom.

De même, Windows 95 est très orienté vers la télématique et le multimédia. Il intègre d'origine un logiciel de gestion de réseau destiné à offrir une entrée directe au Microsoft Network. Un gestionnaire d'accès Internet, particulièrement convivial, existe d'origine.

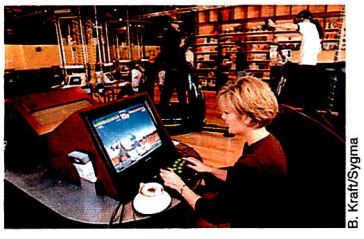
C'est sur ces points précis que s'est déchaînée la concurrence. En effet, des sociétés telles que Compuserve ou America On Line voient leur marché menacé par cette fonctionnalité. Aussi ont-elle intenté, avec le soutien d'Apple et d'IBM, un procès à Microsoft. Au départ, la mise sur le marché de Windows a même été compromise. Néanmoins, en raison du retard pris pour la constitution d'un "dossier sérieux" pour le procès, la mise en vente du logiciel a bien eu lieu le 25 août dernier aux Etats-Unis sous la forme prévue par Microsoft.

Il n'est cependant pas exclu que, en fonction du jugement rendu à l'issue du procès, une version limitée de Windows 95 vienne remplacer ce premier jet. Cela explique la flambée des ventes du logiciel, les informaticiens passionnés craignant de ne pouvoir, par la suite, disposer de l'ensemble des fonctionnalités d'origine de ce nouveau produit.

CYBERSMITH

L'«auto-école» du cyberespace

On ne parle plus que de multimédia, réseaux et autres cyberactivités. Nombreux sont donc ceux qui s'y essaient... avec plus ou moins de bonheur. Un magasin d'informatique américain du Massachusetts propose, avec Cybersmith, d'initier les novices à la navigation vers les nouveaux cybermondes. Comme le dit Marshal Smith, le fondateur de ce nouveau concept, il faut le rapprocher de celui de l'auto-école. «Nous n'apprenons pas aux "élèves" comment



B. Kraft/Sygma

fonctionnent les ordinateurs, mais comment les "conduire"». Ainsi, 48 machines permettent de s'initier aux joies du multimédia, d'apprendre à "surfer" sur Internet ou de toucher du doigt les réalités virtuelles en passant par les bases du *morphing* et les derniers jeux vidéos.

L'accès à cette nouvelle école est payant mais d'un coût modeste : la souscription est de 1 dollar pour six mois, puis le péage s'effectue "à la consommation" : 10,50 dollars, soit un peu plus de 50 F, de l'heure. Un concept à rapprocher de celui des cybercafés qui fleurissent un peu partout en France, mais dont Internet n'est plus l'unique centre d'intérêt. ■

VOICI LE TEMPS DU CYBERCOMBAT



Photos : D. Brack/Rapho

La GUERRE de demain

Le général américain William Cross examine la situation militaire telle qu'elle se présentait réellement un jour du mois de juillet dernier, au-dessus de l'Atlantique nord. Que se passerait-il si un ennemi injectait à son insu de fausses informations dans le réseau ?

Tandis que les terroristes diffusent leurs techniques meurtrières sur les réseaux, les Etats accumulent une panoplie de nouvelles "armes informatiques". Pour anéantir un pays, plutôt que de paralyser son infrastructure routière ou ferroviaire, il est devenu plus efficace de neutraliser son informatique.

PAR HENRI-PIERRE PENEL

L'informatique va-t-elle être accusée de complicité de terrorisme ? Dans le cadre de l'enquête sur les récents attentats, les policiers ont interrogé un suspect inattendu. Arrêté le 29 juillet à la frontière entre l'Italie et la Slovénie, il était en possession d'une disquette contenant des "recettes" de fabrication d'explosifs et des cours de "formation technique" destinés aux poseurs de bombes. Un véritable manuel du petit terroriste. On sait, par ailleurs, que de nombreux réseaux (dont le fameux Internet)

fournissent en toute impunité ce genre d'informations à hauts risques. Cocktail Molotov ou mine à fragmentation artisanale, les armes sont décrites en détail. Aujourd'hui, l'informatique, si présente dans notre vie quotidienne, fait peur.

On ne saurait pourtant plus s'en passer. De la machine à laver au contrôle des pistes d'aéroport, en passant par la gestion de nos comptes en banque, presque toutes nos activités dépendent du travail invisible de milliards de microprocesseurs.

Que se passerait-il si, demain, cette technologie disparaissait ou, simplement, si elle perdait les moyens de fonctionner ? Certes, diront ses détracteurs, ce serait la fin des jeux vidéo, et les bonnes vieilles machines à écrire reprendraient du service. En fait, ce serait un événement dramatique : paralyser l'informatique d'un pays revient à paralyser le pays lui-même.

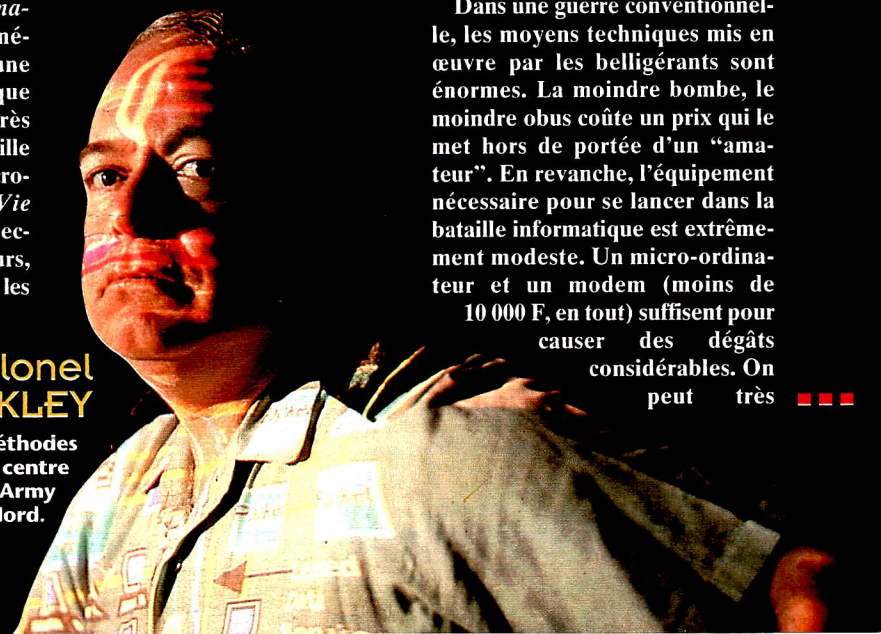
L'hypothèse du cybercombat n'est donc plus un fantasme futuriste, mais bel et bien une réalité qui préoccupe les gouvernements. Ainsi, se développe progressivement une panoplie de cyberarmes et de cyberripostes comparable à celle de la guerre conventionnelle.

