SCIENCE & VIE

MENSUEL
N° 859 AVRIL 1989

PEUT-ON VOYAGER DANS LE PASSÉ?

Les avions-hélicoptères

Fégou.

M 2578 - 859 - 18,00 F
3792578018002 08590

METAL 5. NOS LECTEURS MENENT L'ENQUETE.

METAL 5 est un produit actif qui intéresse particulièrement nos lecteurs. C'est pourquoi vous nous posez régulièrement des questions sur son principe d'action et son utilisation.
Aujourd'hui, METAL 5 répond sans détour à vos principales interrogations.
Et si vous voulez en savoir encore plus, nous vous rappelons que METAL 5 a édité un livret de 16 pages couleurs avec des schémas explicatifs, des graphes et des réponses à des questions de consommateurs. Pour le recevoir, c'est très simple, envoyez le coupon-réponse ci-dessous et il vous sera adressé immédiatement.

■ Quelle est réellement l'action de Métal 5 ?
Donner au moteur le moyen de résister activement aux agressions qu'il subit dès qu'il fonctionne. Lui permettre de durer mais surtout de conserver ses qualités premières : performances, consommations réduites d'huile et de carburant.
En somme, vivre jeune plus longtemps !

■ Doit-on utiliser une huile spéciale ?
Non !
Métal 5 se sert de l'huile comme moyen de transport et n'a aucune influence sur celle-ci. Métal 5 peut s'utiliser avec tous les types d'huiles : classiques, semi-synthétiques ou 100 % synthétiques. Cette neutralité laisse à l'automobiliste toute liberté pour utiliser l'huile de son choix.

■ Métal 5 est-il un produit de "spécialiste" ?
Oui et non.
Le mode d'emploi de Métal 5 est simple puisqu'il suffit de verser le contenu entier d'un flacon dans l'huile du moteur.
Son principe d'action concerne toutes les voitures (essence ou diesel) et sa composition respecte toutes les contraintes technologiques des moteurs: extrême finesse de ses particules, métaux tendres, légèreté, résistance aux hautes températures.
Nous vous recommandons cependant de demander conseil aux 10.000 professionnels qui utilisent et distribuent Métal 5. Leur expérience sera précieuse pour vous permettre de mieux profiter de Métal 5 en fonction de votre kilométrage et de votre façon de conduire.

■ Quand doit-on commencer le traitement ?
Idéalement dès 30.000 Kms car il est souhaitable de commencer l'entretien avant que ne se manifestent les premières traces d'usure.
Néanmoins la plupart des professionnnels pensent que l'utilisation de Métal 5 est bénéfique à tout moteur normalement utilisé et dont le kilométrage se situe entre 50.000 et 150.000 Kms .
C'est un traitement de fond qu'il est souhaitable de renouveler régulièrement tous les 15.000 Kms (soit toutes les 2 vidanges). Cela veut dire une fois par an pour la plupart des automobilistes.
Alors, 30.000 ou 150.000 Kms, gardez intact votre plaisir de conduire !

■ Pourquoi Métal 5 ne dure-t-il que 15.000 Kms ?
Pour la plupart des automobilistes cette durée correspond à un traitement par an !
Métal 5 est une protection de surface qui va s'user sous l'effet des frottements; au bout d'un certain temps le moteur reviendra à son état initial. Vous pouvez alors interrompre ou poursuivre l'entretien avec Métal 5.
Un traitement par an pour être tranquille avec son moteur, ça vaut le coup, non ?

Pour en savoir plus remplissez et postez le coupon ci-dessous sous enveloppe timbrée à:
SODITEN S.A. - METAL 5 -105, rue de Billancourt
92100 Boulogne - Tél. (1) 48 25 73 73

Veuillez m'adresser, gratuitement, votre livret 16 pages Métal 5.

Nom : ..... Prénom : .....
Adresse : .....
Ville : ..... Code postal : .....
Type de voiture : ..... Kilométrage : .....

PERRIER, SOBOLE, & ASS. 80/12

SCIENCE & VIE

Publié par EXCELSIOR PUBLICATIONS S.A.
Capital social : 2 294 000 F - durée : 99 ans
5 rue de La Baume - 75415 Paris Cedex 08 - Tél. 40 74 48 48
Principaux associés : JACQUES DUPUY, YVELINE DUPUY, PAUL DUPUY

• DIRECTION, ADMINISTRATION
Président-directeur général : PAUL DUPUY
Directeur général : JEAN-PIERRE BEAUVALET
Directeur de la publication : PAUL DUPUY
Directeur financier : JACQUES BEHAR
Directeur commercial publicité : OLLIVIER HEUZE

• RÉDACTION
Rédacteur en chef : PHILIPPE COUSIN
Rédacteur en chef adjoint : GERALD MESSADIÉ
Chef des informations,
rédacteur en chef adjoint : JEAN-RENÉ GERMAIN
Rédacteur en chef adjoint : GÉRARD MORICE
Assisté de MONIQUE VOGT
Secrétaire général de rédaction : ELIAS AWAD
Secrétaires de rédaction : DOMINIQUE LAURENT, FRANÇOISE SERGENT
Rédacteurs : MICHEL EBERHARDT, RENAUD DE LA TAILLE, ALEXANDRE DOROZYNSKI, PIERRE ROSSION, JACQUES MARSAULT, PIERRE COURBIER, JACQUELINE DENIS-LEMPEREUR, MARIE-LAURE MOINET, ROGER BELLONE, JEAN-MICHEL BADER, DIDIER DUBRANA

• ILLUSTRATION
ANNE LÉVY
Photographe : MILTOS TOSCAS

• DOCUMENTATION
CATHERINE MONTARON, FATIMA HADJERASSI

• CONCEPTION GRAPHIQUE
TOTEMA, ANTONIO BELLAVITA

• MAQUETTE
CHRISTINE VAN DAELE,
LIONEL CROOSON

• CORRESPONDANTS
New York : SHEILA KRAFT, 115 East 9 Street - NY 10003 - USA
Londres : LOUIS BLONCOURT, 16, Marlborough Crescent London W4, 1 HF
Tokyo : LIONEL DERSOT - Sun Height 205
2-14-1 Sakuragaoka
Setagaya-Ku - Tokyo 156

• SERVICES COMMERCIAUX
Marketing - Développement : ROGER GOLDBERGER
Abonnements : SUSAN TROMEUR
Vente au numéro : JEAN-CHARLES GUERAULT
Assisté de : MARIE CRIBIER
téléphone vert : 05 43 42 08 réservé aux dépositaires
Belgique : A.M.P. 1 rue de la Petite-Isle 10.70 Bruxelles

• RELATIONS EXTÉRIEURES
MICHÈLE HILLING
Assistée de : CAPUCINE THÉVENOUX

• PUBLICITÉ
EXCELSIOR PUBLICITÉ INTERDECO
27 rue de Berri - 75008 Paris - Tél. (1) 45 62 22 22
Directeur de la publicité : PHILIPPE TURCAN
Chef de publicité : FREDERIC PAPIN

Adresse télégraphique : SIENVIE PARIS
Numéro de commission paritaire : 57284

• À NOS LECTEURS
Courrier et renseignements : MONIQUE VOGT

À NOS ABONNÉS

Pour toute correspondance relative à votre abonnement, envoyez-nous l'étiquette collée sur votre dernier envoi. Changements d'adresse : veuillez joindre à votre correspondance 2,20 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.

OJD DIFFUSION-PUBLICITÉ 1987

BVP

LES MANUSCRITS NON INSÉRÉS NE SONT PAS RENDUS

COPYRIGHT 1987 SCIENCE & VIE

ABONNEZ-VOUS A SCIENCE & VIE

ÉTRANGER :

BELGIQUE 1 an simple **1430 FB** - 1 an couplé **1910 FB**
EXCELSIOR PUBLICATIONS - B.P. N° 20 IXELLES 6 - 1060 BRUXELLES

CANADA 1 an simple **40 $ Can** - 1 an couplé **55 $ Can**
PERIODICA Inc. C.P. 444, Outremont, P.O. CANADA H2V 4R6

SUISSE 1 an simple **57 FS** - 1 an couplé **80 FS**
NAVILLE ET, CIE. 5-7, rue Levrier, 1211 GENEVE 1.

USA 1 an couplé **70 $**
International Messengers Inc. P.O. Box 60326 Houston - Texas 77209

AUTRES PAYS 1 an simple **271 F** - 1 an couple **341 F.**

Commande à adresser directement à SCIENCE & VIE.
Recommandé et par avion nous consulter.

1 AN - 12 Numéros
198 F 2 ans : 376 F

1 AN - 12 Numéros
+ 4 Hors Série
258 F 2 ans : 490 F

BULLETIN D'ABONNEMENT

A découper ou recopier et adresser paiement joint, à SCIENCE & VIE 5, rue de La Baume 75008 PARIS

• Veuillez m'abonner pour :

☐ 1 an ☐ 1 an + hors série
☐ 2 ans ☐ 2 ans + hors série

Nom.....
Prénom.....
Adresse.....
.....

Code postal.....
Ville.....
Pays.....
Profession.....
(facultatif)

• Ci-joint mon règlement de.....F par chèque ou mandat-lettre à l'ordre de Science & Vie-Bred.
Etranger : mandat international ou chèque compensable à Paris.

SV 859

La déforestation des zones tropicales stérilise les sols et provoque des changements climatiques régionaux, voire mondiaux. De là à ce que l'Asie et l'Amazonie se décharnent comme ce paysage d'Afrique...
p. 34

En Angleterre, le "syndrome" des salmonelloses a fait tomber un ministre qui avait sottement déclassé des millions d'œufs sains. Quelle est la situation en France ?
p. 108

SOMMAIRE

SAVOIR

Forum 8

Le voyage dans le passé est-il possible ?
Jean-François Robredo 20

Les gènes à remonter le temps
Alexandre Dorozynski 28

L'héritage du Père l'Oie
Alexandre Dorozynski 30

Le crime suicidaire des mange-forêt
Didier Dubrana 34

Les architectes ont oublié les hirondelles
Marc Mennessier 40

Les envahisseurs génétiques
Eric Joly 45

L'US Navy recrute des mammifères marins
Georges Dupont 48

Une chimère inattendue : le blé-maïs
Isabelle Bourdial 50

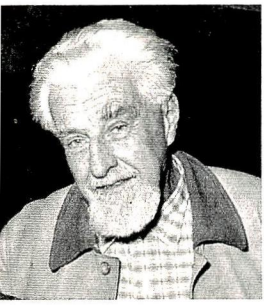
Diabète : les traîtres rappelés à l'ordre
Pierre Rossion 55

Un piège mortel contre les tumeurs cancéreuses
Marie-Françoise Lantiéri 60

Sida : un traitement prometteur
Christine Lefèvre 64

Une fontaine de jouvence dans le cerveau
Jean Ferrara 68

Echos de la recherche
Dirigés par Gerald Messadié 73



Le père de l'éthologie, K. Lorenz, vient de mourir. Encensée par les uns, vilipendée par les autres, le bilan d'une œuvre controversée.
p. 30

POUVOIR

L'avion à décollage vertical
Germain Chambost 80

Les lanceurs du XXIe siècle
Stéphane Chenard 86

Un planétarium dans votre immeuble
Yves Delaye 94

La suspension automatique
Luc Augier 97

Echos de l'industrie
Dirigés par Gérard Morice 101

Des marchés à saisir 106

Sur la Citroën XM, une suspension révolutionnaire "renifle" la route et s'y adapte instantanément.
p. 97

Partout où l'homme allait, elles allaient, accrochant leurs nids aux aspérités des maisons. Mais comment s'agripper aux façades lisses des immeubles modernes ! Les architectes n'aimeraient-ils pas les hirondelles ? p. 40

I R E

UTILISER

Mangez plutôt des œufs bruns
Marie-Laure Moinet **108**

Comment capter les programmes de TDF-1 et d'Astra
Laurent Douek **116**

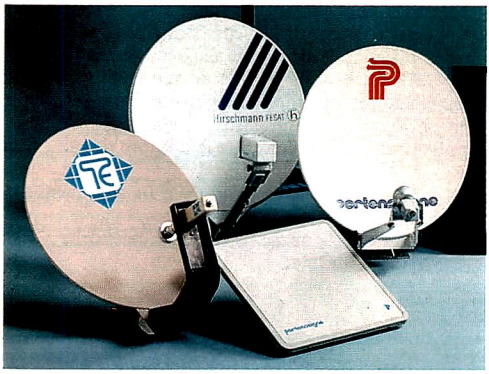
Comment bat le cœur d'une montre à quartz
Renaud de La Taille **122**

Le téléspectateur télésurveillé
Henri-Pierre Penel **126**

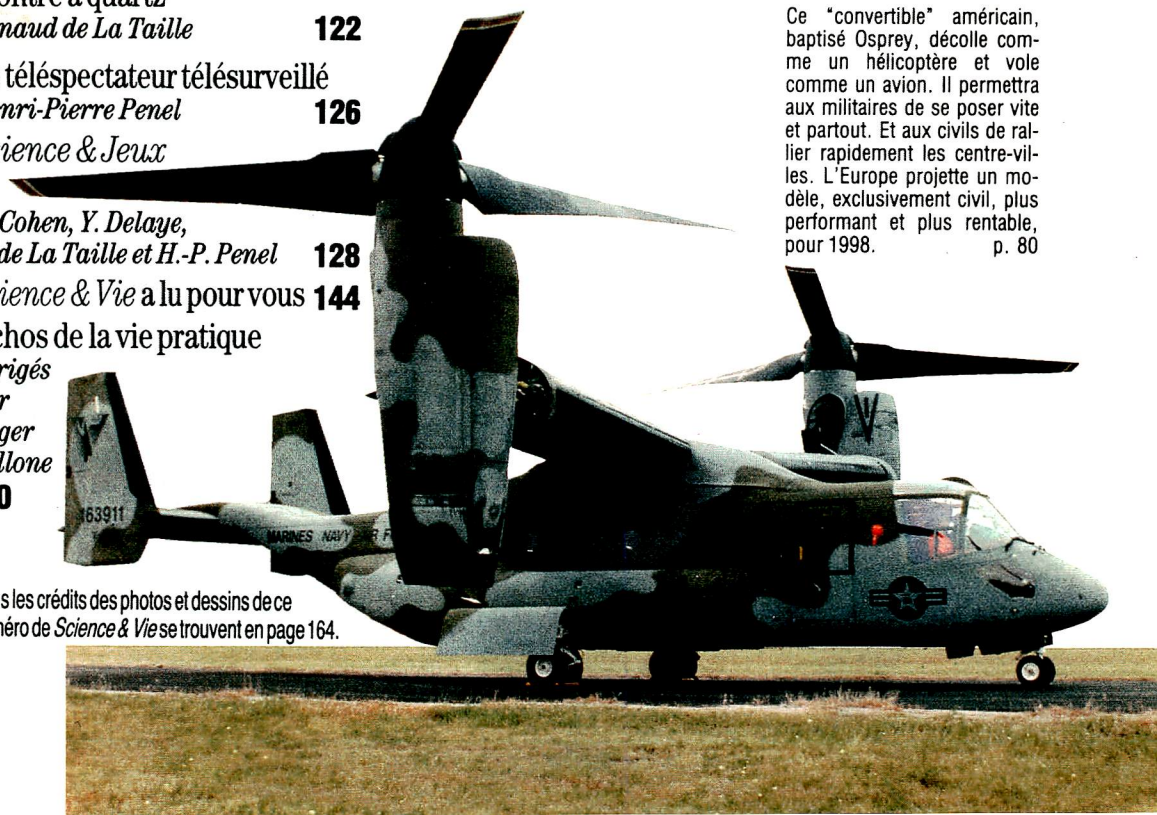
Science & Jeux
G. Cohen, Y. Delaye, R. de La Taille et H.-P. Penel **128**

Science & Vie a lu pour vous **144**

Echos de la vie pratique
Dirigés par Roger Bellone **150**



Emissions satellites, via Astra, c'est parti ! Bientôt, c'est le satellite TDF-1 qui enverra les siennes. Tout pour les recevoir et les enregistrer dans les conditions optimales. p. 116



Ce "convertible" américain, baptisé Osprey, décolle comme un hélicoptère et vole comme un avion. Il permettra aux militaires de se poser vite et partout. Et aux civils de rallier rapidement les centre-villes. L'Europe projette un modèle, exclusivement civil, plus performant et plus rentable, pour 1998. p. 80

Tous les crédits des photos et dessins de ce numéro de *Science & Vie* se trouvent en page 164.

PRO-HITRON : le destructeur d'insectes

A l'intérieur comme à l'extérieur, le destructeur d'insectes PRO-HITRON vous débarrasse efficacement des moustiques, guêpes, mouches et autres insectes volants.
La lumière attire, la grille foudroie.
Utilisée par de nombreux professionnels pour protéger leur environnement (poissonnerie, boucherie, etc...) il est parfaitement adapté à un usage domestique. A placer dans tous les endroits où vous redoutez la présence de ces indésirables : dans votre chambre, celle des enfants, dans la cuisine, sur votre terrasse, dans votre jardin. Le destructeur PRO-HITRON est équipé **d'un double tube actinique de 10 watts** diffusant une lumière ultra-violette puissante qui attire irrésistiblement les insectes volants vers la grille métallique entourant l'appareil. Ils sont alors instantanément détruits.
Sain et propre, il ne dégage aucune odeur et n'utilise pas de produits chimiques. Les insectes morts sont récupérés dans le fond amovible.
- Grille intérieure à haut voltage mais à bas ampérage (aucun danger pour l'homme).
- Fusible de sécurité, dim.: 30 cm de hauteur, alim.: 220 volts (consommation dérisoire).

249 F

395 F

NOUVEAU : Balisez votre jardin sans dépenser un centime d'électricité

Tout nouveau en France, la WALKLITE équipe déjà un grand nombre de jardins aux Etats-Unis. Pourquoi, en effet, dépenser de l'argent en électricité alors que vous pouvez capter l'énergie solaire le jour et l'utiliser **gratuitement la nuit ?**
Disposez-les le long d'une allée, autour d'un massif de fleurs..., elles stockeront l'énergie solaire le jour et se déclencheront automatiquement à la tombée de la nuit.
Vous les installez sans aucun problème, pas de fil à brancher, pas de raccordement à faire : plantez le pied et la WALKLITE fonctionne de suite.
Nouveau, économique, facile à installer, profitez vous aussi des dernières innovations techniques.

Pour commander par téléphone, avec votre Carte Bancaire (C.B.), appelez le 16.(1).47.30.44.55 + de 8 à 20 h du lundi au samedi inclus

Bon de Commande

à retourner à : **SEDAO**
37-39 rue des Grands Champs - 75980 PARIS CEDEX 20

Nom ..... Prénom .....
N° ..... Rue .....
.....
C.P ..... Ville .....
Téléphone .....

Qte	Code	DESIGNATION		Montant
	001508	MONTRE PULSION	495 F. TTC	
	001501	MEGAFREEZE ®	1490 F. TTC	
	001521	PRO-HITRON	249 F. TTC	
	001184	WALKLITE	395 F. TTC	
		Participation aux frais de colisage		*+ 19 F*
76KC08		TOTAL TTC		

LIVRAISON GRATUITE : • Délai de livraison 15 jours maximum • Facture fournie pour toute commande • Tous nos produits sont garantis 1 AN • France metropolitaine uniquement

Que je règle : ☐ COMPTANT par chèque bancaire/postal à l'ordre de **SEDAO**
par carte bleue n° ..... Date de validité : .....
☐ CREDIT GRATUIT pour toute commande supérieure à 500 F. je joins 200 F à la commande et je m'engage à payer le solde en 3 mensualités égales

SEDAO la sélection

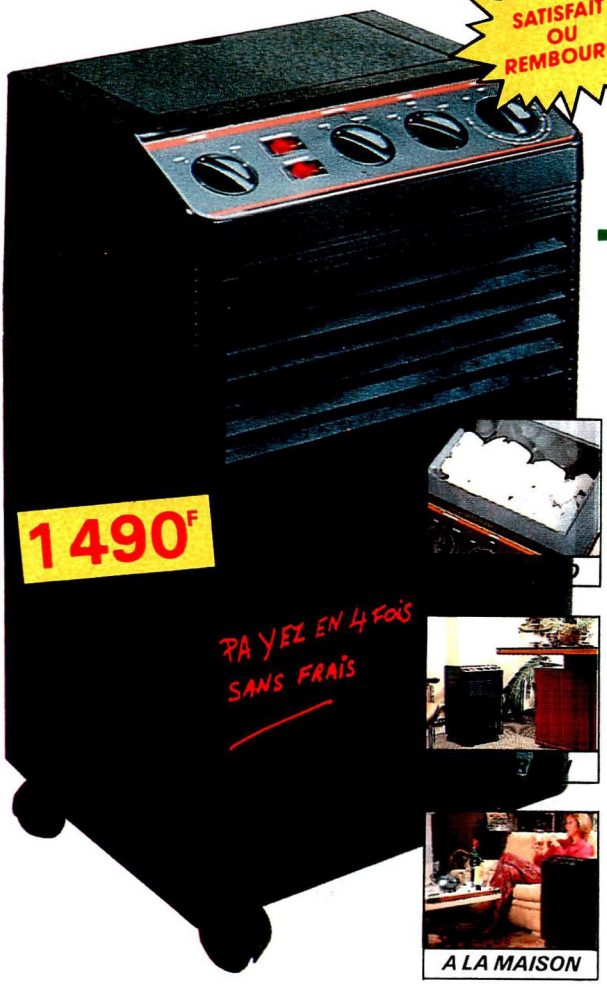
CENTRALE D'ACHATS

LA MONTRE PULSION

Cette nouvelle merveille de l'électronique est destinée tout particulièrement aux sportifs soucieux de contrôler leur forme et d'éviter tous forme et d'éviter tous risques d'accident cardiaque.
La MONTRE PULSION permet de surveiller instantanément les **variations de votre rythme cardiaque** pendant un jogging ou une partie de tennis par exemple : une simple pression vous indique le nombre de pulsations minute.
Etanche à 30 mètres, elle est équipée d'un mécanisme de haute précision à Quartz.
- Chronomètre multi-fonctions, dateur, calendrier, double système d'alarme.

495F

SATISFAIT OU REMBOURSÉ



Le MEGAFREEZE ®
un confort nouveau

Après avoir gagné le marché japonais le MEGAFREEZE arrive en France et va vous faire découvrir un confort nouveau.
Il combine les fonctions de **4 appareils en 1 seul :**
- Ventilateur. Rafraîchisseur ou refroidissement si vous ajoutez de la glace dans son bac à froid.
- Humidificateur et Chauffage. MEGAFREEZE contrairement à un climatiseur traditionnel peut fonctionner fenêtre ouverte. Aucune installation nécessaire, une simple prise de courant suffit.
MEGAFREEZE vous sert toute l'année, quelle que soit la température extérieure. Il vous assure une ambiance intérieure agréable et constante. L'été, il aspire l'air chaud et le refroidit au travers de son filtre, ses performances sont optimisées grâce à son **bac à froid** conçu pour recevoir un apport de glace. L'hiver, il chauffe (1 200 watts) rapidement, efficacement et son humidificateur vous assure une chaleur saine.

Caractéristiques :

• Fonctionnement silencieux • refroidissement d'air jusqu'à 5 degrés • programmation de fonctionnement intégrée : 8 heures • ventilation 3 vitesses (250 m³/H -300 m³/H - 350 m³/H) • système automatique d'oscillation des volets assurant une répartition homogène de l'air traité • niveau d'eau visible, • capacité des réservoirs : 6 litres
• dimensions : 62 x 37 x 30 cm. Poids : 8,5 kg
• 4 roulettes pivotantes pour faciliter les déplacements d'une pièce à l'autre • équipé d'un bac à froid à remplir avec de la glace du réfrigérateur ou du congélateur.

RSCG

CITROËN

CITROËN préfère TOTAL

RESPIREZ ! VOICI LA SÉRIE SPÉCIALE AX TONIC. SON MOTEUR 1124 CM³, C'EST UN SACRÉ POUMON, AVEC LUI ON NE VOIT PLUS PASSER LES KILOMÈTRES. INSPIREZ ! ELLE NE MANQUE PAS D'AIR L'AX TONIC AVEC SA PEINTURE NOIRE VERNIE, BLANC MEIJE OU ROUGE FURIO, SES BOUCLIERS ET CALANDRE DE TEINTES ASSORTIES... DÉTENDEZ-VOUS ! SIÈGES AVANT AVEC APPUIS-TÊTE, INTÉRIEUR NOIR REHAUSSÉ DE ROUGE, MOQUETTE NOIRE, PRÉÉQUIPEMENT RADIO, VOLANT SPORT... SOUFFLEZ ! L'AX TONIC NE COÛTE QUE 49 960 F*.

* PRIX MÉTROPOLE AU 23/03/89 EN VERSION 3 PORTES.

RELATIONS CLIENTÈLE 05.05.24.24 (APPEL GRATUIT) OU MINITEL 3615 CITROËN.

CONSOMMATIONS CONVENTIONNELLES EN LITRES AUX 100 KM : 3,9 L À 90 KM/H, 5,6 L À 120 KM/H, 5,7 L EN PARCOURS URBAIN.

FORUM

La leçon de charabia illustrée

Professeur de psychologie au collège Edouard Montpetit, à Longueil, Canada, M. P. H., nous écrit, au sujet de notre article "Pâley-vô mandarin ?" : *« Des recherches expérimentales ont été effectuées aux Etats-Unis sur l'utilisation du discours pour mythifier autrui. J'en connais trois qui sont probablement inconnues en France. (...) Paradoxalement, l'ensemble du texte utilise le même langage mandarinal qu'il dénonce. En effet, il s'adressait initialement à des philosophes dans un cadre universitaire. »* Fort aimablement, notre correspondant nous en adresse copie.

Ces textes nous paraissent avoir une immense valeur révélatrice ; en effet, ils démontrent tous qu'il est facile de duper le public : il suffit d'être illisible.

Témoin la recherche suivante : « (...) Vers la fin des années soixante-dix, J. Scott Armstrong, professeur de marketing, voulait vérifier si une telle duperie (celle qui consiste donc à épater un public à l'aide de propos abusifs, d'illogismes, d'affirmations contradictoires et de néologismes nappés d'une sauce pédante) était possible par écrit. Armstrong demanda d'abord à vingt professeurs en administration d'évaluer le prestige académique de dix revues d'administration. Ces revues possédaient différents degrés de lisibilité, établis d'après le bien connu *Flesch Reading Ease Test.* Comme vous vous en doutez, la revue la plus valorisée était la plus difficile à lire ; la revue la moins valorisée était la plus facile à lire. »

Armstrong se demanda donc si les revues les plus valorisées ne l'étaient pas parce qu'elles utilisaient quand même des notions plus complexes, donc supérieures. Il testa cette éventualité « en choisissant des extraits dans des revues d'administration, puis en les récrivant pour les rendre plus lisibles sans en changer le contenu. Armstrong élimina les mots superflus, il remplaça les mots difficiles par des mots faciles et il sectionna les longues phrases en plusieurs phrases courtes ».

Une phrase se lisait originellement : « Ce document conclut que, pour accroître la probabilité de garder un client en file, le fournisseur de service devrait entreprendre d'altérer l'estimé subjectif initial du client au sujet du temps de service moyen, afin de lui donner l'impression qu'il est restreint, ou entreprendre de convaincre le client que la valeur temporelle du service à obtenir est importante. »

Le même texte, récrit, devenait : « Vous pouvez plus facilement garder un client dans une file si vous pouvez le persuader qu'il n'aura pas à attendre longtemps ou qu'il obtiendra suffisamment d'avantages pour son attente. »

Armstrong traita ainsi quatre extraits de plusieurs pages. Pour chaque extrait, il disposait d'une version facile et d'une version difficile à lire.

Il demanda à un autre groupe de trente-deux professeurs en administration d'évaluer sur une échelle allant de un à sept « la compétence de la recherche présentée. Les professeurs ne connaissaient pas les noms des revues et des auteurs. A nouveau, les professeurs valorisèrent les versions difficiles par rapport aux versions faciles ».

Autant dire — et c'est nous qui le disons — que les professeurs encouragent l'usage du charabia. A quoi tient ce comportement pseudo-aristocratique ? C'est que, poursuit le rapport américain, « en complexifiant, en "herméneutisant" une communication, nous la rendons plus difficilement falsifiable et nous augmentons sont pouvoir de mythification ».

En quoi, là encore, nous ne sommes pas d'accord, car il est plus facile de faire un texte pseudo-scientifique en sabir que de l'écrire clairement. Un texte clair demande un effort de la part du rédacteur — qui, en plus, ne pourra s'en acquitter que s'il maîtrise parfaitement son sujet, alors qu'on noie plus facilement dans le charabia une ignorance partielle, voire totale — et son contenu est beaucoup plus rapidement vérifiable. Mais enfin, c'est un long débat que nous abrégerons ici.

Il nous rappelle en tous cas le conseil que Paul Souday, directeur du *Temps*, avant la guerre, donnait à ses rédacteurs : « Faites emm... ! » Ça faisait sérieux...

Une charge plate, et non creuse

« Je puis vous apporter des précisions non classifiées sur la charge qu'on voit parfaitement sur la photographie du mini-chasseur de chars », nous écit l'Ingénieur général P. N., de Paris. *« Ce n'est pas une charge creuse, mais une charge plate, qui met en œuvre l'effet Schardin. Cet effet a été découvert par le Pr Schardin, alors qu'il dirigeait le laboratoire de balistique de la Luftwaffe, à Berlin-Gatow pendant la dernière guerre, laboratoire transféré à St Louis, faubourg français de Bâle, en 1945, et devenu depuis le Laboratoire de recherche franco-allemande de St Louis.*

» Alors que, dans la charge creuse, le revêtement conique ou hémisphérique se retourne comme un doigt de gant pour former un jet étroit de plusieurs centimètres de long, l'assiette de la charge plate se replie sur elle-même pour former une sorte de boulet qui reste efficace sur des distances beaucoup plus grandes que le jet d'une charge creuse. C'est ce boulet que les Américains, qui croient en être les inventeurs, appellent "slug" ou "self-forging fragment" ;

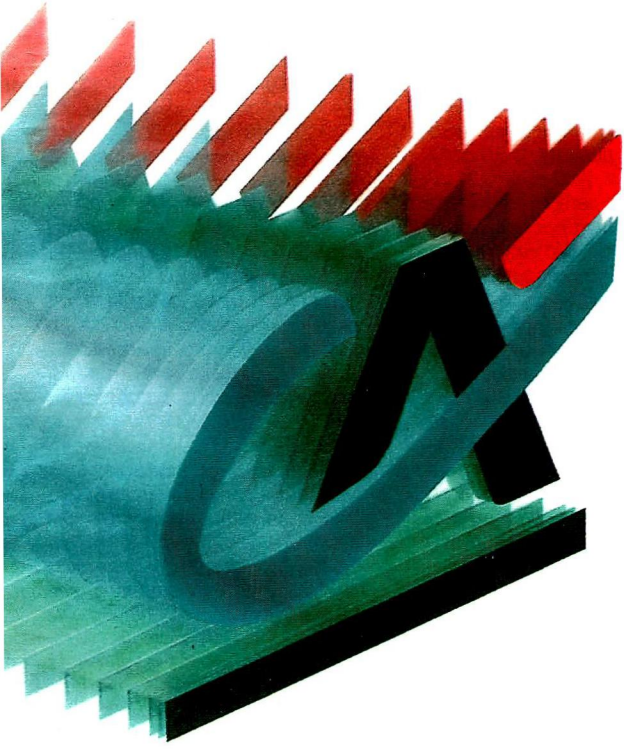
(suite du texte page 10)

Au Crédit Agricole, anticiper est notre force.

C'est notre 6e sens.

Anticiper les évolutions techniques et financières,
anticiper les nouveaux modes de vie,
anticiper le monde de demain,
c'est prendre de l'avance, c'est avoir la capacité d'imaginer.
Etre la banque de l'agriculture, riche du bon sens, et devenir le premier groupe financier européen*;
construire l'avenir, faciliter l'accession à la propriété, et conforter sa place de premier financier de l'immobilier pour les particuliers ;
écouter les turbulences du monde, entendre les mouvements de la Bourse, et accéder au titre de premier gestionnaire de SICAV ;
se diversifier dans l'assurance, créer Prédica, filiale spécialisée, et se classer parmi l'une des premières compagnies d'assurance-vie françaises ;
s'investir dans l'ingénierie financière, gérer 14 introductions en bourse dans l'année, et s'inscrire au premier rang des intervenants sur les marchés financiers,
c'est avoir la capacité d'anticiper, c'est devancer pour gagner !
Mais gagner, pour le Crédit Agricole, c'est avant tout gagner votre confiance ;
en assurant à tous nos clients le meilleur service, en les faisant bénéficier par un réseau de 10 000 agences, de la compétence de nos 15 000 conseillers, nous gagnons chaque jour leur fidélité.
C'est là que réside notre réussite, celle du leader incontesté des métiers de l'argent.

* en bilan consolidé.



CRÉDIT AGRICOLE

Le bon sens en action

cette dernière désignation est incorrecte, puisqu'il ne s'agit pas d'un éclat, mais de l'assiette tout entière, transformée en fragment. Les charges plates sont également utilisées dans des mines et dans certains types d'armes anti-chars qui survolent leur objectif pour en attaquer le toit. »

Correctif

Sous le titre "Une université inconnue du Rectorat de Paris", nous indiquions dans notre Forum de février que l'"université agréée" de Bordeaux, dont se réclamait la notice publicitaire d'une invention, était inconnue de ce rectorat. Il s'agit d'un malentendu qui n'est pas de notre fait : en Belgique, les universités d'Etat sont appelées "agréées" ; l'université en question existe bien et c'est celle de Bordeaux III. D'où la réponse négative qui nous a été faite et par le rectorat de Bordeaux et par celui de Paris. L'invention, elle, est bien ce que nous disions en supposer : elle consiste à inclure, dans des objets, un cristal de quartz qui vibre sur une fréquence donnée, qui constitue, en quelque sorte, sa signature. Elle permet de repérer et d'identifier des objets volés, puis retrouvés, mais dont l'appartenance peut être contestée. Elle permet également d'archiver des objets selon leurs signatures électroniques. Cette astucieuse invention, appelée Micro-Trace (26-28 bd Général Wahis, Bruxelles B 1030), est le fruit de la collaboration entre l'université de Bordeaux et l'industrie privée. L'auteur en est le Pr Scharer.

De nombreux lecteurs nous font l'honneur de nous poser des questions sur des problèmes fondamentaux de la science. Les réponses exigeraient de véritables articles pour offrir quelque intérêt. En d'autres termes, elles mobiliseraient un journaliste par lecteur pendant plusieurs jours. Tout en appréciant la confiance qui nous est ainsi témoignée, nous sommes contraints de ne répondre qu'aux lettres concernant des articles publiés. Nous voulons espérer que nos lecteurs comprendront notre impossibilité de les satisfaire.

L'énigme des tranquillisants

C'est avec plaisir que nous reproduisons dans son intégralité la lettre du Dr M.-F., de Valmont, bien que nous ne souscrivions évidemment pas à toutes ses critiques.

« Je suis un fidèle lecteur de votre revue Science & Vie. J'aime la diversité et l'esprit d'objectivité de votre revue.

» J'ai lu l'article de Mme Jacqueline Denis-Lempereur dans votre n° 856 du mois de janvier 1989. Il est facile de faire un article sur les benzodiazépines, d'en présenter le mode d'action, de citer les laboratoires qui les commercialisent et de donner en les noircissant quelque peu les inconvénients de ces molécules. Cet article est une caricature, et de la molécule, et du médecin. Il serait plus intéressant de se demander pourquoi les Français ont eu besoin de trois milliards de doses l'an dernier.

» Je suis généraliste depuis trente ans. J'ai eu le temps de réfléchir, aussi bien aux problèmes des benzodiazépines et de leurs inconvénients, qu'aux demandes diverses des gens qui franchissent notre seuil. Le cabinet de consultation est un confessionnal où, pour 85 F ou même pour rien, quiconque peut venir exprimer ses plaintes et ses difficultés, sachant qu'il a devant lui une des seules personnes dans le monde d'aujourd'hui qui prendra le temps de l'écouter et auprès de qui il pourra trouver un réconfort chaleureux. Le médecin est le meilleur témoin de son époque. Les presbytères sont vides, le ciel aussi. A qui confier ses misères, ses soucis, raconter ses difficultés dans la vie, sa peur de mourir sinon au médecin de son village dont la porte est toujours ouverte et l'oreille toujours attentive. C'est plus qu'une médecine lente que nous pratiquons, nous sommes le personnage toujours présent, jour et nuit, toujours disponible et dont le rôle dans la cité est si discret, si méconnu, qu'il passe inaperçu.

» Il y a des indications et un bon usage des benzodiazépines. Nous les connaissons. Nous savons souvent reconnaître une dépression, apprécier sa durée, ses rechutes ou son passage à la chronicité. Nous savons qu'avec ce traitement nous donnerons un meilleur confort de vie au malade et que nous éviterons un certain pourcentage de suicides. Les inconvénients de ces molécules s'effacent devant le résultat. Et nous savons que là s'arrête l'emploi raisonnable des benzodiazépines.

» Mais c'est un mauvais procès que d'accuser le médecin de faire un usage abusif de ces produits. Car le mal vivre de notre société est immense. Je me demande comment vivrait notre société si elle n'avait pas ses drogues : la bagnole, la télé, le tabac, l'alcool, le tiercé, le loto et les tranquillisants. Quel est le plus nocif ? Car on peut aborder l'étude de notre société au moyen de n'importe laquelle de ces drogues. Comment l'histoire se souviendra-t-elle de notre époque ? Sera-ce l'époque de l'accident de la route ou celle des accidents des benzodiazépines ?

» Pourtant nous avons mauvaise conscience quand nous prescrivons abusivement cette drogue. Non pas à cause des effets secondaires induits qui ont été exagérés dans votre article. Mais nous nous demandons si nous avons le droit d'aider les gens à accepter des situations contre lesquelles ils devraient normalement se révolter ou qu'ils devraient avoir le courage d'accepter. Avons-nous le droit de gommer les problèmes de société au moyen d'une drogue ?

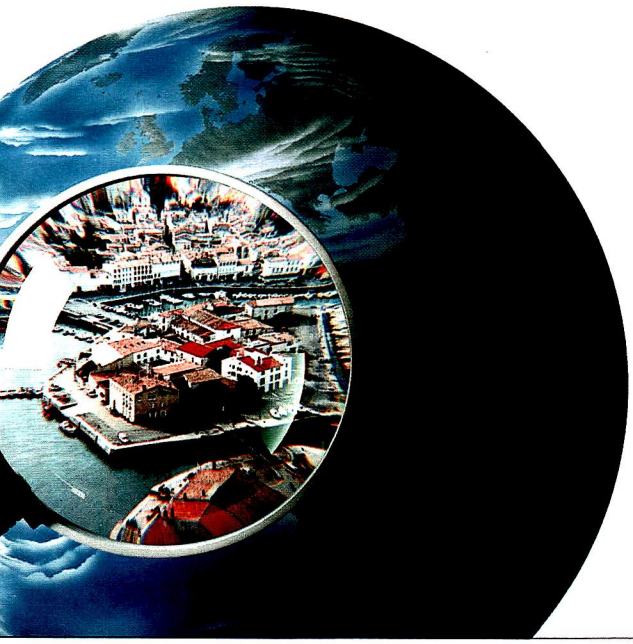
» Que de gens tristes, anxieux, sans défense contre l'adversité, sans courage, sans envie de se battre. Ils ont souvent une certaine difficulté à traduire leur plainte. Celle-ci est multiple : la fatigue, le mal dans le dos, les maux de tête, des douleurs variées, des crampes, de mauvais rêves, un mauvais sommeil, une difficulté à se lever le matin, une constipation, un manque d'appétit, une baisse de la libido, la peur du cancer, bref la peur de vivre autant que celle de mourir. Toute douleur, toute fièvre qui se prolonge plus de 24 heures crée un état d'angoisse. Ils ont aussi

(suite du texte page 12)

Au Crédit Agricole, nous regardons de près pour voir loin, comme un expert, avec attention.

C'est notre 6e sens.

L'attention de l'expert lorsqu'il évalue une œuvre d'art dans ses moindres détails, l'attention, notre manière d'observer pour voir loin et vous ouvrir les portes du monde.
Avoir ses racines profondément ancrées dans toutes les régions de France, mais savoir que l'évolution économique de notre pays passe aussi par le déploiement de ses entreprises à l'étranger ;
bâtir en 10 ans un réseau international exemplaire, sélectionner avec soin les principaux pôles de développement : l'Europe, bien sûr, mais aussi l'Asie ou les Etats-Unis, partout où le monde bouge ;
utiliser le savoir-faire d'hommes de terrain pratiquant couramment les usages, la réglementation ou la fiscalité de chaque pays ;
appliquer les techniques financières internationales des plus courantes aux plus sophistiquées, dont certaines nous sont enviées,
c'est vous apporter l'expertise que vous attendez pour dépasser victorieusement nos frontières.
Travailler avec vous sur des études d'implantations, soutenir votre prospection, financer votre production par des prêts en francs français ou en devises, gérer votre trésorerie en utilisant de nouveaux instruments financiers (SWAP, CAP, FLOOR), monter vos opérations de compensation ou de leasing international,
c'est vous permettre d'aller loin en focalisant notre attention sur la réussite de vos projets.
Mais pour le Crédit Agricole, leader incontesté des métiers de l'argent, c'est aussi regarder de près et contribuer ainsi à la création d'emplois dans votre région.



CRÉDIT AGRICOLE

Le bon sens en action

HDM

des problèmes relationnels avec les administrations, ils ne sont pas assez aidés, ils voudraient avoir droit à tel ou tel avantage social. Le renouvellement de ces plaintes a quelque chose d'irritant. Mais pouvons-nous rester insensibles à ces détresses ? Est-ce notre rôle de leur prêcher le courage, la patience, l'espoir ? Le courage pour quoi faire, l'espoir en quoi ? Quel doit être notre langage si nous ne voulons pas tricher ? Comment leur apporter la joie de vivre, l'insouciance, le sentiment d'être bien dans leur peau ? Alors qu'ils ne comprennent pas la société dans laquelle ils vivent.