L'une des premières cyberarmes repose sur l'effet EMP (*electromagnetic pulse*, flash électromagnétique). En déclenchant une impulsion électromagnétique extrêmement brève mais de très grande puissance, cette arme grille les composants internes des microprocesseurs (voir *Science & Vie* n° 925, p. 112). Les mémoires électroniques des micro-ordinateurs, mais aussi celles qui contiennent les données utilisées pour le guidage des missiles sont particulièrement sensibles. Longtemps, il a été relativement difficile d'obtenir un flash électromagnétique assez intense pour être efficace. Seule une explosion thermonucléaire libérait l'énergie suffisante. Depuis, de grands progrès de miniaturisation ont été réalisés. Il existe maintenant des dispositifs, capables de produire un flash EMP, si compacts qu'ils peuvent tenir dans une mallette. Mais, si l'arme EMP est toujours efficace dans le cas de missiles et de machines où l'informatique joue un rôle important, une parade a été trouvée pour les réseaux informatiques. Pour être efficace, ce flash à portée limitée doit toucher le "cerveau" du réseau. Donc, au lieu de constituer des réseaux informatiques contrôlés par un centre unique, on a imaginé des réseaux dits à intelligence décentralisée. On crée un maillage (c'est ainsi qu'a été conçu le réseau Internet, initialement à but militaire). Une multitude de centres sont disséminés sur l'ensemble de la zone à couvrir et des liaisons multiples les interconnectent. Du coup, il existe une multitude de chemins pour joindre deux points du réseau. De plus, des ordinateurs (les routeurs) placés à chaque maille calculent en permanence le meilleur moyen d'acheminer une communication d'un point à un autre. Si l'un des centres est atteint par une attaque EMP, les routeurs calculent automatiquement un nouvel itinéraire. C'est dans ce sens qu'on peut parler d'intelligence décentralisée. La destruction de l'un des centres n'a qu'une influence minime sur la capacité de transmission de données du réseau.

SABOTAGE FACILE

Si ces réseaux ont l'avantage de présenter une bonne résistance à l'EMP, ils ont aussi des faiblesses. D'abord, l'absence de centre superviseur rend extrêmement délicat le contrôle des informations transportées. Ensuite, des centres informatiques renfermant des informations confidentielles se trouvent directement accessibles de n'importe quel point du réseau. Certes, il existe des dispositifs de mise en sécurité, mais leur efficacité est rarement absolue. Ce manque de protection peut tenir soit à des vices de conception, soit – c'est le cas le plus fréquent – à des négligences humaines. Ces points faibles font le bonheur des pirates... qui peuvent devenir de véritables mercenaires. C'est là l'un des aspects les plus spécifiques du cybercombat.

Dans une guerre conventionnelle, les moyens techniques mis en œuvre par les belligérants sont énormes. La moindre bombe, le moindre obus coûte un prix qui le met hors de portée d'un "amateur". En revanche, l'équipement nécessaire pour se lancer dans la bataille informatique est extrêmement modeste. Un micro-ordinateur et un modem (moins de 10 000 F, en tout) suffisent pour causer des dégâts considérables. On peut très



Le colonel
MIKE TANSKLEY
conçoit les méthodes de la cyberguerre dans le centre ultra-secret de l'US Army en Virginie du Nord.

bien imaginer la démarche d'un cybermercenaire. Pour pénétrer dans un système informatique, le plus délicat est d'en forcer l'entrée. Cependant, ce n'est qu'une question de temps et d'astuce. Les services d'espionnage du pays ennemi dissimulent souvent une "taupe" au sein du centre informatique à détruire. Bien que n'intervenant pas dans l'opération, la taupe peut aider le cybermercenaire, en lui transmettant les noms des personnes officiellement autorisées à se connecter sur le centre serveur, voire en lui indiquant la fréquence de remise à jour des mots de passe ou le dispositif de cryptage.

Les méthodes de sabotage sont alors celles qu'emploient classiquement les pirates. La plus courante est l'élaboration d'un virus informatique dont la vocation est d'effacer les données mémorisées dans les ordinateurs. Le cybermercenaire choisit généralement de loger son virus, par l'intermédiaire du



réseau, sur un centre informatique puissant. Ce dernier mettra toute sa puissance de transmission à "infecter" les autres centres reliés au réseau. Une agression de ce type a déjà été perpétrée sur Internet par un pirate dont le virus était délibérément peu agressif. Il se contentait d'allonger les temps de calcul des machines infectées. Néanmoins, mis au point sur un ordinateur PC des plus banals et transmis par modem, le virus avait contaminé les principaux centres de calcul des Etats-Unis en moins de vingt heures ! L'affaire a donné à réfléchir à l'armée de terre américaine, à la Navy et à l'US Air Force, puisque, aujourd'hui, certains de leurs centres de recherches concentrent leurs efforts sur les moyens de "contaminer" les réseaux informatiques d'éventuels ennemis.

Le virus présente néanmoins un défaut majeur : il est visible dès le début de l'épidémie. L'agressé peut contre-attaquer à la moindre alerte, en déconnectant ses centres informatiques du réseau. De plus, après avoir isolé la machine infectée, on peut analyser le virus et préparer un "vaccin". Après vaccination, on réactive le réseau... jusqu'à la prochaine épidémie.

La "bombe à retardement" constitue une version plus raffinée du virus. Cette fois, l'infection passe inaperçue. Au départ, la bombe à retardement n'affecte en rien le fonctionnement des ordinateurs. Elle ne s'active qu'à la date choisie par le saboteur et cause alors des ravages identiques à ceux du virus. L'ensemble des installations informatiques sont contaminées sans qu'il soit possible de détecter l'infection. Le fait que toutes les machines "sautent" en même temps empêche leurs utilisateurs de réagir.

DES BACTÉRIES CONTRE LES "PUCES"

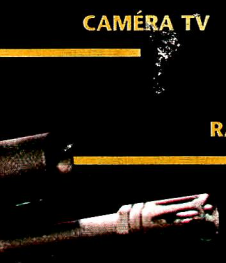
Toutes ces agressions restent dans le domaine du classique. Or la panoplie du cybercombattant comprend des armes beaucoup plus sophistiquées. Des laboratoires spécialisés dans les manipulations génétiques cherchent avec acharnement des bactéries – des vraies, bel et bien vivantes – capables de s'attaquer aux métaux, notamment au cuivre, qui est l'un des composants essentiels des ordinateurs. Sous forme d'aérosol, de telles bactéries pourraient totalement détruire des équipements informatiques en provoquant des courts-circuits ou des ruptures de liaisons électriques. On envisage même que certaines bactéries se propagent le long des câbles et pénètrent dans les centres en empruntant, elles aussi, le réseau ! Même les fibres optiques pourraient être touchées par des bactéries qui les rendraient opaques à la lumière, et donc inutilisables, en créant des multitudes de microfissures au sein du fil de silice qui compose leur âme.