» Les hommes politiques ont une large part de responsabilité avec leurs promesses démagogiques. Ils ont promis aux gens que s'ils venaient au pouvoir ils auraient droit à tous les avantages sociaux, à l'assistance de l'État dans tous les domaines et qu'ils leur procureraient enfin des lendemains qui chantent. En fait, au fil des années, ils ont transformé nos concitoyens en un peuple d'assistés et d'irresponsables. Et c'est le médecin généraliste qui doit assumer leurs responsabilités et prendre en charge tous les déçus de la société.

» Savez-vous par exemple que rien ne peut se faire dans notre pays sans un certificat médical, aller à l'école ou ne pas y aller, faire du sport ou ne pas en faire, traire les vaches ou jouer au ping-pong dans une association, etc. Nos concitoyens n'ont le droit de prendre aucune responsabilité concernant leurs activités les plus banales. Ils n'ont le droit de prendre aucun risque ni même aucune initiative sans notre bénédiction. Il leur faut un certificat médical dans toutes les circonstances de leur vie.

» Si bien que l'usage des benzodiazépines est un tout petit aspect des problèmes de la société d'aujourd'hui. C'est peut-être le moindre mal. Imaginez la cohorte des déçus de la société, de tous ceux qui n'y ont pas trouvé leur place ou leur épanouissement, de tous ceux qui vivraient des situations invivables s'ils n'avaient pas eu leur part des trois milliards de doses en 1988.

» J'estime que le médecin généraliste joue dans la société d'aujourd'hui un rôle plus important qu'il n'a jamais tenu, qu'il contribue autant par son écoute, sa parole, sa présence et par ses prescriptions quand il ne peut faire autrement, à un bon équilibre de la société et de chaque individu. Il ne faut jamais oublier que le meilleur médicament, c'est le médecin. C'est celui qui coûte le moins cher à la Sécu. Et tout ceci nous le faisons sans bruit. »

Cette lettre s'impose par sa dignité et parce qu'elle reflète l'attitude du médecin telle qu'elle devrait être. Elle a aussi le mérite de poser le problème des tranquillisants, auquel elle ne répond cependant pas. Ce problème ce résume en deux questions ? Les Français sont-ils beaucoup plus anxieux que les autres Européens et, dans ce cas, pourquoi ? Car les conditions que décrit notre correspondant existent aussi bien dans les autres pays européens. Ou bien l'attitude des médecins français est-elle différente de celles de leurs collègues européens, et dans ce cas aussi, pourquoi ? Nous ne pensons certes pas que tous les médecins français prescrivent trop de tranquillisants, mais il nous semble que beaucoup d'entre eux en prescrivent trop, ce qui aboutit à la surconsommation que nous avons dénoncée.

Il y aurait sans doute lieu de se demander si cette prescription excessive ne serait pas due à la surmédicalisation de la France. Etant donné qu'il est très aisé de changer de médecin, en effet, et que les médecins le savent aussi bien que les patients, nous nous demandons si un médecin auquel on demande des tranquillisants n'en prescrit que parce qu'il sait que, s'il refusait, son client n'aurait guère de peine à en obtenir chez un autre.

Sourcellerie

« L'article paru dans le numéro de décembre au sujet de la sourcellerie m'a laissé des doutes sur les arguments avancés par le chargé de recherche Philippe Renault. J'ai été moi-même témoin et acteur d'un phénomène dont j'aimerais bien connaître l'explication, nous écrit M. A. G., du Beausset. Cela s'est passé dans la région lyonnaise. Un prétendu sourcier appelé à chercher de l'eau dans notre propriété a parcouru celle-ci muni d'une baguette de mûrier en forme de fourche. Effectivement, la baguette tournait dans les mains du sourcier, à certains endroits du parcours. Les spectateurs que nous étions avons voulu connaître nos aptitudes à la sourcellerie. De tous les expérimentateurs, seule ma mère était physiologiquement sensible au fluide provoquant la rotation de la baguette. La rotation de celle-ci était plus ou moins rapide au long du parcours. La baguette s'arrêtait instantanément si un réfractaire entrait en contact avec ma mère. »

Voilà bien une anecdote significative. En effet, on y relève d'abord que notre correspondant postule l'existence d'un fluide, alors que nulle expérience n'a jamais permis de l'établir. On y relève ensuite que l'expérience est, en fait, télépathique, puisque la baguette tenue par la mère du correspondant s'arrêtait de tourner dès qu'un "réfractaire" entrait en contact avec elle. C'est assez remarquable, et l'on se demande ce qui se serait passé si le "réfractaire" avait, en cours d'opération, changé d'opinion... En tout état de cause, on voit la part que la suggestion peut jouer dans ce genre d'expériences.

« Ce n'est pas par la grâce de la radiesthésie que l'on a découvert les centaines de milliers de millions de points d'eau sous la surface du globe », proteste M. J. R. M., de Bourbon, après avoir annoncé "la couleur" sous le titre "Merveilleuse découverte de *Science & Vie*". *« D'ailleurs, la radiesthésie n'existe pas. Donc les radiesthésistes ne sont que des charlatans S.G.D.G. Bien pis, ils ne sont pas diplômés, même en tant que charlatans... A la surface du sol, pour qui sait les lire, il existe des signes (un peu comme les pancartes) pour indiquer qu'un mince filet d'eau coule vingt ou trente mètres plus bas... Pour le pétrole, parce qu'il gît bien plus bas, on utilise le prodigieux Rhyno-terme, pur produit du génie de l'Institut Pasteur. Quant aux chercheurs du CNRS, ils continuent à chercher sous les tables et dans les fonds de tiroirs des justifications pour le budget de la prochaine année. Et se moquent bien de savoir si les extra-*

(suite du texte page 14)

Au Crédit Agricole, nous gérons l'argent, comme un horloger, avec précision.

C'est notre 6e sens.

La précision, qualité majeure de l'horloger lorsqu'il se penche sur mécanismes et mouvements,
la précision, notre exigence de qualité lorsque nous gérons votre argent.
Concevoir une organisation, pour que partout vous bénéficiiez d'un service irréprochable ;
vous ouvrir, à Strasbourg comme à Castelnaudary, les portes de nos 10 000 agences, mettre à votre disposition 24 h sur 24, le plus important réseau de distributeurs et guichets automatiques de banque, et répondre avec exactitude à vos 800 000 consultations mensuelles par vidéotex,
c'est déployer toute notre logistique pour vous faire gagner du temps sur le temps.
Et pour nous, c'est vous consacrer toute notre attention pour vous garantir un conseil de qualité ;
avoir la multicompétence du premier groupe financier européen*,
vous offrir le savoir-faire de nos 15 000 conseillers,
faire fructifier votre argent, optimiser vos placements bancaires ou boursiers, vos contrats d'assurance-vie, votre patrimoine, et faire de votre réussite financière notre préoccupation quotidienne,
c'est notre ambition, celle du leader incontesté des métiers de l'argent.
Au Crédit Agricole, le temps nous donne raison. Nous sommes déjà la banque de demain.

* en bilan consolidé.

CRÉDIT AGRICOLE

Le bon sens en action

HDM

terrestres sont ou ne sont pas en cupro-nickel. »

Voilà bien de l'ironie. Nous demandons à notre spirituel correspondant s'il investirait ses économies dans une société pétrolière qui ferait sa prospection à l'aide de sourciers. Rassurons-le : il ne serait pas inculpé de délit d'initié...

C'est encore une anecdote personnelle que nous conte, assez longuement, M. A. D., de Besset. Il rapporte qu'un sourcier qu'il avait convoqué a effectivement trouvé de l'eau sur un terrain qu'il possédait. Rien ne dit, et c'est pourtant cela qui serait intéressant, si le sourcier avait une connaissance antérieure du terrain.

« *Dans le charabia intellectuel cachant l'incompétence, je peux vous dire que vous n'êtes pas dans le vrai, et totalement incapables d'expliquer ce que je vais vous dire, car constaté sur le terrain* », affirme M. P. B., de Challans. « *Le sourcier qui opère dans le pays a bien sûr des points de repère, qui lui permettent, bien que n'ayant aucune notion de géologie, de chercher là où il a le plus de chance de trouver de l'eau. Il est dit aussi que le fait serait d'autosuggestion ; alors, comment pouvez-vous expliquer ce qui suit : avec une personne non sourcière, la baguette n'a aucune réaction à son insu, alors qu'un vrai sourcier n'a qu'à la toucher et la baguette agit. Un vrai sourcier peut trouver de l'eau sur une carte UTM, il peut utiliser des repères géologiques. Mais si vous lui dessinez, à la main, un plan d'un lieu très éloigné (un sourcier de La Rochelle a trouvé de l'eau en Alsace), on ne peut invoquer l'auto-suggestion et la géologie. Un vrai sourcier peut localiser des personnes ou objets sur une vraie carte. J'ai moi-même suivi le trajet d'une voiture volée, qui a été retrouvée là où le pendule s'est arrêté, soit à plus de 200 km... Il a été observé que, dans un groupe de sourciers ou de personnes opérant ensemble, le plus âgé du groupe a les plus grandes oscillations...* »

Notre correspondant, qui nous traite d'"intellectuels", ce qui, dans sa bouche, équivaut sans doute à une qualification injurieuse, poursuit des assertions dont nous ne mettons pas la bonne foi en doute, mais ne peuvent être prises en compte par la science, parce qu'elles ne sont pas vérifiées par les méthodes reconnues. Nous voudrions rappeler que ce que nous mettons en doute dans notre article, ce sont les arguments du Pr Rocard. Si la sourcellerie a quelque réalité, nous demandons d'abord une vérification absolue des faits, ensuite une explication rationnelle. Pour le moment, l'une et l'autre font défaut. Par ailleurs, on se demande comment un sourcier de La Rochelle pourrait trouver de l'eau en Alsace : cela infirme totalement les hypothèses du Pr Rocard, qui sont, justement, basées sur un support matériel, d'origine électromagnétique. Cela mettrait la sourcellerie dans le même domaine que la télépathie.

Comme beaucoup de lecteurs y vont de leurs anecdotes personnelles, en faveur de la sourcellerie, nous voudrions en citer une qui n'est pas en sa faveur. Après la guerre, le critique d'art anglais Douglas Cooper (qui nous a lui-même conté l'anecdote) acheta une propriété et un château près d'Uzès, le fort beau Château de Castille (nom qui est une déformation de Castries), pour la somme modeste de 50 000 F. Cette somme était modeste parce que le château n'avait pas de système d'adduction d'eau. Cooper appela des sourciers pour savoir s'il pouvait trouver de l'eau. Les réponses furent négatives. Caractère fort obstiné, Cooper fit creuser un puits, ce qui lui coûta assez cher, et trouva, en effet de l'eau, à une profondeur de quelque 25 m.

Et, à propos, à quoi servent donc les sourciers par temps de sécheresse ?...

Faussaires : des informations nouvelles sur le Bouts

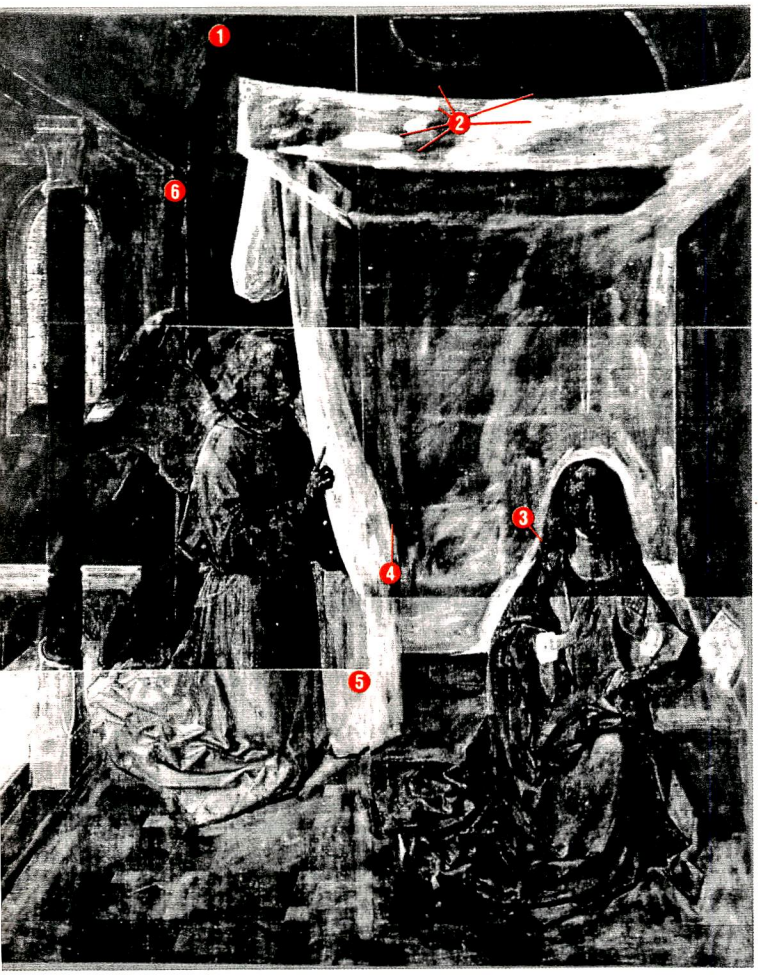
M. Alain Tarica, marchand d'art de Paris, longuement cité dans notre article "Sale temps pour les faussaires" à propos d'un tableau représentant une *Annonciation*, en possession du Getty Museum de Malibu, Californie, et attribué à Dirk Bouts (et non Van Eyck, comme nous l'avions indiqué par erreur), nous adresse les informations suivantes.

« *Vous avez déclaré dans votre article que l'iconographie n'a pas toujours le dernier mot. Ce qui reviendrait à dire que les absurdités iconographiques que vous avez signalées et sur lesquelles je me fonde pour conclure que ce tableau est un faux devraient le céder à l'expertise scientifique, laquelle, plaiderait pour l'authenticité du tableau. Or, l'étude aux rayons X que je vous communique révèle quatre points qui confirment mon analyse iconographique :*

» *Elle révèle, en premier lieu, que le décor du fond (1) représentait bien une arcade, devant laquelle l'installation d'un dais, qui défie d'ailleurs toute perspective, puisque son rabat de droite serait trapézoïdal, constitue une invraisemblance majeure.*

» *Le rouge de ce dais, peint avec un vermillon (sulfure de mercure) contenant des atomes lourds, et qui présente donc un fort indice de réfraction aux rayons X (ce qui le fait apparaître en blanc sur le document), est peint avec une négligence inédite dans les tableaux de cette époque ; en témoignent le caractère erratique des recharges sur le haut du dais (2) et le contour de l'image de la Vierge (3) ; il est toutefois possible que ces recharges dissimulent des détails d'un tableau antérieur, ce que seules d'autres analyses pourraient révéler, mais le Getty Museum s'y refuse.*

» *En troisième lieu, ce même pigment, en dépit de son fort pouvoir couvrant et de son indice élevé de réflexion, ne dissimule pas entièrement que la main de l'ange avait antérieurement été peinte en dessous. On peut distinguer ce qui était le contour de cette main (4) sur le document établi aux rayons X. Or, cette anomalie flagrante, c'est-à-dire le repeint par dessus la main de l'ange, confirme mon hypothèse, selon laquelle ce tableau tel qu'il est aujourd'hui a été peint par deux faussaires distincts, à quelque trois quarts de siècle de distance. Le premier, qui avait un talent beaucoup plus grand que le deuxième, aurait été Luigi Cavenaghi, restaurateur de grand talent en son temps (vers 1870), le se-*



cond restant inconnu. Cavenaghi aurait repeint un tableau très délabré sur son support original, mais en respectant à peu près ce qu'il pouvait distinguer de la composition ; c'est ce que l'on appelait alors pudiquement une "reintegrazione". Le second aurait, lui, pris des libertés inconcevables avec cette reconstitution, aux fins d'en faire un tableau spectaculaire (d'où, entre autres, l'invention de ce mystérieux lit-dais-baldaquin rouge).

» Cette altération tardive d'un tableau déjà "refabriqué" est confirmée par deux points également révélés par les rayons X : d'abord, la discordance entre la réflectivité de la surface qui sépare la robe de l'ange du rideau (5) et l'image de cette même surface sur le tableau ; en effet, sur la radiographie, cette surface apparaît blanche, alors que les autres parties du tableau correspondant à cette même couleur violacée, et qui sont aussi adjacentes à cette surface, sont noires sur la radiographie ! Ce qui prouve que, sous cette surface se trouve une couche comportant un pigment fortement réflectif aux rayons X, qui est responsable du blanc qui apparaît sur la radiographie. Cette couche correspond à un reste de la composition précédente. Là encore, des analyses classiques permettraient d'identifier le pigment sous-jacent, confirmant ainsi la fabrication.

(suite du texte page 16)

» *Ensuite, l'altération du volume du pilastre (6), qui montre des traces d'arrondi sur le document rX.*

» *L'analyse aux rayons X, et notamment le contour vermillon de la Vierge, infirment formellement les assertions du Getty Museum selon lesquelles le vermillon fut peint dès l'origine du tableau.*

» *Je joins à ces six points un septième, qui est assez troublant. Dans une même déclaration du 16 mai 1985, le conservateur Andrea Rothe relève que l'œuvre est peinte sur une toile fine et que le dessin préparatoire a été exécuté avec "une pointe de plomb ou d'argent". Or, il est impossible de dessiner avec une pointe de métal sur un support aussi délicat. Cette affirmation technique sur un point capital a été abandonnée par le Getty Museum, après que j'en eusse dénoncé publiquement l'absurdité.*

» *L'agrandissement que je vous joins également (7) prouve matériellement que la trame du support, une toile fine, donc, ondule longitudinalement. C'est l'effet connu sous le nom anglais de "primary cusping" et qui se produisait lorsque les artistes tendaient leurs toiles, et avant qu'ils peignissent. Un tracé pouvait donc être rectiligne sur une toile à trame ondulée. S'y ajoute cependant une ondulation secondaire, dite "secondary cusping", qui modifie les premières ondulations et en ajoute d'autres vers l'intérieur du tableau, et qui était inévitable lorsque la toile était retendue, parce que rentoilée, ce qui est le cas de la plupart des toiles anciennes. Cet effet secondaire, lui, altérait inévitablement, et plus ou moins subtilement, les tracés de la toile déjà peinte. Or, le présumé Dirk Bouts a subi au moins un rentoilage et un changement de châssis, mais en dépit de cela, il n'y a aucun "secondary cusping" : les tracés horizontaux du carrelage restent parfaitement rectilignes, ce qui indiquerait donc que ce carrelage a été peint après rentoilage et après le dernier changement de châssis.* »

Seul un débat contradictoire, entre les responsables du Getty Museum, des autorités connues en la matière et M.Tarica, pourrait, à notre avis, faire avancer la question de ce tableau qui semble, en effet, troublant.

La mémoire de l'eau serait éternelle

Le Dr Alain Espesset, de Cannes, ne nous a pas écrit à nous, mais à notre excellent confrère *Le Quotidien du Médecin*, pour exprimer son désarroi devant les théories du Dr Benveniste et rapporter les faits suivants : « *A Nice, le 17 décembre 1988, au Congrès international de biologie médicale, le Dr Benveniste a présenté ses travaux lors d'une conférence : "La biologie métamoléculaire existe-t-elle ?" On aurait pu s'attendre à ce que ses distingués collègues, mis en cause, réagissent et que s'ouvrît un débat scientifique et méthodologique. Mais rien, silence prudent des spécialistes, silence des universitaires présents. Stupéfait, je n'ai posé publiquement que deux questions : "Après dix, mille, un million de dilutions, cette transmission d'une information chimique précise finit-elle par se perdre, s'épuise-t-elle après des jours, mois, années ?" En réponse, le Dr Benveniste affirma que cette effet persiste, quel que soit le nombre des dilutions ou le temps passé, et déclara que les solutions préparées par Hahnemann (mort en 1843) pourraient toujours être actives, quels que soient les dilutions effectuées ou le temps écoulé.* »

Voilà bien la question que nous posions dans notre article "Et la mémoire des gaz ?" : combien de temps durerait la fameuse "mémoire" ? Pour le Dr Benveniste, elle est quasi éternelle. Or, d'un strict point de vue biologique, cela signifie que toute l'eau que nous buvons est empoisonnée ou bénéfique, car elle porte les "mémoires" de milliers de millions de substances, les unes toxiques, les autres sans doute thérapeutiques, avec lesquelles elle a été en contact depuis la naissance de l'Univers, puisque c'est la même eau qui est recyclée depuis lors. Car, toujours dans la logique du Dr Benveniste, il n'y a aucun raison que ce soient les dilutions des seules substances utilisées par l'homéopathie qui soient capables d'engendrer une "mémoire". Dans ce cas, et toujours dans cette logique, l'eau utilisée par le Dr Benveniste doit, elle aussi, conserver les "mémoires" antérieures et la fameuse "mémoire" devrait se voir concurrencée par les précédentes...

Les gouffres d'illogisme ouverts par la récente affirmation du Dr Benveniste ne peuvent que décontenancer ; en tous cas, il nous semble qu'ils doivent être balisés. C'est bien ce que nous faisons, et la lettre citée plus haut devrait servir d'élément de réponse à M. P. J., de Veynes, qui nous écrit : « *Je ne comprends pas bien ce qui vous pousse à dénoncer lourdement le caractère non scientifique de l'homéopathie. Vous n'en manquez aucune occasion et cela devient agaçant. Personnellement, je me moque éperdument de son caractère non scientifique dès l'instant qu'elle m'apporte un soulagement là où d'autres thérapies (scientifiques, celles-là) ont échoué. Et je me pose simplement la question : pourquoi cette médecine possède-t-elle de plus en plus d'adeptes, tant praticiens que patients, si elle devait s'apparenter à du charlatanisme ?* »

Il est étonnant que notre correspondant se moque du caractère non scientifique de l'homéopathie. Il serait pourtant le premier à s'indigner si son médecin lui prescrivait, par exemple pour des maux d'estomac, de sacrifier un chat noir à la prochaine pleine Lune. Nous trouvons, pour notre part, utile de souligner ce peu de fondement alors que l'homéopathie fait rembourser ses produits par la Sécurité sociale, c'est-à-dire alourdit encore le budget de celle-ci, par le paiement de produits dans lesquels il n'y a rien. Le succès, d'ailleurs relatif, de l'homéopathie n'a été rendu possible que par la permissivité excessive des pouvoirs publics et le peu d'information du public. Invoquer cette popularité comme preuve de son bien-fondé est dangereux ; ce serait alors donner des arguments aux défenseurs des drogues telles que la cocaïne, qui devient, elle, de plus en plus en plus courante aussi.

Qu'il y ait des médecins qui prescrivent des produits homéopathiques réflète un malaise de la médecine, à composantes économiques, mais aussi psychologiques, du même ordre que celui de la prescription excessive de tranquilli-

sants. Le caractère mystérieux, quasi religieux de l'homéopathie participe aussi de son aura.

D'un strict point de vue historique, l'homéopathie dérivée des enseignements aberrants de Hahnemann, dont nous avons déjà donné un aperçu dans ces pages, n'est qu'une systématisation outrancière et mystique des enseignements, beaucoup plus intéressants de Paracelse. Partant du principe (dont il est l'inventeur) qu'on peut guérir le mal avec une petite dose de la cause du mal, Paracelse parvint au XVI[e] siècle à guérir des malades de la peste en leur donnant des pilules dans lesquelles il avait incorporé une miette de leurs excréments. Il avait, en quelque sorte, inventé une forme de vaccination, cette technique stimulant la production d'anticorps ; tout comme, d'ailleurs, il avait inventé, empiriquement, le traitement de la syphilis par des quantités infimes de sels toxiques de mercure. Hahnemann réduisit les quantités infimes de Paracelse à des dilutions à résultat nul. Pour justifier celles-ci, il fallait imaginer la "mémoire de l'eau".

RU 486 et problèmes moraux

« Il est de votre devoir d'informer, ce que vous faites parfaitement, et non de cautionner la mise sur le marché d'un produit pour le moins discutable dans sa destination, nous écrit M.T.F., de Béziers, mécontent de notre information sur les mésaventures du RU 486... *Ceux que vous appelez "les groupes idéologiques" sont des gens qui respectent la vie par-dessus tout. Chacun est libre de ses opinions, mais on ne peut, comme vous le faites, soutenir d'un côté l'équilibre de la nature et de l'autre, la mise en vente d'un produit destiné tout simplement à tuer. »*

Nous rappelons donc à notre correspondant que nous ne "cautionnons" pas (et n'avons d'ailleurs pas à cautionner) la mise en vente du RU 486, qui a été soumis à la Commission des visas. Nous avons précisé que le produit n'est pas, en gros, nocif. Force est de condamner l'attitude des groupes idéologiques, en effet, qui s'opposent à ce produit. L'idéologie n'a rien à voir en toxicologie, et il y a d'autres groupes qui s'opposent à la vaccination, à la transfusion sanguine, aux antibiotiques, au traitement génétique des maladies, aux greffes, etc., et tout cela pour des raisons éthiques parfaitement respectables. Le RU 486, qui n'est pas en vente libre, et qui ne peut être administré efficacement que sous stricte surveillance médicale, présente un avantage nouveau, jusqu'à présent incontesté, qui est de ne pas soumettre la femme qui avorte à des traumatismes physiques et psychologiques. Donc de permettre à une femme qui avorte de concevoir à nouveau. Il n'est pas destiné à accroître le nombre des avortements. Des statistiques internationales démontrent que la répression de l'avortement n'en a pas sensiblement modifié le nombre, mais a, en revanche, immensément augmenté le nombre des accidents graves ou mortels. ●

ELLE N'EST PAS CHEZ SA FILLE DANS L'ILLINOIS.

© 1988 AT&T

MAIS ELLES PRENNENT SOUVENT LE CAFE ENSEMBLE.

"Bonjour, ma chérie."

"Maman ! Je pensais justement à toi."

"C'est gentil. Qu'est-ce que tu fais ?"

"Je prends un café."

"Moi aussi. Dure journée ?"

"Affreuse ! Les enfants font de la peinture – surtout sur les murs !"

"Ma pauvre chérie ! Au fait, comment s'est passé ton cours d'aérobic jeudi ?"

"Oh ! ne m'en parle pas !"

"Pourquoi ?"

"Maman, j'ai mal à des muscles dont j'ignorais l'existence !"

La suite de la conversation est strictement personnelle.

Avec AT&T et France Télécom, les lignes entre la France et les Etats-Unis sont ouvertes à tout le monde.

Pour beaucoup moins cher que vous ne le pensez, AT&T et France Télécom peuvent vous rapprocher de ceux qui vous sont proches aux Etats-Unis.

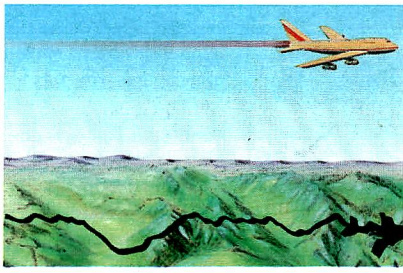
AT&T

FRANCE TELECOM INTERNATIONAL

LE VOYAGE DANS LE P

ASSÉ EST-IL POSSIBLE ?

L'idée même défie notre bon sens. Mais pas celui des physiciens ! Ils ont trouvé des raccourcis dans l'espace-temps (comme le passage ultra-rapide, figuré ici, de la Terre à une galaxie lointaine). Ils ont baptisé ces raccourcis "trous de ver" par comparaison avec les vrais trous qui permettent, par exemple, à un termite d'aller d'un côté d'une planche à l'autre sans avoir à en faire le tour. Ainsi pourrait-on passer tout droit à travers les "plis" de l'espace-temps (comme ici l'avion en vol) sans en suivre les courbes (ainsi que le fait son ombre), par conséquent nous retrouver dans ce qui aurait dû être notre passé.



PAR JEAN-FRANCOIS ROBREDO

Qui a dit que les équations mathématiques aboutissaient toujours à des abstractions hors de portée du commun des mortels ? Une fois n'est pas coutume, certains astrophysiciens concluent, après maints calculs, à la possibilité de "trous" dans l'Univers qui permettraient de voyager dans l'espace de manière quasi instantanée et même de remonter dans le temps ! Une découverte qui remonte... à plus de 40 ans et qui est la fille naturelle des équations d'Einstein, de 1915, sur la relativité générale. Aujourd'hui, les calculs ont été repris et développés, et les premières expériences en "grandeur réelle" donnent lieu à de nombreuses publications. Cette étrange possibilité a été baptisée "trou de ver" par analogie avec l'animal bien connu qui creuse des tunnels sous la terre plutôt que d'emprunter la voie de surface.

De telles éventualités, si elles excitent notre imagination, posent surtout d'énormes problèmes aux physiciens. Ainsi les voyages instantanés présupposent qu'il existe des chemins plus courts entre deux points de l'espace que celui qui passe par la ligne droite. Autrement dit, il serait possible de se déplacer plus vite que la lumière (300 000 kilomètres par seconde) alors que cette dernière est une des limites absolues des théories physiques. Quant aux déplacements dans le temps, ils constituent un des paradoxes les plus virulents de la physique moderne que l'on peut résumer ainsi : qu'arriverait-il si l'on revenait dans le passé pour se tuer ou assassiner nos propres ancêtres ?

Malgré toutes ces apparentes contradictions, les résultats mathématiques sont là. Certains chercheurs les renvoient dans la sphère théorique en supposant quelque erreur de raisonnement, d'autres se sont lancés dans les expérimentations et attendent les premiers résultats significatifs.

Mais déjà l'étonnement est au rendez-vous, « car le plus extraordinaire dans cette affaire, ce n'est pas tant les possibilités surprenantes des trous de ver que le fait qu'ils émanent de la théorie de la relativité générale, élaborée au début du siècle », précise Thibault Damour (1). En effet, non seulement sa proclamation et sa confirmation ont entraîné une véritable révolution des mentalités, mais aussi la richesse de ses énoncés n'exclut pas de nouvelles surprises. « L'héritage d'Einstein est bien vivant et n'a pas encore livré tous ses secrets », prévoit Thibault Damour. Le secret des voyages-éclairs dans l'espace et dans le temps se cache-t-il derrière les trous de ver ? Pour bien comprendre comment les astrophysiciens en sont arrivés à de telles hypothèses, il faut revenir en 1905, en Suisse.

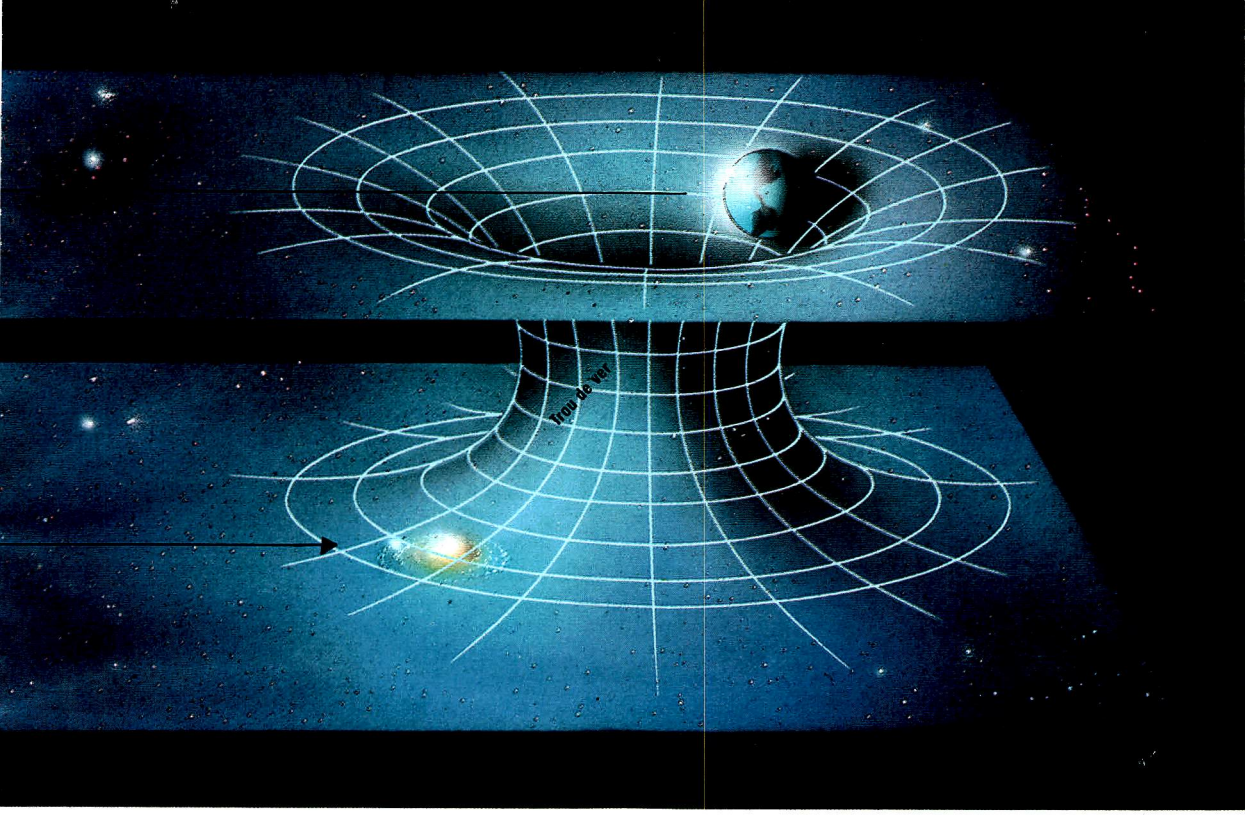
La notion d'espace-temps, qui implique une "courbure" de l'espace et du temps, bouleverse complètement nos conceptions de la géométrie. La modification est qualitative et quantitative. Qualitative, puisqu'elle permet, de relier deux points par des chemins totalement différents, ou "trous de ver". Plutôt que de voyager pendant quelques millénaires à travers notre espace traditionnel à trois dimensions (flèche) pour aller de la Terre à une galaxie lointaine (même à la vitesse de la lumière, il faudrait quelques dizaines d'années), on pourrait emprunter un trou de ver et y arriver instantanément.

Cette année-là, un certain employé du Bureau des brevets, Albert Einstein, présente une nouvelle théorie que l'histoire conservera sous le nom de "théorie de la relativité restreinte". L'idée maîtresse de cette brillante construction de l'esprit affirme que rien ne peut voyager plus vite que la lumière. Les confirmations expérimentales se succèdent et le tourbillon relativiste emporte tout sur son passage. Ou presque tout, car une force élémentaire de la physique reste réfractaire au relativisme ambiant: la force de gravitation.

Cette dernière, découverte par Isaac Newton en 1687, proclame que deux corps ayant une masse exercent une attraction réciproque. L'intensité de l'attraction dépend de la distance qui les sépare. Ce qui implique que si l'un des deux corps modifie sa position, la force qu'il exerce sur l'autre sera instantanément modifiée. Ou, pour dire autrement, les effets gravitationnels voyagent à une vitesse infinie bien supérieure à la vitesse de la lumière. Pour comparaison, la lumière solaire met huit minutes

(1) Thibault Damour est professeur permanent à l'Institut des hautes études scientifiques, directeur de recherche au CNRS et directeur adjoint du Département d'astrophysique relativiste et de cosmologie de l'Observatoire de Paris.

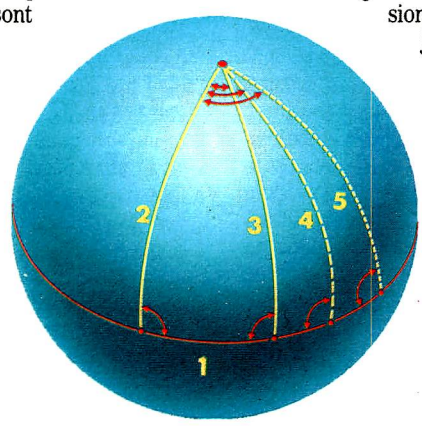
(2) Stephen Hawking : *Une brève histoire du temps*, Editions Flammarion, 1989.



pour nous parvenir, mais si le Soleil venait à changer de position, les effets gravitationnels se feraient ressentir instantanément sur la Terre. Comment concilier cette particularité avec une théorie qui pose la vitesse de la lumière comme une limite supérieure absolument infranchissable ?

Il faudra attendre 1915 pour qu'Einstein trouve une solution à ce dilemme : elle sera baptisée "théorie de la relativité générale". En effet, il suggère que l'espace n'est pas "plat", comme on le pense alors, mais "courbé", déformé par la distribution de masse et d'énergie qu'il contient. Cela revenait à dire que notre espace à trois dimensions est courbé dans la quatrième dimension, comme on dirait d'une feuille de papier — espace à deux dimensions — que l'on roule, qu'elle est courbée dans la troisième dimension. Les conséquences de cette nouvelle théorie sont à cette époque incalculables. L'espace et le temps perdent à jamais leur caractère absolu pour laisser la place à un nouveau concept : l'espace-temps. La modification que cela entraîne dans notre conception de la géométrie est à la fois quantitative et qualitative. Quantitative parce qu'il faut désormais tenir compte de la courbure de l'espace et du temps, ce qui implique, par exemple, que la somme des angles d'un triangle ne soit plus forcément égale à 180° ou que des droites parallèles puissent, dans certains cas, se rencontrer. Qualitative, surtout, puisqu'il devient possible de relier deux points par des chemins totalement différents et sans rapport spatio-temporel les uns avec les autres. C'est dans ces chemins de traverse que les "vers" de l'Univers vont creuser leurs "trous" si particuliers.

Pour bien saisir ce que l'expression "chemins différents" veut dire, il faut reprendre l'exemple donné par l'astrophysicien anglais Stephen Hawking dans son dernier livre *Une brève histoire du temps* (2). Observons un avion qui survole un sol accidenté. Sa trajectoire dans le ciel suit une ligne droite dans l'espace à trois dimensions, mais son ombre suit une trajectoire courbe, en fonction du relief, dans un espace à deux



La somme des angles d'un triangle plan fait toujours 180°. Elle en fait plus lorsque le plan est courbé dans la 3e dimension (ex. les triangles 1-2-3, 1-2-4 et 1-2-5 ci-contre). C'est un exemple de l'influence quantitative de la notion d'espace-temps sur nos conceptions de la géométrie (voir légende dessin ci-dessus).

dimensions (le sol).

De la même façon, la Terre suit une trajectoire droite autour du Soleil dans un espace à quatre dimensions (les trois classiques plus celle du temps), alors que dans l'espace à trois dimensions, dans lequel nous observons, elle semble se mouvoir sur une trajectoire courbe (suivant une orbite elliptique). On comprend alors, par analogie, que les trous de ver soient une manière d'aller plus droit dans une autre dimension, par un "ailleurs" à notre Univers, que la ligne droite dans notre espace-temps à quatre dimensions. Il s'agit donc bien de chemins totalement différents et dans l'exemple des trous de ver ces chemins sont des raccourcis extraordinaires.

L'existence de tels raccourcis a été avancée dès 1916, mais il faudra attendre 1936 pour qu'Einstein, associé à Rosen, reprenne les équations et imagine un pont qui permette de relier les deux lieux différents : c'est le pont d'Einstein-Rosen.

Reprenant cette théorie, John Wheeler imagine clairement pour la première fois, à la fin des années cinquante, des "ponts" à l'intérieur même de notre Univers : c'est lui qui les baptise "trous de ver" pour bien insister sur la notion de raccourci. Ces phénomènes apparaissent eux aussi, comme les ponts d'Einstein-Rosen ou les trous noirs (voir *Science & Vie* n° 856), dans des régions de l'Univers où l'espace est très courbe (comme si l'on roulait très serré la feuille de papier prise en exemple analogique plus haut). A cette époque, la théorie permet de bien décrire ce qui sera baptisé plus tard "trous de ver", mais les moyens de les créer ou même de les observer sont hors de portée des scientifiques. Aujourd'hui, les trous de ver reviennent sur le devant de la scène car certains astrophysiciens et physiciens affirment avoir trouvé ces moyens...

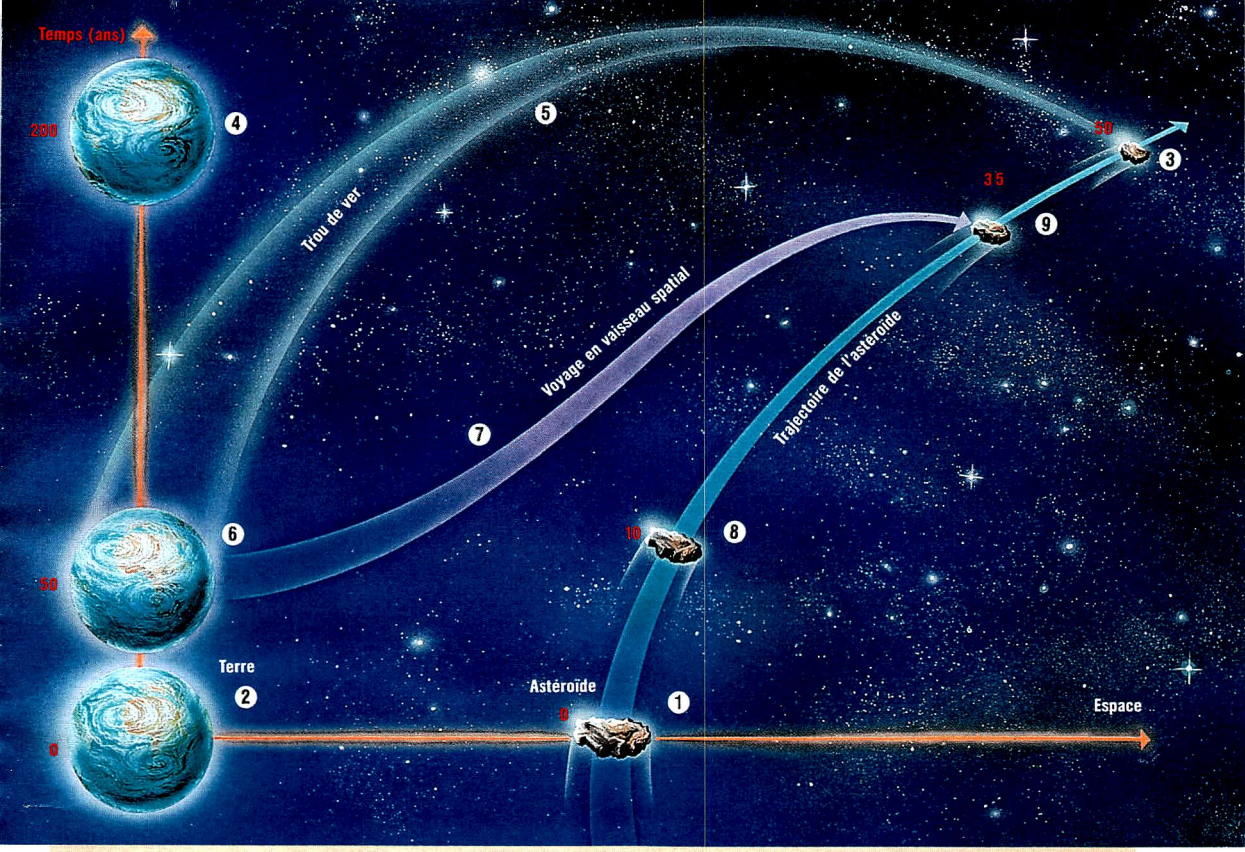
Car les astronomes ne sont plus les seuls à s'intéresser aux trous de ver. Du cadre astrophysique, c'est-à-dire macroscopique, le phénomène se retrouve au domaine de la physique élémentaire, c'est-à-dire microscopique. Le développement de la mécanique quantique qui s'applique exclusivement à l'échelle des particules élémentaires, donne un nouveau cadre et un éclairage inédit aux trous de ver. Ainsi, certains physiciens ont appliqué les résultats des équations d'Einstein au monde de l'infiniment petit et ont obtenu des résultats prometteurs. Selon eux, au niveau subatomique, des trous de vers apparaîtraient et disparaîtraient en permanence. Le lieu privilégie de ce foisonnement est le vide quantique. Un vide qui porte mal son nom puisque les physiciens des particules nous ont appris qu'à l'échelle microscopique le vide est un bouillonnement d'états instables, notamment de différentes formes de l'espace (différentes courbures), ou, pour dire comme les mathématiciens, de "topologies différentes". Les distorsions que subit l'espace à cette échelle favorisent la naissance des points très singuliers que sont les trous de ver.