Mais, si les réseaux informatiques sont une cible privilégiée, ils peuvent, à l'inverse, servir à l'offensive. Il est, par exemple, relativement simple de lancer sur le réseau des textes de propagande. Cette technique d'attaque informatico-psychologique fut employée par les forces américaines lors de leur assaut contre Haïti. La plupart des combattants haïtiens, du moins ceux qui étaient connectés à Internet, reçurent dans leur boîte aux lettres électronique (*e-mail*) des textes destinés à les faire douter de l'opportunité de leur action. Ce n'était encore que l'embryon de l'utilisation propagandiste d'un réseau. L'US Air Force, elle, dispose d'une arme secrète d'un nouveau type : un avion-cargo d'apparence anodine, mais chargé de magnétoscopes, de lecteurs de disques compacts, de magnétophones et de régies de mixage. Bref, de quoi monter une chaîne de radio ou de télévision. Le but est de capturer le réseau radio ou télé du pays attaqué, après destruction de l'émetteur principal. Et de remplacer immédiatement les émissions officielles par des informations

Une technique d'avenir sur le réseau : la propagande

La panoplie du CYBERSOLDAT

L'équipement du fantassin sera de plus en plus informatisé si l'on en juge par les études de l'US Army.



UNE LIAISON INFRAROUGE relie le fusil au casque. Elle transmet les informations nécessaires pour viser les cibles sans exposer le soldat.

"orientées", diffusées sur les mêmes fréquences et sous la même apparence. Un tel système pourrait leurrer assez longtemps la population entière d'un pays. Mais, en cas de cybercombat, les réseaux informatiques ne constituent pas le seul point sensible. Les dispositifs de guidage des missiles, des engins terrestres et même des troupes sont concernés. Autant de centres névralgiques qu'il serait particulièrement intéressant de neutraliser.

Une illustration en fut apportée à l'occasion de la guerre du Golfe. Les Irakiens utilisaient des missiles que leur avaient autrefois vendus les Occidentaux. Or, on a prétendu que les dispositifs de guidage de ces missiles avaient été sciemment altérés, dès leur fabrication, afin de les empêcher d'atteindre certaines cibles. L'hypothèse n'a pas été vérifiée mais reste plausible.

Les recherches vont également bon train dans le domaine de l'équipement. La tenue de campagne du soldat du futur n'aura plus grand-chose à voir avec celle d'aujourd'hui. Chaque homme portera un véritable centre informatique autonome. Pour garder les mains libres, il aura un casque servant à la fois de dispositif de commande à son ordinateur par reconnaissance vocale et d'unité de visualisation. Ecran-TV ou visière translucide, il pourrait s'agir de pointeurs de guidage de tir, de cartes ou d'images issues de dispositifs de vision nocturne ou infrarouge. Des images, parfaitement superposées au paysage, doteraient le soldat d'une vue perçante. Les caméras vidéo placées sur le casque donneraient à l'ordinateur les vues du paysage environnant nécessaires à ses calculs. Transmises au centre de commandement, ces images permettraient ainsi aux chefs d'être virtuellement présents sur le terrain. Un réseau informatique radio assurerait un échange permanent des informations entre le combattant et son poste de commandement. Celui-ci pourrait modifier sa stratégie, et retransmettre à chaque soldat des données instantanément mises à jour.

Des détecteurs d'odeurs pour repérer l'ennemi

Parallèlement à cette évolution de l'équipement du soldat, les dispositifs de détection des unités de corps d'armée évoluent de façon surprenante. Le plus original est probablement celui qu'étudie le MIT (Massachusetts Institute of Technology). Il met au point des détecteurs d'odeurs de la taille d'un paquet de cigarettes auxquels sont associés des marqueurs olfactifs, en fait des substances chimiques. Les détecteurs sont capables de les repérer même si elles sont en très faible quantité dans l'atmosphère. Ces marqueurs pourraient être vaporisés sur les régions que les troupes recherchées sont supposées traverser ou mélangés à des aliments. Les forces ainsi "parfumées" seraient immédiatement repérées par les détecteurs.

On voit le rôle décisif que l'informatique est appelée à jouer dans les conflits modernes. Elle constitue un enjeu aussi déterminant que l'étaient jadis les ponts, les routes et les voies ferrées. Et encore n'avons-nous évoqué que les moyens terrestres. Satellites et avions ont également leur mot à dire. ■

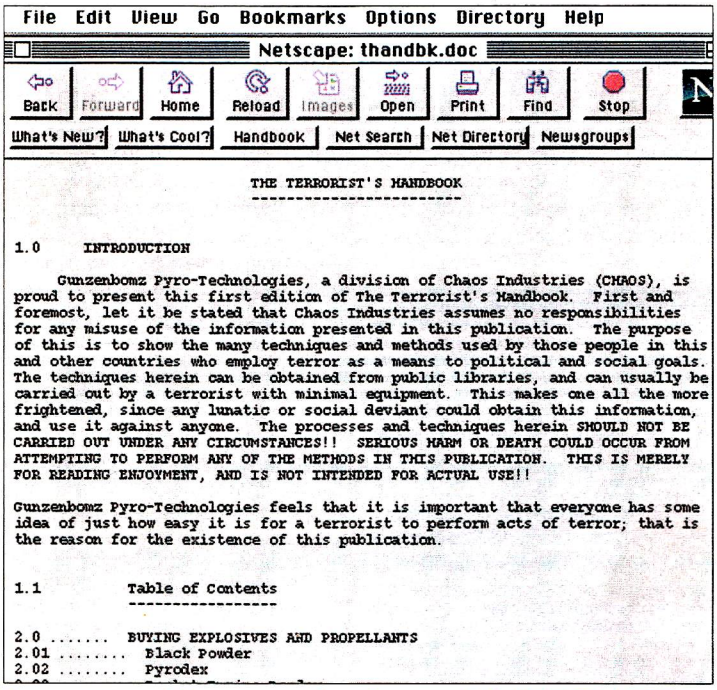


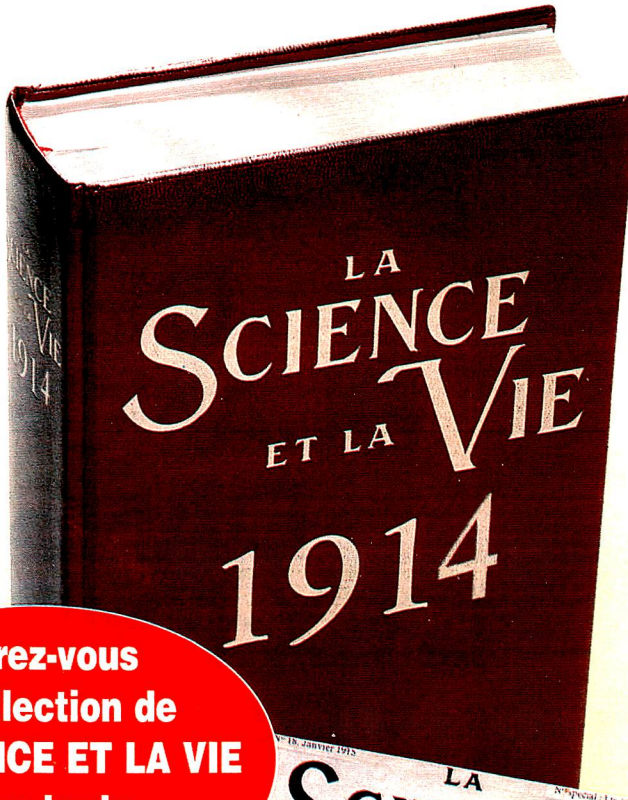
Photo X : tous droits réservés

Les recettes explosives d'INTERNET

Internet risque-t-il de susciter des vocations terroristes ? On est en droit de se poser la question à la vue des informations très spécialisées qui transitent sur ce réseau. "Petit Chimiste" du XXIe siècle, il contient des recettes qui sont censées permettre à chacun de devenir un véritable artificier. Cela va du "simple explosif" à la bombe atomique, vaste choix !