La machine à remonter le temps existe donc bien... mais dans le monde de l'infiniment petit. Un bien mince espoir pour l'homme puisque, d'après les calculs, ces trous de ver ont une durée de vie infinitésimale et leur taille ne laisserait passer que des particules de l'ordre de 10^{-33} centimètres... L'homme doit-il alors abandonner toute idée de voyages dans l'espace et dans le temps ?

Pas encore, car très récemment Kip Thorne, du Californian Institute of Technology, a affirmé que dans certaines conditions des trous de ver pourraient être créés et maintenus ouverts assez longtemps pour pouvoir être empruntés à l'échelle macroscopique. Mais il faut pour cela relever un nouveau défi : fabriquer de l'énergie négative et la conserver. Une énergie négative à ne pas confondre avec l'anti-matière. Car cette dernière, comme la matière courante, a une masse et donc possède une énergie positive. Ainsi, par exemple, quand on fait se rencontrer de la matière et de l'anti-matière, il se dégage une énergie considérable qui existait déjà avant (suivant la fameuse formule $E = mc^2$). A l'inverse, l'énergie négative annule l'énergie positive pour aboutir à un état stable où l'énergie globale est nulle : c'est cet équilibre que les physiciens appellent le vide quantique. Mais, come nous l'avons vu plus haut, l'équilibre de ce "vide" bouillonnant n'est pas toujours stable et les chercheurs émettent l'hypothèse que dans certaines conditions l'énergie globale puisse être négative si la soustraction d'énergie négative a été trop forte par rapport à l'énergie positive.

Cette possibilité que les mathématiciens conçoivent sans aucun problème est difficile à se représenter concrètement. Il faut imaginer, par exemple, qu'on puisse retirer d'un récipient plus de liquide qu'on en a mis ! Cette situation, que l'on pourrait traduire par "il y a du liquide en moins", favorise l'apparition et la disparition à l'infini des trous de vers.

Le grand événement c'est qu'il semble possible de reproduire au niveau macroscopique les conditions particulières du vide quantique. Selon Kip Thorne, qui a mis au point le système, il s'agit de créer le vide entre deux plaques métalliques séparées par une certaine distance. L'énergie globale entre ces deux plaques (auxquelles on a donné une forme sphérique pour les besoins de l'expérience), serait alors négative et en quantité suffisante pour faire surgir — et surtout faire durer — des trous de ver. Malgré l'enthousiasme que soulève cette expérience, certains physiciens ne partagent pas l'optimisme de Thorne et affirment que la quantité d'énergie négative ainsi produite est insuffisante pour faire durer les trous de ver. Mais le principe même de l'expérience n'est pas remis en cause. Si le vaisseau



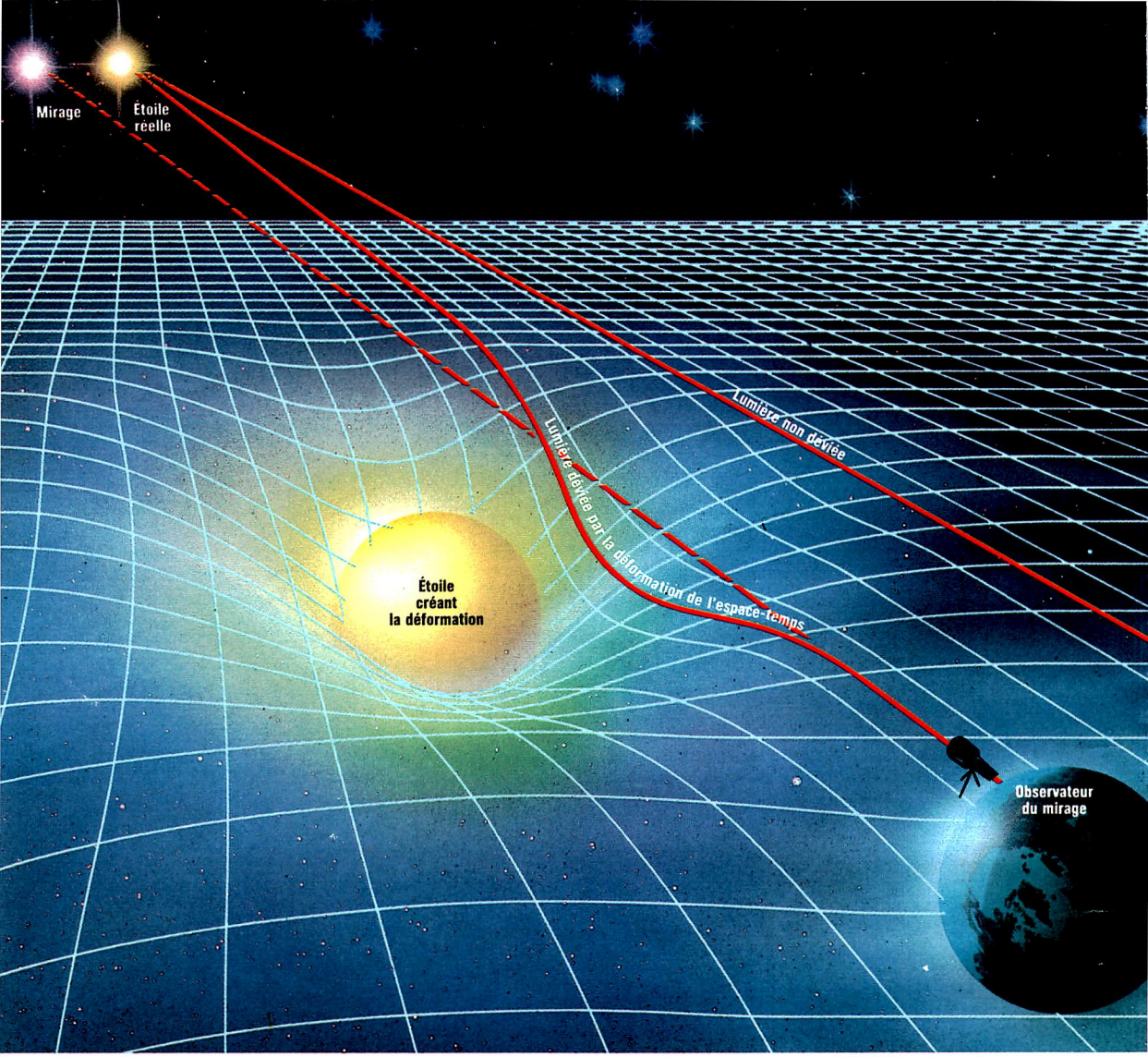
PEUT-ON SERRER LA MAIN DU JEUNE HOMME QU'ON ETAIT ?

Imaginons un nouveau-né sur un astéroïde (**1**) proche de la Terre (**2**). Imaginons que cet astéroïde s'en va en voyage dans l'Univers. Et mettons qu'au bout de 50 ans de ce périple (**3**), la Terre (**4**), qui ne bouge pas, ait vieilli de 200 ans (on vieillit moins vite en voyageant, voir texte de l'article). Supposons que le passager, maintenant quinquagénaire, emprunte un "trou de ver" (**5**) pour revenir instantanément sur Terre. Comme ces "trous" relient toujours deux temps identiques, notre bonhomme arrive sur la planète à la cinquantième année du début de l'histoire (**6**). Il décide de repartir (**7**) vers son astéroïde — qui, au moment de cette décision n'a encore voyagé que pendant 10 ans (**8**) — non plus par le trou de ver, mais à bord d'un vaisseau ultra-rapide. Le temps de faire le trajet, mettons qu'il arrive sur l'astéroïde à $T_{astéroïde} = 35$ ans (**9**). Soit 15 ans avant d'en être parti via le trou de ver ! C'est-à-dire au temps où l'homme n'avait que 35 ans. Comme son voyage en vaisseau a duré de $T_a = 10$ à $T_a = 35$, il a vieilli de 25 ans en cours de route. Il se retrouve donc à 75 ans, accueilli sur l'astéroïde par lui-même âgé de 35 ans !

du futur et la machine à remonter le temps ne sont pas encore au point, l'hypothèse qu'ils existent un jour n'est plus aujourd'hui uniquement imaginaire...

Les voyages ultra-rapides dans l'espace sont la première et la plus facilement concevable des applications des trous de ver. Aujourd'hui, il faut plusieurs années, voire des décennies, pour faire des allers et retours sur les planètes du système solaire. Pour ceux qui voudraient se sentir moins seuls et chercher la vie autour d'autres étoiles, le voyage durerait 160 000 ans environ pour la plus proche d'entre elles, Proxima du Centaure. A supposer qu'un vaisseau puisse approcher la vitesse de la lumière, il ne lui faudrait, toujours pour la même étoile, pas moins d'une dizaine d'années. Mais les techniques les plus poussées et les plus optimistes n'espèrent atteindre que 20 % de la vitesse de la lumière. Pour mener l'exploration hors de la Voie lactée, des générations d'explorateurs n'y suffiraient pas ! Alors qu'avec les trous de ver le voyage est quasiment instantané. Resterait le problème de (bien) choisir son point d'arrivée !

Le voyage dans le temps est, lui, beaucoup plus difficile à organiser et à concevoir. Il faut ici se rappeler que, toujours selon les équations d'Einstein, le temps passe moins vite si l'on se déplace à grande vitesse. En d'autres termes, le temps devient une notion relative : il n'y a pas de temps absolu ni d'horloge universelle. Cette prédiction fut vérifiée dans le début des années soixante-dix quand on mesura le décalage de temps entre trois horloges dont deux voyageaient autour de la Terre, l'une vers l'est, l'autre vers l'ouest, la dernière étant restée sur Terre. Conclusion : celle qui voyageait vers l'est marquait à l'arrivée un temps moins important que les deux autres car, ayant ajouté la vitesse propre

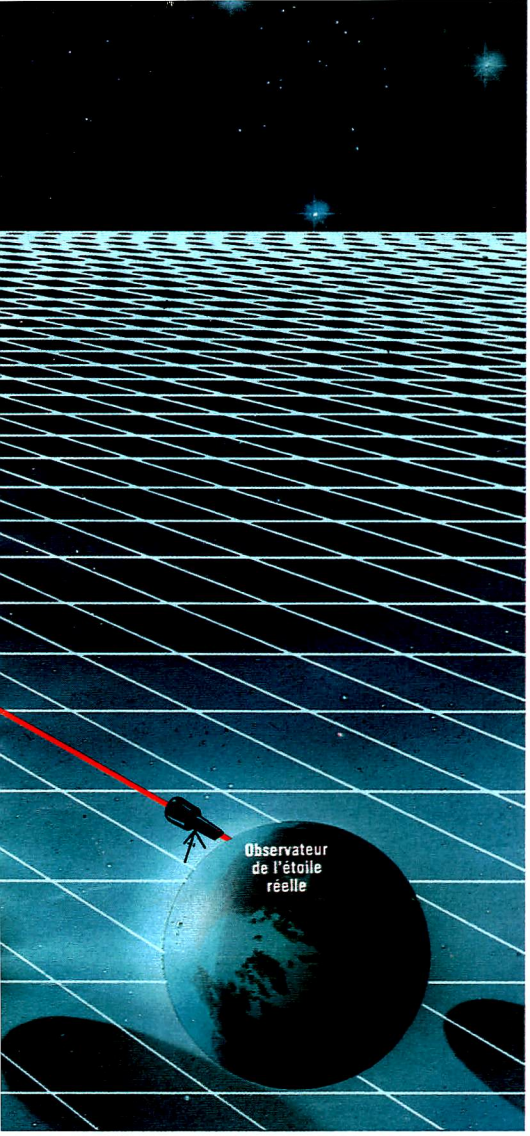


de son avion et la vitesse de rotation de la Terre (qui tourne d'ouest en est), elle avait voyagé à une vitesse plus importante que les autres horloges. Ainsi, si on ne corrigeait pas ces écarts, le système de navigation basé sur les signaux de satellites fausserait les informations qu'il délivre de plusieurs kilomètres.

Cette conséquence de la théorie de la relativité générale est plus connue sous le nom de "paradoxe de Langevin" ou "paradoxe des jumeaux". Le phénomène peut être présenté ainsi : un jumeau reste sur Terre alors que son frère entreprend un voyage interstellaire à grande vitesse. Le voyageur revient sur Terre après un périple de deux ans et s'aperçoit que son frère sédentaire a 48 ans de plus que lui. Pour paraphraser une expression populaire, "les voyages forment la jeunesse", parce que le temps, quand on voyage, passe moins vite que si l'on reste au repos. Ainsi, si les deux frères ont conservé chacun une horloge pendant la durée de leur séparation, celle du voyageur marquera 48 ans de moins. Ce paradoxe bien connu permettrait à un individu qui voyage à grande vitesse de vivre plus lentement que le reste de l'humanité. Plus lentement par comparaison, car par rapport à lui-même il ne vit pas une seconde de plus, qu'il voyage ou non (3).

Mais en aucun cas notre jumeau voyageur ne pourrait remonter le temps. Pour le faire, il faudra impérativement qu'il passe par un trou de ver. Pour bien comprendre cela, imaginons un trou de ver dont une des extrémités serait sur Terre et l'autre sur un astéroïde proche de notre planète. Imaginons que cet astéroïde s'en va en voyage dans l'Uni-

(3) Ce paradoxe, tout comme, d'ailleurs, celui qui permettrait à un individu de remonter dans le temps pour aller, par exemple, assassiner Adam et Eve, ne peut être compréhensible que si l'on abandonne, du moins temporairement, la notion d'un temps uniforme et absolu, le même partout, et si l'on admet, au contraire, qu'il n'y a plus une ligne unique du temps mais autant de lignes que d'individus ou de situations.



LA PREUVE QUE L'ESPACE EST COURBE

Observées de deux points différents, certaines étoiles semblent occuper deux positions différentes dans le ciel. En réalité, seule une des deux positions est occupée par l'étoile réelle. L'autre est en fait un mirage : entre l'étoile et l'observateur, se trouve une autre étoile, et la courbure qu'elle provoque dans l'espace-temps qui l'entoure dévie la lumière venant de l'astre observé. Et plus un corps est massif, plus forte est la courbure.

vers avec un nouveu-né à bord, et suivons-le sur le ***dessin p. 25***. L'extrémité du trou de ver ainsi que l'enfant qu'il transporte vieilliraient moins vite que l'extrémité du trou restée sur notre planète (de la même façon que dans l'exemple des jumeaux, celui qui voyage vieillit moins vite). Mettons qu'au bout de 50 ans de voyage de l'astéroïde, la Terre ait vieilli de 200 ans. Les deux extrémités du trou de ver auront donc 150 ans d'écart. Supposons, maintenant que le passager de l'astéroïde, qui a maintenant 50 ans, décide d'emprunter le trou de ver pour revenir sur Terre, où il arrive instantanément ; comme la propriété du trou est de relier deux temps identiques, il arrivera sur la planète à l'époque où elle en était à 50 ans du début de l'histoire (comme l'astéroïde). Donc dans le passé, puisque la Terre en est maintenant à sa 200e année du départ de l'astéroïde. Notre homme aura ainsi gagné 150 ans par rapport au temps terrestre.

Imaginons maintenant qu'il reparte vers l'astéroïde, non plus par le trou de ver, mais à bord d'un vaisseau spatial évoluant à une vitesse proche de celle de l'astéroïde (pour que le temps de ce voyage ne devienne pas énorme par rapport aux temps de l'exemple). Mettons qu'il arrive à destination à la 35e année de voyage de l'astéroïde. Comme ce dernier en était à sa 10e année quand le vaisseau a quitté la Terre, le voyage aura duré 25 ans. Notre homme débarque donc sur l'astéroïde à l'âge de 75 ans... pour se voir souhaiter la bienvenue par un jeune homme de 35 ans qui n'est autre que lui-même ! Soulignons tout de suite que seul le septuagénaire peut être conscient de voir là son "double", car le jeune homme ne sait pas forcément qu'il s'embarquera pour la Terre lorsqu'il atteindra l'âge de 50 ans ! Reste, comme nous le disions au début, à résoudre le problème des actions que le voyageur du temps peut accomplir dans son passé. S'il se tue, comment a-t-il pu, après, emprunter le trou de ver, etc.

Les implications d'une telle possibilité sont immenses. La situation est digne des meilleurs romans de science-fiction et a d'ailleurs inspiré les meilleurs auteurs comme Herbert G. Wells et même des... astronomes de grand renom. Ainsi, le mondialement connu Carl Sagan a écrit en 1986 un roman, *Contact*, inspiré des propriétés des trous de ver qui raconte l'histoire d'une civilisation éteinte qui aurait construit, il y a de nombreuses années, un trou de ver. Pour asseoir son récit sur des bases les plus réalistes possibles, Carl Sagan a envoyé son texte avant publication à Kip Thorne qui l'a, paraît-il, très bien accueilli.

Il n'est donc pas interdit de rêver, même à partir de résultats d'équations et même si ces rêves sont un peu fous! Aujourd'hui, les trous de ver sont étudiés de par le monde avec grand intérêt. Lors de sa visite en France, le 3 mars dernier, Stephen Hawking a consacré sa conférence devant les astronomes de l'Observatoire de Paris-Meudon, à cette question (bien que dans un contexte différent que celui que nous venons d'exposer). Même si la machine à remonter le temps n'est pas pour demain, les recherches se poursuivent activement et devraient aboutir à des résultats très intéressants, et peut-être extraordinaires, dans un proche avenir. A quand une visite impromptue chez nos amis les dinausores ?

Jean-François Robredo

LES GÈNES A REMONTER LE TEMPS

L'ADN d'hommes et d'animaux qui ont vécu il y a des milliers d'années a été déchiffré et cloné. La génétique ouvre ainsi une lucarne sur le passé, et permet de reconstituer la préhistoire.

PAR ALEXANDRE DOROZYNSKI

L'Université de Californie, à Berkeley, a réuni l'assortiment le plus inattendu de gènes : d'Egyptiens d'il y a 2 000 à 5 000 ans, d'Indiens de Floride ayant vécu il y a 7 000 ans, d'un Péruvien du IVe siècle, d'un singe paresseux géant qui se prélassa dans une grotte au Chili il y a 13 000 ans, et d'une thylacine, loup marsupial, dit loup de Tasmanie, aujourd'hui disparu.

Ces gènes ont été extraits, identifiés et reproduits par un biochimiste d'origine suédoise, Svante Pääbo, pionnier d'une nouvelle application de la génétique moderne : l'exploration de la préhistoire. Lui et d'autres chercheurs, qui ont mis au point des techniques de reconstitution de gènes à partir de restes fossiles, ont inventé une sorte de machine à remonter le temps. En effet, les gènes reconstitués représentent le code d'assemblage de créatures disparues. L'étude permet d'en suivre l'évolution, les migrations, l'extinction ou l'assimilation par des groupes différents, et la formation de nouveaux groupes ethniques. Pääbo a déjà identifié quatre lignées distinctes, qui sont les souches des populations autochtones d'Amérique. Ses travaux devraient permettre non seulement de préciser la date de l'arrivée des premiers hommes en Amérique (1), mais aussi d'établir leur origine et leur itinéraire.

A plus long terme, ces recherches feraient de l'étude de gènes fossiles un instrument courant pour définir l'origine des populations et identifier celle d'ethnies telles que les Coptes ou Chrétiens d'Egypte, ou les Basques.

Il y a quelques années, on pensait que les fossiles humains et animaux ne contenaient plus de restes identifiables d'ADN, constituant fondamental des gènes qui s'égrennent le long des chromosomes et qui portent le code génétique spécifique à chaque créature. En 1985, Pääbo, alors à l'université d'Uppsala (Suède), identifia pourtant et clona des fragments d'ADN extraits d'un morceau de peau d'un enfant égyptien momifié il y a environ 2 400 ans. Le clonage, ou démultiplication, de ces gènes fut effectué après leur introduction dans une "bactérie à tout faire" de l'ingénierie génétique : la bactérie, en se multipliant, démultiplie du même coup les gènes qui lui ont été greffés.

Pääbo ne savait pas encore que des anthropologues de l'université de Floride avaient fait, non loin du site spatial de Cap Canaveral, une importante découverte : les restes d'une quarantaine de corps humains ensevelis il y a environ 8 000 ans dans une tourbière. La tourbe, formée par accumulation de débris végétaux soumis à la carbonisation naturelle et à une décomposition incomplète, est un excellent "conservateur". On constata que quelques-uns des crânes fossiles contenaient encore un cerveau, rétréci, certes, mais conservant son apparence anatomique et des structures cellulaires.

Pääbo obtint des échantillons de ces tissus cérébraux et constata que l'ADN encore identifiable dans les cellules, s'il n'était pas intact, présentait quand même des portions pouvant en être isolées. Cet ADN, à l'origine une longue molécule, ne pouvait être extrait que sous forme de fragments, contenant chacun en moyenne une centaine de

Le biologiste S. Pääbo a réussi à reconstituer des gènes à partir de restes prélevés sur des momies égyptiennes. On peut ainsi retrouver les gènes d'hommes et d'animaux morts depuis des millénaires. En toile de fond, un vieux rêve : "bricoler", par génie génétique, des animaux préhistoriques.

paires de bases, chaque base étant comparable à une lettre du code génétique. Cet ADN était parfois contaminé par de l'ADN d'origine bactérienne. Il se prêtait donc mal au clonage par bactéries interposées, mais pouvait être démultiplié par une technique appelée PCR (*Polymerase Chain Reaction*), qui consiste à hybrider l'ADN fossile, en présence d'une enzyme, avec une chaîne correspondante. Pääbo raffina cette technique en utilisant l'enzyme polymérase, extraite d'une bactérie thermophile (*Thermus aquaticus*) capable de fonctionner à haute température ; l'enzyme permet à la réaction de se dérouler à une température suffisamment élevée pour dénaturer l'ADN fossile, c'est-à-dire pour séparer le double-brin en deux brins distincts. Les brins séparés sont ensuite raccrochés à des brins synthétiques correspondants, recréant, autant de fois que l'on veut, des bribes d'ADN à double brin, tel qu'il se présente dans le noyau cellulaire.

Pääbo et ses collaborateurs ont ainsi démultiplié de l'ADN provenant de noyaux cellulaires, mais aussi de l'ADN de mitochondries, organites situés dans la cellule mais à l'extérieur du noyau, et qui servent de transformateurs d'énergie cellulaire. L'ADN de mitochondries, abondant dans l'ovule mais pratiquement inexistant dans le spermatozoïde, se transmet exclusivement de la mère à ses enfants, alors que l'ADN nucléaire d'un embryon contient pour moitié des gènes maternels, et pour moitié des gènes paternels.

Pääbo a ainsi "amplifié" deux régions bien précises de l'ADN des mitochondries, une région dite V, et la région responsable de la synthèse d'une enzyme, dite *HincII*. Or, les gènes de la région V n'existent pas chez certaines populations actuelles, asiatiques et indiennes d'Amérique du Nord. Pourtant, il est admis que l'Amérique a été peuplée par des Asiatiques qui ont franchi le détroit de Béring lors d'une glaciation il y a plus de 30 000 ans. Quant aux gènes *Hinc II*, ils sont absents chez 40 % environ des populations indiennes actuelles du sud-ouest des Etats-Unis, mais se trouvent chez 95 % environ des Orientaux. Or, ce fragment était présent dans l'ADN de mitochondries de Floridiens de la préhistoire découverts dans la tourbe.

Cette association des gènes de la région V et de la région *Hinc II*, rencontrée chez les Floridiens d'autrefois, est très rare dans la population mondiale actuelle. Elle aurait donc caractérisé une souche d'origine asiatique, aujourd'hui disparue ou métissée avec d'autres.

Pääbo a déjà identifié quatre lignées bien distinctes à l'origine des populations autochtones d'Amérique. Reste à retrouver leur origine et à retracer le cours de leurs migrations. En février, le chercheur suédois a exposé à l'*American Association for the Advancement of Science*, à San Francisco, ses essais d'extraction d'ADN d'échantillons fossiles divers. Pour cela, il a travaillé sur : un morceau de porc séché, vieux de 4 ans, de Norvège ; un fragment de peau de thylacine, dont un échantillon naturalisé est conservé depuis 1869 au Musée zoologique de l'université de Zürich ; un fragment similaire d'un paresseux géant, cité plus haut et conservé au British Museum of Natural History ; huit fragments de tissus humains égyptiens d'époques différentes, du VI^{e} millénaire avant J.-C. au III^{e} siècle de notre ère, provenant de momies conservées dans des musées ; et une tête péruvienne momifiée, du IV^{e} ou V^{e} siècle, actuellement à Munich.

L'extraction et l'amplification d'ADN provenant de ces échantillons ont été longues et difficiles. L'ADN est plus ou moins endommagé selon les conditions de conservation, et certaines des bases en sont plus dégradées que d'autres. Néanmoins, l'amplification enzymatique par la méthode PCR a été possible, et les travaux de Pääbo permettent de penser qu'à l'avenir, les spécimens conservés dans les musées aussi bien que ceux découverts lors de fouilles pourront être utilisés pour des études sur l'histoire, l'évolution et la classification d'hommes ou d'animaux disparus depuis des millénaires.

Pääbo, en effet, a constaté que le degré d'altération de l'ADN était à peu près le même dans le morceau de jambon norvégien vieux de 4 ans, dans la thylacine vieille d'un peu plus d'un siècle, et dans le morceau de peau du paresseux vieux de 13 000 ans. A sa surprise, l'ADN de momies égyptiennes de plusieurs milliers d'années était mieux conservé que celui du jambon.

Pourquoi ? Selon le chercheur, l'ADN est surtout endommagé par hydrolyse (dégradation par l'eau) qui se produit peu de temps après la mort. Ensuite, si les tissus mous sont trop desséchés, ils sont attaqués par oxydation, qui produit, elle, relativement peu de dégâts. Fait intéressant : il n'y a aucun rapport entre le temps de conservation et le degré de dégradation : l'oxydation semble atteindre assez rapidement un plateau, au-delà duquel les modifications sont minimes.

La difficulté principale est la contamination des tissus lors de leur transport et leur conservation avant d'être étudiés, ou pendant les travaux ; mais elle peut être contournée grâce à des précautions lors de la préparation, notamment l'utilisation de plusieurs extraits du même échantillon, qui facilite le repérage de l'extrait contaminé.

Voilà un nouvel outil à la disposition des préhistoriens, des ethnologues et des anthropologues. Et, ajoute Pääbo, il n'est pas exclu qu'on parvienne à réparer l'ADN fossile. On aborderait alors un rêve : la reconstitution d'espèces disparues, par greffes de gènes préhistoriques aux animaux qui en sont les descendants.

Alexandre Dorozynski

(1) Voir *Science & vie* n° 833, page 72.

L'HERITAGE DU PERE L'OIE

La mort de Konrad Lorenz, prix Nobel de médecine et de physiologie, prive le siècle de l'une de ses figures les plus célèbres, les plus sympathiques aussi. L'heure est donc venue de faire l'inventaire d'un héritage scientifique, dont la valeur ne fait pas l'unanimité des spécialistes.

PAR ALEXANDRE DOROZYNSKI

On ne le verra donc plus nager, suivi d'une douzaine d'oies cendrées, qui le prenaient pour leur papa. Le Père l'Oie, en somme. Qu'en reste-t-il ?

Konrad Lorenz est un des fondateurs de l'éthologie moderne, qui a élargi notre vision de l'homme pour en faire un membre à part entière du règne animal. Pionnier d'une science nouvelle, il a sans doute commis des erreurs, mais surtout, il nous a immanquablement enrichi, comme peu d'autres au cours de ce siècle.

Né en Basse-Autriche, à Altenberg, en 1903, il fut dès son enfance passionné par les animaux. Après des études de médecine, il se tourna vers la zoologie, et, plus particulièrement, vers l'étude du comportement des animaux.

L'éthologie, du grec *êthos,* mœurs, et *logos,* discours, n'est pas un néologisme lorenzien. Le naturaliste Geoffroy Saint-Hilaire la définit, en 1854, comme « l'étude du comportement des animaux dans leur milieu naturel ». Mais les naturalistes d'avant Lorenz se bornaient à décrire certains comportements d'animaux, comme on décrit les rouages d'une horloge, sans chercher à les expliquer. Le behaviorisme (de l'anglais *behaviour,* comportement), fondé sur les notions de tropisme (orientation élémentaire), de réflexe conditionné, d'instinct (impulsion naturelle)..., le tout sans trop d'explications, n'était pas très enrichissant. L'éthologie alors, se rapprochait plus de la mécanique que de la psychologie.

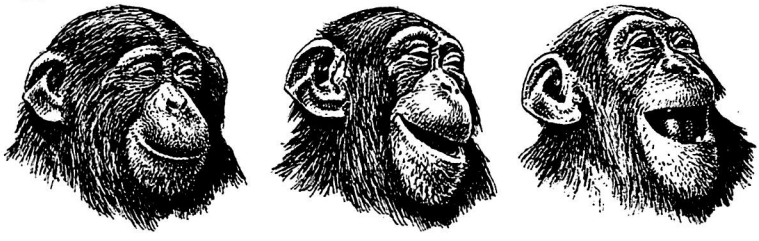
Lorenz manifesta dès son jeune âge une aversion pour les facteurs "inexplicables" invoqués pour interpréter le comportement des animaux. Il s'appuya sur le darwinisme, selon lequel la lutte pour la vie est le mécanisme essentiel de l'évolution des êtres vivants, pour donner à l'éthologie sa direction moderne : « l'étude comparative du comportement, la discipline qui applique au comportement des animaux et des humains toutes les questions demandées et toutes les méthodologies utilisées couramment dans les autres branches de la biologie depuis Charles Darwin ». Il ne s'agissait plus de se contenter d'observer et de noter, mais de comprendre et tenter d'expliquer.

Vivant, dormant, mangeant avec ses bêtes, surtout des oies, des canards et des choucas, Lorenz en partage l'intimité, s'attachant les jeunes qui le prenaient pour leur père, ou leur mère.

En 1935, il décrit le phénomène d'"empreinte", ce processus d'acquisition particulier qui se produit à un moment critique et spécifique de la vie du jeune animal, et qui lui permet d'identifier ses congénères et ses futurs partenaires sexuels. Une fois cette période physiologique critique dépassée, l'animal connaît l'objet de ses réactions sociales instinctives, acquis par empreinte, exactement comme si cette connaissance était innée.

Pour Lorenz, l'empreinte est irréversible, alors que l'apprentissage, lui, se désapprend. Plus tard, il nuancera cette idée, qui est une de ses grandes découvertes, et dont découleront des recherches ultérieures sur le comportement des bébés. Mais au

Il sortit les animaux du "labo" pour s'en faire des copains.



début, les observations rapportées par cette sorte de Saint François d'Assise du Danube ne furent guère prises au sérieux par les scientifiques.

Ne le furent pas non plus celles de son compatriote Karl von Frisch, qui, en 1919, avait décrit la "danse des abeilles", grâce à laquelle se transmettent aux butineuses les instructions précises à suivre pour atteindre une source de pollen. Cette "douce rêverie" ne fut reconnue valable que 20 ans plus tard.

En 1940, Lorenz fut nommé titulaire de la chaire de psychologie à l'Université de Koenigsberg (Prusse orientale) et publia une thèse sur la "pureté des races", dont il se repentit par la suite, alléguant qu'il l'avait écrite pour se faire accepter par les autorités nazies. En 1951, il créa l'Institut de physiologie du comportement, sous l'égide de la prestigieuse Société Max Planck.

A partir des années 1950, ses publications se multiplient. En 1963, son ouvrage sur l'agression, décrit celle-ci comme une pulsion fondamentale, au même titre que la faim, la soif ou le sexe. Ce sera l'une de ses publications les plus débattues, car il y cite des situations où l'agressivité profite à celui qui l'exerce. A partir de 1965, un recueil de ses mémoires *Sur le comportement animal et humain*, et plusieurs autres livres le font connaître du monde scientifique et du grand public : *Essai sur le comportement animal et humain*, *Les huit péchés capitaux de notre civilisation*, *L'envers du miroir ; Une histoire naturelle de la connaissance*, *L'homme dans le fleuve du vivant*.

On est en plein dans la controverse de l'inné et de l'acquis : les anti-Lorenziens nient tout rôle de l'hérédité dans le comportement.

Lorenz et ses disciples ont passé sans hésiter de l'animal à l'homme. La ressemblance ou homologie de certains mouvements et expressions chez les animaux et les hommes avait déjà été relevée par Darwin, mais celui-ci, ayant déjà fait scandale avec l'évolution des espèces, ne voulut pas, ou n'osa pas aller trop loin dans son ouvrage ultérieur, *L'expression de l'émotion chez l'homme et l'animal*.

Le premier à apporter une preuve convaincante de l'innéité des expressions chez l'homme fut sans doute Irenäus Eibl-Eibesfeldt, collègue de Lorenz, qui s'orienta vers l'étude comparée du comportement humain dans diverses civilisations. En 1973, il démontra que les enfants nés sourds et aveugles, quoiqu'ils eussent vécu leur vie dans la nuit et le silence absolus, possédaient un répertoire d'expressions faciales pratiquement identique à celui d'enfants normaux.

Eibl-Eibesfeldt retrouva aussi des schémas interculturels identiques dans des populations très diverses. Il observa que des schémas moteurs, inchangés chez les enfants sourds et aveugles, sont les mêmes que ceux qui restent inaccessibles aux changements culturels dans diverses civilisations.

Le fameux linguiste Noam Chomsky apporta de l'eau au moulin des innéistes en montrant que la structure de la pensée logique, qui est identique à celle de la syntaxe linguistique, est ancrée dans un programme génétique. L'enfant n'apprend pas à parler, dit Chomsky, il apprend le vocabulaire d'une langue de la tradition culturelle particulière dans laquelle il est né.

Une des objections les plus fréquemment adressées à Lorenz fut que les humains sont uniques et que toute tentative de comprendre la nature humaine par l'approche de l'éthologie n'est pas seulement condamnée à l'échec, mais refléterait un mépris de l'homme.

Faux, objecte Lorenz : l'apparition du cerveau humain et du langage ont permis la transmission de connaissances de génération en génération, et un renforcement immense de la tradition. Une telle transmission n'existe pas chez l'animal hors de la présence de l'objet concerné.

Mais, dit-il, l'émergence de la pensée conceptuelle n'est pas un miracle... Comme les autres événements évolutionnaires, elle a intégré des systèmes préexistants et fonctionnant indépendamment pour former un système nouveau, superordonné, qui possède des propriétés sans précédent et auparavant imprévisibles. Mais elle n'a pas effacé le passé, ni les mécanismes de motivation héréditaires, ni les dispositions innées à l'apprentissage et à certains comportements.

Lorenz maintenait que l'antithèse homme-animal n'était pas défendable. Avec ses disciples, il a retrouvé chez l'homme des types de comportement phylogéniquement très anciens, que le nourrisson humain partage avec d'autres mammifères : mouvements rythmiques de marche et recherche du mamelon, réflexe de saisie (préhensile) si fort qu'un nouveau-né peut se maintenir suspendu à une corde. Plus tard, ces réflexes disparaissent et l'apprentissage suit son cours.

On pourrait parler du nouveau-né, dit Eibl-Eibesfeldt, comme d'un être sans cortex (cette zone cérébrale supérieure, développée chez l'homme). En fait, observe-t-il, le comportement d'enfants anencéphaliques, sans cortex cérébral, diffère très peu de celui des enfants normaux pendant les premiers jours de la vie.

De nombreux comportements adultes sont de toute évidence universels. On rit quand on est gai, on pleure quand on est triste, on retrousse les babines quand on est en colère. Certains comportements ont été préservés malgré leur apparente inutilité dans notre civilisation ; ainsi, un individu qui mange, même isolé, regarde alentour comme pour explorer son voisinage, tout comme le font les babouins et les chimpanzés.

Mais l'idée qu'existent des tendances ou des com-

Chez lui, à Grünau, à 250 km de Vienne en Autriche.

portements innés peut inquiéter si elle implique une hiérarchie qualitative des individus (les plus forts ou les plus intelligents), si elle évoque le racisme, le sexisme, la soumission aveugle à l'ordre. Et les travaux des éthologistes ont mené à des conclusions parfois troublantes.

Ainsi, Eibl-Eibesfeldt écrit : « A l'intérieur d'un groupe, le comportement agressif des individus conduit à l'établissement de l'ordre hiérarchique qui garantit une certaine stabilité dans la société ; ceux du rang le plus élevé assument d'habitude certaines fonctions de chef... ». Le développement d'un tel ordre présuppose que les subordonnés reconnaissent et acceptent cette hiérarchie. « Cette disposition à accepter la subordination, à l'opposé de la recherche du rang, est très surprenante. » (Freud l'avait pourtant remarquée ; il écrivait en 1932 à Einstein : « Les humains ne peuvent se soustraire à l'inégalité, qui est partie intégrante de l'inné et qui les divise en meneurs et menés. Ces derniers sont la grande majorité, ils ont besoin d'une autorité qui prenne les décisions pour eux, et qu'ils acceptent d'habitude sans conditions. »

Lorenz remarquait que, dans toutes les cultures, existent des groupements spécifiquement masculins, excluant les femmes, ce qui s'expliquerait peut-être comme une adaptation des comportements de chasse et de combat... Il pensait que les caractéristiques mâles, comme le désir d'un rang supérieur, et une agressivité plus grande, sont des traits que nous partageons avec les autres primates.

Aux critiques qui pensent que l'éthologie sert à justifier des comportements nocifs sous prétexte qu'ils sont innés, Lorenz répondait qu'au contraire, il est important de révéler de telles tendances, surtout si elles sont devenues contraires à l'éthique de la société moderne. Par exemple, si les hommes ont tendance à se faire trop facilement endoctriner, il faut le savoir afin d'apprendre à adopter une attitude de critique envers les autorités.

Certains pensent que Lorenz et ses disciples seraient allés trop loin dans leurs comparaisons et leurs extrapolations. Mais que dire de leurs successeurs, à commencer par un ancien élève de Tinbergen, le zoologiste britannique Desmond Morris, auteur du livre à succès *Le singe nu,* qui commençait comme suit : « Il existe cent quatre-vingt-treize espèces vivantes de singes et de gorilles. Cent quatre-vingt-douze d'entre elles sont couvertes de poils. La seule exception est un singe nu qui s'est donné le nom d'*Homo sapiens.* »

Ensuite vint la sociobiologie. Le Pr Edward O. Wilson, chef de file incontesté de cette discipline, la décrit comme l'étude systématique des fondements biologiques de toutes formes de comportement chez toutes sortes d'organismes. C'est en somme le prolongement de l'éthologie, visant à montrer dans le détail comment l'évolution a modifié le comportement des espèces actuelles.

Pour les sociobiologistes, la structure cérébrale a peu évolué depuis quelques milliers d'années, et l'homme de la civilisation industrielle vit encore sous la contrainte de pulsions primitives, plus ou moins contrôlées par son environnement. Il est, comme l'écrivent les sociobiologistes, "maintenu en laisse" par la culture.

Il est indéniable que l'éthologie, puis la sociobiologie ont ouvert des voies nouvelles à l'étude du comportement animal et humain. C'est pourquoi, et bien qu'ils aient alors choqué par leurs conclusions, Lorenz, von Frisch et Tinbergen ont reçu le Prix Nobel de médecine et physiologie en 1973.

Certes, les scientifiques ne sont pas nécessairement neutres, et chacun risque, plus ou moins consciemment, d'instiller sa philosophie dans l'interprétation des faits qu'il observe. L'élaboration des sciences ne se fait pas, non plus, en dehors des grands courants religieux, philosophiques et politiques, et il est bien évident que l'objectivité, scientifique ou autre, est utopique.

Fort heureusement, les sociologues, les psychologues, les éthologistes, les anthropologues, les généticiens, ne sont pas tous de droite, ni tous de gauche, ni tous catholiques intégristes, musulmans, pentecôtistes, témoins de Jéhovah ou syncrétobouddhistes. Lorsque les idées nouvelles s'affrontent, le seul langage scientifique commun est celui des faits, et, au fil des études et des publications, des modes et des controverses, les postulats des uns et des autres sont passés au crible des pairs, jusqu'à ce que la communauté scientifique y trouve, ou n'y trouve pas, la substantifique moelle.