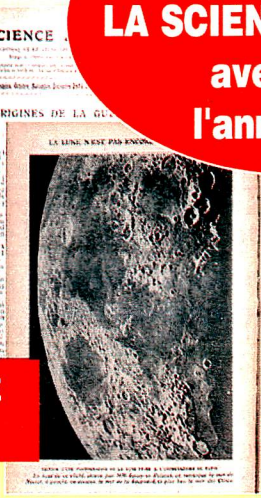
Un tirage LIMITÉ pour une réédition originale d'une valeur ILLIMITÉE...

Revivez en direct tous les événements - débats et polémiques - qui ont marqué l'année 1914. Pour vous, **SCIENCE & VIE** réédite, en tirage limité, la collection des neuf numéros de **LA SCIENCE ET LA VIE** parus en 1914. Découvrez cette période qui marque notre mémoire et celle de la France à tout jamais ; vous serez surpris par l'actualité de certains sujets !
Témoignage historique mais aussi valeur sentimentale, cette remarquable collection vous fait remonter le temps.
Alors chez vous, pour vous, réservez un emplacement de choix à ce document aussi rare qu'intelligent.
Souscrivez à la collection complète de l'année 1914 de **LA SCIENCE & LA VIE** au prix extraordinaire de **373 francs** seulement. Vous recevrez personnellement votre volume relié comprenant ces neuf numéros d'exception.



Offrez-vous la collection de LA SCIENCE ET LA VIE avec toute l'année 1914









VOLUME INTROUVABLE DANS LE COMMERCE

PHOTOS NON CONTRACTUELLES

BON DE COMMANDE

à retourner accompagné de
votre règlement sous enveloppe affranchie à Science & Vie
Service VPC - 1, rue du Colonel Pierre Avia 75503 Paris cedex 15

OUI je commande la réédition originale et limitée en un volume relié façon cuir des 9 numéros de LA SCIENCE ET LA VIE parus en 1914 au prix de **373 francs** (dont TVA à 5,5 %) + 26 francs de port soit **399 francs TTC** *

❑ Je joins mon règlement de **399 francs** à l'ordre de Science & Vie.

❑ J'ai bien noté que je recevrai le (ou les) volume (s) commandé (s), directement à mon domicile en novembre 1995.

* Prix unitaire pour la France métropolitaine.

Offre valable jusqu'à fin 95

Nom

Prénom

Adresse

Code postal **Ville**

En application de l'article L 27 de la loi du 6/01/1978, les informations ci-dessus sont indispensables au traitement de votre commande et sont exclusivement communiquées au destinataire la traitant. Elles peuvent donner lieu à l'exercice du droit d'accès et de rectification auprès d'Excelsior. Vous pouvez vous opposer à ce que vos nom et adresse soient communiqués ultérieurement.

RCS Paris B 572 134 773

SV 937

EXPLOSION DE BLANCHE DANS L'EX-EMPIRE ROUGE



Hier, la drogue existait en URSS. Mais on ne la voyait pas. Depuis la chute de l'empire soviétique, elle se développe à une vitesse foudroyante. Et à l'échelle industrielle. Une contagion qui menace directement l'Occident.

PAR SONIA FEERTCHAK

Au printemps dernier, à Och, dans le Kirghizstan, la police intercepte une voiture dont le coffre est chargé d'opium. Comme cela se fait fréquemment, les occupants du véhicule proposent aux policiers tout leur chargement plus 25 000 dollars contre leur liberté. Honnêtes, ces derniers préfèrent déférer les contrevenants devant la justice. Mais, alors qu'il venait de condamner à la réclusion un prévenu arrêté avec 10 g d'opium, le juge les relaxe. Après le procès, le policier rencontre l'un d'entre eux qui lui dit : « Tu sais que t'es c... : tu as refusé 25 000 dollars alors que le juge s'en est fait 75 000. »

Cette histoire, relatée dans la Dépêche internationale de l'OGD (Observatoire géopolitique des drogues) du mois d'octobre, reflète bien un des nouveaux visages de la CEI : chaos, corruption... et drogue.

Ce qui est particulièrement intéressant et terrible, en la matière, c'est que tous les aspects de la drogue se cumulent aujourd'hui dans l'ancien empire soviétique : de la production à la consommation en passant par la transformation et le transport. Aucun pays, à part peut-être les Etats-Unis, n'a jamais eu à affronter tous ces problèmes à la fois.

PHARMACIE ET GASTRONOMIE

Pourtant, il ne faut pas perdre de vue que le pavot et le cannabis font partie de la culture traditionnelle des pays de l'ex-Union soviétique. En tant que médicament (analgésique, tranquillisant...), le pavot a toujours été utilisé. Au Turkménistan, lors des mariages, les narcotiques font partie de la fête. Dans les cuisines russes, toutes les babouchkas vous le diront : pas de bonne pâtisserie sans graines de pavot. La plante se cultive, comme les roses ou les choux, dans les jardins.

Si donc les graines sont utilisées pour la pâtisserie, le bulbe, qu'on jetait autrefois, est aujourd'hui vidé ou séché pour faire de l'opium. Cinq à dix pieds de pavot suffisent pour produire 1 g d'opium, qui donnera deux doses, lesquelles se vendent, chacune, 30 dollars à Moscou. Par ailleurs, 10 g d'opium don-



S. Zhukov/Moscoop

Des conditions de PRODUCTION et de TRAFIC idéales

Le climat ensoleillé du Tadjikistan est propice aux cultures, et l'effondrement du système soviétique a engendré un maelström économico-politico-social devant lequel la drogue fait parfois figure de salut. Ici, la milice tadjik détruit un champ de pavot.

nent 1 g d'héroïne, dont on fera 3 doses qui se vendront chacune entre 100 et 150 dollars. En ajoutant de la paille à l'opium, on obtient la fameuse paille de pavot, drogue russe très prisée, mais seulement à l'échelle nationale.

QUAND LE PAVOT FERTILISE LES DÉSERTS

Dans les steppes de l'Asie centrale, Borodine aurait eu un choc en constatant que la culture du pavot a remplacé les déserts. Les producteurs d'opium ont remis en état de vieux karez, tunnels d'irrigation qui empêchent l'évaporation de l'eau, afin de fertiliser ces terres sur lesquelles, naguère, rien ne poussait. Aujourd'hui, l'Asie centrale fait figure d'outsider face aux Triangle d'or (Birmanie, Laos et Thaïlande) et Croissant d'or (Pakistan, Afghanistan et Iran). Il faut dire que, dans ces nouvelles républiques indépendantes, les conditions de production et de trafic de drogues sont idéales : au climat ensoleillé s'ajoute une société désorganisée pour laquelle la drogue est parfois une planche de salut.