L'œuvre de Lorenz a été ainsi décantée par le temps et les hommes. Certaines de ses théories ont été révisées, d'autres restent contestées. Son grand apport est, sans doute, d'avoir tourné la page de "l'animal-objet-de-laboratoire" et d'avoir permis à l'homme d'entrer dans l'intimité du monde des animaux, de mieux les connaître et de mieux se connaître.

Alexandre Dorozynski

LE CRIME SUICIDAIRE DES MANGE-FORÊT

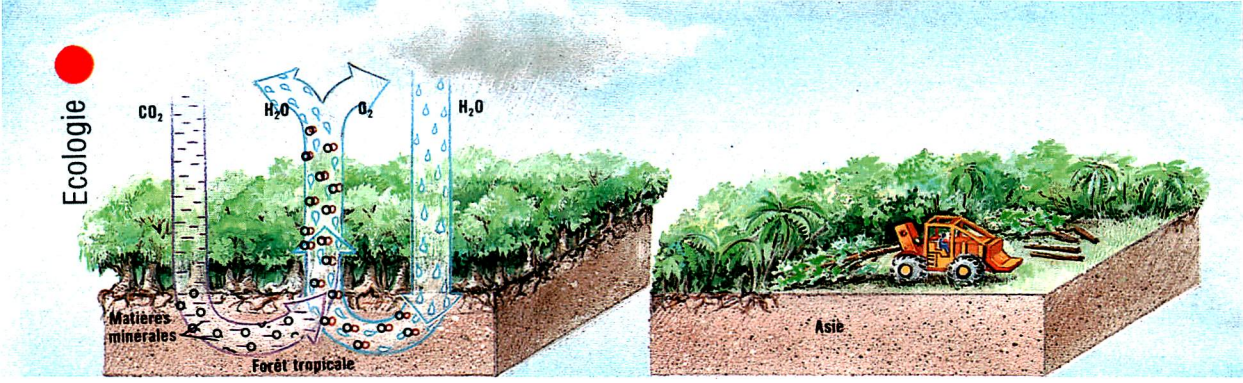
La destruction des forêts tropicales stérilise les sols et affame déjà des populations entières, désorganisant les économies. De plus, elle augmente la concentration de gaz carbonique dans l'atmosphère. C'est ainsi que l'Amazonie risque de devenir un nouveau Sahel et que nous risquons tous de "cuire" au soleil...

Effet de serre international, déforestation des zones tropicales, érosion des sols et des rivages... autant de clignotants sur les tableaux de bord des laboratoires scientifiques. L'alarme est unanime. Mais quel est exactement le danger ? On pourrait accuser, sans risquer de se tromper, l'influence des industries et des activités humaines. On pourrait impliquer une cause telle que le trou dans la couche d'ozone au-dessus des pôles, causée, uniquement ou non, par l'homme.

Mais le problème est beaucoup plus complexe. Nous n'en possédons pas encore toutes les données. Et même quand on en connaît une, comme l'augmentation du gaz carbonique dans l'atmosphère, il est difficile de prévoir, à coup sûr, ses répercussions à l'échelle planétaire.

Voici donc venu le temps des écologistes. La multiplication des colloques scientifiques sur l'environnement témoigne de

PAR DIDIER DUBRANA



Un saccage minutieux qui mène au désert

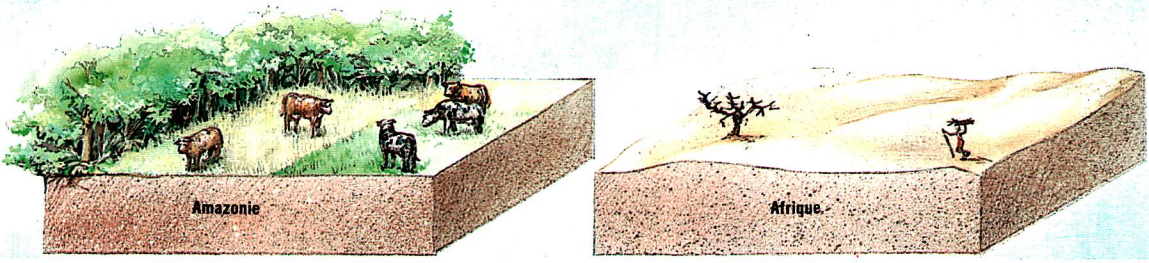
La forêt tropicale vit en état d'autosuffisance alimentaire. Le cycle de l'eau se charge d'alimenter les arbres en éléments minéraux et les nuages en eau, tandis que la photosynthèse produit l'oxygène nécessaire aux nombreux animaux et microorganismes qu'elle héberge. Mais l'exploitation forestière sauvage perturbe ce cycle naturel fragile. L'Asie représente le premier stade de cette déforestation. La vitesse de destruction de la forêt, pour créer de nou-

l'inquiétude des pays industrialisés. On parle même d'un "plan Marshall" pour l'environnement.

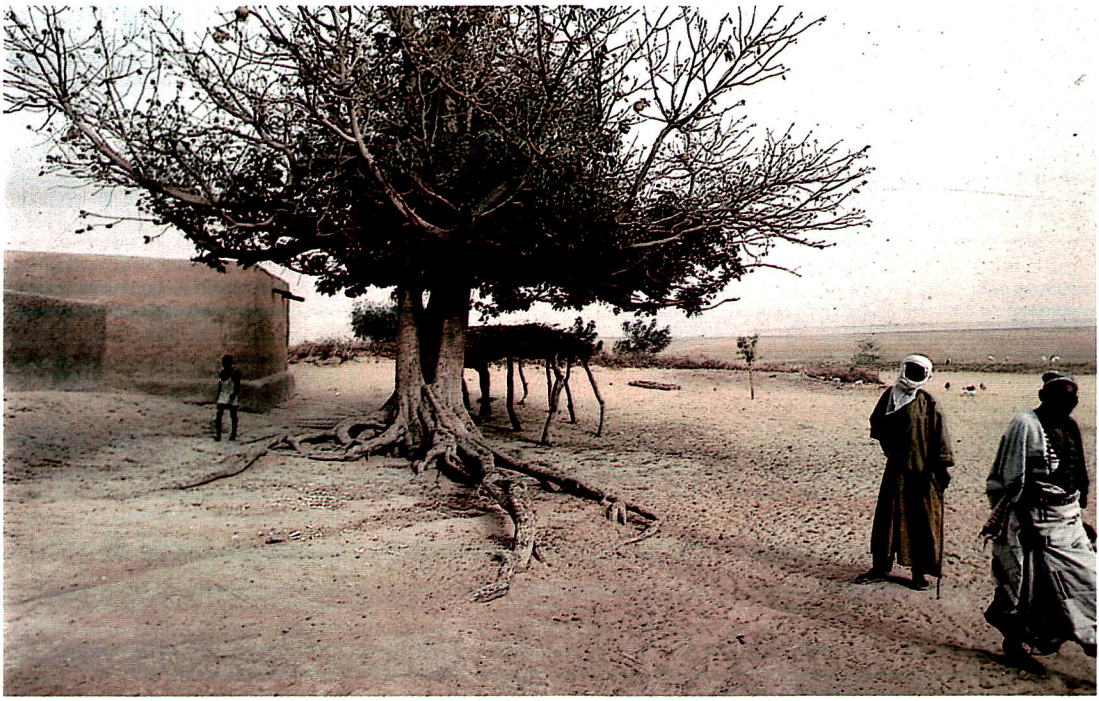
Dans ce contexte tendu, certaines déclarations alarmistes reflètent la méconnaissance où l'on est des données du problème, problème dont, empressons-nous de le dire, nous ne nions pas la réalité. Ainsi, on assure que l'Amazonie, qu'on défriche à tout-va, est le "poumon de la Terre", et que ce défrichage va tuer l'humanité. Par ailleurs, des prises de position contradictoires sur les conséquences du trou d'ozone dans la stratosphère compliquent le débat. Comme l'écologie est le carrefour de nombreuses sciences, biologie, physique, chimie, aérologie, botanique, où chacun y va de son interprétation, ce n'est pas la clarté qui règne...

Un thème prédomine bien, car il est tangible et mesurable : la déforestation. Comment rester indifférent aux milliers de kilomètres carrés d'arbres abattus chaque année dans le monde ! Cette destruction accélérée des forêts tropicales n'est pourtant pas nouvelle, puisqu'elle a débuté dans les années 60 en Afrique. C'est d'ailleurs sur ce continent qu'aujourd'hui des pays comme la Côte-d'Ivoire brûlent leurs derniers bosquets, tandis que d'autres, comme le Nigeria, en sont déjà réduits, ô paradoxe, à importer du bois ! On estime qu'il ne reste plus que 20 % de la forêt tropicale africaine originelle.

On critique donc, on condamne. Mais le problème de la déforestation ne peut pas être considéré de la



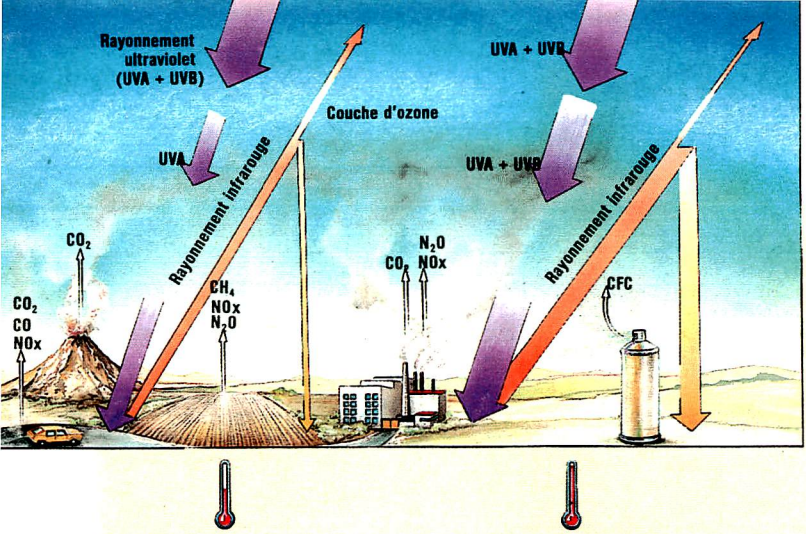
veaux espaces agricoles, conduira très vite à une situation comparable à celle de l'Amazonie. Là, les rancheurs achètent, 30 F l'hectare, de grandes étendues de forêts vierges, vendent les quelques arbres faciles à extraire et, avant d'allumer l'incendie, aspergent le reste avec le même défoliant qu'utilisaient les Américains au Vietnam. Ainsi défrichée, l'ancienne forêt est semée en vaste prairie, où les "nouveaux cow-boys" élèvent des bovins dont la viande alimentera les USA. Ces pâturages ont de très faibles rendements — il faut 5 m^2 de prairie pour produire la quantité de viande contenue dans un hamburger. C'est le dernier stade avant la désertification, qui, elle, sévit déjà en Afrique et affame les populations.



même façon partout. Il comporte ainsi trois cas particuliers : l'Afrique, l'Asie du Sud-Est et l'Amérique du Sud. Les attaques n'y sont pas les mêmes, bien que ce soit le même type de couverture végétale qui soit saccagé, la forêt dense, humide. Avant donc d'examiner les causes et les conséquences du saccage, analysons d'abord le fonctionnement de cet écosytème forestier.

Les forêts denses équatoriales se développent sous des climats aux températures élevées et constantes toute l'année (±25 °C). Grâce aux fortes précipitations, entre 2 000 et 5 000 mm par an, l'atmosphère conserve une forte humidité.

Humidité et température, voilà donc les deux paramètres principaux qui commandent et "dopent" ce milieu forestier luxuriant. Là intervient la botanique, car les différentes sortes d'arbres qui le composent détiennent les clefs de tous les mécanismes de sa croissance rapide. La photosynthèse, tout d'abord, qui permet aux feuilles des arbres de transformer le gaz carbonique (CO_2) de l'air en matière organique et en oxygène, en utilisant l'énergie lumineuse des rayons solaires. Cette même matière organique, une fois tombée au sol (feuilles, bois), sera transformée en matière minérale (phosphore, azote...) par les réactions d'oxydoréduction, consommatrices d'oxygène, qu'utilise la faune du sol (des bactéries et champignons aux rats et serpents) pour vivre. Ce cycle continu de matières passant de l'arbre au sol, puis du sol à l'arbre — puisqu'il se



EFFET DE SERRE, L'OZONE AUSSI

Si le gaz carbonique et l'ozone contribuent tous deux à l'effet de serre, c'est, cependant, l'augmentation du premier et la diminution du second qui le favorisent. Cette singularité s'explique par le rôle de filtre des ultraviolets que joue l'ozone dans la stratosphère. Ce gaz inerte se trouve à tous les niveaux de l'atmosphère, mais c'est aux alentours de 25 km d'altitude que sa concentration et sa formation sont maximales : d'où l'expression de "couche d'ozone". A cette hauteur, l'énergie solaire dissocie la molécule d'oxygène (O_2) en deux atomes d'oxygène qui s'associent, chacun, avec une autre molécule d'oxygène pour donner de l'ozone (O_3). Celui-ci laisse passer les ultraviolets A (400 à 320 micromètres) et absorbe ceux de courte longueur d'onde, les UVB (290 à 320 micromètres), extrêmement dangereux pour les êtres vivants — ils peuvent provoquer des mutations génétiques ou des cancers de la peau.

Jusqu'à présent, ce filtre naturel fonctionnait. Vinrent les chlorofluorocarbures, plus connus sous le sigle de CFC. On les utilise comme gaz propulseurs dans les bombes aérosols ou comme liquides cryogéniques dans les réfrigérateurs. Une fois libérés dans l'atmosphère, ils atteignent vite la stratosphère pour devenir des "mangeurs d'ozone". En effet, les CFC, molécules totalement inoffensives pour l'homme, se transforment en "ogres à ozone" sous l'effet des rayonnements solaires. Elle libèrent des atomes de chlore qui cassent la molécule d'ozone pour la remplacer par de l'oxyde de chlore et de l'oxygène ($Cl + O_3 \rightarrow ClO + O_2$).

Cette substitution entraîne une diminution de la quantité d'ozone stratosphérique, qui perd de la sorte une partie de sa propriété filtrante en laissant passer les UVB. Résultat: la quantité d'ultraviolets arrivant au sol augmente, entraînant du même coup l'accroissement des infrarouges réfléchis par la Terre, ce qui accentue l'effet de serre, déjà favorisé par d'autres polluants atmosphériques, comme le méthane (CH_4) et l'oxyde d'azote (NOx).

Ce processus chimique découvert au niveau du pôle Sud d'abord, et confirmé au pôle Nord (octobre 88), a donc motivé les premières mesures antipollution imposées par le Protocole de Montréal : les 46 pays industrialisés signataires s'engagent à diminuer de 50 % leurs émissions de CFC dans l'atmosphère d'ici 1998. Cependant, les douze de la CEE viennent de se fixer un nouvel objectif : ils comptent réduire de 85 % ces émissions durant la même période (Bruxelles, 2 mars 89).

Face à cette avalanche de décisions politiques, les scientifiques sont plus nuancés. Ils ne remettent pas en cause le rôle destructeur des CFC, mais ils apportent quelques réserves quant aux conséquences de leurs variations dans l'atmosphère. Pour eux, les modèles mathématiques actuels ne sont pas encore assez précis pour permettre de suivre pas à pas le rôle destructeur des CFC. De plus, la course industrielle qui s'engage en vue de la découverte de produits de substitution ne doit pas se faire dans la précipitation, et pour cause : il serait dommage de ne pas respecter les longues étapes d'une étude toxicologique, en cédant aux exigences de la conquête d'un nouveau marché. D'ailleurs, les industriels (Atochem et Du Pont de Nemours) préféreraient en rester aux premières normes de Montréal. En attendant, ce problème aura tout de même l'avantage d'accélérer les recherches sur l'étude des climats, par de vastes programmes associant les scientifiques du monde entier (*Global Change*), associés aux politiques.

Témoin le Sommet de La Haye (11 mars 1989) qui a réuni les représentants de 24 pays sur des questions de protection de l'atmosphère du globe. A l'issue de cette conférence, les participants ont décidé de soumettre leurs conclusions (Déclaration de La Haye) à la prochaine cession des Nations Unies. Pour eux, il serait souhaitable de créer un genre de "haute autorité" internationale, pour lutter contre la pollution atmosphérique et l'effet de serre. Mais sera-t-elle capable de prendre de véritables sanctions à l'égard des pays pollueurs ?... Il faudrait avant tout qu'elle fasse l'unanimité, ce qui n'est pas encore le cas.

nourrit lui-même des minéraux du sol — ne pourrait pas se poursuivre sans l'eau (***voir dessin p. 36***).

Dans un flux continu, du ciel vers la terre et de cette dernière vers le ciel, via les racines, l'eau transporte les élément nutritifs alimentant les arbres par la sève. D'où vient cette eau ? On serait tenté de répondre : du ciel ! Bien sûr, mais pas entièrement. En effet, dans le milieu spécifique de la forêt tropicale, il est un phénomène qui joue un rôle primordial : l'évapotranspiration. Chaque feuille représente une minuscule usine fabriquant de la vapeur d'eau qui transpirera pour aller gonfler les nuages situés au dessus des forêts. Résultat : on a calculé que 60 % de la quantité des précipitations tombant sur la forêt amazonienne sont dues à ce phénomène "d'auto-alimentation hydrique", l'autre partie venant de la condensation au-dessus des océans. Mais comment a-t-on pu différencier ces deux sources de pluie ? Car lorsqu'une averse s'abat sur la forêt tropicale, les grosses gouttes de pluies sont toutes pareilles...

A l'analyse, on s'aperçoit que l'eau produite par les océans est plus riche en deutérium que celle des

forêts (l'atome d'hydrogène de la molécule d'eau possédant un neutron de plus). C'est par cette différence qu'on a pu établir l'importance du rôle des forêts dans les précipitations.

Ce sont de tels mécanismes qui constituent l'écosystème forestier tropical, en équilibre constant et en circuit fermé, produisant à la fois, la nourriture et la boisson utiles à sa croissance.

Pourquoi dit-on alors que la forêt Amazonienne est le "poumon de la terre", fournissant une partie de l'oxygène de la planète ? Il s'agit là d'un raccourci un peu rapide, inspiré par la chimie de la photosynthèse. On y oublie le recyclage permanent de la matière, décrit plus haut : les arbres fabriquent bien de l'oxygène, mais il est capté par les milliards d'êtres vivants de la forêt, et plus particulièrement les microorganismes qui décomposent la matière organique du sol. L'oxygène produit par le feuillage sert essentiellement de combustible au fonctionnement de cette immense machine végétale qui s'autogénère à longueur de journées, d'années et de siècles. Si l'on cherche des images à tout prix, on pourra dire que la forêt tropicale est "égoïste".

Les alarmes des écologistes seraient-elles alors infondées ? Non plus : ce milieu végétal si dynamique est extrêmement fragile. Toute agression disproportionnée du cycle naturel bouleverse son fonctionnement à tous les niveaux : cycle de l'eau, qualité du sol... Certes, la déforestation de quelques lopins de terre par les Indiens Kayapo du Brésil ne change rien à l'équilibre naturel. La célèbre citation de Paracelse « Rien n'est poison, tout est poison, c'est la dose qui fait le poison » est de règle quand on veut évaluer les conséquences de l'action humaine sur un tel milieu. Il se trouve que la dose est dure à avaler ! Les derniers calculs de la Food and Agriculture Organization (FAO), réalisés à l'aide des techniques qui utilisent des satellites — Landsat par télédétection (1)-, estiment à 157 000 km² les surfaces de forêt tropicale détruites chaque année, soit cinq fois la superficie de la Belgique. A ce rythme, la moitié de sa superficie mondiale pourrait disparaître d'ici l'an 2000, et la totalité, cinquante ans plus tard. Ces chiffres doivent être nuancés, car il s'agit d'une estimation globale. Or, les continents ne possèdent pas les mêmes surfaces de forêts tropicales, et les rythmes de déforestation y sont différents. Ainsi, pour un total mondial de 11,6 millions de km², 50 % des forêts tropicales se trouvent en Amérique du sud, 30 % en Asie du Sud-Est et en Australie, et seulement 20 % en Afrique.

C'est en Asie, dans un pays comme l'Indonésie, que le moteur des tronçonneuses tourne à son plein régime ; les forestiers y ont obtenu des permis d'exploitation pour l'ensemble du territoire. C'est pourtant l'Amazonie qui fait "la une" des médias. Quant à l'Afrique, tondue, elle fait figure de triste précurseur et offre l'image de ce que deviendront les deux autres continents si la dévastation n'est pas stoppée à temps.

Parmi les causes de déforestation, l'exploitation des essences commerciales est sans aucun doute le dénominateur commun aux trois continents. Pour comprendre le problème, on peut dire que chaque continent constitue, dans une échelle de temps, un stade particulier de déforestation. Le début est représenté par la situation en Asie, et la fin, par la désertification de l'Afrique.

La forêt du Sud-est asiatique apparaît comme la championne du rendement forestier. Formée essentiellement d'arbres de très bonne qualité, de la famille des diptérocarpacées (arbres à fruits ailés), son homogénéité botanique la conduit à sa perte et explique la vitesse à laquelle elle est détruite.

Contrairement à l'Afrique, où le volume de bois exploitable pour l'industrie est de de 4 à 5 m³ par hectare, ici les rendements sont 20 fois plus grand (100 m³/ha). Les forestiers n'ont pas besoin d'arpenter la forêt tropicale à la recherche d'essences rentables éparses parmi tant d'autres, puisqu'elles le sont presque toutes. Cet "or vert" a attiré les compagnies forestières du monde entier qui, à coups de bulldozers, défrichent la forêt à des rythmes inégalés. Leur taux d'exploitation a augmenté de 800 % durant les années 70. (suite du texte page 162)

L'acajou, une des victimes des marchands de bois. C'est pourquoi la Société de développement forestier (Sodefor Côte-d'Ivoire) et le Centre technique forestier tropical (CTFT) contrôlent maintenant son exploitation et veillent à sa réimplantation lors des projets de reboisement.

(1) Voir *Science & Vie* n° 831, p. 92.

LES ARCHITECTES ONT OUBLIÉ LES HIRONDELLES

A l'origine, les hirondelles faisaient leur nid dans les grottes de nos ancêtres. Depuis que l'homme vit dans des maisons, elles nichent sous les gouttières, les corniches, les balcons. Avec les constructions modernes aux façades lisses, où iront-elles ?

PAR MARC MENNESSIER

La Ligue pour la protection des oiseaux (LPO) a demandé aux gens l'an passé, dans le cadre de l'opération "Printemps des hirondelles 88", de signaler la date d'arrivée de la première hirondelle dans leur région. Elle a reçu plus de 10 000 réponses (chiffre inespéré, qui atteste le grand succès de cette initiative), dont celle d'un agriculteur qui, pendant 15 ans, avait noté à la craie sur une des portes de sa maison les dates de départ et d'arrivée de "ses" hirondelles.

En 88, la première hirondelle de cheminée a été signalée à Nice, le 29 janvier, tandis que la première hirondelle de fenêtre n'a été aperçue que le 16 février, au-dessus de l'étang de Capestang dans l'Hérault. Mais le gros de la troupe des hirondelles de cheminée est arrivé en deux vagues, entre le 1er mars et le 15 avril, l'hirondelle de fenêtre entre le 12 mars et le 21 avril avec un flux plus régulier.

Les hirondelles de cheminée britanniques font plus de 20 000 km aller et retour pour hiverner jusqu'aux confins de l'Afrique australe. Celles qui viennent en France et en Europe centrale se contentent de la zone sahélienne et de l'Afrique équatoriale. La vitesse de croisière en migration se situe autour de 40 à 50 km/h et l'oiseau peut parcourir jusqu'à 300 km par jour. A cette allure, l'hirondelle britannique met donc un mois et demi à deux mois, compte tenu des haltes, pour rejoindre ses quartiers d'hiver en Afrique du Sud, et l'hirondelle française un bon mois pour rallier la zone tropicale. En tenant compte du fait que ces oiseaux parcourent également environ 250 km par

MIGRATIONS : L'HIRONDELLE GARDE SES SECRETS

Depuis le moyen-âge, où l'on pensait que les hirondelles partaient pour aller passer l'hiver sous l'eau, nos connaissances sur le processus de la migration se sont bien sûr considérablement élargies. Mais beaucoup de zones d'ombre persistent et les spécialistes en sont surtout réduits à formuler des hypothèses.

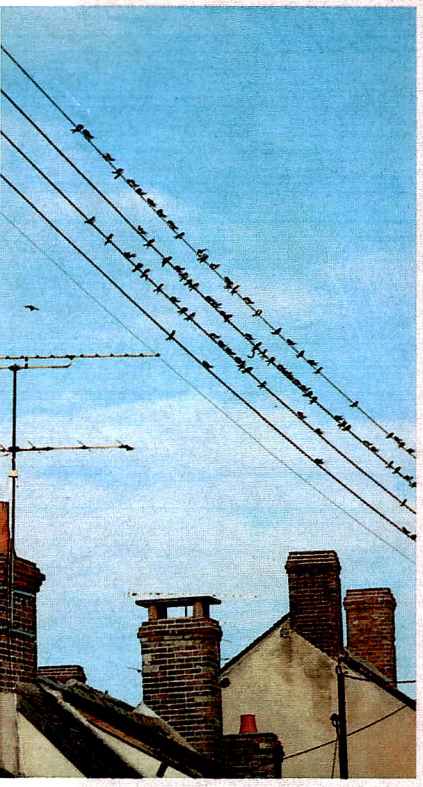
« L'hirondelle étant un oiseau diurne, on peut penser qu'elle se guide en fonction du Soleil, de même que les oiseaux qui effectuent leur vol migratoire la nuit doivent probablement se fier à la position des étoiles », explique Guy Jarry, scientifique au Centre de recherches sur la biologie des populations d'oiseaux ; il note que de nombreux observateurs ont vu des vols nocturnes de certaines espèces qui voyagent de nuit s'arrêter lorsque le ciel était couvert puis repartir à la première éclaircie.

La découverte de nodules de ferromagnétite dans le bulbe rachidien de pigeons et de merles migrateurs, laisse également penser que ces oiseaux possèdent des récepteurs leur permettant de se situer par rapport au magnétisme terrestre. Malheureusement, aucun biologiste n'a encore entrepris de vérifier l'existence de ces micro-particules chez l'hirondelle. Ce qui, bien sûr, ne veut pas dire qu'elles n'existent pas.

En 1986, Eberhard Gwinner, biologiste à l'Institut Max Planck en République fédérale d'Allemagne, a montré que certains oiseaux migrateurs possédaient une "horloge interne", processus endogène qui donne le signal du début et de la fin de la migration et dont la période est d'environ une année. Eberhard Gwinner a mis ce mécanisme en évidence à partir d'expériences réalisées sur des pouillots fitis et des fauvettes, petits passereaux migrateurs qui, eux aussi, vont hiverner en Afrique.

Peut-on extrapoler cette découverte aux hirondelles ? « Non, répond Guy Jarry. Il faudrait pour cela faire les mêmes tests sur des sujets en captivité. Or, dans le cas de l'hirondelle, c'est pour le moment impossible pour des raisons de stress et d'alimentation. » Le mystère demeure donc intact. Par ailleurs, il reste à définir les bases physiologiques de cette "horloge interne", dont on sait déjà qu'elle est programmée génétiquement.

Enfin Eberhard Gwinner estime, dans un article paru dans la revue *Pour la Science*, en juin 1986, qu'« il reste à expliquer comment le programme interne réagit aux stimuli externes (NDRL : photopériode notamment) pour engendrer le comportement migratoire observé ». Les chercheurs ont encore du pain sur la planche.



jour pendant la période de reproduction, Guy Jarry (1) a calculé qu'une hirondelle réalisait grosso modo dans l'année l'équivalent de deux fois le tour de la Terre à l'équateur ! Il signale le cas d'une hirondelle baguée âgée de douze ans qui, sur la base de telles données, aurait couvert dans sa vie plus d'un million de kilomètres ! De pareils cas de longévité sont d'ailleurs rarissimes.

L'espérance de vie des hirondelles se situe plutôt autour de trois à quatre ans, quand elles arrivent à passer le cap de la première année. La migration cause en effet de véritables hécatombes. La plupart des hirondelles qui décollent à l'automne en rangs serrés vers leur destination lointaine, pourraient se contenter d'un billet aller simple, puisque près des trois quarts des jeunes de l'année et environ la moitié des adultes ne reviennent jamais... Est-ce dû à la migration en tant que telle ou aux conditions de l'hivernage, période pendant laquelle l'oiseau effectue aussi sa mue ? Difficile de répondre, même si l'on peut présumer que le voyage soit vraisemblablement la cause de mortalité majeure.

Chaque couple doit produire en moyenne quatre à cinq petits viables par an pour que l'espèce se maintienne. Les hirondelles doivent donc trouver à leur retour de migration des conditions propices à leur nidification et à leur reproduction. Ce n'est pas le cas : depuis quinze ans, les effectifs d'hirondelles décroissent de façon préoccupante. On trouve de plus en plus de nids qui ne sont pas revisités au printemps.

L'hirondelle de fenêtre et, encore plus, l'hirondelle de cheminée étant très fidèles à leur site de nidification, on peut considérer qu'un oiseau qui ne revient pas est un oiseau mort...

Guy Jarry évalue à quelques millions la population française d'hirondelles de cheminée, les hirondelles de fenêtre étant un peu moins nombreuses. C'est en fait très peu par rapport au siècle dernier, où l'espèce a vécu son apogée, et au début du XX^{e} siècle, où l'habitat rural était très dense et la campagne encore peu polluée.

On peut postuler qu'avant que l'homme n'érige ses premiers villages, l'hirondelle vivait avec lui dans les cavernes, car seules ces dernières pouvaient lui offrir les supports nécessaires à la construction de son nid. Aujourd'hui, villes et campagnes n'ont plus la même qualité d'accueil que par le passé.

Première cause, la désertification de certaines régions agricoles et l'abandon de l'élevage tradi-

LES CINQ ESPÈCES QUI NICHENT CHEZ NOUS

Appartenant à l'ordre des Passereaux et à la famille des Hirondinidés, cinq espèces d'hirondelles nichent actuellement en France.

L'hirondelle de cheminée, la plus commune, est reconnaissable à sa gorge et à son front rouge-orangé. Plutôt rurale, elle construit son nid à l'intérieur des habitations.

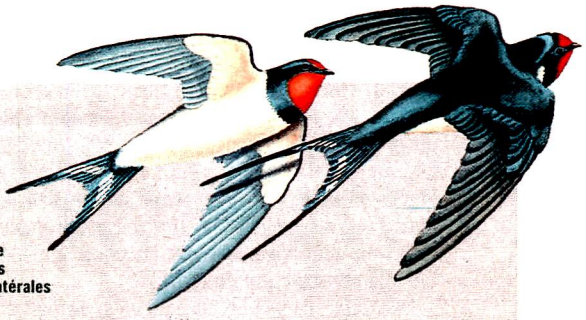
L'hirondelle de fenêtre vient ensuite. De taille inférieure, elle a la gorge et le croupion blancs. Volontiers citadine, elle niche à l'extérieur. Les trois autres espèces sont :

L'hirondelle de rivage, qui niche en colonies très denses et creuse un profond terrier dans les berges sableuses ;

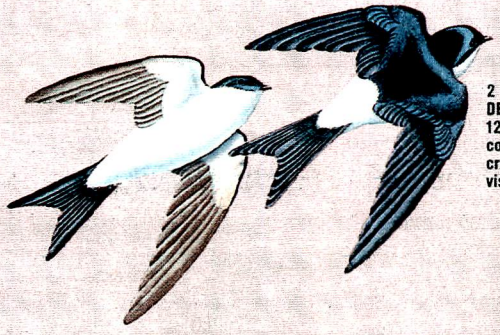
L'hirondelle rousseline, très rare, que l'on rencontre dans le sud de la France ;

L'hirondelle de rochers, rare, elle aussi, que l'on trouve surtout en montagne.

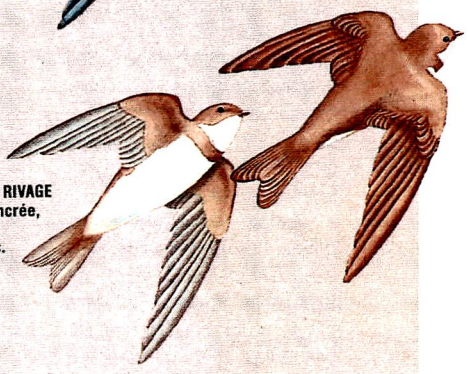
On confond souvent les hirondelles avec les martinets, qui ne leur sont pas du tout apparentés. Ils se distinguent des hirondelles essentiellement par leur plumage complètement noir, leurs ailes en forme de faux et leur silhouette plus trapue. Les martinets sont des champions du vol : ils se nourissent, s'accouplent et même dorment dans les airs.



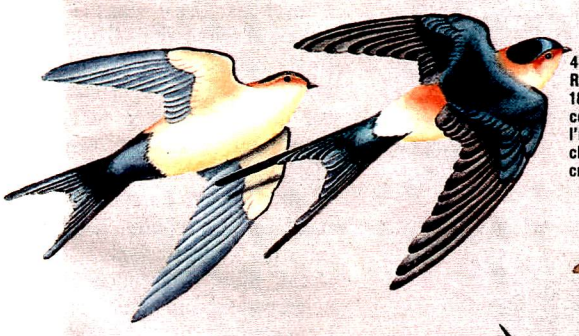
1 - HIRONDELLE DE CHEMINÉE
19 cm, gorge rouge foncé, très longues plumes rectrices latérales



2 - HIRONDELLE DE FENÊTRE
12,5 cm, queue courte et fourchue, croupion blanc très visible, ventre blanc.

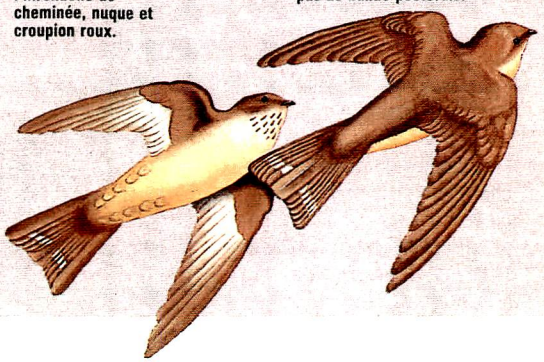


3 - HIRONDELLE DE RIVAGE
12 cm, queue échancrée, bande pectorale brune, ventre blanc.



4 - HIRONDELLE ROUSSELINE
18 cm, queue plus courte que celle de l'hirondelle de cheminée, nuque et croupion roux.

5 - HIRONDELLE DE ROCHERS
14 cm, queue courte, pas de bande pectorale.



Le martinet se distingue des hirondelles par son plumage noir et ses longues ailes en forme de faux (envergure de 38 à 40 cm).

tionnel, avec, comme corollaire, la fermeture progressive des étables, à l'intérieur desquelles les oiseaux n'ont plus accès. Les nouveaux bâtiments d'élevage en structures métalliques sont souvent peu propices à la construction des nids. Dans la Brie, région située à l'est de Paris, où la mutation du paysage et de l'agriculture a été intense au cours des dernières décennies, Guy Jarry a calculé, au terme d'une étude réalisée entre 1963 et 1979, que la population d'hirondelles avait chuté de 80 % par rapport à son niveau initial.

Les hirondelles ne peuvent pas non plus suivre l'homme facilement dans son nouveau cadre de vie urbain.

Pour l'hirondelle de cheminée, l'abandon des écuries à chevaux a été la raison majeure de sa quasi disparition de nos grandes cités modernes. L'hirondelle de fenêtre a pu mieux s'adapter, dans la mesure où elle niche à l'extérieur des bâtiments. Mais l'accroissement des surfaces goudronnées limite son approvisionnement en boue, indispensable à la construction du nid.

Deuxième cause, les insecticides, en particulier organo-chlorés. Certes interdits à la vente en France, il sont encore utilisés en Afrique. S'ils ne tuent pas directement les hirondelles, les insecticides portent gravement atteinte au garde-manger de ces oiseaux, essentiellement insectivores, en particulier dans les régions d'agriculture intensive où leur emploi est devenu quasiment systématique.

Troisième cause, le climat. La désertification progressive de la zone sahélienne rend la migration encore plus périlleuse, surtout depuis les longues périodes de sécheresse qui affectent cette région du monde de façon presque ininterrompue depuis plus de quinze ans.

Pendant la migration elle-même, les intempéries peuvent dévier les oiseaux de leur route, lesquels finissent par se perdre, quand ce n'est pas une tempête de sable qui les surprend au beau milieu du Sahara. Ce fut le cas en mars et en avril 1969.

Par ailleurs, quand le printemps est froid et humide, le mauvais temps peut avoir des conséquences désastreuses pour les couvées. Or, un couple d'hirondelles ne produisant en moyenne que deux nichées par an, la perte de l'une d'elles à l'échelle d'une population affecte considérablement les effectifs qui affronteront la migration d'automne.

Mais l'homme, en restaurant ou en aménageant des conditions de nidification, peut jouer un grand rôle dans le maintien de cette espèce, protégée par la loi de 1976. Il en est temps. Après le succès remporté par le "Printemps des hirondelles 88", la Ligue pour la protection des oiseaux lance cette année une vaste campagne en faveur de la pose de nichoirs artificiels (***voir encadré ci-dessous***). Le temps fort de cette opération s'est déroulé le 8 mars dernier, en région parisienne, à la gare du Guichet, sur la ligne B du RER, où 35 de ces nids ont été posés. Les bâtiments devant être ravalés, il fallait donc détruire les nids d'hirondelles de fenêtre, qui depuis bien longtemps nichent sur les murs extérieurs de la gare. « Ce qui aurait causé un véritable scandale, explique Guy Bessat, surveillant de travaux à la RATP, car ces oiseaux sont très populaires ! Nous avons donc pris contact avec la mairie d'Orsay, dont dépend la gare du Guichet, puis avec la LPO, laquelle nous a dit où et comment se procurer des nids.

Les hirondelles se retrouveront donc au printemps avec des logements neufs et confortables. Le tout avec un minimum de contraintes pour nous. Tant sur le plan financier que de l'organisation du travail. »

Cette opération, une première, a valeur d'exemple. Elle prouve en effet que l'hirondelle, dont le destin a toujours été étroitement lié à celui de l'homme, peut trouver sa place dans le monde d'aujourd'hui. Il suffit de laisser une porte ou une fenêtre ouverte, d'enlever un des carreaux de la grange ou du garage pour maintenir l'accès ouvert, ou encore de fixer horizontalement sur une poutre, deux ou trois clous distants de 15 cm, afin de faciliter la construction d'un futur nid. L'hirondelle fait chaque année, au péril de sa vie, des milliers de kilomètres pour venir nous rejoindre dans le même village, la même ville, le même nid ; le tout sans carte et sans boussole. Cette fidélité mérite bien un petit geste.

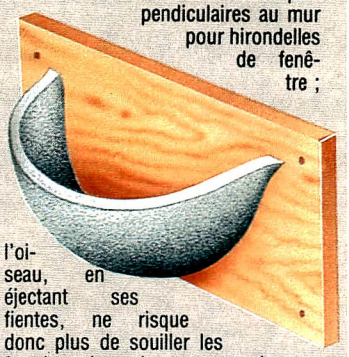
Marc Mennessier

(1) Du Centre de recherches sur la biologie des populations d'oiseaux (CRBPO) et administrateur de la Ligue de protection des oiseaux.

UNE SOLUTION : LES NICHOIRS ARTIFICIELS

Poser un nichoir artificiel sur la façade de sa maison, ou à l'intérieur d'un local dont l'accès doit toujours rester libre, est un geste simple qui peut contribuer à la naissance de 3 à 10 petits par an. Selon, bien sûr, la productivité du couple d'hirondelles qui s'y installera !

Deux types de nichoirs existent, destinés aux hirondelles de cheminée et de fenêtre. Fabriqués par la société allemande Schwegler à partir d'un mélange en bois-béton, ils reproduisent exactement la forme du nid naturel et sont très bien acceptés par les oiseaux comme en témoignent ceux qui les ont posés. A noter : l'ouverture des nichoirs artificiels perpendiculaires au mur pour hirondelles de fenêtre ; l'oiseau, en éjectant ses fientes, ne risque donc plus de souiller les façades. Les destructeurs de nids d'hirondelles — il y en a malheureusement beaucoup, bien que la loi de 1976 punisse ces actes par des amendes de 500 à 2 000 F — perdent là leur principal, voire leur unique, argument.



Les commandes de nichoirs sont à adresser à la Ligue pour la protection des oiseaux (LPO), 51 rue Laugier, 75017 Paris. Prix : 75 F + 20 F de port par nid d'hirondelle de cheminée. 123 F + 35 F de port pour un bloc de deux nids. La LPO joint à toute commande une notice précisant les modalités d'installation.

LES ENVAHISSEURS GÉNÉTIQUES

En Corse, les sangliers se mettent à ressembler à des cochons et, en Grande-Bretagne, le cerf élaphe devient japonais.

L'animal semble sorti d'un bestiaire fantastique : "mutant" de cochon à tête rose, avec de grandes oreilles recouvertes de duvet, un corps poilu et noir comme la suie. Cochon ? Sanglier ? Un mélange des deux ? La Corse est envahie par cet hybride qui a progressivement fait reculer les sangliers sauvages. Cette inquiétante pollution fait l'objet d'une étude du Laboratoire de recherche sur le développement de l'élevage (dépendant de l'INRA), sous l'égide du Parc naturel régional de Corse, et avec également la collaboration des fédérations de chasseurs de Haute-Corse et de Corse du Sud.

Nettement plus petit que le sanglier vivant dans l'Hexagone, la sous-espèce corse n'excède pas 80 kg. Il est assez difficile d'en évaluer le cheptel. Mais si l'on tient compte que 10 000 animaux sont abattus chaque année, la population de sangliers globale de l'Ile de Beauté tournerait autour de 30 000 individus. Seulement voilà : sur 423 animaux examinés, 105 (soit 24,8 %) présentaient des colorations incompatibles avec les robes caractéristiques de l'espèce, et 66 (soit près de 16 %) « des patrons typiquement porcins : taches blanches ou noires, absence de livrée juvénile ». La situation se dégrade constamment. En effet, les chasseurs locaux, qui appellent le sanglier pur "signale" et le métis "razzone", poussent à la roue en lâchant des truies, espérant ainsi obtenir davantage de gibier. Il faut savoir, en effet, que le "cochonglier" se reproduit deux fois plus que l'espèce sauvage.

Autre cause de métissage : le développement rapide d'un élevage porcin qui n'est toujours pas maîtrisé. L'abandon des cultures traditionnelles ont d'autant mieux favorisé cette activité que 20 000 ha de châtaigniers apportent à l'animal une abondante nourriture. Selon P. Franceschi, responsable de l'étude, « le sanglier évolue un peu partout en Corse vers une forme de plus en plus croisée, même si certaines régions comme les Agriates, la Balagna, Bonifaziu et Urtaca semblent encore privilégiées ». Enfonçant le clou, ce scientifique ajoute : « Il est probable qu'on assistera à la disparition du sanglier corse *stricto sensu* et qu'il faudra plutôt considérer cette espèce comme un cochon sauvage proche parent, bien qu'issu d'un processus différent, des *feral-hogs* nord-américains. La Corse perdrait ainsi un des mammifères caractéristiques de sa faune. »

L'alerte est donc plus que sérieuse. Or, curieusement, personne sur place ne se soucie de cette dérive génétique. Intéressés au premier chef, les chasseurs, nous l'avons vu, semblent plutôt ravis de tirer chaque année de plus en plus d'animaux. Nous avons demandé à un technicien cynégétique s'il ne serait pas possible d'élever sur un point du territoire des sujets purs pour, au moins, sauver l'espèce locale. Réponse : « Impossible, les dégâts sont trop importants chaque année et en élevant ces sangliers nous deviendrions indéfendables. »

Une autre pollution génétique sévit en Grande-Bretagne et le même phénomène, pensent certains experts, pourrait, à terme, se produire en France. Il s'agit cette fois d'un métissage entre le cerf élaphe et le cerf sika.

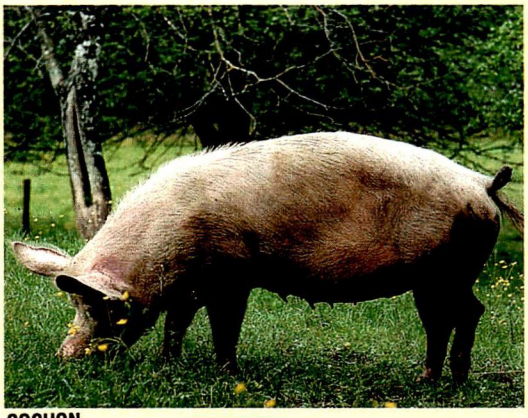
Le premier vit en Europe, c'est notre cerf autochtone. Sa hauteur au garot peut atteindre 1,40 m et son poids dépasser les 200 kg ; son pelage, roux l'été avec des taches sombres sur les cuisses, devient plus sombre l'hiver et ses bois, avec parfois plus de douze andouillers, sont magnifiques.

Le second, originaire du Japon, a une robe qui ressemble à celle du daim, mais en plus foncé. Ses bois sont moins développés que ceux de l'élaphe — 4 andouillers au plus. Il est aussi plus petit puisqu'il ne pèse que 50 kg pour une hauteur au garot de 1,25 m. Introduits en enclos en Grande-Bretagne en 1860, les sikas se sont échappés ou ont été relâchés dans des massifs boisés ouverts. Les naturalistes y voyaient un enrichissement de la faune insulaire. Les années 1970 virent une telle progression du phénomène sika, que la Commission des forêts britanniques dut étudier le problème.

La pollution génétique est, ici, d'autant plus grave qu'il n'y a pas de compétition entre les deux espèces, aucune ne risque de l'emporter sur l'autre. L'abatardissement va donc se généraliser dans le pays. « La dispersion des cerfs

PAR ERIC JOLY

Portrait de famille de ces hybrides prolifiques



COCHON

SANGLIER

"COCHONGLIER"

sikas à partir d'un peuplement initial, note Christophe Lorgnier Dumesnil, de l'Office national des forêts (ONF), s'observe d'abord chez les jeunes mâles en quête d'un nouveau territoire. Ils peuvent parcourir de grandes distances et précèdent les biches sikas pendant plusieurs années. Les périodes de rut étant identiques chez les deux espèces, les premiers hybrides sont principalement issus de croisements mâles sikas, biches élaphes. La différence de taille entre les partenaires ne constitue pas un handicap. »

Malgré les facilités accordées par la réglementation britannique pour éliminer les hybrides, les *rangers* chargés de l'entretien des parcs nationaux ont beaucoup de mal à endiguer la pollution. Certains gardes éliminent chacun 200 à 400 têtes par an dans les massifs les plus menacés. Mais ni cette "régulation", ni les engrillagements ne constituent un palliatif suffisant. Selon la Commission des forêts de la Grande-Bretagne,

CERF SIKA

CERF ELAPHE

CERF "HYBRIDE"

deux solutions demeurent possibles :

• Interdire les reboisements sur une grande surface pour constituer un "glacis" entre les massifs boisés. Ainsi, une population de sikas n'a pas essaimé parce que les exploitants agricoles, craignant pour leurs récoltes, les tirent quand ils sortent du bois.

• Isoler des populations pures de cerfs élaphes dans des îles ou des péninsules protégées.

Les responsables des parcs nationaux français et de l'Office national des forêts s'inquiètent. En effet, il existe en France de petites populations de cerfs sikas dans la forêt de la Hart, près de Mulhouse, et sur l'île de Porquerolles notamment (1). Pour l'instant les produits de croisements naturels ou scientifiques n'ont pas franchi les barrières des enclos. Heureusement.

Eric Joly

(1) Le cerf sika a été introduit en France pour la première fois en 1890 à Rambouillet : il avait été offert par le Mikado au Président Carnot.

L'US NAVY RECRUTE DES MAMMIFERES MARINS

Les Etats-Unis entraînent des dauphins et des otaries à des missions militaires. Un programme bien évidemment ultra-secret mais dont quelques éléments commencent à filtrer.

Un rapport confidentiel de la marine américaine fait état d'un mystérieux « véhicule marin autopropulsé, équipé d'un système sonar incorporé, capable de détecter et d'identifier des cibles à grande profondeur... L'ordinateur embarqué est programmé pour des tâches de détection extrêmement complexes ».

Cette métaphore technicienne désigne un être bien vivant : le dauphin, cétacé remarquable par bien des côtés. Par sa peau : son derme spongieux absorbe les tourbillons et lui confère la capacité de nager en écoulement laminaire, ce qui permet une grande vitesse de déplacement, à plus de 60 km/h, et des hauteurs de saut de 7 mètres. Il est capable de plongées rapides et de très longue durée. Son cerveau, comparativement à sa taille, est aussi développé que celui de l'homme. Remarquable aussi par son système de communication acoustique — on a dénombré 400 signaux différents qui constituent un véritable langage —, basé sur des émissions sonores ou ultrasonores.

Ajoutez à cela que le dauphin est une créature fort sensible à l'amitié et à la compagnie de l'homme, prête à coopérer avec lui ; on comprend que les militaires aient songé à exploiter ses talents et ses affectueuses dispositions.

En 1986, le Congrès a autorisé l'US Navy à capturer vingt-cinq dauphins et otaries par an "pour les besoins de la défense nationale", en dérogation exceptionnelle à la loi sur la protection des mammifères marins.

Mais cet étonnant programme remonte à 1960. Depuis cette date, les militaires ont formé et utilisé quelque 240 animaux marins, en majorité des dauphins et des otaries, mais aussi diverses espèces de baleines. L'effectif actuellement en service serait de 115 individus et un budget de 29 millions de dollars a été investi, de 1985 à 1989, dans les recherches.

Une bonne partie des études concerne les dons ultrasoniques de ces mammifères, qui en font de véritables sonars vivants. On cherche à percer le secret de leur admirable faculté de navigation, grâce à laquelle ils repèrent les objets immergés en l'absence de toute visibilité. D'ores et déjà, des plongeurs humains équipés d'un matériel sonar inspiré du système d'écholocation des dauphins, réussissent à reconnaître les cibles aussi bien et parfois mieux que les animaux eux-mêmes.

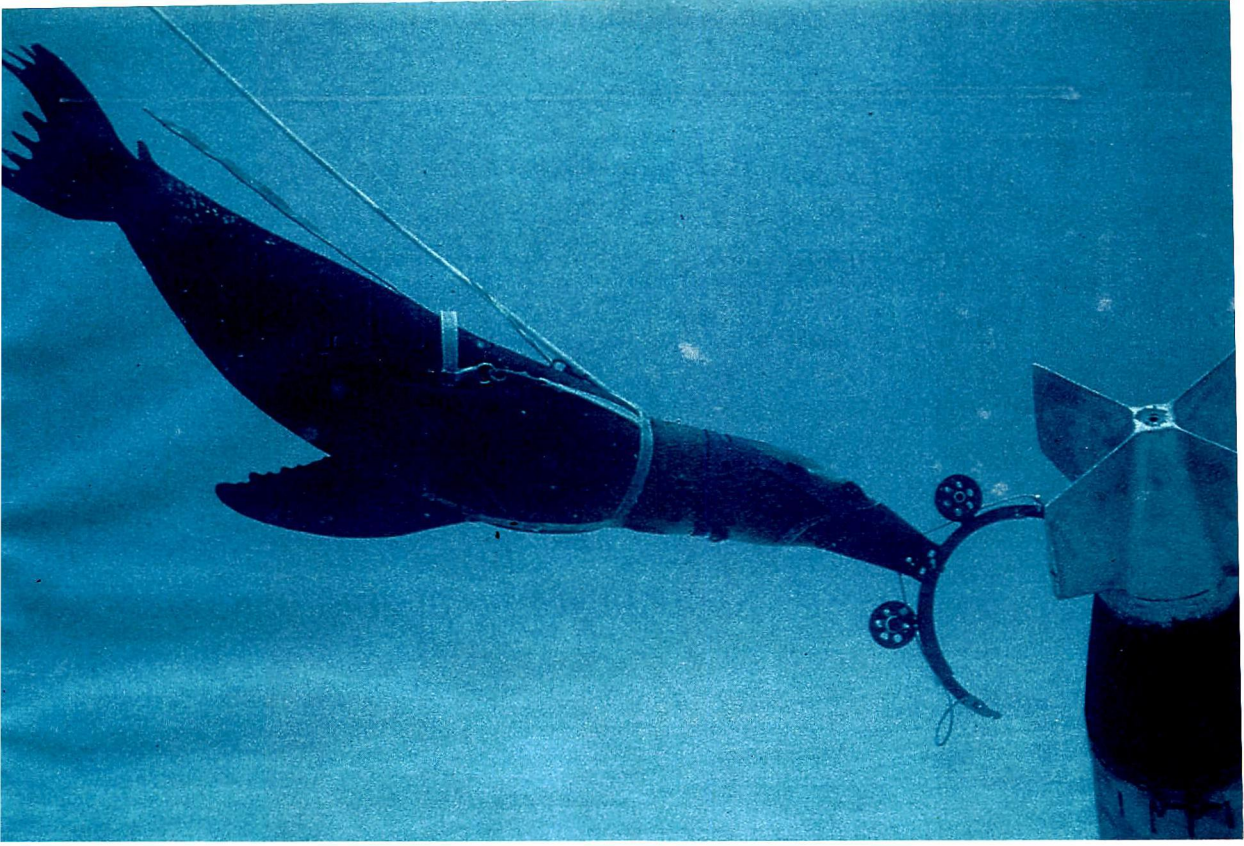
Mais les mammifères marins ne sont pas que des sujets de recherche ; on les enrôle dans des opérations militaires actives. Depuis 1975, dans le cadre du projet *Quick-Find* ("Trouver vite"), on emploie l'otarie du Pacifique Nord (1) pour retrouver au fond de l'océan des munitions non-armées et récupérables après leur utilisation dans des exercices navals de tir. L'animal a appris à se diriger grâce à l'écoute d'un signal émis par une balise acoustique contenue dans ces objets ; une fois qu'elle a rejoint la cible en question, l'otarie y attache un dispositif d'accroche qui, par l'intermédiaire d'un câble de nylon, va permettre à un navire de surface de remonter la pièce.

Le rôle de l'otarie était, hier encore, tenu par des hommes en scaphandre ou par des sous-marins de poche — une intervention à haut risque, rendue aléatoire par l'état de la mer et les courants, très coûteuse et qui demandait un déploiement logistique considérable. Sans compter le temps que les plongeurs devaient passer en caisson. Aujourd'hui, l'opération se conclut en quelques minutes et l'équipement nécessaire se résume à un canot pneumatique, au dispositif de fixation, au filin releveur et... à un seau de poisson frais. Avant de plonger, l'otarie fait savoir qu'elle a perçu le signal envoyé du fond, en poussant avec son nez un disque de caoutchouc placé à bord du canot.

Normalement, l'otarie ne plonge pas à beaucoup plus de 1 500 mètres. Pour les missions à très grandes profondeurs, les Américains avaient envisagé de recourir à des baleines, spécialement au béluga

(1) Le Lion de mer de Steller, *Eumetopias jubatus*.

PAR GEORGES DUPONT



L'otarie ramasse-torpilles : pour récupérer des munitions au fond du Pacifique, les Américains ont dressé des otaries munies d'étranges prothèses. Une fois agrippés, les objets seront halés par câble vers la surface.

qui peut descendre jusqu'à près de 6 500 mètres. Ce projet a été abandonné.

L'US Navy ne l'a jamais ouvertement admis, mais on sait qu'elle a envoyé des dauphins au Vietnam en 1971, pour garder sa flotte, ancrée dans la baie de Cam Ranh, contre d'éventuels saboteurs. Pendant les événements récents du Golfe persique, six dauphins ont participé à la détection des mines et à la protection des navires américains contre les plongeurs de combat ennemis. On ignore les ordres qu'ont reçus ces sentinelles d'un nouveau type dans le cas d'un face-à-face direct avec des nageurs hostiles. Lors de sa déposition devant une Commission spéciale du Sénat américain en 1976, un ancien membre de l'équipe responsable des dauphins, a déclaré que certains de ces animaux étaient entraînés à la lutte armée et qu'on les munissait de seringues pour tuer l'adversaire sur place. Rien n'a jamais confirmé cette stupéfiante assertion, qui, à l'époque, fut interdite de publication. D'autres indices donnent cependant à penser que les dauphins ne sont pas seulement dressés à donner l'alarme, mais qu'on leur enseigne l'art de détruire, chez l'assaillant, l'appareil respiratoire de son scaphandre autonome.

Ces révélations ont provoqué un tollé dans l'opinion américaine, surtout après l'annonce de la construction, à la base sous-marine de Bangor, en Pennsylvanie, et à celle de Kings Bay, en Georgie, de "ménageries" pour dauphins, lesquels sont destinés à monter la garde autour des submersibles nucléaires porteurs de missiles Trident. L'indignation s'est amplifiée après qu'un biologiste de la Séaco, société californienne qui éduque les dauphins et les otaries pour le compte de l'US Navy, eût témoigné du mauvais traitement subi par ces animaux aux mains de soigneurs incompétents. Richard Trout fait état de sévices caractérisés, de sanctions disciplinaires à l'encontre des dauphins sous forme de privation alimentaire. Un traitement que le public américain a jugé d'autant plus scandaleux qu'il s'agit d'une espèce particulièrement intelligente, sensible et confiante en l'homme. L'US Navy conteste naturellement ces allégations.

Reste qu'on signale une hécatombe épizootique parmi ces conscrits involontaires. Des cas de pneumonie et d'affections bactériennes en séries. La transplantation de ces bêtes dans des eaux étrangères, sous des climats qui leur sont inhabituels, pour les faire accomplir une mission de guerre, provoque chez elles des traumatismes mortels.

La question morale demeure : a-t-on le droit d'impliquer des animaux, de surcroît pacifiques et menacés d'extinction, dans les conflits armés des hommes, cette espèce désespérément belliqueuse ?

Georges Dupont

UNE CHIMERE INATTENDUE : LE BLE-MAÏS

En cherchant une voie de sélection plus rapide du blé, des chercheurs ont fait naître une curiosité : le blé-maïs. Une chimère qui pourrait devenir la céréale du vingt et unième siècle !

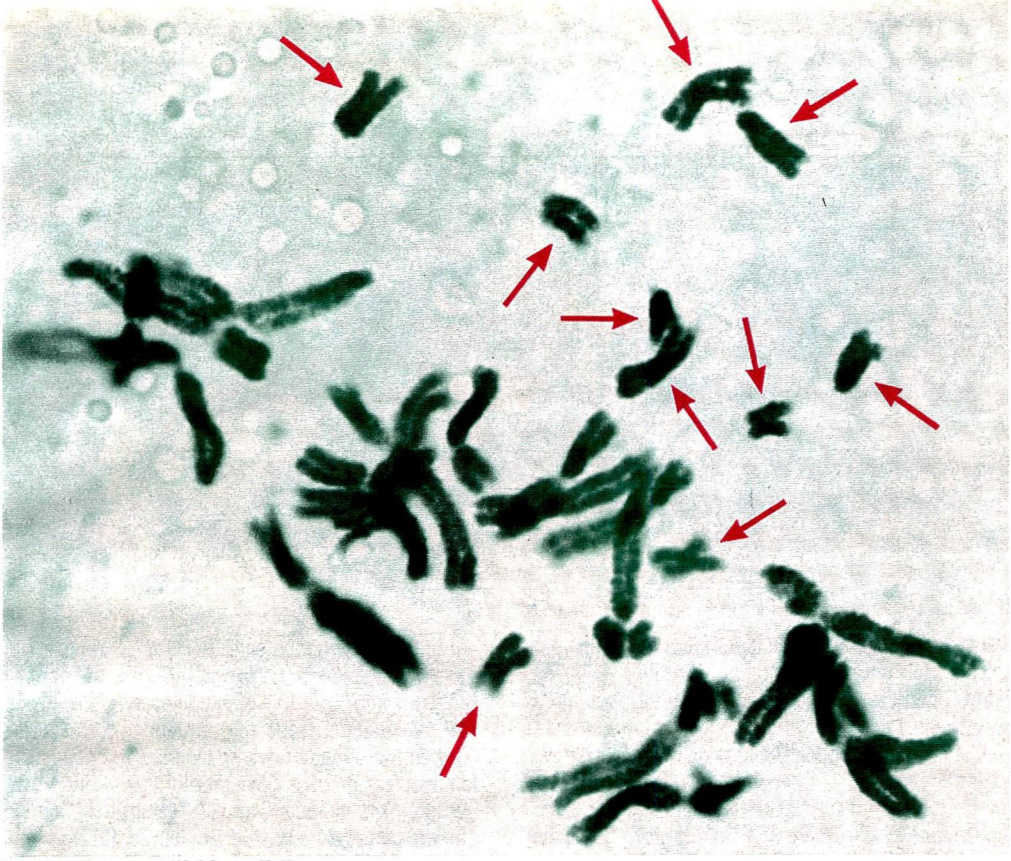
PAR ISABELLE BOURDIAL

Chacun connaît la valeur du blé, la céréale la plus cultivée dans le monde, devant le maïs et le riz. En France, une à deux dizaines de nouvelles variétés sont mises chaque année sur le marché. Leur bon rendement et un ou plusieurs traits de caractère originaux les démarquent de leurs concurrentes déjà commercialisées : une résistance nouvelle ou accrue au froid, aux parasites, une maturité plus précoce, une meilleure valeur boulangère, etc. De plus en plus, les semences enferment en elles le secret d'une bonne récolte. Et pour une firme, l'obtention d'une variété est le gage d'une rente confortable car elle perçoit une redevance sur la vente des semences de cette variété. Les multinationales l'ont compris : la plupart ont aujourd'hui acheté ou créé une filiale pour la sélection végétale. Mais la création d'une nouvelle variété, objet d'une concurrence acharnée, est aussi un investissement au long cours.

Entre le premier acte de création d'une plante originale remarquable, et le moment où son profil se retrouve fixé à l'intérieur de milliards de semences identiques, il faut compter au moins dix ans. Pour abréger cette attente, et fixer d'un seul coup le profil convoité, des chercheurs anglais et canadiens ont essayé des mariages entre le blé et d'autres graminées (maïs, sorgho, millet...). Les résultats dépassent leur attente : non seulement des blés au profil immuable sont ainsi créés, mais, en plus, le géniteur étranger laisse parfois une petite empreinte imprévue, porteuse de grands espoirs.

Quelle que soit la voie choisie, l'aventure de "l'amélioration" du blé commence toujours par un mariage forcé. Car pour rassembler dans la graine future des qualités repérées sur deux plantes différentes, il faut d'abord empêcher la fleur de blé, qui est à la fois mâle et femelle, de se féconder elle-même. Pour empêcher cette "autogamie" du blé, les sélectionneurs privent l'une des plantes génitrices de ses étamines — organes mâles qui contiennent le pollen — et saupoudrent ses fleurs, qui n'ont plus que leurs organes femelles, avec le pollen de l'autre géniteur choisi.

Les graines issues de ce croisement donnent des plantes hybrides toutes semblables. Mais en laissant celles-ci s'autoféconder à leur tour, on récolte une deuxième génération de graines qui, en germant, donneront des plantes très disparates : les hybrides de deuxième génération. C'est là que la sélection proprement dite commence : seules les plantes qui contiennent des caractères intéressants sont gardées. Après ce premier tri, on ne bouleverse plus le mode naturel de reproduction et on "attend" plusieurs cycles d'autofécondation ; chaque hybride devient ainsi l'ancêtre d'une descendance (ou lignée). Au fil des générations, les plantes d'une lignée acquièrent un profil typé et stable. Mais il faut attendre dix à douze générations pour que les descendants, véritablement homogènes, se reproduisent à l'identique. Le sélectionneur a alors atteint son but. Il détient une lignée "pure", dont les caractères ne bougeront plus. Il n'a plus



Les embryons "blé-maïs" possèdent, 24 heures après la fécondation, les 21 chromosomes de l'ovule maternel (blé) et les 10 chromosomes, plus petits (flèches), du pollen paternel (maïs). La garniture paternelle est, en général, rapidement chassée. Le maïs n'agit, en somme, que comme catalyseur de la fécondation et non comme partenaire génétique. Mais à la surprise de tous, l'une des plantules de blé obtenue à l'université de Laval (Québec), a gardé un chromosome du maïs jusqu'à l'apparition de ses premières feuilles : c'était la première chimère blé-maïs.

qu'à en faire valider les qualités agronomiques sur le terrain par un jury officiel et troquer le matricule de sa lignée contre un nom de baptême : une nouvelle "variété" est née (1).

Pourquoi faut-il des années pour atteindre cette lignée pure aux caractères immuables ? L'explication est simple, elle relève de la génétique de base.

Pour une céréale comme pour tout être vivant, l'information qui détermine ses caractères morphologiques et physiologiques, est détenue par les gènes. Un gène occupe un site bien précis (un locus) sur le chromosome, d'où il supervise, seul ou avec le concours d'autres gènes, l'apparition d'un caractère précis. Toute cellule d'un individu possède deux lots de chromosomes "jumeaux" : elle est "diploïde", chaque chromosome hérité du "père" étant apparié à son jumeau hérité de la mère. Mais il y a une exception : les cellules sexuelles (pollen et ovules chez les plantes). En effet, elles n'héritent, lorsqu'elles se forment, que d'un seul lot de chromosomes : elles sont dites "haploïdes". Et quand elles se fécondent, la boucle se referme avec l'appariement des chromosomes jumeaux. Les caractères qui s'expriment chez l'individu, comme par exemple la taille ou le nombre de grains par épi chez le blé, sont ainsi les résultantes de deux "mots d'ordre" parentaux. Lesquels sont l'expression des deux gènes homologues (on dit "allèles") placés chacun au même locus sur les chromosomes jumeaux provenant des parents.

Lorsque les deux allèles hérités sont identiques, ils forment un gène homozygote. Ainsi quand les deux parents blés transmettent l'allèle "tige courte" (h), la progéniture est homozygote pour ce caractère (hh) et a une petite taille. A l'inverse, quand les deux allèles sont différents, le gène est hétérozygote. Les mots d'ordre peuvent alors être contradictoires, par exemple quand le père a transmis l'allèle "tige courte" (h) et la mère l'allèle "tige haute" (H). Que se passe-t-il alors ? Tout dépend de la force respective des deux allèles en question. Concernant la taille du blé, c'est l'allèle "tige haute" qui l'emporte, car il est "dominant" par rapport à l'allèle "tige courte", que l'on dit alors "récessif". Le rejeton (Hh) sera donc de grande taille, peut-être même plus grand que sa mère car l'hétérozygotie apporte sou-

(1) Les "variétés" désignent donc, chez le blé, les lignées pures commercialisées. Cependant, des "blés hybrides" apparaissent sur le marché des semences. Ils sont l'aboutissement d'une autre histoire, que vous pouvez lire dans *Science & Vie* n° 811, avril 85.

UN CLONE DE BLÉ A ÉTÉ FABRIQUÉ À L'AIDE DU MAÏS

1. Le pollen de maïs est recueilli...

2. ... Les fleurs de blé sont castrées...

3. ... Le pollen du maïs va féconder les ovules de blé...

vent de la vigueur à un caractère. Lorsque, par contre, les deux allèles contradictoires sont de force égale, le caractère qui en résulte est alors intermédiaire.

Conséquence évidente : pour qu'un caractère récessif s'exprime — pour que le blé conserve sa petite taille — il faut nécessairement que le gène contrôlant ce caractère soit homozygote (hh dans notre exemple). Tandis qu'un caractère dominant (exemple : tige haute) apparaîtra quel que soit l'état homozygote (HH) ou hétérozygote (Hh) du gène.

Cette logique explique la lenteur du processus de la sélection. Pour qu'un blé engendre des descendants identiques à lui-même, l'autogamie ne suffit pas. Il faut aussi que ses caractères soient homozygotes. Là, pas de surprise. Les gènes étant soit de type AA soit de type aa (selon que le caractère est dominant ou récessif), les cellules sexuelles de la fleur hermaphrodite portent un allèle identique et redonnent, en fusionnant, le même gène. Un caractère homozygote est donc fixé par l'autofécondation *ad vitam æternam* (tel est du moins le cadre théorique que les fréquentes mutations naturelles viennent bouleverser dans la réalité).

Au contraire, dans une plante hybride, le hasard — ou le sélectionneur — a réuni, pour un caractère donné, l'allèle A, hérité du pollen, et l'allèle a, hérité de l'ovule (ou vice versa). L'hybride est donc par définition hétérozygote (Aa). Ses cellules sexuelles héritent au hasard soit de A, soit de a et, après autofécondation, ses descendants directs possèdent l'une des trois combinaisons possibles : AA, Aa ou aa. La loi statistique en fixe d'ailleurs les proportions : 50 % d'entre eux seront Aa, 25 % aa et 25 % AA. La moitié d'entre eux auront donc déjà atteint l'homozygotie pour ce caractère. L'autofécondation réitérant le processus, le sélectionneur voit ainsi augmenter le taux de combinaisons homozygotes de moitié à chaque génération, et il acquiert une lignée pure en 10 générations environ.

Fixer un caractère signifie donc le rendre homozygote, ce que la nature fait toute seule chez le blé autogame. Pour une plante hybride, n'y a-t-il que l'autofécondation répétée qui mène à ce résultat ? Non. Aujourd'hui, grâce aux récentes techniques de laboratoire, il existe deux possibilités, dont le trait commun est de faire naître la génération fille de l'hybride que l'on veut sélectionner sur un "terreau" haploïde.

La première possibilité consiste à cultiver au laboratoire, comme nous allons le voir, les organes sexuels de la plante. Cette technique, la culture in vitro des organes sexuels, a déjà donné naissance à des variétés commercialisées ; la seconde, les croisements interspécifiques, vient de culminer ces jours derniers dans une prouesse de haut vol en croisant blé et maïs.

Comme dit plus haut, il est possible de régénérer des plantes à partir de la culture in vitro de "gamétophytes" mâle ou femelle, ainsi nommés parce qu'ils élaborent les cellules reproductrices ou "gamètes". Dans le cas du blé tendre Triticum stivum (l'espèce qui sert à la fabrication du pain), ce sont les anthères, ou réserves de pollen, qui sont mis en culture. Dans des boîtes de Petri, quelques grains de pollen se différencieront en embryons. Transférés en éprouvette, ces derniers s'épanouiront en plantules "haploïdes", car, comme le pollen-père, elles ne possèdent qu'un seul lot de chromosomes. Les plantes obtenues à l'issue de cette androgénèse ne contiennent donc que la moitié de l'information héréditaire de la plante-mère (celle du gamétophyte mâle) et sont très souvent stériles. Pour contourner ce préjudice et rétablir leur fertilité, on parvient à doubler leur stock chromosomique au moyen d'un traitement à la colchicine (substance extraite des graines de la colchique qui agit sur la division cellulaire) : c'est le processus dit d'haplodiploïdisation. D'haploïdes, les cellules deviennent alors diploïdes, et leurs gènes sont automatiquement homozygotes.

4. ... Les embryons sont cultivés *in vitro*...

5. ... Ils donnent des plantules de blé, ancêtres d'un clone, aux caractères fixés.

C'est ainsi qu'est née la variété de blé française Florin (*Science et Vie* n° 823, avril 86).

La deuxième possibilité consiste à fixer les caractères que l'on veut obtenir dans la descendance de l'hybride en le croisant avec une espèce différente. La méthode est ancienne, puisque certains blés tendres chinois et japonais sont croisés depuis quinze ans avec l'orge sauvage Hordeum bulbosum. Les fleurs émasculées du blé sont saupoudrées avec du pollen d'orge (agissant donc comme père). Par étapes successives, les embryons qui se sont formés ont éliminé les chromosomes de l'orge dès les premiers stades de leur développement. Ce phénomène de rejet a rendu les embryons haploïdes. Ceux-ci, soumis à un traitement à la colchicine, comme précédemment, ont donné des plantes normales, fertiles et "pures" : les deux lots de chromosomes de leurs cellules sont identiques à celui du gamétophyte femelle (l'ovule) de leur mère (blé).

Malheureusement, la réussite du croisement blé x orge sauvage n'a réussi jusqu'ici qu'avec les lignées de blé sino-japonaises, et la plupart des lignées d'Amérique du Nord et d'Europe ne sont pas réceptives au pollen d'orge sauvage. La raison de cet échec est connue depuis longtemps : c'est l'activité dans le génome du blé d'un ou de deux allèles particuliers, nommés Kr1 et Kr2, qui sont tous deux dominants. Ce sont ces allèles, surtout Kr1, qui inhibent la pénétration du pollen de l'orge dans l'ovule du blé. On a donc recherché, comme père adoptif, une autre graminée que l'orge sauvage, dont le pollen échapperait peut-être à l'"agressivité" de ces gènes Kr1 et Kr2. Les pionniers, deux chercheurs de l'Institut Max Planck de Cologne, M. Zentkeler et W. Nitzsche, obtinrent, en 1983, le consentement de variétés porteuses de ces gènes à l'égard d'une célèbre graminée de la famille des panicoid, le maïs "Zea maïs".

Le succès de cette fécondation ne défraya pas la chronique, car dans les épis, les embryons dégénéraient moins de dix jours après la pollinisation, soit qu'ils ne fussent pas viables, soit que le tissu qui leur sert de garde-manger dans la graine, l'albumen, fût anormal. Cependant, aujourd'hui, on parvient à les sauver grâce à la culture in vitro. Deux laboratoires, l'un anglais, l'autre québécois, ont confirmé, chacun de leur côté, la découverte des Allemands.

Ce sont les Anglais, D. Laurie et M. Bennet, de l'Institute of plant research, à Cambridge, qui confirmèrent les premiers en 1986 le caractère hybride, puis haploïde des embryons nés du croisement Triticum stivum et Zea maïs. 24 heures après la pollinisation, la garniture haploïde de chacune des espèces génitrices était visible. On distinguait clairement les 21 grands chromosomes du blé tendre et les 10 petits chromosomes du maïs. Mais avant la fin de la troisième division cellulaire, la garniture haploïde du "père" maïs était éliminée. Au stade de 8 cellules et après, les embryons n'avaient plus que les 21 chromosomes du blé. Le taux de fréquence de la fertilisation des fleurs de blé par le maïs dévoilait que l'haploïdie pouvait être acquise de cette manière pour la plupart des blés, même pour les blés possédant Kr1 et Kr2, donc réfractaires au pollen de l'orge, du seigle et autres espèces de la même famille.

Pour l'"haploïdisation" du blé, les chercheurs de Cambridge pouvaient donc être satisfaits. Mais pouvaient-ils obtenir plus, par exemple le transfert de gènes du maïs dans les chromosomes de blé ? En d'autres termes, aussi rapide soit-elle, l'élimination des chromosomes du maïs peut-elle être incomplète ? Mieux, le blé haploïde peut-il avoir hérité, au cours de sa courte cohabitation avec le maïs, de quelques gènes de ce dernier ?

L'hypothèse peut paraître folle, car le maïs, rappelons-le, n'agit que comme catalyseur dans la manip décrite plus haut, pour déclencher l'haploïdie. Les chromosomes des deux espèces ne se ressemblent ni en taille, ni en nombre, et l'élimination rapide des chromosomes de maïs diminue la probabilité d'insertion ou d'échanges de matériel génétique. Et pourtant l'hypothèse allait être vérifiée en juillet 1987 par une équipe canadienne ! André Comeau, Paul Nadeau et Ariane Plourde, chercheurs du ministère fédéral de l'Agriculture et de l'université québécoise de Laval pratiquèrent la même hybridation Triticum stivum-Zea maïs. Sur les ovules fécondés, prélevés quelques jours après la pollinisation et cultivés in vitro dans un milieu de fabrica-

LES TRANSPOSONS DU MAÏS

L'information génétique qui caractérise tout être vivant est codée dans les chromosomes sous forme de "mots", les gènes. On a cru longtemps que les gènes étaient des éléments immuables, gardiens des propriétés de l'espèce, que seuls pouvaient troubler quelques mutations ponctuelles ou des réarrangements entre chromosomes. Les premiers rapports — en 1947 — d'une certaine Américaine, Barbara McClintock, sur les "gènes sauteurs" du maïs firent une véritable révolution. La communauté généticienne refusa tout d'abord d'abandonner son dogme et de croire que les gènes n'étaient plus ces « éléments sagement alignés en chapelet sur leur bâtonnet chromosomique » (1). Et la chercheuse de l'Institut Carnegie, à Cold Spring Harbor, dut attendre 40 ans pour être couronnée par le prix Nobel.

Aujourd'hui, la liste de ces petits fragments de chromosome capables de s'insérer (eux ou une copie d'eux-mêmes) en un autre site du même chromosome ou sur un chromosome différent, ne cesse de s'allonger : on en a identifié chez de nombreuses espèces, de la levure à l'homme, en passant par la drosophyle, les rétrovirus et les bactéries où leur effet est bien connu : c'est eux qui transmettent les facteurs de résistance aux antibiotiques. Les transposons peuvent donc posséder plus de gènes que les seuls gènes responsables de leur déplacement.

Depuis les premiers travaux de Barbara McClintock, plusieurs transposons du maïs ont été identifiés. Les plus connus ont pour effet l'apparition de pigmentations nouvelles sur les grains (tâches, bigarrures). Car ces éléments mobiles, à la faveur de leur déplacement, dérangent l'expression des gènes où ils s'introduisent ou bien qu'ils quittent. Les transposons du maïs intéressent beaucoup les généticiens, d'abord parce qu'ils ont été identifiés, et ensuite parce qu'ils abolissent rarement de façon complète l'expression du gène où ils s'insèrent. D'où l'espoir des chercheurs de les transférer au blé. Le transposon du maïs pourrait servir d'étiquette au gène du blé qu'il a "squatté". En observant les effets de la mutation induite par le transposon, ils pourront reçonnaître la fonction qu'exerçait ce gène muté. Et ainsi, peu à peu, ils espèrent être à même d'établir la carte génétique du blé.

(1) Voir *Les secrets du gène*, de François Gros, éditions Odile Jacob.

tion "maison", des embryons apparurent. Transférés sur un autre milieu de culture "maison", ils donnèrent des plantes. 11 plantes haploïdes naquirent ainsi de ces hybridations (soit un taux de 1 à 4 % des fleurs pollinisées au début de l'été, en champ et au laboratoire). Et l'une d'entre elles conserva un chromosome de maïs jusqu'au stade d'apparition de ses deux premières feuilles ! Premier authentique, mais éphémère, "blé-maïs" !

De leur côté, les Anglais ne restaient pas inactifs. Tout en améliorant leurs méthodes de culture in vitro pour sauver les embryons haploïdes et obtenir les plantes, Louise O'Donnohue, utilisa du pollen de maïs pour féconder d'autres espèces de Triticum ainsi que des espèces voisines, les Aegilops. C'est à l'issue d'une pollinisation d'Aegilops squarrosa par Zea maïs qu'ils obtinrent, eux aussi, un embryon d'Aegilops haploïde ayant retenu quelque temps quatre chromosomes paternels.

Ainsi, la rétention de chromosomes paternels peut ne pas nuire à la naissance d'une plante fidèle à ses origines maternelles. Cela est de bon augure. En repoussant le moment où l'embryon de blé rejette les chromosomes paternels du maïs pour devenir haploïde, les chercheurs espèrent favoriser l'implantation de gènes du maïs chez le blé. Les deux équipes sont aujourd'hui à l'affût de tels transferts. Quitte à le provoquer artificiellement en exposant par exemple les très jeunes embryons à de faibles radiations ionisantes.

Quels avantages en attendent-ils ? Tout d'abord, avec le transfert d'éléments génétiques mobiles du maïs, les transposons, ils pourraient établir plus rapidement la carte génétique du blé (***voir encadré ci-contre***). A plus long terme, ils envisagent de créer des chimères qui auraient l'aspect du blé, mais les qualités propres du maïs. Le maïs, en effet, assimile très bien l'eau et le gaz carbonique pour produire, sous l'effet de la lumière, les sucres et la matière sèche du végétal (c'est la photosynthèse). Son rendement photosynthétique est bien supérieur à celui du blé et il "gaspille" moins d'énergie par la respiration. Potentiellement, le maïs comme toutes les plantes dites en C4 (sorgho, millet, canne à sucre...) peut fournir sous un climat chaud et ensoleillé deux fois plus de matière à l'hectare que le blé ou toute autre céréale à paille (l'orge, le riz, le seigle...), qui sont des plantes en C3 (cette qualification se réfère à la longueur de la chaîne carbonée du premier produit élaboré lors de la photosynthèse). Mais le blé "en C4" relève encore de l'agronomie-fiction, d'autant plus qu'on ne connaît pas encore le déterminisme génétique complet de la photosynthèse.

En attendant, les chercheurs analysent consciencieusement leurs haploïdes. Et les Canadiens crient déjà victoire : certains de leurs embryons haploïdes ont intégré des gènes du maïs. Forts du succès de la fécondation blé-maïs, les généticiens s'aventurent aujourd'hui vers d'autres croisements. En 1987, les Anglais et les Canadiens ont obtenu des blés haploïdes en fécondant le blé par le sorgho ; les embryons sont toujours sauvés par la culture in vitro, faute d'un albumen normal. Enfin, en septembre 1988, les deux équipes ont obtenu des embryons haploïdes à partir du doublet blé-millet ; le transfert génétique qui fait, dans ce cas, fantasmer les chercheurs concerne la résistance à la sécheresse du millet.

Ainsi, après l'adjonction du génome entier d'une espèce sauvage dans l'espèce cultivée, qui a donné naissance à des plantes entièrement nouvelles comme le triticale (hybride du seigle cultivé Secale cereale et du blé sauvage Triticum turgidum), les chercheurs convoîtent de nouvelles chimères. La prochaine céréale créée par l'homme pourrait donc être un blé "à tête de blé et à cœur de maïs" !

Isabelle Bourdial

DIABETE : LES TRAITRES RAPPELES A L'ORDRE

Des maladies "auto-immunes", comme le diabète ou la sclérose en plaques, sont dues à la "trahison" de certains défenseurs de l'organisme : une variété de globules blancs qui retournent leurs armes contre les cellules qu'ils sont chargés de défendre, comme s'il s'agissait d'ennemis. Jusqu'ici les traitements consistaient à inhiber ces traîtres. Depuis peu, on fait mieux : on les remet dans le droit chemin.

PAR PIERRE BROSSION

Notre système immunitaire nous protège : il attaque et détruit tout microbe, cellule ou molécule, qui n'est pas marqué du sceau de l'organisme. Il détruit ou rejette virus, bactéries et tissus greffés. Parfois cependant, il arrive qu'il se retourne contre les tissus mêmes de l'organisme, provoquant, par ce comportement aberrant, des maladies souvent graves appelées auto-immunes : diabète insulino-dépendant, sclérose en plaques, polyarthrite rhumatoïde, lupus, myasthénie...

En effet, nos "soldats" immunitaires, les globules blancs (= lymphocytes), peuvent se "révolter" directement contre l'organisme : c'est le cas des lymphocytes T cytotoxiques. Ils peuvent aussi se révolter indirectement, par le biais de médiateurs chimiques qui provoqueront des inflammations et des troubles fonctionnels ; médiateurs qui peuvent être des auto-anticorps, produits par les lymphocytes B.