La vallée de la Tchou, à la frontière entre le Kazakhstan et le Kirghizstan, est un lieu mythique pour les fumeurs de haschich. Là, le cannabis – sauvage – pousse sur près de 138 000 ha. Jusqu'à une époque récente, des amateurs venaient y pratiquer le "tourisme narcotique". Aujourd'hui, la vallée de la Tchou ■■■

est aux mains de véritables gangs, et les amateurs se font tuer par ces gens "sérieux" qui entendent défendre leur territoire...

En 1992, pour la première fois, les policiers saisissaient à Saint-Pétersbourg de l'héroïne et du LSD fabriqués dans l'ex-empire soviétique. Ce fait a son importance, car il a mis en lumière l'extension du phénomène de la drogue dans la CEI même. De nouveaux produits ont été découverts ; et le marché des drogues synthétiques a explosé. Jusqu'au début des années quatre-vingt-dix, une nouvelle drogue était découverte tous les cinq ou dix ans. Rien qu'en 1992, ce sont cinq nouvelles drogues synthétiques qui ont fait leur apparition. De janvier à septembre 1994, 2 105 kg de drogues en tous genres ont été saisis. C'est à Moscou et à Saint-Pétersbourg que les recherches se sont révélées les plus fructueuses et, comme d'habitude, ces capitales reflètent les "tendances" des années à venir. Depuis quelques mois, par exemple, les Moscovites connaissent les affres des champignons hallucinogènes...

L'ex-empire soviétique dispose d'une immense capacité de production des drogues de synthèses. Les chimistes russes sont certainement parmi les meilleurs du monde. Or, avec la chute du communisme, ils se sont retrouvés sans emploi. Si les Occidentaux, ont souvent évoqué l'avenir des chercheurs atomistes russes, ils ont oublié de penser aux autres savants, et notamment aux chimistes. Ainsi, ces derniers sont la proie facile des structures criminelles du tout nouveau marché des drogues synthétiques.

Quant aux laboratoires de la CEI, eux aussi trouvent leur nouveau salut dans la drogue. Grâce aux salaires modiques de leur personnel, ils devraient d'ailleurs se révéler très concurrentiels à l'échelle internationale.

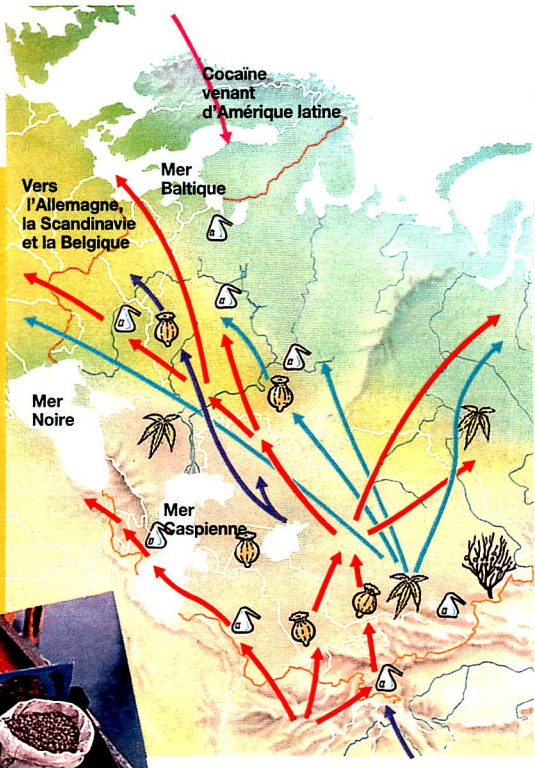
A Alma-Ata, capitale du Kazakhstan, c'est l'éphédrone qui a vu le jour, issue de l'éphédrine, elle-même extraite d'*Ephedra vulgaris*, une plante qui pousse naturellement dans la région. Depuis quelques mois, l'éphédrone suscite un véritable engouement chez les toxicomanes issus des classes moyennes. C'est une drogue excitante, qu'on fabrique donc à partir d'une plante, mais qu'on peut aussi extraire de certaines gouttes pour le nez. Dans les grandes villes, elle se trouve concurrencée par la cocaïne, qui recueille surtout l'approbation des nouveaux riches. L'éphédrine chinoise, quant à elle, a fait très rapidement de nombreux adeptes ; 1,5 million de cachets (sans doute détournés de l'industrie pharmaceutique) ont été saisis en Extrême-Orient russe en deux mois seulement.

Tout travail mérite salaire. Ce dicton n'était pas évident hier encore pour les Soviétiques du

Les chimistes russes se "reconvertissent" dans l'élaboration de nouvelles drogues

La CEI, nouvelle PLAQUE TOURNANTE de la drogue

Sous toutes ses formes et par tous les moyens de transport possibles, la drogue circule à travers la CEI. Dont les frontières, il est vrai, sont particulièrement perméables.

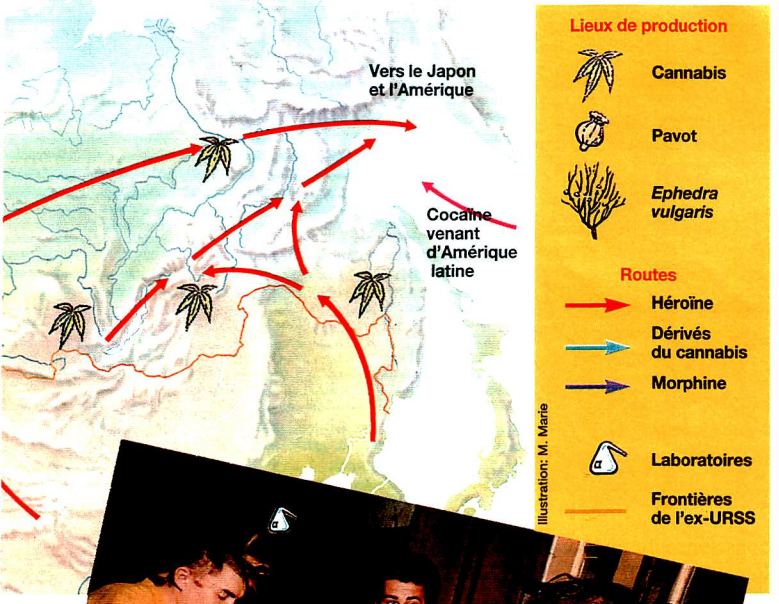




M. Garanger

PAVOT et pâtisserie

Le pavot fait partie de la culture traditionnelle de nombreux peuples de l'ex-URSS. Sur certains marchés de province, on peut trouver des graines de pavot, à côté des pommes de terre ou des champignons.