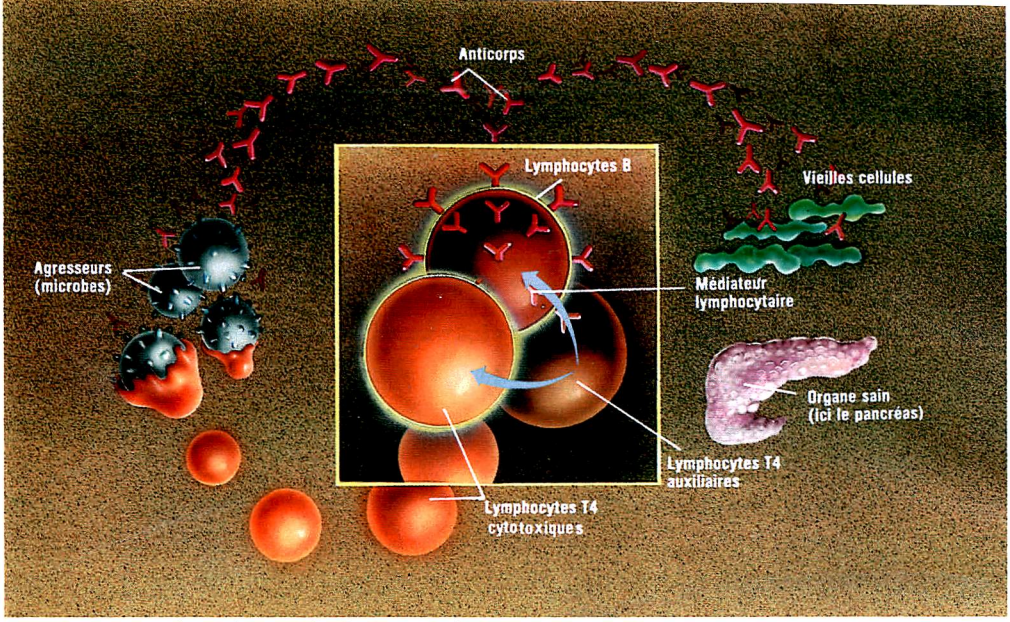
Les maladies auto-immunes résultant d'un dysfonctionnement du système immunitaire, on va tenter de les soigner en déprimant ce système (traitements longs à base, par exemple, de corticostéroïdes). Mais, revers de la médaille, le patient au système immunitaire déprimé devient du coup vulnérable à toutes sortes d'infections que ce système était justement destiné à combattre. Cercle vicieux !

On s'avise maintenant qu'il faudrait faire l'inverse : plutôt que d'inhiber le système immunitaire, mieux vaut le remettre dans le droit chemin. Il y a, en effet, dans notre "citadelle" immunitaire un certain nombre de "soldats" fidèles qui ne pourraient, en aucun cas, se révolter et qui pourraient même remettre au pas leurs ex-frères d'armes, désormais "putschistes".

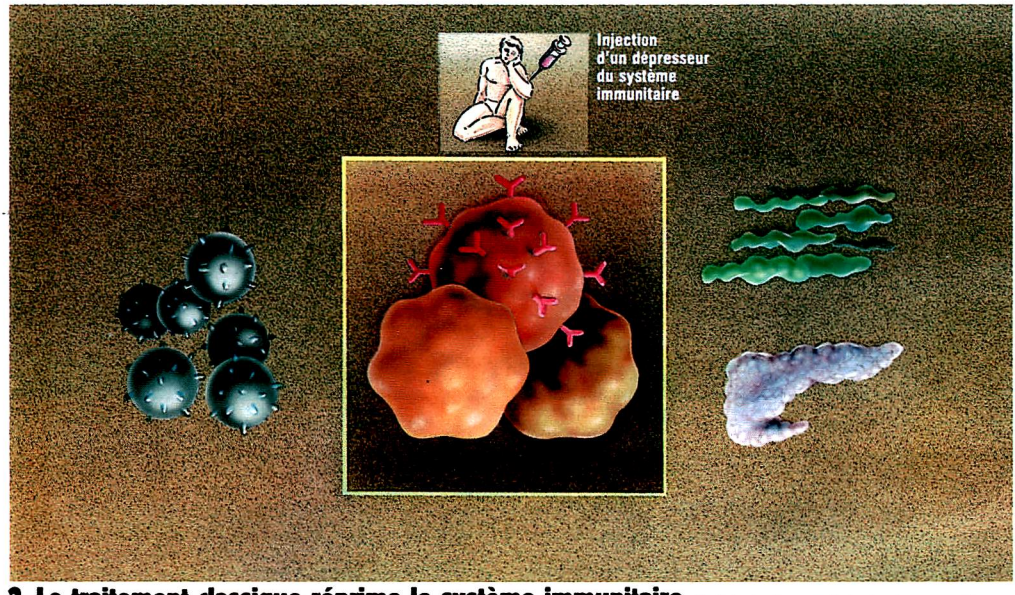
Des expériences encourageantes, non encore publiées, sont actuellement faites sur des souris par le Pr Antonio Coutinho, chef de l'unité d'immunobiologie à l'Institut Pasteur, à Paris. Elles pourraient modifier, entre autres, le procédé des greffes d'organes jusqu'ici tolérées par l'organisme grâce à l'appoint de traitements immunosuppresseurs, et permettraient d'éviter — et non plus seulement de limiter — les dégâts tissulaires ordinaires des maladies auto-immunes. Et cela en permettant au patient de continuer à être protégé des infections.

Les Prs Coutinho (à g.) et Avrameas, tous les deux de l'institut Pasteur : en mettant en commun leurs recherches sur le système immunitaire, ils sont arrivés à concevoir de nouveaux traitements.

Le Pr Stratis Avrameas, chef de l'unité d'immunocytochimie de l'Institut Pasteur avait démontré, en effet, que l'auto-immunité n'est pas toujours pathologique, comme on l'avait admis depuis les années 60. L'Australien Frank M. Burnet (prix Nobel de médecine, en 1960, avec Peter B. Medawar), avait alors postulé, que des auto-anticorps apparaissaient dès la vie fœtale pour



1. Dans un système immunitaire normal, les lymphocytes T4 auxiliaires sécrètent des médiateurs lymphocytaires, susbstances qui contrôlent les lymphocytes B et T4 cytotoxiques : les B envoient des anticorps qui se fixent aux agresseurs (microbes) et aux déchets (vieilles cellules, par exemple) de l'organisme, et les abandonnent aux T4 qui les détruisent. Les cadavres qui en résultent sont ensuite dévorés par d'autres lymphocytes, les macrophages, non représentés ici.

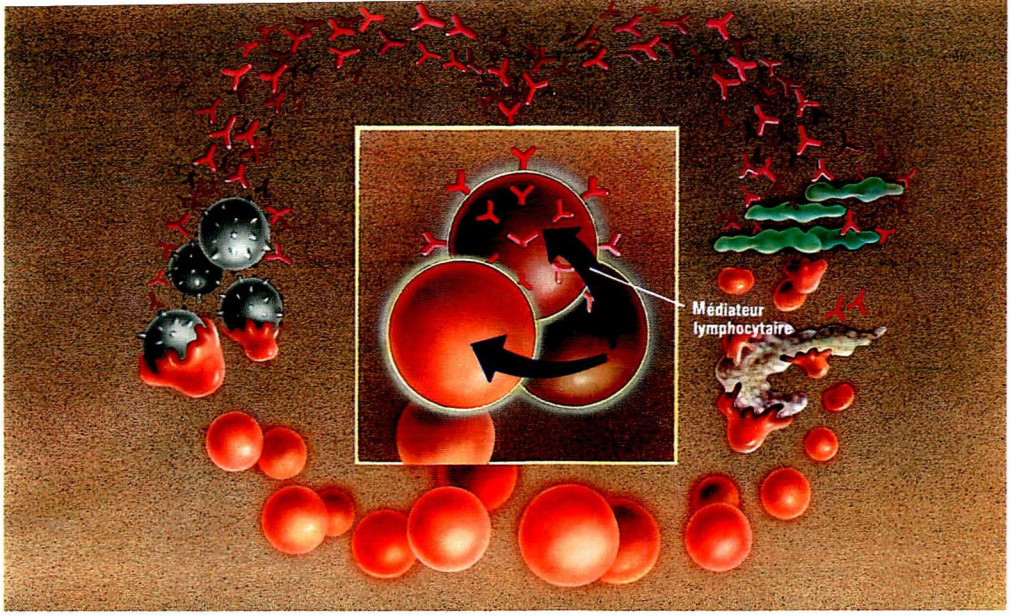


3. Le traitement classique réprime le système immunitaire. En injectant au malade des immunodépresseurs, on empêchait certes les défenses de l'organisme de s'en prendre aux cellules et aux organes sains. Mais il en résultait deux inconvénients : l'organisme était à la merci des microbes, qui proliféraient sans être inquiétés, et, le ménage des vieilles cellules n'étant plus fait, celles-ci s'accumulaient dans les organes et gênaient leur fonctionnement.

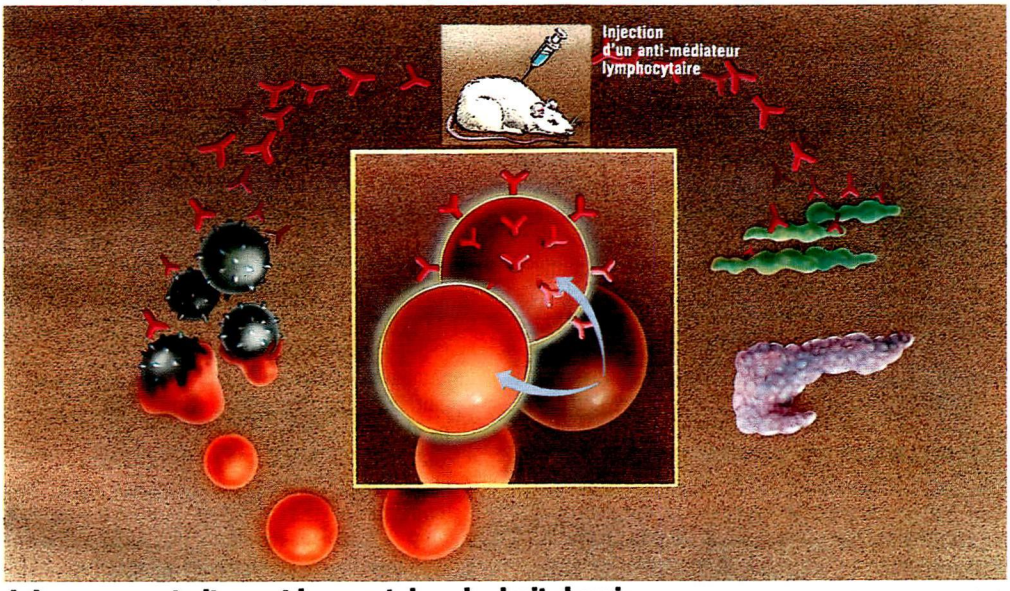
être ensuite détruits à la naissance ; leur réapparition ultérieure devant être anormale.

Or, les travaux d'Avrameas, eux, indiquèrent que, dès la naissance et à tout âge, n'importe quel être humain produit naturellement des auto-anticorps dirigés contre les diverses molécules constitutives de ses organes, et cela... sans réactions inflammatoires ! A la naissance, les auto-anticorps sont même plus nombreux et leur rôle est de détruire les vieilles cellules, qui seront ensuite éliminées par une autre variété de globules blancs, les macrophages.

La preuve que des auto-anticorps naturels, non pathogènes, sont sécrétés en permanence tout au long de la vie à été faite sur le lapin, puis d'autres espèces animales avant d'être confirmée chez l'homme : dans tous ces organismes, on retrouve des anticorps dirigés contre la tubuline, une protéine du squelette cellulaire remarquablement bien



2. Dans le cas d'une maladie auto-immune, le système immunitaire de l'organisme s'emballe. Le même processus qu'en 1 se déroule, mais la surabondance de médiateurs lymphocytaires dépêchés par les lymphocytes T4 auxiliaires crée un excès d'anticorps et de lymphocytes T4 cytotoxiques qui, trop nombreux, ne reconnaissent plus le "soi" du "non-soi" et s'attaquent alors à tout ce qu'ils rencontrent, y compris aux cellules et organes sains du malade.



4. Le nouveau traitement le remet dans le droit chemin. On injecte au malade (pour l'instant des souris de laboratoire), non plus un immuno-dépresseur, mais un anti-médiateur lymphocytaire. Comme son nom l'indique, celui-ci freine l'action du médiateur. Les effectifs des anticorps et des lymphocytes T4 cytotoxiques ramenés ainsi à de plus justes proportions, ceux-ci reprennent leur activité normale, c'est-à-dire s'en prennent uniquement aux microbes et aux vieilles cellules.

conservée au cours de l'évolution (de composition identique chez l'oursin et les mammifères supérieurs).

La démonstration a consisté à prélever du sérum sur différentes espèces animales, pour le faire agir, *in vitro*, avec de la tubuline. Constatation étonnante : alors que ces animaux n'avaient jamais été immunisés (il aurait fallu, pour cela, les vacciner) contre cette protéine, on mit en évidence la réaction bien connue antigène-anticorps, prouvant que ces auto-anticorps étaient bien présents naturellement dans le sang des animaux.

Des souris *antigen-free* (élevées depuis plusieurs générations dans des conditions de stérilité parfaite, à l'abri de toutes sortes d'antigènes, nocifs ou non : virus, bactéries...) avaient confirmé la découverte, en manifestant, elles aussi, une activité immunologique intense contre la tubuline.

C'est sur des souris mutantes, dites "*nude*" (nues, en anglais) parce qu'elles ont perdu leur poil, que les nouveaux traitements sont expérimentés. Ces souris sont victimes d'une mutation dite récessive, qui ne peut s'exprimer que si elles ont hérité du gène mutant, et de leur père et de leur mère. En plus de la perte des poils, le changement se traduira, ici, par l'absence de thymus. Conséquence ; elles produiront des lymphocytes B, mais elles seront incapables de produire des T (voir article). Comparées à des souris témoins, elles fourniront aux immunologistes un moyen d'investigation et de discrimination fiable.

Une autre expérience particulièrement révélatrice a consisté à injecter à une souris de souche pure, parfaitement saine, un extrait de cerveau provenant d'une deuxième souris du même élevage, donc immunologiquement identique. Or, la souris receveuse a développé en quelques jours, et contre toute attente, une encéphalomyélite, maladie auto-immune et dégénérative du système nerveux, rappelant la sclérose en plaques. Celle-ci se caractérise par la perte, par pans entiers, de la gaine de myéline qui isole les cellules nerveuses les unes des autres.

Une telle réaction, en principe, n'avait pas lieu d'être : les cellules de l'extrait étant identiques à celles du cerveau de la souris receveuse, les auto-anticorps sont dans l'impossibilité de faire la différence entre elles. Mais, pour faire face à cet extrait étranger, des auto-anticorps ont été produits en abondance et c'est justement ce qui a fait la maladie : les auto-anticorps ont réagi indifféremment contre le cerveau de la receveuse et le greffon de la donneuse.

Mais les auto-anticorps ne sont pas seuls responsables, on l'a vu plus haut, des maladies auto-immunes ; les lymphocytes T cytotoxiques y contribuent aussi. C'est le cas pour le diabète insulino-dépendant, la plus grave des deux formes de diabète, autrefois mortelle, et qui touche environ 150 000 Français.

Ce type de diabète se caractérise par une carence absolue en insuline, conséquence d'une destruction des cellules β insulino-sécrétrices, dans les îlots de Langerhans du pancréas ; comme il est traité par des injections périodiques d'insuline, on lui a donné le nom d'insulino-dépendant.

Dans ce diabète, ce ne sont pas seulement les auto-anticorps qui attaquent les îlots de Langerhans et l'insuline elle-même, mais surtout les lymphocytes T cytotoxiques qui détruisent les cellules β, productrices d'insuline.

Ceci a été prouvé par l'équipe du Pr Jean-François Bach, directeur de l'unité 25 INSERM de l'hôpital Necker, à Paris : injectant à des souris saines quelques milliers de lymphocytes T provenant d'organes lymphoïdes de souris diabétiques, ils leur ont transmis la maladie, pourtant non infectieuse.

Biologie cellulaire contre biologie moléculaire. Mais comment donc se déclenchent les maladies auto-immunes ? Deux hypothèses ont été émises.

1° Certains gènes des lymphocytes B subiraient des mutations accidentelles au cours de la vie et, dès lors, produiraient des auto-anticorps anormaux qui ne seraient plus capables de distinguer entre l'organisme et l'étranger. Ces mutations toucheraient aussi les lymphocytes T qui, dès lors, réagiraient anormalement contre les cellules de l'organisme.

2° C'est à la quantité, plutôt qu'à la qualité des auto-anticorps émis, et à la nature des lymphocytes T qu'il faut attribuer la responsabilité de la maladie.

C'est cette seconde hypothèse qui, dans la foulée des travaux d'Avrameas, a pris le pas sur la première. Et c'est celle qu'a développée le Pr Antonio Coutinho, déjà nommé. Celui-ci estime que les développements de la biologie moléculaire ont fait négliger la biologie cellulaire et qu'il faudra y revenir si l'on veut mieux comprendre les interactions entre les différentes cellules du système immunitaire. Cette "petite observation" de Coutinho soulève un problème essentiel. Et il nous faut souligner, avec lui, que la clé du traitement des maladies auto-immunes et du rejet des greffes réside bien dans l'éclaircissement des mécanismes immunitaires. Donc dans une révision de la stratégie en cours : « Nous sommes de plus en plus convaincus que ce n'est pas en inhibant ce système immunitaire, mais au contraire en le remettrant dans la bonne voie qu'on fera tolérer les greffons par les receveurs et qu'on guérira les maladies auto-immunes ».

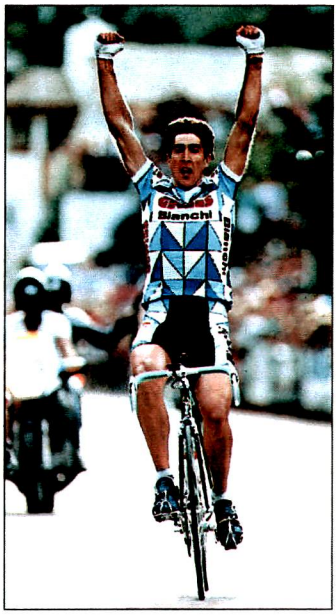
Maladies auto-immunes et rejets de greffes. Selon qu'on a affaire à des maladies auto-immunes ou à des rejets de greffes, le système immunitaire met en place des réseaux cellulaires différents.

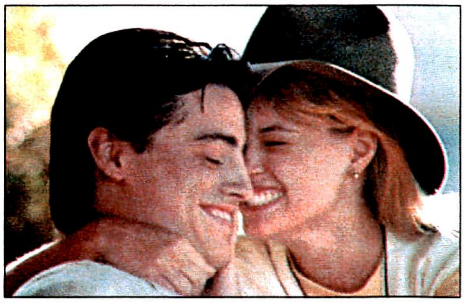
• Maladies auto-immunes (***voir schémas 1 à 4 p. 56***). Lorsqu'une telle maladie se déclare, on sait maintenant que les lymphocytes B produisent des auto-anticorps en abondance, alors qu'en temps normal, chez un individu sain, ils sont sécrétés en petites quantités, à doses acceptables.

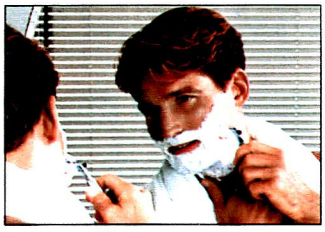
Selon le Pr Avrameas, il est probable que ce sont les mêmes lymphocytes B qui interviennent chez l'individu sain et chez l'individu malade. Et seule la dose d'auto-anticorps produite serait en cause dans la maladie.

(suite du texte page 160)

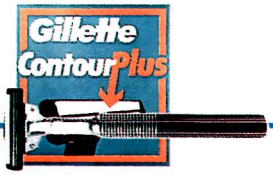
La Perfection au Masculin





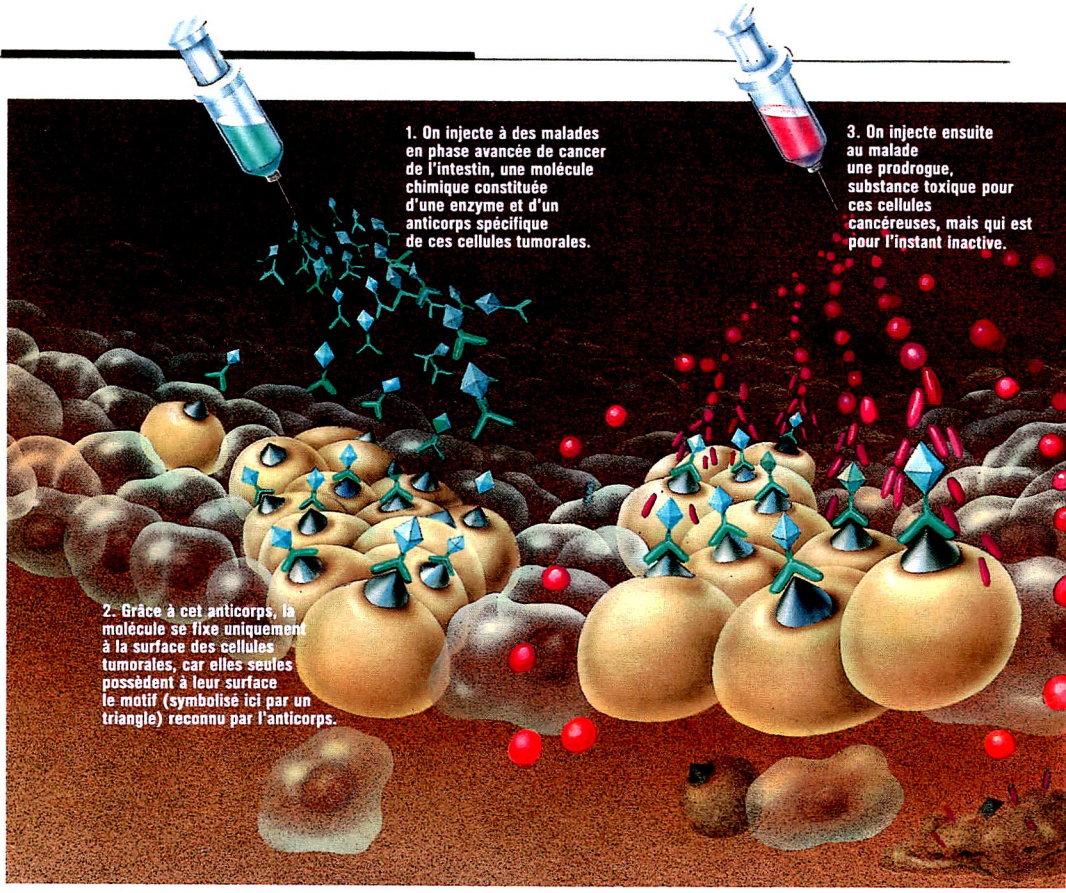


Le système Gillette Contour Plus® et sa plaquette Lubrastrip© : la douce sensation de la perfection. Perfection de l'objet, perfection du rasage. Pour être et se sentir au mieux. Pour que l'homme soit à sa perfection.



Gillette

La Perfection au Masculin



UN PIEGE MORTEL POUR LES TUMEURS CANCEREUSES

Un anticorps attiré comme un aimant par les cellules cancéreuses (mais malheureusement désarmé contre elles) est couplé à une enzyme, elle-même inoffensive. On injecte alors dans l'organisme une substance qui reste inoffensive elle aussi jusqu'à l'instant où, rencontrant l'enzyme au cœur de la tumeur, elle se métamorphose en une toxine redoutable. Résultat : la tumeur est attaquée de l'intérieur sans dommage pour les cellules saines. Essais sur l'homme dans un an.

PAR MARIE-FRANÇOISE LANTIERI

Face au cancer, le clinicien ne dispose classiquement que de trois armes : chirurgie, radiothérapie, chimiothérapie. Brutales et imparfaites, associées ou séparées, elles sont malgré tout à l'origine des progrès incontestables accomplis ces dernières années dans le traitement des cancers.

La chimiothérapie permet de guérir des patients à un stade avancé de dissémination des cellules malignes dans l'organisme, mais aussi certains cancers jusque là incurables. Ainsi les premiers grands succès ont été obtenus dans des maladies comme la leucémie et certains hémato-sarcomes (une autre forme de cancer du sang). Pourtant, les quelques infections malignes guérissables par chimiothérapie ne représentent qu'un faible pourcentage des cancers et leucémies ; et, lorsqu'elle est appliquée aux cancers les plus fréquents (poumons, colon) cettte cure ne fait que prolonger la survie sans vraiment accroître le taux de guérison. Il y a à cela deux raisons principales. D'une part, les molécules toxiques administrées possèdent un champ d'action restreint : toutes les tumeurs ne sont pas attaquées avec la même agressivité par ces substances. Le cancer du sein, par exemple, est sensible à certaines drogues qui sont inefficaces sur un autre type de tumeur ; et pour certaines affections malignes, comme celle qui peut toucher le colon, on ne connaît pas de molécule antitumorale réellement efficace. D'autre part, ces toxines présentent un inconvénient majeur, celui de frapper en "aveugle" toutes les cellules de l'organisme, qu'elles soient saines ou cancéreuses. Les anticancéreux classiques sont certes plus actifs sur les cellules tumorales que sur les cellules saines mais les doses mortelles pour celles-là restent toxiques pour celles-ci, d'où les effets secondaires pénibles qui accompagnent généralement ces traitements (chute de cheveux, affaiblissement général de l'organisme...).

Voilà pourquoi on s'intéresse de plus en plus à l'immunothérapie, qui utilise des substances tirées des défenses mêmes de l'organisme et qui visent uniquement les cellules malignes, sans endommager les autres. L'immunologie, science qui étudie les réponses de l'organisme à diverses agressions, a fait tant de progrès, que grâce à elle la cancérologie aborde un véritable tournant, estime T. Tursz, immunologiste à l'Institut du cancer à Villejuif.

Une technique mise au point en Angleterre illustre une des stratégies possibles de l'immunothérapie. L'idée de départ remonte à une observation ancienne : à la fin du siècle dernier, on observa des régressions spontanées de tumeurs chez des malades souffrant d'infections bactériennes graves. Ce qui donna l'idée à un médecin new-yorkais, W. Coley, vers 1890, de traiter ses patients cancéreux par des injections d'agents pathogènes. Le principe fut repris au début des années 1970 et de nombreux malades reçurent alors des préparations à base de bactéries vivantes, comme par exempe le BCG.

Il était important d'élucider le phénomène, car, même si les résultats étaient mitigés, il y avait eu des succès certains (les premiers succès cliniques, s'ils furent incontestables, ne se répétèrent qu'irrégulièrement par la suite). Les toxines bactériennes n'agissent pas directement sur les cellules cancéreuses, mais l'infection bactérienne déclenche et stimule les défenses naturelles de l'organisme. Cela signifie que le corps possède en lui les ressources nécessaires pour combattre les tumeurs, pour peu qu'on sache les mettre en action.

Les récents progrès de l'immunologie ont établi, en effet, que la plupart des cellules cancéreuses sont perçues comme étrangères, au même titre que des bactéries ou des virus. L'organisme répond à ce "stress" par une série de réactions dans lesquelles interviennent des toxines et des anticorps spécifiques qui fixent et reconnaissent uniquement les cellules malignes, sans endommager les autres. Ce-

pendant, pour des raisons encore obscures, le dispositif biologique ne suffit pas à enrayer la maladie. Pouvait-on alors fabriquer un médicament puissant et vraiment ciblé ? La découverte des anticorps spécifiques des tumeurs, et surtout la mise au point de procédés permettant de les fabriquer en masse (ingénierie génétique) offraient la "tête chercheuse" d'un tel médicament capable de s'attaquer aux seules cellules cancéreuses.

Disposant, d'une part, d'outils très spécifiques mais peu efficaces (les anticorps), d'autre part d'armes peu précises, mais très toxiques (les drogues), les chercheurs ont d'abord tenté d'associer le pouvoir destructeur des uns avec la spécificité des autres, c'est-à-dire leur précision de tir. C'est sur ce principe qu'ont été construites les premières immunotoxines, molécules chimériques mi-animales, mi-végétales se composant d'une toxine extraite de graine de ricin et d'un anticorps fixant (s'accrochant aux cellules d') une tumeur donnée. D'autres molécules furent ainsi fabriquées, qui associaient à l'anticorps toutes sortes de toxines d'origines variées, notamment bactériennes.

Comme cela advient souvent, sitôt qu'un problème est résolu, un autre apparaît. Tout d'abord, les toxines naturelles sont, pour des raisons techniques, modifiées avant couplage à l'anticorps, ce qui diminue leur agressivité ; ensuite, les cellules ne sont pas "programmées" pour recevoir ces substances qui atteignent donc mal leur cible ; enfin, les tumeurs solides se composent souvent d'un amalgame compact peu vascularisé, et dont le cœur est donc difficilement accessible aux grosses molécules que sont les immunotoxines.

Pour contourner ces difficultés, l'équipe anglaise a conçu une variante de cette technique à l'aide d'un nouveau type de substance qui possède, lui aussi, la spécificité antitumorale grâce à l'anticorps qu'il contient, mais pas de pouvoir destructeur. L'intérêt est pourtant grand : ces médicaments se comportent comme des détonateurs capables de déclencher une attaque en règle et ceci en un endroit très précis du corps, en l'occurrence au niveau de la tumeur.

Le traitement s'effectue en deux temps. On injecte tout d'abord dans l'organisme l'anticorps couplé à une enzyme déterminée. Le couple va se fixer sur les cellules cancéreuses et elles seules, puisque l'anticorps ne reconnaît qu'elles. On introduit ensuite une substance inoffensive, ou "prodrogue", capable de se transformer en véritable explosif au contact de l'enzyme en question. C'est donc seulement au voisinage de la tumeur que la destruction se produira puisque c'est là qu'est l'enzyme.

Cette technique présente plusieurs avantages majeurs. Tout d'abord, l'enzyme restitue l'intégralité du pouvoir destructeur de la drogue, ce qui n'est pas le cas des immunotoxines, dont les toxines sont modifiées et donc moins agressives. Ensuite, la molécule est assez petite pour atteindre le centre de la tumeur et en pénétrer les cellules.

Les résultats obtenus chez la souris sont nets : 80 % des rongeurs porteurs de tumeurs humaines expérimentales ont été guéris par ce traitement. On devrait savoir dans un an si cette technique est aussi efficace sur l'homme. Dans ce cas, la méthode pourrait être généralisée à d'autres cancers que ceux des intestins.

Quelques obstacles resteront toutefois à franchir. D'abord, il y a peu de drogues dont la toxicité puisse être provoquée par action enzymatique. Car la molécule toxique utilisée n'agit que sur un nombre restreint de cancers. De même qu'un serrurier s'équipe d'un vaste trousseau de clefs pour venir à bout des systèmes de fermeture récalcitrants, c'est la diversité des drogues disponibles qui permet au clinicien de faire face aux différentes formes que prend cette terrible maladie. Il faudra donc rechercher ou même créer de tels couples (prodrogue inactive + enzyme activateur) pour élargir l'éventail des cancers vulnérables à cette technique. Ensuite, celle-ci n'est utilisable que si l'on dispose d'anticorps spécifiques de la tumeur à traiter. Or, des anticorps ont bien été identifiés dans 50 % des cancers les plus fréquents, mais la plupart d'entre eux ne sont pas suffisamment spécifiques pour qu'on soit sûr de ne pas déposer ces détonateurs biologiques au hasard dans l'organisme et d'endommager des cellules saines.

Là réside la principale limite de l'utilisation d'anticorps dans le traitement des cancers. C'est pourquoi se développe en parallèle une autre stratégie, dite active ; elle consiste en quelque sorte à stimuler directement les défenses de l'organisme par l'injection d'hormones naturelles spécifiques du système immunitaire. En effet, depuis maintenant une vingtaine d'années, l'immunothérapie active suscite un intérêt croissant parmi les chercheurs. Car les progrès réalisés dans la connaissance du système immunitaire ont conduit à la découverte de nouvelles molécules dont le rôle semble capital ; il s'agit des interférons d'une part, mais, surtout, de substances dénommées interleukines qui s'avéreront sans doute très précieuses pour le clinicien. Ce type de traitement a déjà donné des résultats satisfaisants dans le cas de tumeurs résistantes à la chimiothérapie classique, comme certains mélanomes (cancers de la peau).

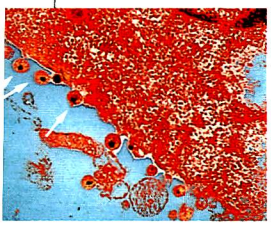
Les deux stratégies sont bien sûr complémentaires et font renaître d'importants espoirs en cancérologie. Si l'on a pu dire, il y a dix ans, que l'immunothérapie en était au commencement de la fin, pour T. Tursz, on en est plutôt désormais à la fin du commencement.

Marie-Françoise Lantiéri

AXE
L'EAU DE RAVAGE !
EAU DE TOILETTE - APRES RASAGE
EAU DE TOILETTE
APRES RASAGE
AXE
MARINE
AXE
MARINE
AXE
MARINE
LINTAS:PARIS

SIDA : UN TRAITEMENT PROMETTEUR

La ruse redoutable du virus du SIDA, c'est d'avoir réussi à retourner contre le système immunitaire une de ses propres armes, la molécule CD4. Les chercheurs viennent de réussir un second retournement de cette même arme : ils utilisent une copie de CD4 synthétique comme leurre pour détourner le virus de sa cible et le piéger.



PAR CHRISTINE LEFEVRE

La paralysie du système immunitaire caractéristique du sida est liée à l'attaque par le virus de certains globules blancs, les lymphocytes T4. Ceux-ci ont un rôle essentiel de mise en route et de coordination des défenses immunitaires pour faire face aux infections, qu'elles soient le fait d'une bactérie, d'un virus ou d'un autre parasite. La destruction des lymphocytes T4, donc, assure la tranquillité au virus du sida mais expose l'organisme sans défense au danger mortel de l'ensemble du monde microbien.

Ces lymphocytes T4 portent à leur surface une protéine appelée CD4 qu'ils utilisent comme système de reconnaissance des agresseurs et de communication avec le système immunitaire, essentiel à l'accomplissement de leur mission de défense. C'est en effet grâce à cette protéine qu'ils peuvent se reconnaître entre eux et échanger les informations qui leur permettent de repérer toute présence étrangère (microbes) et de mettre en route les systèmes de défense de l'organisme, c'est-à-dire, notamment, d'activer les lymphocytes tueurs, globules blancs qui attaquent directement l'intrus.

Dès 1983, les Prs J.-C. Gluckman et D. Klatzmann à l'hôpital de la Pitié-Salpêtrière, à Paris, montraient que le virus utilisait directement ce même CD4 comme signe distinctif permettant de reconnaître les lymphocytes T4, catégorie de globules blancs cible du sida et constituant en quelque sorte l'état-major de la réponse immunitaire. On sait maintenant que la protéine qui constitue l'enveloppe externe du virus se lie avec une très forte affinité à la molécule CD4 présente à la surface des lymphocytes T4, et que c'est ainsi qu'il parvient à les infecter. Un tel mécanisme explique donc, au niveau moléculaire, comment le virus du sida arrive à détruire sélectivement les lymphocytes T4.

Un peu plus d'un an plus tard, début 1985, alors que l'équipe du Dr Pierre Sonigo déchiffrait la structure de l'enveloppe du virus du sida, à l'Institut Pasteur, celle du Pr Axel à l'université de Columbia, à New York, déchiffrait la structure de la molécule CD4 des lymphocytes. Il était dès lors possible de fabriquer, grâce au génie génétique, des copies parfaites de cette molécule ; et l'idée a germé très rapidement d'utiliser ces copies synthétiques pour prendre le virus à son propre piège et le détourner de sa cellule-cible. Il suffisait, pour cela, de répandre dans l'organisme ces copies de CD4, qui agiraient comme des leurres et attireraient le virus pour rien, ce qui le détournerait du véritable CD4, bien accroché, lui, à son lymphocyte T4.

La perspective sonnante et trébuchante de mettre au point un traitement du sida lança alors de nombreux groupes de l'industrie pharmaceutique à l'assaut du CD4. C'est ainsi que courant 88 pas moins de 5 publications rapportent simultanément le succès de la synthèse du CD4 par génie génétique et son puissant effet inhibiteur de l'infection virale, du moins in vitro dans un système de culture de cellules.

Comme prévu, le CD4 synthétique se fixe sur l'enveloppe du virus et l'empêche de se lier au CD4 porté par les globules blancs : l'infection est rendue impossible (voir ***dessin ci-contre***).

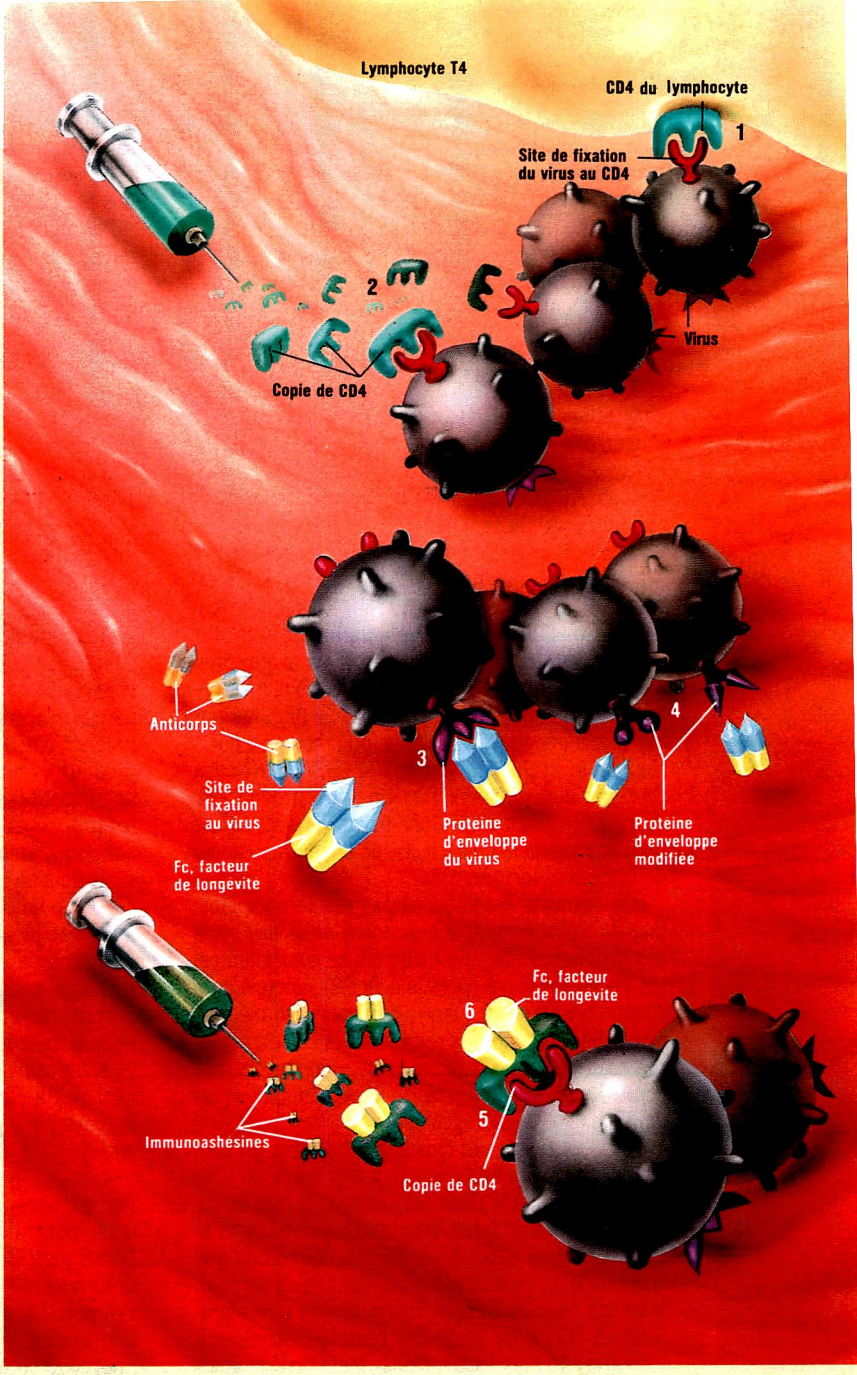
Les principaux auteurs de ces expériences sont les sociétés américaines Genentech, Smith-Kline-French, Biogen, Genelabs et une équipe de chercheurs suisses et allemands. Genentech, le géant californien des biotechnologies, espère trouver en

IMMUNOADHÉSINES : L'ARME ABSOLUE ?

Le virus du sida (flèches sur la **photo ci-contre**) s'attaque aux lymphocytes T4, clé de notre système immunitaire. La protéine d'enveloppe du virus possède un site qui lui permet de se fixer sur le récepteur CD4 des lymphocytes (**1**) pour s'y introduire.

Le traitement actuellement à l'essai consiste à injecter dans le sang des copies du récepteur CD4 : les virus s'y fixent et sont ainsi détournés des lymphocytes (**2**). Mais ces copies de CD4 sont très rapidement éliminées par l'organisme. Les anticorps naturels, eux, ont une grande longévité, due à un fragment de leur structure baptisé Fc, dont le rôle est aussi de déclencher la riposte immunitaire. Mais ils ont un double défaut : d'une part, ils se fixent (**3**) sur une région non vitale de l'enveloppe du virus, qui continue donc d'être virulent ; d'autre part, le virus modifie constamment cette région (**4**), gardant toujours une bonne longueur d'avance sur les anticorps successifs sécrétés contre lui.

Une nouvelle arme, doublement efficace dans son principe, est en préparation. Il s'agit d'une immunoadhésine artificielle dont la "tête" (**5**) est conçue, comme dans le traitement ci-dessus, pour s'accrocher spécifiquement sur le site grâce auquel le virus se fixe au lymphocyte qu'il attaque. Le virus est pris au piège car il ne peut modifier ce site, sous peine de ne plus pouvoir s'accrocher au CD4 des lymphocytes. La "queue" (**6**) de cette immunoadhésine n'est autre que le fragment Fc des anticorps, dont les 2 propriétés intéressantes sont décrites ci-dessus. Affaire à suivre.



CD4 le moyen de rattraper l'échec relatif de son anticoagulant vedette, le TPA, et de faire remonter le cours de ses actions. Les fermenteurs gigantesques prévus pour la production du TPA en culture cellulaire sont massivement reconvertis pour la fabrication du CD4.

Mais si les industriels peuvent être contraints de prendre certains risques, médecins et scientifiques se doivent de rester plus prudents. Le fait que le CD4 soit actif contre le virus du sida dans un flacon de culture cellulaire ne garantit pas, loin de là, que cette molécule soit d'un intérêt quelconque chez les malades. Les questions essentielles portent sur une éventuelle toxicité du CD4. En effet, la présence anormale de cette molécule de reconnaissance ne risque-t-elle pas de perturber le système immunitaire qui, alors, tout comme le virus, pourrait ne plus s'y retrouver entre les vrais et les faux CD4 ?

Les essais préliminaires effectués chez les petits animaux de laboratoire, souris, cobayes, lapins,

sont difficiles à interpréter : leurs systèmes immunitaires n'utilisent évidemment pas le CD4 humain. La copie de ce CD4 ne risque donc pas de les induire en erreur. De plus, chez l'animal, le CD4 humain est considéré comme une protéine étrangère qui déclenche rapidement la fabrication d'anticorps chargés de l'éliminer.

Quoi qu'il en soit, l'absence de toxicité du CD4 synthétique chez les petits animaux a permis la mise en route aux Etats-Unis des premiers essais chez le singe rhésus et surtout chez l'homme : il s'agit d'une première phase d'essais, dont le but est essentiellement d'adapter les posologies et de vérifier l'absence de toxicité, et non de prouver l'efficacité antivirale du produit (1).

Les essais humains ont débuté durant l'été 1988 au National Cancer Institute de Washington, à l'Hopital général de San Francisco et au New England Deaconess Hospital de l'université Harvard, à Boston.

Le Dr Samuel Broder, directeur d'oncologie clinique au National Cancer Institute, souligne que « c'est la première fois qu'un produit fabriqué par ingénierie génétique est utilisé pour tenter d'interrompre le cycle viral du HIV ». (HIV = *Human Immuno-deficiency Virus.*) Un autre produit issu de cette technologie, l'alpha-interféron, est utilisé pour le traitement du sarcome de Kaposi, un cancer de la peau associé au sida.

Ces premiers essais n'ont pas révélé pour l'instant de toxicité notable aux doses utilisées ; seuls des problèmes mineurs d'allergie se sont manifestés. Si, en l'absence d'essais adéquats, aucune conclusion n'a été tirée quant à l'efficacité du médicament chez l'homme, les responsables des expériences réalisées chez le singe rhésus annoncent par contre avoir obtenu des résultats préliminaires particulièrement encourageants.

Tous ces essais ont cependant buté sur un problème majeur : la durée d'action très brève du CD4 lorsqu'il est injecté dans l'organisme. Trente minutes à deux heures après, la moitié du produit injecté a été détruit ou éliminé par l'organisme (on dit que la demi-vie du produit est de 30 minutes à 2 heures). Il faudra donc en injecter des quantités considérables, au mieux en perfusion continue, ou alors à forte dose le plus souvent possible. Certains chercheurs sceptiques ont alors fait remarquer que cette demi-vie courte pouvait expliquer parfaitement l'absence de toxicité du produit qui, tout simplement, n'avait pas le temps d'agir, que ce soit d'ailleurs en bien ou en mal.

Loin de se décourager, l'équipe californienne de Genentech a alors réfléchi aux moyens d'augmenter le temps d'action du produit dans l'organisme et il lui est venu une idée tout à fait séduisante, à partir du raisonnement suivant : les immunoglobulines (ou anticorps) sont les protéines de l'organisme qui ont la demi-vie la plus longue dans le sang. On sait notamment qu'après la naissance, le nouveau-né garde pendant près de 3 mois les anticorps transmis par sa mère.

Par ailleurs, CD4 et anticorps appartiennent à la même famille de protéines, toutes synthétisées par les lymphocytes, une catégorie de globules blancs du système immunitaire, et présentant des structures très voisines. Les immunoglobulines possèdent cependant une partie appelée Fc (ce qui signifie fragment cristalisable) dont l'équivalent n'existe pas dans la structure de CD4. C'est donc vraisemblablement ce fragment Fc qui est responsable de leur longévité. De plus, il porte des signaux nécessaires à l'élimination des substances étrangères, ce qui constitue la fonction essentielle des immunoglobulines.

L'idée qu'ont eue les Drs Daniel Capon et Douglas Smith est alors facile à comprendre : il s'agit de greffer le fragment Fc des immunoglobulines sur le CD4. Cette chirurgie moléculaire, que l'on sait très bien réaliser aujourd'hui grâce au génie génétique, a permis d'accoler effectivement des gènes correspondant d'une part à CD4 et d'autre part à Fc, et de produire la molécule chimérique CD4-Fc, baptisée immunoadhésine. Cette molécule présente en effet les propriétés immunologiques et la demi-vie d'un anticorps, associées aux propriétés d'adhérence au virus du sida typiques du CD4.

D'un point de vue théorique, cet anticorps artificiel est idéal pour s'attaquer au virus du sida. Essayons de comprendre pourquoi, en le comparant aux anticorps synthétisés naturellement par l'organisme en présence du virus, ceux-là même dont la détection dans le sang permet d'affirmer la séropositivité d'un sujet, mais qui ne parviennent pas à éliminer le virus. Cela revient à poser la question : pourquoi, alors que des anticorps anti-sida ont été sécrétés dans le sang, ceux-ci restent-ils inefficaces pour détruire le virus ? Parce que ce dernier recourt à deux ruses diaboliques pour déjouer nos défenses immunitaires. D'une part, il modifie en permanence, par mutations successives, la structure de sa protéine d'enveloppe. Résultat : à chaque mutation, il faut à l'organisme le temps de réagir et d'envoyer de nouveaux anticorps ; l'agression virale a ainsi toujours une longueur d'avance, et continue de saper le système immunitaire du malade. D'autre part, pour des raisons que l'on ne connaît pas, les anticorps n'arrivent à s'accrocher qu'à des parties non vitales de l'enveloppe du virus, et ne perturbent en définitive ni son système de reconnaissance des lymphocytes T4, ni celui qui assure sa reproduction une fois qu'il a pénétré ces globules blancs. Le virus reste donc en pleine possesion de ses moyens.

L'immunoadhésine, quant à elle, est une arme autrement plus prometteuse contre le sida. D'abord

(suite du texte page 158)

LA TIMIDITE est-elle une maladie ?

Confession d'un ancien Timide

J'avais toujours éprouvé une secrète admiration pour W.R. Borg. Le sang-froid dont il faisait preuve aux examens de la Faculté, l'aisance naturelle qu'il savait garder lorsque nous allions dans le monde, étaient pour moi un perpétuel sujet d'étonnement.

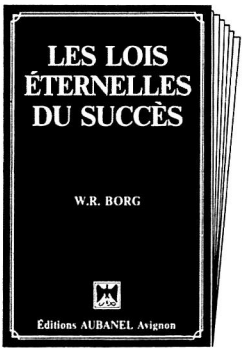
Et quand je le rencontrai à Paris, à un banquet d'anciens camarades d'études, le plaisir de nous revoir après une séparation de vingt ans nous poussant aux confidences, nous en vînmes naturellement à nous raconter nos vies. Je ne lui cachai pas que la mienne aurait pu être bien meilleure, si je n'avais pas toujours été un affreux timide.

W.R. Borg me dit : " J'ai souvent réfléchi à ce phénomène contradictoire. Les timides sont généralement des êtres supérieurs. Ils pourraient réaliser de grandes choses et s'en rendent parfaitement compte. Mais leur mal les condamne, d'une manière presque fatale, à végéter dans des situations médiocres et indignes de leur valeur."

" Heureusement, la timidité peut être guérie. Il suffit de l'attaquer du bon côté. Il faut, avant tout, la considérer avec sérieux, comme une maladie physique, et non plus seulement comme une maladie imaginaire."

W.R. Borg m'indiqua alors un procédé très simple, qui régularise la respiration, calme les battements du cœur, desserre la gorge, empêche de rougir, et permet de garder son sang-froid même dans les circonstances les plus embarrassantes. Je suivis son conseil et j'eus bientôt la joie de constater que je me trouvais enfin délivré complètement de ma timidité.

Plusieurs amis à qui j'ai révélé cette méthode en ont obtenu des résultats extraordinaires. Grâce à elle, des étudiants ont réussi à leurs examens, des représentants ont doublé leur chiffre d'affaires, des hommes se sont décidés à déclarer leur amour à la femme de leur choix ... Un jeune avocat, qui bafouillait lamentablement au cours de ses plaidoiries, a même acquis un art de la riposte qui lui a valu des succès retentissants.



La place me manque pour donner ici plus de détails, mais si vous voulez acquérir cette maîtrise de vous-même, cette audace de bon aloi, qui sont nos meilleurs atouts pour réussir dans la vie, demandez à l'éditeur de vous envoyer le petit livre de W.R. Borg : " *Les Lois Eternelles du Succès*". Il est adressé gratuitement à quiconque désire vaincre sa timidité. Voici l'adresse : *Méthode W.R. Borg, chez Aubanel, dpt 097 — 3, place St-Pierre 84057 Avignon Cedex.*

E. Sorian

BON GRATUIT

A remplir en **lettres majuscules**, en donnant votre adresse permanente, et à retourner à : *Méthode W.R. Borg, chez Aubanel, dpt 097 — 3, place Saint-Pierre, 84057 Avignon Cedex, France,* pour recevoir sans engagement de votre part et sous pli fermé " *Les Lois Eternelles du Succès*".

Nom _____ Prénom _____

N° _____ Rue _____

Code postal _____ Ville _____

Age _____ Profession _____

Aucun démarcheur ne vous rendra visite

UNE FONTAINE DE JOUVENCE DANS LE CERVEAU

Les manipulations génétiques pourraient bien faire irruption dans la médecine là où on les attendait le moins : dans la prévention et le traitement de la dégénérescence cérébrale, et notamment de la maladie d'Alzheimer. Grâce à la découverte récente d'une nouvelle méthode de thérapie génétique.

PAR JEAN FERRARA

On a recensé plus de trois mille maladies héréditaires, qui, si elles sont très dissemblables dans leur manifestation, relèvent pour la plupart d'un trouble métabolique, c'est-à-dire d'une anomalie dans les transformations chimiques et physico-chimiques qui s'accomplissent au sein de l'organisme. Depuis l'avènement de l'ingénierie génétique, qui permet de modifier le message héréditaire inscrit dans le noyau de toute cellule, nombre de chercheurs ont exploré cette voie à des fins thérapeutiques.

Grosso modo, ces investigations peuvent être classées en deux catégories : celles qui ont pour objet l'ovule fécondé (on tente de corriger le message génétique du nouvel organisme en espérant que la correction sera transmise à la descendance) et celles qui portent sur des cellules non sexuelles (on essaie d'amender le programme génétique d'un groupe de cellules afin de rectifier un dysfonctionnement local).

Jusqu'ici on s'est abstenu de pratiquer des manipulations génétiques à but thérapeutique sur l'embryon humain. Cela, pour des raisons éthiques aussi bien que techniques. Il faudrait en effet être certain que l'embryon, dès la fécondation, est atteint d'une anomalie génétique grave, et, de plus, être assuré du complet succès de l'intervention, ce qui, dans les deux cas, est encore chimérique. En revanche, de telles manipulations sont devenues courantes sur les embryons d'animaux, soit à des fins expérimentales, soit dans un but utilitaire (afin, par exemple, de faire produire aux animaux des substances médicamenteuses, ou bien d'améliorer la qualité de leur viande).

Le traitement génétique par manipulation d'un groupe de cellules est, lui, une opération plus ponctuelle, qui ne concerne qu'un individu et n'affecte pas sa descendance. Il consiste à prélever quelques milliers d'exemplaires d'une certaine classe de cellules et à corriger l'erreur qui s'est glissée dans leur ADN. Il n'est pas nécessaire que toutes les cellules extraites soient "réparées" dans le sens voulu : il suffira d'isoler celles dans lesquelles la "greffe" aura pris, puis de les faire proliférer, avant de réintroduire le tout dans l'organisme.

Récemment des chercheurs américains ont obtenu la première autorisation de manipulation génétique sur des humains, des malades atteints d'une forme avancée de cancer de la peau (1). Ce n'est pas, à proprement parler, une thérapie. Il s'agit d'introduire un gène "marqueur" dans les lymphocites pour pouvoir suivre leur trajet dans le corps. En effet, la connaissance de leur itinéraire permettra de mieux appliquer un récent traitement qui consiste à prélever dans la tumeur les lymphocites tueurs qui ont réussi à l'infiltrer, à les activer, puis à les réinjecter au malade pour augmenter ses défenses naturelles.

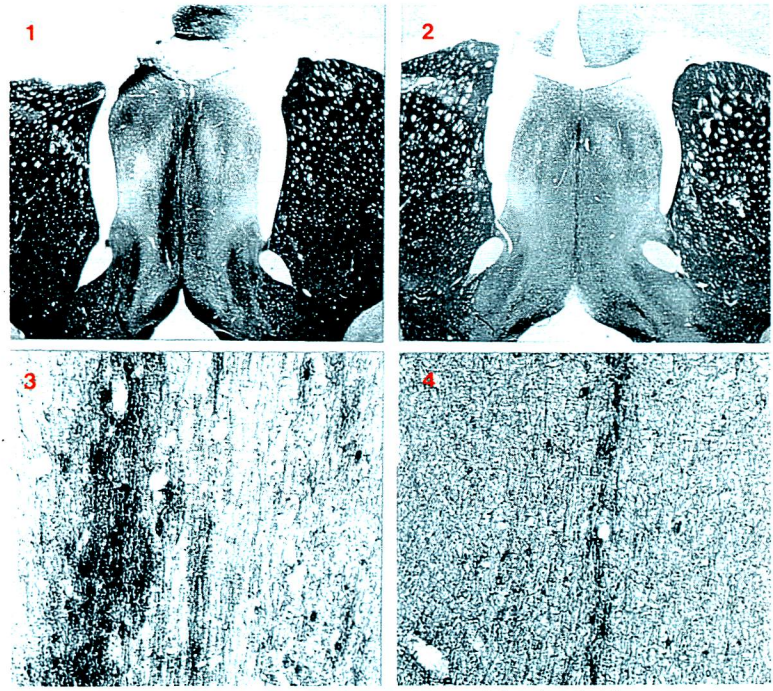
Auparavant, ce procédé n'avait été expérimenté qu'une seule fois sur l'homme, ou plus exactement sur deux patientes atteintes de thalassémie, une forme d'anémie due à un manque de bêta-globine (une protéine entrant dans la composition des globules rouges). Le gène qui commande la synthèse

de cette protéine étant bien connu, un médecin américain, le Dr Martin Cline, eut l'idée de prélever des cellules hématopoïétiques (productrices de globules rouges) dans la moelle osseuse des deux patientes, d'y insérer le gène en question et de réinjecter ensuite les cellules modifiées. L'opération se solda par un échec : aucune amélioration ne fut constatée dans l'état des malades — ni d'ailleurs aucune aggravation.

De nombreuses expériences réalisées sur des animaux ont confirmé que la thérapie génétique, bien que relativement simple dans son principe, était fort aléatoire dans ses résultats. Les transferts de gènes ne réussissent pas à tout coup, et, même lorsqu'ils s'intègrent au noyau cellulaire, les gènes "réparateurs" ne corrigent pas toujours l'erreur qui est à l'origine de la maladie. C'est pourquoi les recherches continuent sur des cellules animales, et notamment sur les plus accessibles d'entre elles : celles du sang, de la peau ou de la moelle osseuse.

Or, tandis que se poursuivent ces travaux, une expérience spectaculaire vient de montrer que la thérapie génétique pouvait emprunter une troisième voie et s'attaquer ainsi à des maladies touchant un organe qui, étant donné son abord difficile, ne paraissait pas être du ressort de cette "médecine de demain" : le cerveau. Des cellules totalement étrangères au système nerveux central ont été génétiquement modifiées et implantées dans l'encéphale de rats atteints de lésions cérébrales. Se comportant comme de véritables petites usines vivantes, ces cellules se sont mises à produire, à l'endroit voulu, la substance nécessaire au fonctionnement des neurones, et les animaux, qui, sans traitement seraient morts rapidement, ont pu survivre. Cette expérience a été réalisée par des chercheurs de la faculté de médecine de l'université de Californie (La Jolla), en collaboration avec une équipe du fameux Massachusetts General Hospital de Boston.

Voici, de façon plus détaillée, comment s'est déroulée cette "première". Pour commencer, les chercheurs ont infligé à seize rats préalablement anesthésiés, des lésions expérimentales affectant une zone précise du cerveau : le complexe fimbriofornical, une petite structure située sous le corps calleux. La particularité de cette structure, c'est qu'elle est le point de départ d'un réseau de neurones cholinergiques, c'est-à-dire qui communiquent entre eux par l'intermédiaire de l'acétylcholine. Lorsqu'un neurone de ce réseau est excité, il produit de l'acétylcholine, qu'il libère à son extrémité (dans l'espace synaptique qui sépare les cellules nerveuses) et qui, en excitant les sites récepteurs du neurone suivant, va en quelque sorte assurer la transmission du message d'un neurone à l'autre. L'acétylcholine est donc un neurotransmetteur (au même titre que la dopamine, la noradrénaline, l'histamine, le GABA, etc.), et même le plus universel d'entre eux puisqu'on le retrouve aussi bien chez les invertébrés que chez les vertébrés.



Des lésions cérébrales "guéries" chez des rats par thérapie génétique. Sur les micrographies **1** (agrandissement × 20) et **3** (× 220) les zones sombres indiquent la présence d'acétylcholine dans une région du cerveau, la partie gauche du complexe fimbriofornical, lésée expérimentalement. Normalement, les cellules lésées ne sécrètent plus d'acétylcholine et dépérissent. Ici, la greffe d'autres cellules, génétiquement modifiées pour sécréter le facteur de croissance nerveuse (NGF), a favorisé, la survie des neurones et donc activé la synthèse d'acétylcholine. Les images **2** et **4** montrent qu'il n'y a pas, ou très peu, de sécrétion d'acétylcholine chez les animaux de contrôle ayant reçu des cellules ne comportant pas les gènes du NGF.

Du fait des lésions du complexe fimbriofornical, le réseau de neurones cholinergiques est pour ainsi dire mis hors circuit : les neurones ne sécrètent plus d'acétylcholine et ne sont plus "excités" par les sécrétions de ceux qui les entourent. N'ayant plus d'utilité, ils s'étiolent et dépérissent.

Peut-on empêcher cette dégénérescence ? Oui,

au moyen d'une protéine appelée "facteur de croissance nerveuse", ou NGF (*nerve growth factor*), qui, comme son nom l'indique, intervient dans le développement des cellules nerveuses. Il y a deux ans, des expériences menées sur des rats ont montré que l'injection de NGF dans la zone cérébrale lésée favorisait la survie des neurones cholinergiques et activait la synthèse d'acétylcholine. Mais il fallait pour cela que la protéine fût administrée de façon continue par un tube très fin relié à une minipompe.

Un tel système n'est guère envisageable pour des traitements de longue durée ou pour des lésions qui ne sont pas forcément concentrées en un point précis et facilement accessible. C'est pourquoi les chercheurs de l'université de Californie ont imaginé une méthode différente: au lieu d'injecter du NGF, on pourrait, se sont-ils dit, introduire dans le cerveau des cellules qui synthétiseraient cette protéine.

Comme les neurones sont difficiles à manipuler et quasi impossibles à cloner (à multiplier en culture), ils ont choisi des cellules plus "malléables" : des fibroblastes, autrement dit des cellules fusiformes du tissu conjonctif. Pour y introduire les gènes responsables de la synthèse du NGF, ils ont utilisé un rétrovirus, lequel a véhiculé la "greffe" jusqu'à l'intérieur des noyaux cellulaires. Les fibroblastes ainsi modifiés ont été clonés, et l'on a constaté qu'ils produisaient bel et bien du NGF. Ils ont alors été implantés dans le cerveau de huit des rats, tandis que les huit autres recevaient des fibroblastes tout à fait ordinaires.

Quinze jours plus tard, les seize rongeurs ont été sacrifiés. Leurs cerveaux ont été examinés au microscope et également soumis à des tests immunologiques permettant de déceler la présence d'acétylcholine. On a ainsi observé que, chez les rats traités, 92 % des neurones cholinergiques situés en aval des lésions étaient toujours en parfait état de marche et continuaient de synthétiser de l'acétylcholine, alors que, chez les rats qui n'avaient reçu que des fibroblastes ordinaires, plus de la moitié des mêmes neurones n'avaient pas survécu.

Preuve supplémentaire de la vitalité des neurones préservés par le traitement : ils avaient envoyé des terminaisons axonales (ramifications de l'axone) en direction de la source de NGF. Cette projection était même beaucoup plus importante que celle que l'on avait notée auparavant, à la suite de la simple injection de NGF dans la région lésée. Aussi les chercheurs supposent-ils que les cellules greffées ont sécrété d'autres facteurs, qu'ils n'ont pas encore identifiés, mais qui ont sans doute dynamisé l'action du NGF.

En résumé, pour la première fois, des cellules génétiquement modifiées, étrangères au tissu d'accueil, ont permis de sauver d'autres cellules irrémédiablement condamnées à la dégénérescence. Le fait que ce résultat ait été obtenu dans un organe aussi complexe que le cerveau laisse espérer que la thérapie génétique pourra être un moyen efficace de traiter certains désordres du système nerveux central. C'est d'ailleurs ce que donnent à entendre les initiateurs de cette nouvelle voie lorsqu'ils font remarquer qu'il existe, en pathologie humaine, une affection assez proche de celle qu'ils ont provoquée artificiellement chez les rats : la maladie d'Alzheimer, une forme de démence sénile qui est, semble-t-il, liée à une dégénérescence des neurones cholinergiques.

Si tel était le cas, un apport de NGF par l'intermédiaire de cellules génétiquement manipulées pourrait modifier considérablement le cours de la maladie, peut être même en prévenir les effets les plus graves, si elle était dépistée à un stade précoce, avant que ne se soient produites des dégradations massives et irréversibles.

Mais, soulignent les chercheurs, plusieurs étapes doivent encore être franchies avant qu'un semblable traitement soit appliqué à l'homme. Tout d'abord, il n'est nullement prouvé que les fibroblastes soient les cellules qui conviennent le mieux à ce genre de greffe. Ils ont été choisis pour l'expérience tout simplement parce qu'ils sont faciles à manier. Mais d'autres types de cellules pourraient être plus appropriés. Il est donc indispensable de procéder à d'autres essais.

Ensuite, cette première tentative a été limitée dans le temps. Les rats ont été tués et examinés au bout de deux semaines, afin que l'on pût faire des comparaisons, à délai égal, avec les résultats obtenus antérieurement par simple injection de NGF dans la zone lésée. On ne sait donc pas quel aurait été le comportement des greffes de fibroblastes sur des périodes beaucoup plus longues. Là encore, d'autres expériences sont nécessaires.

De toute façon, les chercheurs sont particulièrement motivés pour poursuivre leurs travaux et trouver rapidement les réponses qui leur manquent. La maladie d'Alzheimer, en effet, qui défie actuellement tout traitement, est en train de prendre l'envergure d'une véritable épidémie. Alors que l'allongement de la vie, dans les sociétés développées, représente un progrès considérable, nombre de personnes ne peuvent en profiter, atteintes qu'elles sont par une forme plus ou moins grave de démence sénile relevant d'une pathologie dégénérative. Les statistiques sont encore incertaines, mais on admet communément que 350 000 personnes sont victimes en France de ce type d'affections. La possibilité de prévenir ou de limiter le vieillissement cérébral pathologique, non seulement améliorerait la qualité de vie des personnes âgées, mais diminuerait également les coûts de santé de cette tranche d'âge, qui arrive en tête pour la consommation de médecine.

Jean Ferrara

(1) Voir *Science & Vie* n° 858, p. 47

Film brut: 1h 35 minutes

Supprimer ↑ ← Ajouter musique "HAPPY BIRTHDAY TO YOU" →

→ Inverser les scènes ↙ — Réduire la séquence "MAMIE" à 45 Secondes →

Déplacer ce plan après le déballage cadeaux ← Faire un fondu au noir →

Même les grands amateurs ont besoin d'un petit professionnel

Cinéastes amateurs, votre rêve devient réalité. Avec "l'UMV 100 PORTAX" vous voilà professionnel du montage. Equipée du système **ICSS**, elle est immédiatement compatible avec la quasi-totalité des magnétoscopes de salon (*). Avec sa mémoire de montage à micro-processeur, **stockez jusqu'à cent séquences** choisies et disposées selon votre désir. Exigez d'elle une grande précision des raccords

Pour connaître le revendeur le plus proche :

NUMERO VERT 05.42.49.58
APPEL GRATUIT

UNITE DE MONTAGE VIDEO VHS - UMV 100 PORTAX

et une image de haute qualité, rectifiez la lumière, le contraste, les contours à l'aide du **correcteur-vidéo.** Animez votre film avec des paroles, des bruitages et de la musique en jouant avec le correcteur-mélangeur audio. Multipliez les moments magiques, libérez votre créativité.

(*) Munis d'une télécommande à infra-rouge.

Un guide d'utilisation sur cassette-vidéo, fourni gratuitement avec "l'UMV 100 PORTAX" assure la réussite de vos montages.

Film définitif: 12 minutes

PORTAX®
VIDEO CREATIVE

Portax électronique S.A.
16, rue de la Longue Saulx - 59230 Saint-Amand-les-Eaux

BBDA-MER

Quand c'est bon,
on applaudit.

Quand c'est mauvais,
on siffle.

Musiques – Cinéma – Livres – Radio – Télé.

Chaque semaine dans Télérama toutes les émotions sont au programme, clairement indiquées et passionnément discutées. Des critiques qui donnent du relief à vos loisirs et du plaisir à choisir.

Télérama : l'intelligence critique.

MARIE & A.

ECHOS DE LA RECHERCHE

MEDECINE

Le cancer dans les bagages

L'association peu banale d'un virologue, Guy de Thé, et d'une ethnologue, Annie Hubert, tous deux du CNRS, a permis de résoudre une énigme : celle du cancer du rhinopharynx. Ils viennent d'y consacrer un livre.

Ce cancer n'est pas ordinaire. Causé par un virus, celui d'Epstein-Barr (de la sinistre famille de l'herpès), également responsable d'un autre type de cancer, le lymphome de Burkitt, il n'est cependant pas également réparti sur la planète. Il est localisé géographiquement et de manière qui semblait, jusque là, irrationnelle.

Rare chez les Yaos, Hmong et presque tous les groupes ethniques du sud de la Chine, il est, en revanche très élevé chez les Han. Les Cantonnais qui s'exilent en souffrent autant que ceux qui restent chez eux. Ce qui pouvait laisser supposer une origine héréditaire.

Restait alors à savoir pourquoi les Eskimos du Groënland et les Maghrébins accusent, eux aussi, des taux élevés de ce cancer-là. Hasards de la génétique ? C'est ce qu'eut laissé supposer une étude classique.

Mais de Thé faisait, en tant que biologiste et médecin, une étude épidémiologique et ces études se font dans des populations homogènes et non hétérogènes.

L'approche de ce chercheur était donc hétérodoxe. Elle s'annonça d'abord infructueuse. S'étant rendu sur place, de Thé effectua des prélèvements de rhinopharynx, tandis qu'Hubert faisait une étude de moeurs détaillée. Rien. Tout ce qu'il confirma, c'est ce que ceux qui souffrent déjà du cancer ont des taux très élevés d'un certain type d'anticorps, les immunoglobulines A (IgA), et que les risques de cancérisation sont proportionnels aux taux d'IgA. Ce qui n'expliquait évidemment pas pourquoi ce cancer est si précisément localisé.

L'explication est venue de l'alimentation. Toutes les populations qui présentent des taux élevés de ce cancer consomment des plantes riches en phorbols diesters, qui réactivent et entretiennent l'infection par le virus d'Epstein-Barr. La harissa du Maghreb, sauce forte très prisée dans cette région, en est truffée. Et si les Cantonnais d'Australie accusent les mêmes taux de ce cancer que ceux qui sont restés dans leur patrie, c'est qu'ils n'ont pas changé leurs habitudes alimentaires.

Nouvelle confirmation de l'influence de l'environnement sur le déclenchement des maladies. Mais bonne incitation aussi à chercher d'autres causes de maladies dans notre alimentation. **J.-M.B.**

PHYSIQUE

La supraconductivité tourne à la foire d'empoigne

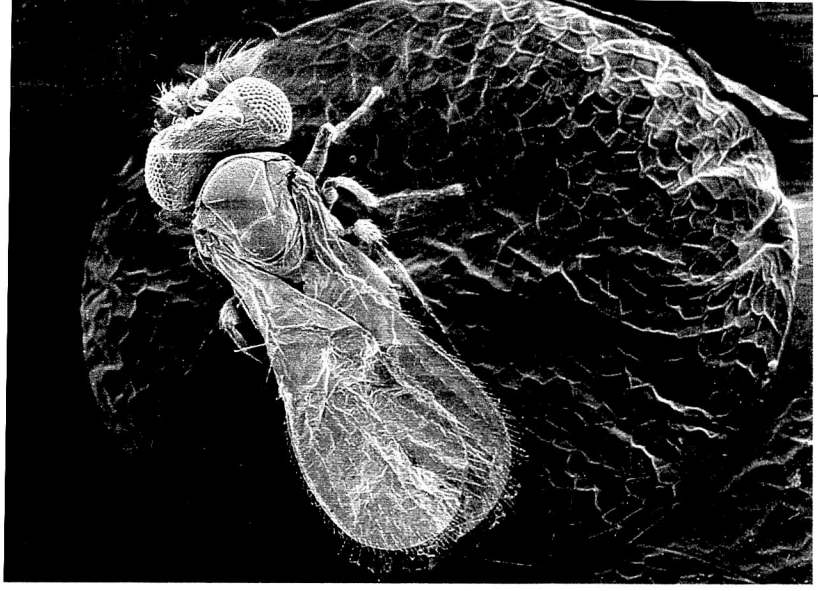
Un physicien de l'université américaine Stanford, Theodore H. Geballe, trouve que les travaux et les articles sur la supraconductivité se multiplient à un tel rythme qu'une chatte n'y retrouverait plus ses petits. Un article est à peine paru que des chercheurs s'en inspirent et se lancent dans des travaux nouveaux tels que le papier devient démodé en quelques semaines. Personne ne sait vraiment où l'on en est. Plusieurs des articles et rapports sont d'ailleurs douteux, certains chercheurs prenant sans doute leurs espoirs pour des réalités et publiant des résultats "anticipés"... Selon Geballe, plusieurs des travaux rapportés sont incorrects et conceptuellement faux. Néanmoins, plusieurs brevets sont actuellement déposés, à titre préemptif, sans qu'on soit sûr qu'ils aient quelque valeur. Ainsi on parle beaucoup de matériaux qui seraient supraconducteurs à la température ambiante, ce qui serait réellement révolutionnaire. Mais personne n'en a encore vus.

En attendant, les Japonais travaillent fiévreusement sur le cérium, ce qui ouvre une voie complètement nouvelle. En effet, dans le cérium, les électrons passent par les trous laissés libres par les électrons orbitaux du matériau quand ils changent de niveau.

Ce phénomène, récemment découvert, et qui ne serait pas limité au cérium, pourrait permettre de bâtir une théorie de la supraconductivité enfin satisfaisante et d'imaginer toute une nouvelle gamme de matériaux.

G.M.

Les virus aussi deviennent résistants : on commence à signaler des cas d'herpès qui ne cèdent pas à la nouvelle drogue Acyclovir.



ENTOMOLOGIE

Insectes en sachets

C'en est fini, ou presque, de la lutte que mènent les agriculteurs chaque année contre la pyrale du maïs, *Ostrinia nubilalis*, avec la décision, prise ce mois-ci par l'Agence de coopération technique agricole (ACTA), d'accorder l'homologation au premier larvicide biologique en France. Après dix années de recherches au Laboratoire de zoologie de l'INRA de Versailles, conjointement avec l'UNCAA (1) (Union nationale des coopératives agricoles d'approvisionnement).

Présenté sous la forme de capsules cartonnées, paraffinées et préalablement percées, de la taille d'une pièce de un franc, contenant 500 hyménoptères *Trichogramma maïdis*, le TR 16 est en mesure, par son mode d'action particulier, de pallier les insuffisances et les nuisances des traitements chimiques, avec une efficacité et pour un coût équivalents.

A raison de trois épandages massifs par campagne, environ 300 000 trichogrammes par hectare pondent leurs oeufs dans ceux de la pyrale, détruisent ces derniers, empêchant la naissance des chenilles ravageuses. L'intervention par passage à pied ne nécessite aucun investissement matériel, assure donc à l'utilisateur une indépendance vis-à-vis des entreprises de traitement, évite les dégâts dus aux enjambeurs mécaniques, comme les tracteurs. Le conditionnement par capsule protège l'auxiliaire entomophage de la pluie ou du lessivage provoqué par une irrigation. Et les parcelles difficilement accessibles (pentues, encombrées de pylônes électriques ou proches d'habitations) peuvent bénéficier de ce procédé.

Le principe actif étant un insecte et non une molécule chimique, il respecte l'environnement, est non toxique pour les animaux à sang chaud et pour l'homme, et est biodégradable. Enfin, le trichogramme est uniquement un parasite des oeufs de papillon et n'entrave pas l'action prédatrice des coccinelles et syrphes sur les pucerons aux pullulations devenues importantes par l'emploi des produits chimiques.

La mise à disposition de ce nouvel insecticide est assurée pendant toute la durée de la campagne agricole, il suffit de stocker le produit à 3° C, en attendant l'époque des traitements.

En 1989, dix mille hectares de maïs seront protégés de la sorte, dont 1 200 en Suisse et 1 500 en RFA. L'Autriche et l'Italie sont intéressées pour des essais à grande échelle. Ainsi cette alternative de lutte intégrée permettra demain, avec une connaissance sans cesse accrue des biotopes agricoles, de ménager les intérêts particuliers des agriculteurs et l'environnement. **E.B.**

(1) UNCAA ; Groupe d'intérêt économique de lutte biologique, 06560 Valbonne. Tél. 93 42 17 89.

PROTHESES

La voix du regard

Quand on regarde un objet déterminé, surtout s'il est rouge ou vert, il se trouve au centre du champ de vision et déclenche donc dans le cortex la production d'ondes cérébrales caractéristiques, enregistrables par électro-encéphalogramme. Si l'on regarde une série d'objets, c'est celui sur lequel on fixe le regard qui déclenche la réaction la plus forte.

C'est sur ce principe que des chercheurs américains sont en train de mettre au point un équipement à déchiffrer le regard.

Des électrodes implantées sur le crâne permettent d'enregistrer en permanence les tracés électro-encéphalographiques. Un écran luminescent comportant 64 signes qui brillent à des fréquences spécifiques, mais en changeant constamment du vert au rouge, est placé devant le visage de la personne qui veut s'en servir ; un écran vidéo permet de suivre son regard et de déterminer la lettre sur laquelle il se pose. S'il y a erreur, il existe également un signe spécial, une astérisque, qui permet au lecteur de la corriger.

Chaque fois que le regard se fixe sur une lettre, celle-ci est activée, comme la touche d'un clavier de machine à écrire. Il devient alors possible de composer des mots sur un écran. Le rythme de formation des mots est d'environ 20 par minute.

Cet équipement est évidemment destiné à des handicapés graves, par exemple ceux qui sont aux derniers stades de la sclérose latérale amyotrophique, et qui ne peuvent ni écrire, ni parler. Le Dr Lance Meagher, de l'Oregon, s'en sert depuis 12 ans.

Deux chercheurs de l'université Stanford, en Californie, viennent de le perfectionner. En enregistrant, non seulement les mouvements des yeux, mais encore les pressions même faibles des muscles du malade, ils ont réussi à mettre au point un équipement qui active un synthétiseur de musique et permet donc aux handicapés de faire de la musique. **G.M.**

MEDECINE

Le cœur fragile des émigrés

Les sujets britanniques d'origine indienne sont plus exposés que leurs compatriotes autochtones à disparaître promptement d'une attaque cardiaque... le coeur brisé !

C'est ce que révèlent deux chercheurs du Collège universitaire de Londres, dans une enquête parmi une population bangladeshi et anglaise de souche. En effet, parmi la première population, 20 % de plus d'hommes et 30 % de plus de femmes meurent de maladies cardiovasculaires. Le phénomène ne semble pas limité à la Grande-Bretagne. Dans les pays où des populations originaires du subcontinent indien ont émigré — Canada, Afrique du Sud, Kenya — celles-ci présentent un taux de mortalité dû aux maladies coronariennes nettement supérieur à l'ensemble de la population.

Pour tenter d'expliquer l'écart considérable qui grève les rangs indiens, les épidémiologistes Marmot et McKeigue ont tenté d'inventorier les facteurs risques "classiques", comme la consommation de tabac, la malnutrition ou l'hypertension. Leurs études rapportent que les Asiatiques ne fument pas plus que les Européens et que les femmes ont moins de cholestérol dans le sang que les non-asiatiques car elles mangent plus de lipoprotéines de haute densité — le "bon cholestérol" — que les Anglaises. Avec ce régime alimentaire, plus équilibré que la norme britannique, elles ne présentent que de faibles pressions sanguines : l'hypertension ne semble donc pas affecter outre mesure les sujets britanniques d'origine indienne.

Ainsi les facteurs qui provoquent les maladies cardiovasculaires dans la communauté d'outre-Manche ne semblent pas affecter les Asiatiques. Après des années de recherche, deux écoles de pensée ont émergé pour expliquer ces anomalies. La première s'en tient aux facteurs génétiques et métaboliques propres aux Asiates, des médecins ayant démontré que ceux-ci semblent avoir besoin de plus d'insuline que les Européens pour maintenir leur taux de sucre dans le sang à des niveaux semblables. Selon McKeigue, les Asiatiques ne manquent pas d'insuline, mais un effet connu sous le nom de résistance insulinique induit une altération de celle-ci, notamment dans les cas d'obésité.

La deuxième école suggère, en se fondant sur un rapport de la Confédération d'organisation indienne sanitaire, que le "stress psychosocial" ne peut être que le premier agent des attaques cardiaques précoces. La vraie cause serait que les Asiatiques sont plus vulnérables parce qu'ils assument des travaux plus pénibles, parce qu'ils subissent continuellement l'assaut du racisme et du traumatisme psychologique induit par l'émigration et le changement culturel.

Si les tensions dues à l'exclusion et au déracinement sont bien réelles, McKeigue pense qu'elles ne peuvent, à elles seules, provoquer les maladies cardiovasculaires. Il suggère aux intéressés, surtout s'ils sont obèses, de s'astreindre à plus d'exercice.

Ce qui plaide pour la thèse de McKeigue, c'est une enquête réalisée en Inde même, et qui révèle un phénomène identique, de proportions analogues, chez les paysans qui migrent vers les villes.

Il serait intéressant de faire des études sur les populations immigrées de France et d'Allemagne. Celles-ci souffriraient-elles, littéralement du crève-coeur ? **E.B.**

MEDECINE

Mystérieuse corrélation entre Sida et sclérose en plaques

Une équipe américano-suédoise a publié une découverte singulière : la présence du virus HIV I dans le sang des malades atteints de sclérose en plaques. Cette découverte n'autorise absolument pas à établir un lien de cause à effet entre cette maladie et le Sida, lien qui serait d'ailleurs peu vraisemblable, étant donné que la sclérose en plaques existe depuis bien plus longtemps que le Sida. Elle pourrait seulement laisser penser que la sclérose a ouvert la voie au Sida, ou inversement.

Toujours à propos du Sida, les plus récentes études épidémiologiques indiquent une stabilisation et même une légère régression des taux de nouveaux cas parmi les homosexuels et une progression alarmante parmi les utilisateurs de drogues injectables, notamment ceux qui viennent des classes les plus défavorisées. **G.M.**

Lithotripsie des calculs salivaires possible : cela permet de conserver à la fois la glande et le conduit salivaires.

TECHNOLOGIES

Où est passée la simplicité ?

Le psychologue américain Donald A.Norman vient de publier "La psychologie des objets quotidiens" (pas encore traduit), ouvrage dans lequel il dénonce la propension des constructeurs industriels à faire compliqué.

Certains tableaux de bord d'autos, par exemple, comportent tellement de cadrans que, si l'on n'y prête pas une attention soutenue, on risque de confondre l'un avec l'autre. Certains types de carrousels-photos comportent des commandes multiples qui peuvent les faire dégorger d'un coup toutes leurs photos, alors qu'on voulait simplement les faire tourner. Certains types de mélangeurs de douches et bains sont d'un maniement si complexe (une seule manette qu'il faut diriger, tirer et déplacer pour avoir l'eau dans la baignoire ou la douche, et appeler l'eau chaude et l'eau froide) qu'on risque d'être glacé ou ébouillanté, et parfois à la suite. Pour faire élégant et "technique" (la même tendance qu'on note dans les prospectus d'objets et produits extrêmement banals, mais qu'on prétend valoriser par le jargon), on multiplie les "bidules" au point que l'objet en devient agaçant. Et l'on en vient à regretter le temps où les baignoires étaient équipées de deux robinets bien distincts avec un bouton rouge pour le chaud et bleu pour le froid et où les voitures n'avaient que deux cadrans.

Notons en passant qu'on peut s'interroger sur l'interêt de certains produits du *design* (néologisme douteux qui sert souvent à "faire mode"), tels des fers à repasser et des casseroles "aérodynamisés" comme s'ils devaient circuler à 200 km/h.

Ajoutons-y une anecdote de notre propre expérience dans un domaine courant : celui des meubles qu'on livre, comme l'usage s'en répand, en pièces détachées. Ayant acheté ainsi une chaise de bureau pivotante, dont les éléments furent livrés dans un emballage plat — évidemment plus commode pour la manutention — et enrobés dans un plastique très élégant, nous consultâmes donc le manuel d'assemblage. Il semblait relativement simple.

De fait, les rivets qui devaient fixer les pieds aux quatre tubes de fonte du pivot central étaient de type auto-serreur, c'est-à-dire que leurs tiges devaient s'ouvrir en six segments quand on appliquait un fort coup de maillet sur leurs têtes. Ce système, apparemment astucieux et d'assemblage théoriquement rapide, se révéla remarquablement peu pratique. En effet, deux des quatre rivets se cassèrent et les deux autres s'ouvrirent de façon incomplète. Force fut donc de percer des ouvertures à la mèche pour y insérer, à leurs places, des vis filetées banales, fixées par écrou. Ce qui exigea deux heures. Le goût de l'élégance avait, une fois de plus, abouti à un système incroyablement peu fiable et compliqué.