R. Wallis/Saba/Réa

Une TOXICOMANIE à deux visages

Le modèle oriental est ancien, et réglementé par des règles culturelles, tandis que le modèle occidental, plus récent, est moins contrôlable mais peut-être aussi passager.

régime communiste, mais il l'est très clairement aujourd'hui pour les peuples de la CEI. Or, si l'Etat – les Etats – n'a plus d'argent, les trafiquants, eux, n'en manquent pas. Ils se sont d'ailleurs organisés : les méfaits de la mafia russe défraient la chronique, et les armes détenues par les trafiquants ont augmenté en nombre et en calibre. Dans la Dépêche internationale de l'OGD du 27 janvier 1994, on pouvait lire que, si les policiers confisquaient auparavant couteaux et fusils de chasse, aujourd'hui, plus personne ne s'étonne de trouver un lance-roquettes dans une voiture…

La drogue circule beaucoup dans la CEI, mais il semblerait que les flux de stupéfiants à travers les différentes républiques indépendantes soient assez illogiques et inconstants. Les policiers découvrent chaque jour de nouveaux circuits, qui confirment que la CEI est devenue une gigantesque plaque de transit. Les trafiquants profitent, d'une part, du fait que l'ex-URSS s'est transformée en un colossal marché unique débouchant sur tous les continents du monde, et, d'autre part, du fait que les douanes inter-républiques ne fonctionnent pas encore réellement. Seules celles qui régissent l'entrée des Etats baltes sont efficaces (et particulièrement le poste de douane de Tcherniakhovskoie).

A l'intérieur de la CEI, les points de vente se sont multipliés : à la sortie des métros, dans les fameux kiosques (petites échoppes à capitaux privés où l'on peut trouver de tout). L'année dernière, on a également vu l'apparition des "réseaux courts" (des dealers occasionnels, souvent propriétaires de leur stock, qui font quasiment du porte à porte). A noter, enfin, depuis le printemps 1994, la prudence des transporteurs de drogue.

3 % DE CONSOMMATEURS

Le trafic s'organise réellement. Ce qui rend le travail des autorités encore plus difficile. D'autant que la police antidrogue manque d'argent, d'armes, d'hommes, de véhicules, de motivation, bref, manque de tout. Selon le MVD (département russe de lutte contre la circulation illégale des drogues), 80 % du transport de drogue se ferait par le train, le reste par la route et l'avion. Mais ces chiffres sont fondés sur des saisies et la réalité pourrait être différente : la drogue transiterait par la route, les structures organisées fournissant aux convoyeurs – armés… – tous les papiers nécessaires au passage des douanes. Par ailleurs, les douaniers se sont aperçu que la drogue circulait bien souvent par le courrier. Il faut rappeler qu'auparavant, celui-ci était "contrôlé" par le KGB. Ce n'est évidemment plus le cas. Et puis, des entreprises de courrier rapide ont vu le jour, ce qui facilite encore l'activité des trafiquants.

La drogue est, pour l'instant, le seul produit de "consommation" qui présente un cycle de vie économique similaire à ceux des produits des pays capitalistes : son prix a subi une stagnation (en valeur

constante, bien sûr, c'est-à-dire sans tenir compte de l'inflation galopante). Deux raisons sont invoquées : la concurrence d'une part, et le fait que l'offre ait rattrapé la demande d'autre part.

En 1990, l'ensemble de l'URSS comptait 1,5 million de drogués. En 1993, ce nombre s'appliquait à la seule Russie. En mai 1993, le chef de l'antidrogue russe, Alexandre Sergueïev, annonçait au moins 3 millions de narcomanes en Russie en l'an 2000. On estime aujourd'hui que 3 % de la population de la CEI est "accro" à une ou à plusieurs drogues. Quoi qu'il en soit, les médecins, les policiers, les services secrets, les administrations, les revendeurs et les drogués russes eux-mêmes s'accordent à dire que l'extension du problème de la drogue date de cinq ou six ans, et que son explosion en tant que phénomène de masse remonte à trois ans. Le lien avec l'effondrement du communisme est donc évident, mais pas forcément direct.

Trois millions de narcomanes en Russie en l'an 2000

La drogue comme produit de substitution à l'alcool est monnaie courante en ex-URSS. Quand Egor Ligatchev, à la demande de Mikhail Gorbatchev, a mené sa campagne anti-alcool au début de la Pérestroïka, il a sans le vouloir accru le nombre de toxicomanes. Mais il faut dire qu'il avait mené sa campagne "à la soviétique", autrement dit sans nuances...

Psychologiquement, l'effondrement du système soviétique a eu des répercussions importantes dans les esprits : références morales brisées, considérations politiques bouleversées ; bref, un passé qui s'effondre. Socialement, beaucoup de citoyens ont été mis au ban de la nouvelle société. Des gens ont pris conscience du phénomène des banlieues. Des réfugiés se sont retrouvés sur les routes. De plus en plus de jeunes refusent de travailler, et se tournent vers le marché noir. Tous ceux-là constituent une proie facile pour les trafiquants.



Itar-Tass

Livrée sur le MARCHÉ MONDIAL

Du port de Saint-Pétersbourg, comme de tous les autres ports ou aéroports de la CEI partent clandestinement vers le monde entier des quantités considérables de drogue. Ces Etats à la dérive ne maîtrisent aucunement une mafia rendue florissante par ce trafic.

En outre, la drogue pourvoie financièrement les guerres civiles qui déchirent les populations. Dans les républiques en guerre, l'unique moyen d'acquérir des armes réside bien souvent dans le trafic de drogue. A propos de la Tchétchénie, tristement d'actualité, Vassili Kononesco, conseiller de Boris Eltsine, a expliqué que « Groznyï (était) devenue une plaque tournante pour toutes les opérations économiques clandestines, une sorte de zone criminelle libre ».

LES HABITUDES DU GOULAG

Pour expliquer la drogue dans la CEI, il faut aussi se tourner vers le passé. D'abord, le goulag. Un Russe sur quatre aurait été emprisonné ou aurait eu un de ses proches enfermé dans un camp. Un homme sur cinq vivant à l'heure actuelle en Russie aurait connu le goulag. Or, la drogue était consommée dans ces camps afin de mieux résister aux conditions extrêmes et quand l'alcool venait à manquer. Dans l'armée aussi, les soldats touchaient à la drogue. En Afghanistan, on le sait bien, les jeunes soldats ont découvert le haschich, l'opium et l'héroïne. Idem dans les bataillons de construction (les stroïbats), où la drogue remplaçait traditionnellement l'alcool. Mais, aujourd'hui, la toxicomanie est aussi devenue un problème de la jeunesse.

On peut en imaginer les répercussions pour les Européens de l'Ouest : l'augmentation du nombre de "produits" disponibles (les chimistes russes font preuve d'une imagination débordante), une drogue à bon marché, et le renforcement des structures criminelles.

Bref, la menace est réelle. Vu l'extension et la gravité du problème de la drogue à l'Est, il faut espérer qu'enfin les pouvoirs publics réfléchiront ensemble, au niveau international, à des solutions. ■

Choisissez votre formule d'abonnement à SCIENCE & VIE

1ère FORMULE

NOUVEAU

PRELEVEMENT
Seulement 55 francs par trimestre

LES 5 AVANTAGES DE MON ABONNEMENT " LIBRE DUREE " :

1 Une formule économique

SCIENCE & VIE est livré chaque mois à mon domicile, à un prix inférieur au prix de vente en kiosque.

2 Un prix garanti

En m'abonnant, je suis préservé des augmentations de prix pendant au moins un an.

3 Un paiement échelonné

Chaque trimestre, 55 francs seulement sont automatiquement prélevés sur mon compte.

4 Je choisis la durée

A tout moment, je me réserve la liberté de résilier mon abonnement par simple lettre, et les prélèvements seront stoppés aussitôt.

5 J'en profite même en vacances

Je fais suivre mon abonnement à SCIENCE & VIE sur mon lieu de vacances, sans aucun frais supplémentaire.

2ème FORMULE

PAIEMENT UNIQUE
220 francs*
1 an - 12 numéros



OUI

je m'abonne dès aujourd'hui à SCIENCE & VIE :

1ère FORMULE

je ne paierai que 55 francs par trimestre, par prélèvement sur mon compte bancaire ou postal, et je remplis l'autorisation de prélèvement ci-contre ainsi que la grille adresse ci-dessous.

2ème FORMULE

Je remplis la grille ci-dessous accompagnée de mon règlement par chèque bancaire ou postal à l'ordre de Science & Vie

ADRESSE DE RECEPTION DE MON ABONNEMENT

NOM

PRENOM

ADRESSE

CODE POSTAL

VILLE

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

*Au lieu de 276 francs prix de vente au numéro

NE TARDEZ PAS ET REMPLISSEZ AU PLUS VITE LE BULLETIN CI-CONTRE

BULLETIN D'ABONNEMENT A SCIENCE & VIE

à retourner à SCIENCE & VIE - 1, rue du Colonel Pierre Avia - 75503 Paris Cedex 15

Autorisation de prélèvement

1 TITULAIRE DU COMPTE A DEBITER

NOM

PRENOM

ADRESSE

CODE POSTAL

VILLE

2 COMPTE A DEBITER

ÉTABLISSEMENT codes GUICHET

N° DU COMPTE CLÉ RIB

J'autorise l'établissement teneur de mon compte à prélever sur ce dernier le montant des avis de prélèvement trimestriels présentés par SCIENCE & VIE. Je vous demande de faire apparaître ces prélèvements sur mes extraits de compte habituels. Je m'adresserai directement à SCIENCE & VIE pour tout ce qui concerne le fonctionnement de mon abonnement.

Nom et adresse de l'organisme créancier
SCIENCE & VIE - 1, rue du Colonel Pierre Avia 75503 Paris Cedex 15

N° national d'émetteur : 415137

Comment bien remplir votre autorisation de prélèvement

1 : Indiquez les nom, prénom, et adresse du débiteur

2 : Indiquez les coordonnées de votre relevé d'identité bancaire ou postal

3 : Indiquez le nom et l'adresse de votre agence bancaire et joignez votre R.I.B.

3 ETABLISSEMENT TENEUR DU COMPTE A DEBITER

ETABLISSEMENT

ADRESSE

CODE POSTAL

VILLE

DATE ET SIGNATURE OBLIGATOIRES :

OFFRE VALABLE JUSQU'A FIN 1995 ET RESERVEE A LA FRANCE METROPOLITAINE

RCS PARIS B 572 134 773

OFFRE VALABLE UNIQUEMENT DANS LE CADRE D'UN PREMIER ABONNEMENT A SCIENCE & VIE

SV 937

C'EST DÉJÀ DEMAIN !

par Philippe Chambon



Des méthodes simples et peu coûteuses permettent parfois d'enrayer l'avancée du désert dans les contrées les plus menacées.

J. Schytte/Rapho

ÉCOLOGIE

LA TERRE NOURRICIÈRE EN DANGER

L'exploitation humaine a réduit de 43 % la capacité des espaces verts terrestres à produire des ressources. Selon une spécialiste de l'université de Californie, Gretchen Daily, cette dégradation correspond à une réduction de 10 % du potentiel agricole, forestier, industriel et médicinal que l'humanité pourrait puiser directement de son environnement. Si la tendance se poursuivait, cette réduction atteindrait 20 % d'ici à 2020.

Cependant, l'expert estime que 5 % du potentiel pourrait être récupérable. D'autant plus facilement que, d'après le programme environnement des Nations unies, les mesures de réhabilitation coûteraient à peine la moitié des sommes perdues à cause de la désertification. Ces mesures indispensables ne sont cependant pas la priorité des pays concernés. Gretchen Daily rappelle que la chute de plusieurs grandes civilisations est allée de pair avec la dégradation des terres.

Nucléaire : toujours plus

■ 432 centrales nucléaires sont en activité dans le monde et 48 autres étaient en construction au début de l'année. La production de ce type d'énergie devrait continuer à se développer au cours des quinze prochaines années, mais de façon plus modérée. La tendance pourrait s'inverser au-delà des années 2010.

Le téléphone interprète

Appeler vos partenaires japonais dans un anglais douteux vous met mal à l'aise ? Patience, le projet C-Star 2 de Siemens devrait être capable, dès 1999, de jouer les interprètes simultanés. Trois dispositifs sont regroupés : un système de reconnaissance vocale, un traducteur en temps réel et une unité de synthèse vocale. Après "décodage" du discours du premier intervenant, C-Star 2 le traduit puis synthétise une voix dans la seconde langue. Siemens ne précise pas si les intonations sont respectées. A vérifier pour les déclarations d'amour et les «Je t'aime» (trois fois) langoureux. H.-P. P.

BIOLOGIE

LE BLÉ À PLEINS POUMONS

Des plantes peuvent-elles fournir l'oxygène nécessaire à la survie d'un être humain ? Oui, au moins pour deux semaines. Une expérience de la Nasa vient de le démontrer. Enfermé dans une chambre hermétique, un volontaire avait pour seule source d'oxygène 30 000 petits plants de blé. Collaboration respiratoire réussie entre le cobaye humain et les graminées : il leur fournissait le CO_2, elles lui apportaient l'oxygène. Idée à suivre pour les longs voyages dans le cosmos.



Ce volontaire a respiré l'oxygène libéré par du blé pendant quinze jours. La prochaine expérience durera trois mois.

36 15 SCV

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

VIROLOGIE

Xénogreffes et virus mutants

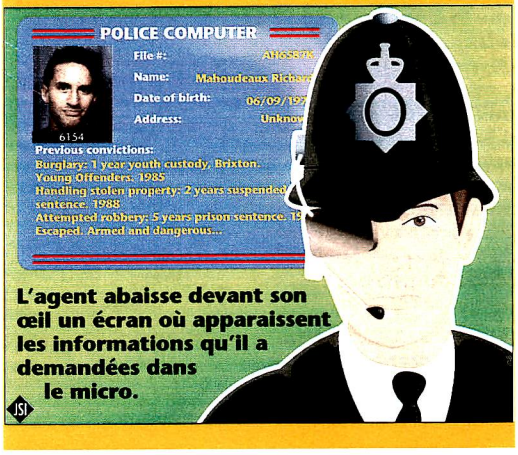
Le manque d'organes pousse la recherche médicale à développer les xénogreffes, les greffes d'organes animaux sur l'homme. Tentées aux États-Unis avec un succès mitigé, plusieurs expériences montrent cependant la faisabilité de l'entreprise. Si tout marche bien, quelque 50 000 cœurs de porcs et 40 000 reins de babouins seront greffés sur des hommes dans quelques années. Les autorités sanitaires américaines soulèvent toutefois un problème épineux : que deviendront les virus animaux lorsqu'ils seront implantés chez l'homme ? Les plus alarmistes craignent que ces virus, sous l'effet d'un environnement nouveau, n'évoluent vers des formes toxiques et ne déclenchent de graves épidémies. Les chercheurs réfléchissent à des mesures de sécurité telles que la sélection d'animaux parfaitement sains et la mise en quarantaine des xénotransplantés.

TECHNOLOGIE

BOBBIES HIGH TECH

Les bobbies, les fameux agents de police britanniques, seront équipés d'un casque *new look*. Les concepteurs du nouveau couvre-chef se sont bien gardé de toucher à sa forme traditionnelle, mais ils veulent lui adjoindre un petit écran vidéo et un système de communication qui permettra aux agents d'obtenir instantanément des informations extraites des fichiers de la police. Ce projet est encore en cours d'expérimentation.

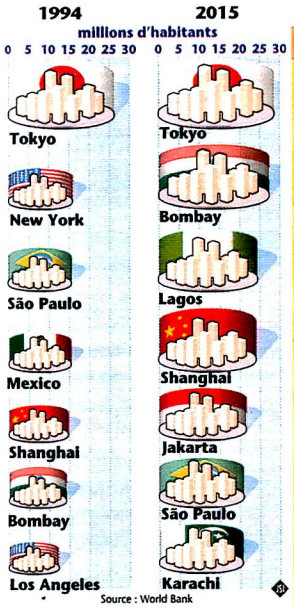
JSI



MÉDECINE

Cœur rechargeable

Le cœur artificiel n'est pas encore au point, mais cela ne saurait tarder. La technique est d'autant plus attendue que les organes à greffer sont rares. Si la pompe cardiaque et les batteries exigent encore des perfectionnements, le système de chargement des piles, lui, est déjà prêt. C'est l'œuvre d'une équipe de l'université d'Ottawa (Canada). Ces chercheurs ont fabriqué un chargeur à base d'électroaimants. Le principe est simple : un aimant implanté dans l'organisme avec la batterie produit de l'électricité quand il est stimulé par un autre aimant, extérieur, fixé sur une sangle que le patient porte autour de la poitrine. Quand les batteries faiblissent, il suffit de brancher l'appareil extérieur sur une prise de courant - un allume-cigare de voiture suffit. Le cœur se recharge à travers la peau. Testé sur l'animal pendant plus de deux ans, le chargeur de cœur artificiel s'est révélé fiable.



DÉMOGRAPHIE

L'avenir des villes

Au rythme où les villes se développent le hit-parade des mégalopoles sera bouleversé d'ici vingt ans. Si Tokyo reste la plus populeuse d'entre toutes, les villes des pays en voie de développement arriveront dans les premières.

Demain, la guerre de l'eau ?

D'après un récent rapport de la Banque mondiale, l'agriculture de 80 pays est menacée par le manque d'eau. Et la pénurie ne cesse de s'aggraver. Préconisant une meilleure gestion de l'eau et une augmentation de son prix, l'organisme estime que la communauté internationale devra dépenser quelque 3 000 milliards de francs d'ici à dix ans pour approvisionner la population mondiale. Faut-il craindre une guerre de l'eau après les crises du pétrole ?

A collaboré à cette rubrique : Henri-Pierre Penel.

SOCIÉTÉ

PUCE ANTIVIOLENCE SUR LA TÉLÉ

Un projet de loi américain prévoit d'imposer sur les téléviseurs un système de contrôle évitant la réception des émissions à caractère violent. Chaque émission devrait être accompagnée d'un signal indiquant son degré de violence, et une simple puce suffirait à détecter ce signal. En réglant la puce, les parents pourraient mettre leurs enfants à l'abri des spectacles les plus brutaux. Problèmes : la puce n'existe pas encore, les producteurs et les chaînes s'insurgent contre la réduction prévisible des recettes publicitaires et les censeurs ne savent pas s'il faudra aussi estampiller les images de guerre et les faits divers diffusés par les programmes d'informations. ■

Plusieurs études révèlent l'impact des images violentes sur les enfants.



J. Rodriguez/Rapho

Le directeur de la publication : Paul Dupuy - Dépôt légal : n° 84007 - N° de commission paritaire : 57284 du 15 décembre 1975 -
Printed in France. Photogravure et impression : Imp. Alsacienne Didier Québécor.

QUEL AVENIR POUR NOTRE TERRE ?

LE BILAN GÉOGRAPHIQUE DE

SCIENCE & VIE



L'ATLAS 96

Astronomie :
MARS
sœur de la Terre

Science
La formation de la Terre

Environnement
Les menaces sur la planète

- **Démographie :** vers la stabilisation mondiale
- **Économie :** la puissance de l'Asie
- **Découverte :** l'Amazone, le plus grand fleuve du monde

VIVEZ EN INTELLIGENCE AVEC LE MONDE



Pourquoi voir petit quand on peut voir grand ?



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

Maxi Espace 5 vraies places, un grand coffre, 3, 4 ou 5 portes, il y a toujours une NEXIA qui correspond à vos besoins. **Maxi Equipement** La NEXIA GL à 55 900 F* vous offre un maxi équipement de série : la direction assistée, radio K7 4 HP, vitres teintées, compte-tours, essuie-glace arrière (3 et 5 portes), barres de renfort latérales...

GARANTIE 3 ANS ASSISTANCE

Maxi Garantie La garantie DAEWOO, 3 ans** avec une assistance gratuite 24H/24 dans toute l'Europe (déjà plus de 500 concessionnaires DAEWOO), est assurée par un réseau en pleine expansion. **Maxi Baisse d'Assurance** Toutes les DAEWOO bénéficient d'un double avantage pour les assureurs : une protection maximale antivol classée 7 clés SRA grâce à l'anti-démarrage électronique de série et des pièces de rechange à des prix très compétitifs, avantageux en cas de réparation suite à un sinistre. Pour l'assurance aussi, DAEWOO, ça vous change la vie !

DAEWOO

ÇA VOUS CHANGE LA VIE

Pour connaître votre concessionnaire :
(1) 48 63 16 58
36.15 DAEWOO
2,23 F la minute

LABO

* Prix TTC départ (TVA 20,6 %, Malthus Plus au 1/08/95, de la NEXIA GL 3 portes.
** 3 ans ou 100 000 km à échéance du premier des deux termes échu.