Ce serait dommage que les techniciens finissent par produire des objets qui ressemblent à leur langage, c'est-à-dire qui soient destinés à la seule consommation par des techniciens. Il faudra un jour rappeler aux ergomètres que le cerveau de l'homme n'a pas fondamentalement changé depuis l'émergence de la race humaine et, qui plus est, qu'il y a, rien qu'en France, six millions d'analphabètes fonctionnels et que ce n'est pas la complication d'objets usuels qui leur permettra d'accéder plus rapidement à la culture... **G.M.**

Les films *Buffon, la science de la vie,* d'Emmanuel Laurent, et *Buffon, les archives de la Terre,* de Nicolas Stern, sont désormais disponibles dans les bibliothèques municipales et publiques, à la médiathèque de La Villette et au Muséum d'histoire naturelle.

Omelette pour malades du cholestérol : l'université de Caroline du Nord détient le secret d'une nouvelle méthode de production d'œufs à très bas taux de cholestérol.

NUTRITION

Les gènes à digérer les tripes

Les Ecossais ont-ils des gènes particuliers qui leur permettent de digérer le *haggis*, plat national à base de tripes, connu pour son taux exorbitant de graisses et de sel ? Oui, si l'on en croit les résultats d'une enquête publiée par le *British Medical Journal*. L'enquête a été réalisée sur des médecins anglais et écossais qui avaient absorbé une dose expérimentale de 200 g de *haggis* au petit déjeuner. Chez les Anglais, on constatait, 90 minutes après ce repas, une augmentation appréciable du taux de lipides dans le sang. Chez les Ecossais, rien de tel : ces graisses semblaient rapidement éliminées. Les auteurs, membres du Centre hospitalier universitaire du Pays de Galles à Cardiff, pensent que tout au long de nombreuses générations, les Ecossais auraient pu développer une tolérance génétique au *haggis*.

Rappelons que ce plat national est fait de coeurs et poumons d'agneau, de foie de porc, de graisse de rognon de boeuf et d'avoine. Le mélange est haché, assaisonné de sel, poivre, coriandre et gingembre, et bouilli dans un estomac de mouton...

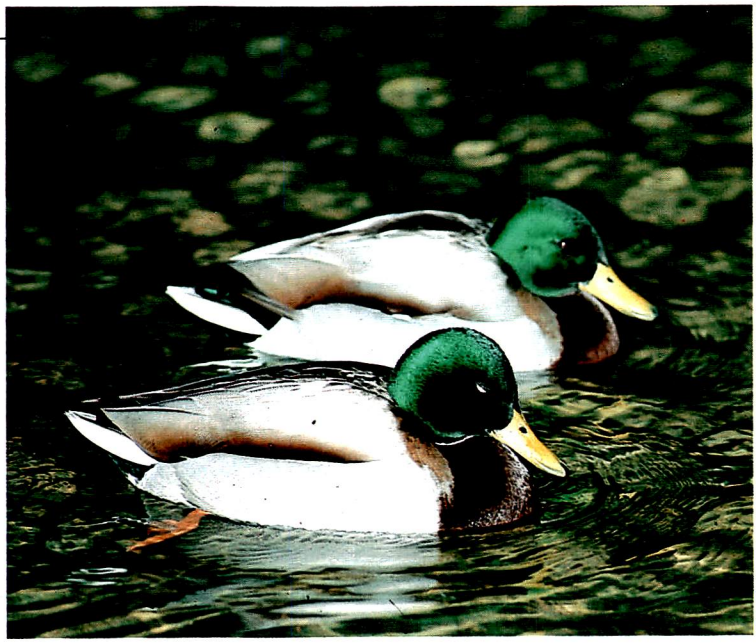
Rappelons également que la consommation de whisky, qui accompagne traditionnellement celle de *haggis*, a été prohibée lors de l'expérience. Les résultats en sont peut-être faussés... **A.D.**

Les examens médicaux de routine ne servent pas à grand'chose, selon le rapport d'un groupe de médecins américains. Leur valeur préventive en ce qui touche au glaucome, à divers types de maladies cardiovasculaires, au cancer du poumon, des ovaires et de la prostate, pour ne citer que ces maladies, est négligeable. Les examens médicaux réguliers devraient plutôt porter sur les points faibles connus de l'individu.

Augmentation moyenne de 1° F (9/5 de 1° C) de la température aux Etats-Unis depuis un siècle. La décennie 1980 étant la plus chaude.

ZOOLOGIE

Les canards de Sologne sont intoxiqués



Les ennemis des cols verts de Sologne ne sont plus les chasseurs, mais des bactéries pathogènes de l'espèce *Clostridium botulinum*. En état de dormance depuis des années, ce micro-organisme sort de sa torpeur pour foudroyer les anatidés.

Ces canards sont atteints par une des sept formes de botulisme : le botulisme hydrique ou type C. Au total, 15 espèces d'oiseaux sont touchés, et la mortalité des cols verts dépasse la côte d'alerte.

Pourquoi ? C'est que l'équilibre écologique des lacs a été bouleversé. Le Laboratoire central de recherches du CNEVA (Centre nationale d'études vétérinaires et alimentaires) à Maisons-Alfort étudie la possibilité de vacciner les braves palmipèdes.

Une paralysie progressive qui commence par les pattes puis le cou, tels sont les symptômes d'atteinte du système nerveux qui conduiront les canards à la noyade, quelques jours après l'ingestion d'aliments empoisonnés. Ce poison, produit par les bactéries, est une toxine que l'on retrouve dans les végétaux ou les larves de mouches (*Lucilia caedar*) qui forment le pain quotidien des cols verts.

Jusqu'à présent, ces bactéries se trouvaient en état "d'hibernation" sous forme de spores enfouies dans le sol. En effet, si les conditions du milieu sont défavorables (température, hygrométrie, oxygène), les *Clostridium* comme les *Bacillius*, possèdent cette propriété de sporulation qui les transforme en micro-organismes desséchés, recouverts d'une épaisse enveloppe protectrice. Elle peuvent attendre ainsi des années (50 ans), à l'abri des intempéries, mais à la moindre opportunité, elles reprennent vie en germant pour produire des toxines.

Un facteur a donc déclenché cette résurrection : la pollution qui augmente la quantité de matières organiques des étangs (c'est ce qu'on appelle eutrophisation). A l'origine, encore et toujours, les fameux phosphates, des lessives ou des engrais, favorisant la croissance des végétaux qui se déposent au fond des lacs et finissent par les asphyxier. La diminution de l'oxygène dans l'eau, combinée à l'augmentation des températures durant les mois d'été, a déclenché la croissance des *Clostridium*, qui sont des bactéries anaérobies. Classique dira-t-on, puisque le phénomène d'eutrophisation est à l'origine de la mort de nombreux lacs dans le monde ! Mais à l'échelle de la Sologne, on a découvert des facteurs aggravants, plus sournois. Les élevages de canards tout d'abord, dont la production alimente les nombreuses chasses gardées de la région.

En effet, cette concentration de milliers d'oiseaux élevés en semi-liberté aux abords des étangs, alourdit les déchets organiques dans l'eau par ses déjections.

Autre cause : le changement des traditions agricoles. Autrefois, les paysans de Sologne asséchaient certains points d'eau pour les mettre en culture tandis qu'ils en créaient de nouveaux. Cette pratique culturale assainissait les sols en limitant la prolifération des *Clostridim*, en les privant d'eau et en les exposant à l'air libre. Or, ces terres sont devenues des zones de chasse et par là, des réservoirs naturels de la maladie.

Il est difficile d'apprécier l'impact réel de l'épidémie sur l'ensemble de la population des oiseaux de Sologne. Pour l'instant, on se réfère aux cols verts lâchés régulièrement dans la nature par les sociétés de chasse. Sur un ensemble de 7 étangs, plus de 61 % des canards lâchés sont morts dans l'année. **D.D.**

NEUROLOGIE

Demain, des mathématiciennes

L'idée que l'homme excelle "naturellement" en maths, et la femme, dans le maniement du langage, est à revoir : des études américaines montrent que la compétence verbale des garçons a augmenté pour se rapprocher de celle des filles, alors que ces dernières rattrapent les matheux.

Une enquête auprès de 4 000 étudiants et 2 000 parents montre que les différences qui persistent seraient dues à des influences culturelles plutôt qu'innées : la plupart des parents encouragent les garçons plutôt que les filles à poursuivre des études mathématiques et scientifiques.

HISTOIRE & GEOGRAPHIE

Peary n'a pas atteint le Pôle Nord, mais...

Tempête autour de la conclusion d'un historien et géographe américain, Dennis Rawlins, que nous avons rapportée dans ces pages (*S. & V.* n° 855), selon laquelle Peary n'avait pas atteint le Pôle Nord, lors de son expédition de 1909. Pour publier une conclusion aussi fracassante et dommageable à la réputation d'un des grands explorateurs de ce siècle, Rawlins s'était fondé sur des papiers privés de Peary, retrouvés ces dernières années. L'étude en avait été entreprise à la demande de la célèbre National Geographic Society. Rawlins n'était pas le seul à parvenir à cette conclusion : Wally Herbert, explorateur polaire britannique était du même avis.

Mais une organisation privée américaine, la Navigation Foundation, a repris les calculs de Rawlins et les a jugés erronés. D'abord, ils relèvent probablement de l'expédition de Peary de 1906, pas de 1909, ensuite, c'étaient des vérifications des trois chronomètres de l'expédition, et pas des relevés de latitude. Rawlins a admis son erreur sur quelques chiffres. Cette organisation a été chargée de refaire une étude sur la question.

Mais Rawlins soutient que Peary n'a quand même pas atteint le pôle. Peut-être le mot de la fin, sur une histoire déjà passablement embrouillée, revient-il au président de la National Geographic Society : c'est que Peary n'a peut-être pas atteint le pôle, mais que ce n'était pas non plus un tricheur. **G.M.**

Les dents rappetissent : depuis 10 000 ans, révèlent des études anthropologiques américaines, elles ont rappetissé deux fois plus vite qu'au cours des 90 000 années précédentes. Si l'on continue à nous donner des aliments en purée, nous serons édentés dans deux mille ans.

PHYSIQUE

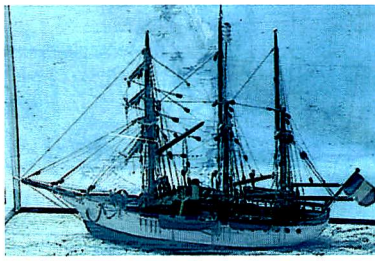
La danse de l'électron

Cette traînée lumineuse, où l'on peut distinguer une longue spirale, est celle d'électrons piégés par le champ magnétique terrestre. Il s'agit d'électrons artificiels, projetés en février 1988 par un canon à électrons expédié dans la haute atmosphère lors de la réalisation d'Echo 7, projet de la NASA. Sur la photo, prise par une caméra de télévision également embarquée à bord, les électrons précédemment descendus de l'altitude de 290 km à celle de 120 km, se trouvent à une centaine de kilomètres de la Terre, moment où leur structure en spirale commence à être visible.

Le projet Echo 7, le dernier en date d'une série d'expériences qui a commencé en 1970, était destiné à expliquer la formation des aurores boréales, qui seraient bien, comme on l'a déjà pensé, le produit d'électrons cosmiques captés par le champ géomagnétique. **G.M.**

GEOGRAPHIE

Un Musée de l'exploration polaire



Un musée de l'exploration polaire s'est ouvert à Prémanon-Les Rousses, dans le Haut Jura, sous les égides de Pierre Marc et de Paul-Émile Victor. La Grande-Bretagne, la Norvège et l'URSS en ont de comparables, mais ils ne sont pas consacrés exclusivement aux explorations polaires. Dioramas, conférences-vidéo, objets, maquettes (***photo ci-dessus***) en constitueront le contenu.

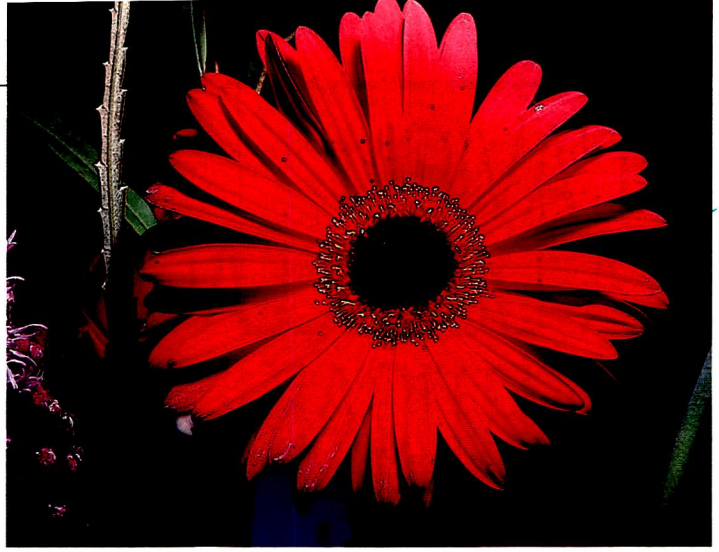
Le prix de la violence : la vente et l'usage libre, aux Etats-Unis, des armes automatiques (dont les projectiles sont libérés à 759 m/s, au lieu de 240 m/s environ pour les autres armes) ont ramené les hôpitaux américains à l'époque du Vietnam. Ces armes causent des blessures effroyables, exigeant parfois, pour un seul individu, 40 litres de sang et la mobilisation d'un bloc opératoire pendant plusieurs heures. Le coût du traitement de ces seules armes est d'un milliard de dollars par an. Mais la National Rifle Association et le lobby des armes à feu ont jusqu'ici bloqué toute législation contre la vente libre des armes à feu, même automatiques...

C'est une mutation du virus de l'hépatite B qui a abouti à cette forme de la maladie qu'on appelle ni-A--ni-B, responsable d'un tiers des hépatites et de 90 % des hépatites post-transfusionnelles.

Les articles de cette rubrique ont été réalisés par J.-M. Bader, E. Bedou, A. Dorozynski, D. Dubrana et G. Messadié.

SANTE

Les gerberas de la NASA



Aimez vos plantes d'appartement, elles vous le rendront bien ! Selon les scientifiques de la NASA, certaines plantes peuvent dépolluer l'air des stations orbitales et, a fortiori, celui de nos maisons, chargé en benzène, formaldéhyde, oxyde de carbone et d'azote.

Ces nuisances intramuros sont émises par les matériaux synthétiques des bâtisses ou des meubles, et restent piégées à l'intérieur des nouveaux immeubles, mal ventilés pour éviter les pertes d'énergie. Selon le Dr Anthony V. Nero Jr, qui étudie la qualité de l'air au laboratoire Lawrence Berkeley (Californie), ces émanations toxiques sont aussi dangereuses que dans les locaux d'une industrie chimique.

Cependant, des recherches complémentaires doivent confirmer ces affirmations, car les conditions atmosphériques de nos habitations sont différentes de celles des stations spatiales. L'air y est renouvelé et chasse les poussières polluantes sans l'aide des plantes. C'est pourquoi, la NASA a entamé un plan d'étude de deux ans (Stennis Space Center de Bay St Louis), en association avec des architectes paysagistes, pour vérifier le pouvoir épurateur de plantes ornementales comme le philodendron, le gerbera ou le chlorophytum, et les incorporer dans l'architecture moderne.

On déterminera dans quelles mesures, et pour quelles espèces de plantes, la photosynthèse permet de dépolluer l'atmosphère d'une pièce hermétique. Car ces polluants chimiques emprunteraient la même voie métabolique que le CO_2, celle de la photosynthèse, qui transforme le gaz carbonique absorbé par les stomates des feuilles en oxygène et en vapeur d'eau. On sait déjà que deux espèces de philodendron captent le formaldéhyde, tandis que l'Aloes vera s'occupe du benzène.

Au total, une dizaine de plantes sont à l'affiche! Les chercheurs réalisent des bouquets composés pour apprécier leur rôle synergique. Transformerons-nous bientôt nos habitations en jardins botaniques ? **D.D.**

BLURGS

500 000 F pour un surdoué "psy"

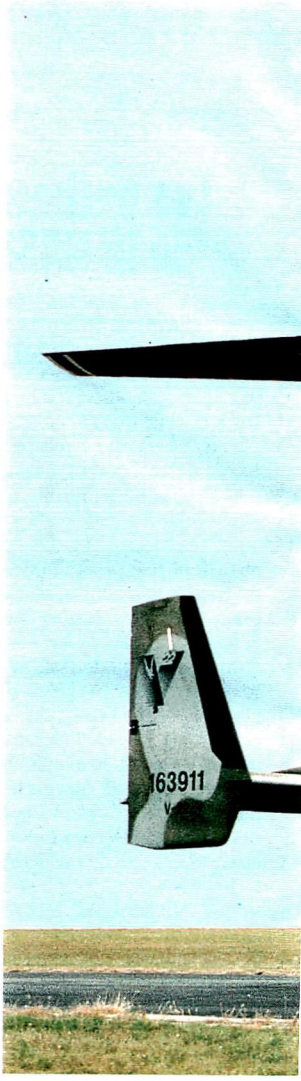
Ces aimables personnages sont Gérard Majax, magicien comme son nom l'indique, et Henri Broch, physicien à l'université de Nice et docteur en physique, comme son nom ne l'indique pas. Le papier qu'il tient est un chèque de 500 000 F, représentant une somme, déposée devant notaire, par un groupe d'universitaires belges. Il est destiné à toute personne qui sera capable de tordre la cuiller qui se trouve dans une ampoule scellée (sans casser l'ampoule, cela va de soi). Ceux qui voudraient s'informer sur ce défi n'ont qu'à former sur Minitel le numéro du centre Zet, de l'université de Nice (3615 + Zet).

Ce genre de test devrait contribuer à faire baisser une certaine crédulité dans le public, dont témoigne le résultat d'une enquête menée par Broch sur un groupe de 120 étudiants du 1er cycle d'études scientifiques, toujours à l'université de Nice. La dilatation relativiste du temps n'était prouvée que pour moins de 20 % des sujets sondés, la forte majorité estimant qu'il s'agissait là d'une "pure spéculation théorique", alors que près de 70 % du même groupe tenaient que la torsion de cuillers est « un fait établi par la science ». On croit rêver.

Il serait utile d'analyser les sources de la croyance dans l'irrationnel, dont on note une nette résurgence. Est-elle due, comme certains le suggèrent, au fait que l'esprit humain, incapable d'assimiler des informations surabondantes, se replie sur ses structures archaïques ? Ou bien est-elle due à la peur des acquis d'une science et d'une technique qui restent pour beaucoup indéchiffrables ? Toujours est-il qu'il est temps de chasser le blurg... ●

L'AVION A DECOLLAGE VERTICAL

Les militaires avaient besoin de transporter vite et loin des troupes sur un terrain d'intervention dépourvu de piste d'atterrissage ; les civils recherchaient une navette interurbaine rapide pour relier des villes sans aéroport, ou pour transporter des passagers de centre-ville à centre-ville. L'industrie aéronautique leur propose le "convertible", un appareil mi-avion mi-hélicoptère.



PAR GERMAIN CHAMBOST

En vol horizontal, l'Osprey ressemble à un avion classique : fuselage, empennage, ailes portant chacune un moteur. La seule différence apparente : les pales des hélices sont énormes comparées à celles d'un avion. En vol vertical, c'est-à-dire au décollage et à l'atterrissage : les deux moteurs basculent jusqu'à devenir verticaux, et les hélices font alors office de rotors d'hélicoptère. Pourquoi développer un tel appareil, appelé "convertible", sensiblement plus complexe à fabriquer qu'un hélicoptère ? Comme appareil militaire, l'hélicoptère a fait largement ses preuves. Les Américains en savent quelque chose, eux qui ont utilisé cet appareil tout au long de la guere du Vietnam pour amener des troupes à pied d'œuvre, évacuer les blessés, mener des attaques au sol au départ de bases éloignées ou de porte-avions. Mais aussi comme navette civile, puisqu'il sert déjà à mille et un usages : ambulance, car volant reliant certains hôtels et aéroports, etc.

Seulement voilà, l'hélicoptère présente deux inconvénients : il ne va pas assez vite, ni assez loin. L'Osprey, désigné par les techniciens par le sigle V-22, est un appareil V/STOL (*Vertical or Short Take Off and Landing,* ou décollage et atterrissage vertical ou très court) conçu pour voler à quelque 500 km/h avec un rayon d'action de 550 km (1), soit deux fois mieux en moyenne qu'un hélico, dont les limites se situent respectivement à 350 km/h et 200 km. L'intérêt que représente pareil gain est tel que le programme Osprey compte parmi les plus importants de ces dernières années aux Etats-Unis dans le domaine aéronautique : 2,5 milliards de dollars ont été accordés au consortium formé par ses constructeurs, Bell Helicopter et Boeing, rien que pour les recherches et le développement. Trois structures seront construites pour les essais au sol, et pas moins de six prototypes pour les essais en vol.

(1) Le rayon d'action est une notion empruntée aux bombardiers. Il désigne la distance qu'un avion est capable de couvrir, sans escale, avant de revenir à sa base. Un rayon d'action de 550 km implique donc de voler 550 km à l'aller et autant au retour.

Le premier vol, justement, aurait déjà dû avoir lieu au mois de septembre 1988. Fin janvier, on n'avait pas encore vu l'Osprey prendre l'air. Certaines erreurs de conception au niveau des attaches de pales, tout comme du moyeu des rotors, ne seraient pas étrangers à ce délai. Les deux constructeurs n'ont pourtant pas ménagé leur peine : les études préliminaires ont donné lieu à neuf mille heures d'essais, au cours de vingt et une campagnes dans huit souffleries, avec huit maquettes différentes. Les problèmes qui restent à résoudre ne concerneraient plus, semble-t-il, que des aspects de détail.

Car la formule du "convertible" n'est pas une idée nouvelle en elle-même. Et si l'industrie aéronautique américaine s'est lancée dans un programme d'une telle ambition, c'est que la formule a déjà été testée en vol. En effet, les deux constructeurs, en association avec la NASA et le département de la Défense, ont expérimenté en vol un appareil de démonstration (2), le XV-15 (premier vol en 1977), qui faisait d'ailleurs suite au XV-3 construit par Bell dans les années 1950. Le XV-15 a effectué à ce jour quelque huit cents heures de vol et mille cinq cents conversions, c'est-à-dire des passages de la position hélicoptère à la position avion et vice versa. « Le XV-15 a pleinement démontré la validité de la formule », commente Jean Renaud, à la division hélicoptères de la société Aerospatiale à Marseille-Marignane.

Et les Etats-Unis ne sont pas les seuls à s'intéresser aux appareils mi-avion mi-hélicoptère. Depuis une trentaine d'années, au moins cinquante appareils de conceptions différentes ont été expérimen-

(2) Un appareil de démonstration est la première concrétisation d'un projet après le stade de la planche à dessin. Il a pour but de vérifier la validité d'une formule technologique (ici le "convertible") sans encore entrer dans le détail des considérations opérationnelles ou commerciales. Une fois qu'il a fait ses preuves et éventuellement permis un certain nombre d'ajustements par rapport au projet initial, on construit alors un prototype, sur lequel on effectue les essais au sol et en vol pour étudier son comportement (résistance, maniabilité, etc.). Vient enfin la fabrication en série.

UN AVION QUI N' A PAS BESOIN DE PISTE

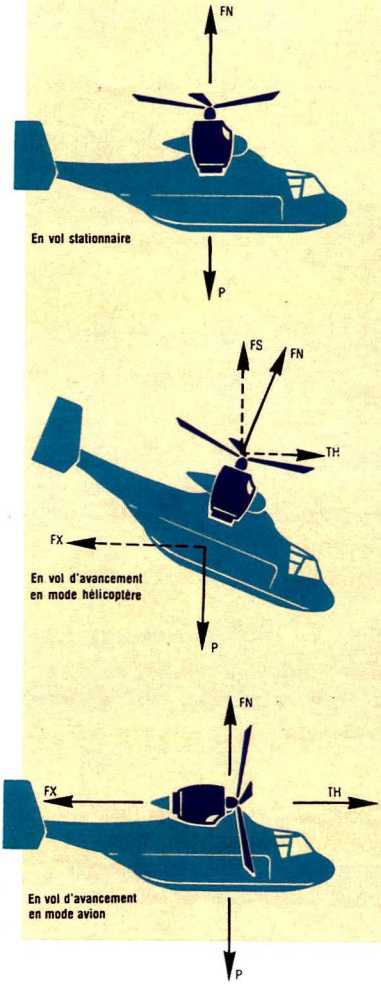
Sur un hélicoptère en vol stationnaire, qui ne monte ni ne descend, la force de sustentation (FN) produite par le rotor qui tourne équilibre le poids de l'avion (P). Lorsque le pilote veut avancer, il provoque le basculement du rotor vers l'avant (un hélicoptère avance toujours le nez légèrement baissé). Une partie de la force FN, sa composante verticale, continue d'équilibrer le poids, alors que sa composante horizontale fait avancer l'appareil, tout en équilibrant la traînée FX.

En vol stationnaire, le convertible se comporte comme un hélicoptère : FN équilibre P.

En vol d'avancement en mode hélicoptère, sans basculement des rotors, deux nouvelles forces apparaissent : la portance FS, composante verticale de FN, qui contribue à équilibrer P ; et TH, sa composante horizontale, qui propulse l'appareil tout en équilibrant la traînée FX.

En vol d'avancement en mode avion, c'est-à-dire après la phase de transition, les rotors sont complètement basculés vers l'avant et se comportent comme des hélices d'avion de très grande dimension, d'où une vitesse d'avancement élevée : 300 nœuds, soit près de 550 km/h, sur l'Eurofar. La portance FN, fournie ici par l'aile, équilibre à elle seule le poids, comme sur un avion classique. Le convertible avance alors comme un avion (TH équilibrant FX), et se pilote grâce aux gouvernes de profondeur et de direction de l'empennage arrière.

Sur les premiers convertibles, la phase de transition constituait un passage assez critique, puisqu'il s'agissait de passer du pilotage hélicoptère au pilotage avion, dans une plage de vitesse étroite qu'on appelle le couloir de transition. Aujourd'hui, avec les commandes de vol électriques, qui font appel à des calculateurs numériques, la transition s'effectue beaucoup plus facilement. A tel point que sur le V-22 américain, il est possible de voler avec les rotors seulement à moitié basculés vers l'avant.

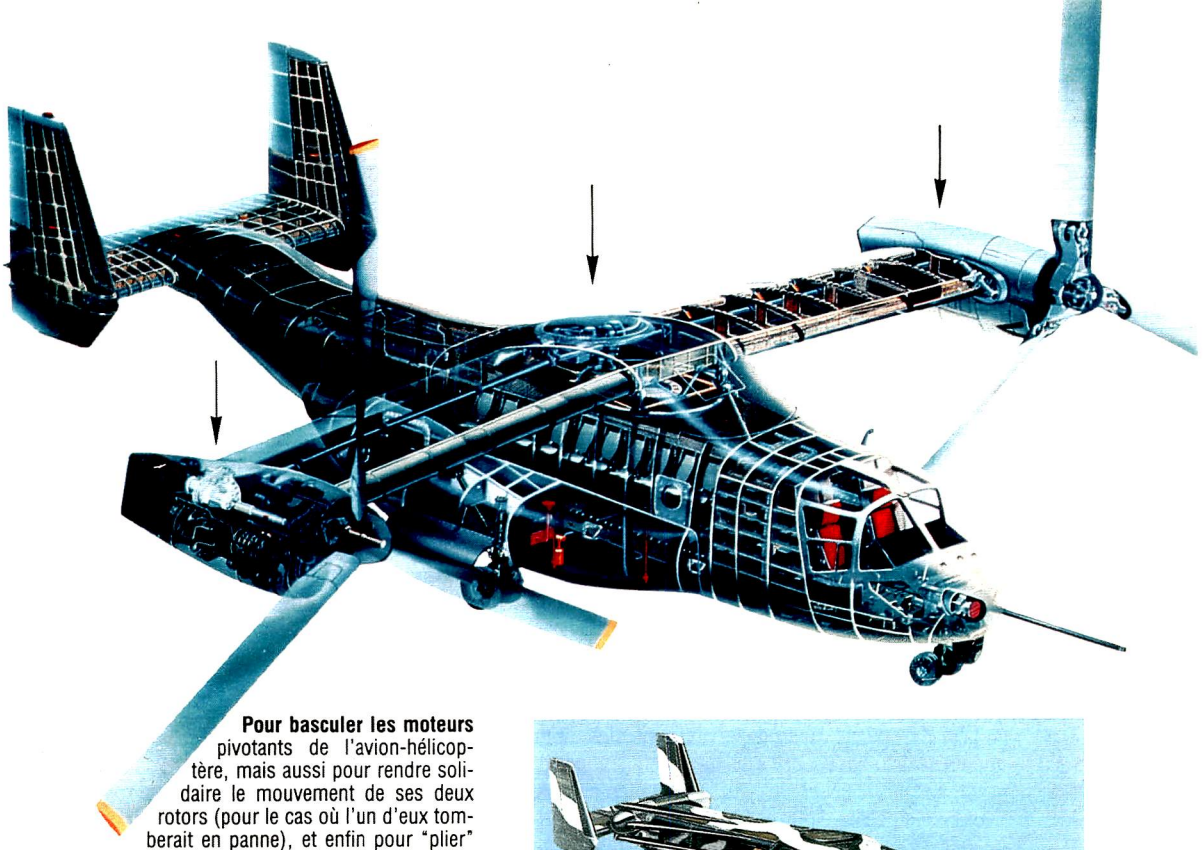


tés de par le monde. En France, Nord-Aviation a construit, en 1968, le N 500, doté d'hélices carénées, c'est-à-dire enfermées dans un cylindre dont la paroi avait le profil d'une aile. Mais le pilotage s'est révélé si délicat lors des premiers essais, qu'on en est resté là. La société Dassault a essayé le Balzac (1962-1970), avion à réaction doté de huit petits réacteurs verticaux pour décoller et atterrir, et d'un gros réacteur pour la propulsion. Projet abandonné, lui aussi. D'une part, il était peu satisfaisant au plan opérationnel, notamment en raison de ses 8 réacteurs verticaux qui étaient autant de poids morts en vol horizontal. D'autre part, il était difficile à piloter, parce que souffrant de problèmes de stabilité en phases de décollage, d'atterrissage et de transition entre vol vertical et vol horizontal. Le prototype fut d'ailleurs détruit lors d'un essai en vol. De cette floraison de programmes divers, seules deux formules ont survécu : le Harrier britannique, et le "convertible". Le Harrier, avion de combat (, utilise un seul réacteur fixe muni de tuyères orientables : dirigées vers le bas pour le décollage et l'atterrissage, elles basculent vers l'arrière pour la phase propulsée. Quant au "convertible", on a vu que les Américains avaient poussé suffisamment loin les recherches pour lancer un programme de réalisation avec le V-22 Osprey.

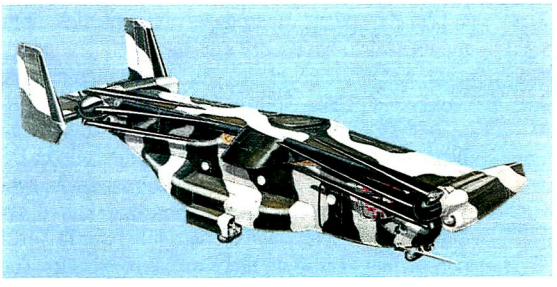
Le Osprey est conçu d'abord pour satisfaire des besoins militaires. Il répond en particulier à la demande des *Marines,* qui réclament depuis longtemps un moyen aérien pour effectuer de l'assaut amphibie : partir d'un navire, qui ne soit pas obligatoirement un porte-avions, et pouvoir aller déposer des hommes et du matériel sur un point du littoral ou à l'intérieur des terres. La Marine américaine en veut également, tout comme l'armée de l'air. Au total, le programme devrait déboucher sur la construction de près d'un millier d'exemplaires.

Pour les militaires, un avion convertible et pliable. Les impératifs des *Marines* et de l'US Navy imposent des caractéristiques contraignantes pour les constructeurs. Pour être embarqué, leurs V-22 devront replier les pales des deux rotors, qui se positionnent en avant de l'aile, celle-ci basculant pour se placer au-dessus et dans l'alignement du fuselage. D'autre part, le diamètre des rotors est tel qu'il est impossible au V-22 d'adopter la configuration "avion" lorsqu'il se trouve au repos sur ses roues, car la hauteur des moteurs n'est pas suffisante pour que les pales puissent tourner sans toucher le sol.

Une version civile sera certainement dérivée du V-22. C'est en tout cas le souhait des constructeurs américains. Une étude menée par l'autorité du port de New York, organisme qui gère les transports aériens de la région new-yorkaise, indique qu'entre cinq et huit millions de passagers venant des alentours de New York utiliseraient chaque année un appareil de ce type pour se rendre directement à



Pour basculer les moteurs pivotants de l'avion-hélicoptère, mais aussi pour rendre solidaire le mouvement de ses deux rotors (pour le cas où l'un d'eux tomberait en panne), et enfin pour "plier" l'appareil et le "ranger", on fait appel à des mécanismes complexes qui font grimper les coûts de fabrication.



Manhattan, s'ils en avaient la possibilité, plutôt que d'emprunter un avion classique jusqu'à un aéroport, puis un moyen de transport terrestre pour se rendre en ville. Le marché du convertible paraît donc sérieux. D'autant que le recours à ce type de transport permettrait de désengorger les aéroports américains des grandes villes, embouteillés par les arrivées et les départs des vols domestiques. Enfin, le temps mis pour se rendre d'un centre-ville à un autre s'en trouverait à coup sûr réduit.

Un convertible civil n'aurait sûrement pas les caractéristiques demandées par les militaires : pas de pales basculantes, ni d'ailes pivotantes, car, l'espace n'étant pas compté comme sur un porte-avions ou un autre bâtiment de guerre, point n'est besoin de "plier" l'appareil pour le ranger (***petit dessin ci-dessus***). Il n'en serait pas moins coûteux, pour autant. Car c'est surtout la formule des rotors pivotants — qui constitue la base du système — qui est onéreuse, parce que complexe à réaliser. Elle impose en effet des liaisons mécaniques complexes entre les deux moteurs. Il faut savoir que, alors qu'un avion, même quadrimoteur, n'a aucun mal à voler avec un seul moteur, un hélicoptère à deux rotors — c'est le cas du "convertible" dans sa configuration hélicoptère — se trouverait complètement déstabilisé et s'écraserait à coup sûr si l'un des deux s'arrêtait. Il faut donc un mécanisme assez complexe de liaison (***grand dessin ci-dessus, flèches***)pour transmettre le mouvement du rotor valable à celui qui tomberait en panne. L'appareil sera diminué, certes, mais il pourra tenir l'air jusqu'à l'atterrissage. La société Bell estime ainsi qu'un convertible civil, capable de transporter trente passagers, reviendrait à 18 millions de dollars pièce (conditions de 1986), alors qu'un Boeing 737-300 (130 passagers) vaut 26 millions de dollars et un Dash 7 (appareil quadri-turbopropulseur de 40 passagers) coûte 7,75 millions.

Un convertible européen pour 1998 ? Les constructeurs européens se posent les mêmes questions techniques et financières que leurs homologues d'outre-Atlantique. Conscients du marché potentiel d'un appareil civil convertible, ils étudient à l'heure actuelle un projet baptisé Eurofar, *far* signifiant : *Future Advanced Rotorcraft*... Son but est double : proposer une navette rapide desservant directement les centre-villes, et en même temps désenclaver les très nombreuses villes dépouvues d'aérodrome et donc incapables d'accueillir des avions de lignes classiques. L'Eurofar fait partie des projets étudiés depuis septembre 1987 dans le cadre du

programme Eurêka. La France, avec la société Aérospatiale, l'Italie, avec les firmes Aeritalia et Agusta, l'Allemagne fédérale, avec MBB, participent chacune pour 29 % des 220 millions de francs de la phase préliminaire. La Grande-Bretagne, à travers la firme Westland, et l'Espagne avec la CASA, apportent chacune 6,5 %. En principe, les industriels et les pouvoirs publics se partagent le financement à parts égales. Il s'agit, faut-il le souligner une nouvelle fois, d'une phase d'études préliminaires : les Européens décideront fin 1990 s'ils continuent ou non.

Si la réponse est positive, Eurofar constituera un véritable défi de l'Europe. Les Américains affirment en effet qu'ils sont capables de proposer un convertible civil dès 1995, alors que le projet européen ne pourra déboucher qu'en 1998, avec premières livraisons aux compagnies en 2001. Situation d'autant moins confortable pour l'Europe que des firmes du vieux continent, Dornier en Allemagne et British Aerospace en Grande-Bretagne, participent déjà au programme américain V-22 et s'en font les propagandistes...

Les Européens possèdent pourtant des arguments à faire valoir. Certes, ils ne bénéficient pas de toute l'expérience et des études accumulées par leurs concurrents d'outre-Atlantique avec le XV-15, puis le XV-22, études, faut-il le signaler au passage, financées par des fonds du département de la Défense des Etats-Unis. La société Aérospatiale, avec sa division hélicoptères, est pourtant loin d'être démunie. Elle a travaillé en particulier sur le X-910, convertible équipé de deux turbopropulseurs Turboméca Arriel, d'un poids de 2 560 kg au total, doté d'une aile de 6,7 m d'envergure et capable de voler en croisière à 500 km/h. Une maquette avait été construite et les essais avaient permis de réaliser la première conversion en soufflerie jamais effectuée au monde (à l'époque, les Américains effectuaient leurs essais en vol réel). Mais le programme avait été arrêté en 1977 pour raisons budgétaires. Aussi n'est-ce pas un hasard si l'Aérospatiale, avec ses divisions hélicoptères et avions, est chef de file du programme Eurofar.

L'Eurofar, projet de car volant européen, devra non seulement tenir tête techniquement à son aîné américain, mais aussi être rentable, c'est-à-dire consommer moins.

« Nous visons un appareil capable de transporter trente passagers à près de 580 km/h de vitesse de croisière », explique Jean Renaud, responsable du programme Eurofar à Marseille-Marignane. A comparer avec un avion comme l'ATR 42, qui vole à 480 km/h, précise-t-il. Techniquement, les constructeurs Européens savent faire un convertible. Il leur reste à en produire à des coûts qui les rendent vendables aux utilisateurs potentiels. En clair, en en plus d'aller deux plus vite et deux fois plus loin que l'hélicoptère, « le convertible doit consommer deux fois moins ! », souligne Jean Renaud.

Le fait de se lancer directement dans un programme civil ne constitue pas a priori un total handicap. Il oblige les concepteurs à rechercher une optimisation maximale. L'aile du V-22, par exemple, si elle permet sans problème à l'appareil américain de voler, n'est sans doute pas la meilleure pour un engin civil qui doit, en plus, satisfaire à des obligations de rentabilité donc de moindre coût en exploitation. Or, une aile mieux dessinée permet de diminuer la traînée, donc la consommation de carburant. Contrainte d'autant plus forte si l'on veut répondre aux principes énoncés par Jean Renaud.

Et la consommation des moteurs n'est pas tout. De par sa construction, le convertible est pénalisé face à l'hélicoptère. Ainsi, un hélicoptère moderne peut emporter l'équivalent de sa masse totale à vide ; le rapport entre sa masse totale à vide et sa masse totale en charge est donc de 0,5. En aéronautique, on dit que l'indice constructif de cet hélicoptère est de 0,5. Sur un avion, cet indice passe déjà à 0,55. Mais sur un convertible, il dépasse 0,6. La charge utile est donc fortement réduite. D'où la nécessité de parvenir à une masse à vide la plus basse possible. Et d'où un recours systématique aux matériaux composites, qui allègent la structure. Mais alors se pose le problème de la résistance de ladite structure. Car le convertible doit voler haut, vers 7 500 m, pour bénéficier d'une bonne vitesse de croisière. Or, à cette altitude, l'avion doit être pressurisé pour pouvoir transporter des passagers. Et, à ce jour, on n'a jamais réalisé de fuselage d'avion pressurisé uniquement en matériaux composites. Nouveau défi. Technique, cette fois-ci. Mais défi auquel les Américains devront répondre aussi. Sur ce plan-là, tout le monde se retrouve à égalité.

Germain Chambost

La Statue de la Liberté, œuvre du sculpteur Frédéric-Auguste Bartholdi, né en Alsace, à Colmar.

Décor alsacien

Le voyageur qui aborde New York sait-il qu'il découvre en même temps le symbole de la liberté et la vocation universelle d'une surprenante Alsace ? Si l'on exalte volontiers les valeurs de dynamisme et de progrès qu'incarne la célèbre silhouette, le territoire qui l'enfanta, douillettement replié sur ses particularismes, est généralement loin de susciter un égal enthousiasme. C'est qu'on méconnaît l'Alsace. L'Alsace sait être brillante, multiple, géniale. Tels sont ses vins aux arômes incomparables, au goût de fruit sans égal. Du plus léger au plus corsé, chacun d'eux est une découverte. Aujourd'hui, l'Alsace se révèle, et vous invite sans modestie à goûter l'inimitable.

LES VINS D'ALSACE

DES GRAINS DE GÉNIE

CIVA/REYMANN PUBLICITE / © Image Bank - Jake RAJS.

A consommer avec modération.

Vous n'êtes pas au bout de vos surprises !

LES LANCEURS DU XXIe SIE

Les bureaux d'études se penchent déjà sur les successeurs de la navette, d'Ariane ou de la fusée géante "Energiya". Les Etats-Unis, l'URSS, le Japon et l'Europe mûrissent des projets ambitieux qui, espèrent-ils, ne seront pas des châteaux en espace...

Les Américains ont retrouvé leur navette ; les Soviétiques ont inauguré la leur ; les Européens et les Japonais se préparent à en faire autant. L'espace a de nouveau le vent en poupe. Mais il ne s'agit là que de la partie émergée des programmes, celle que l'on livre au public par l'intermédiaire des médias, cependant que, dans l'ombre, mûrissent des projets, s'ébauchent des accords et se nouent des ententes, dont l'objectif est de préparer les engins de l'an 2000, ceux qui permettront aux puissances spatiales d'affermir leur hégémonie et à celles qui ne le sont pas encore d'acquérir leur autonomie.

C'est un tour d'horizon de ces différents projets que nous vous proposons aujourd'hui. Nous nous cantonnerons au domaine des lanceurs, car c'est de leur possession que dépend la maîtrise de l'espace.

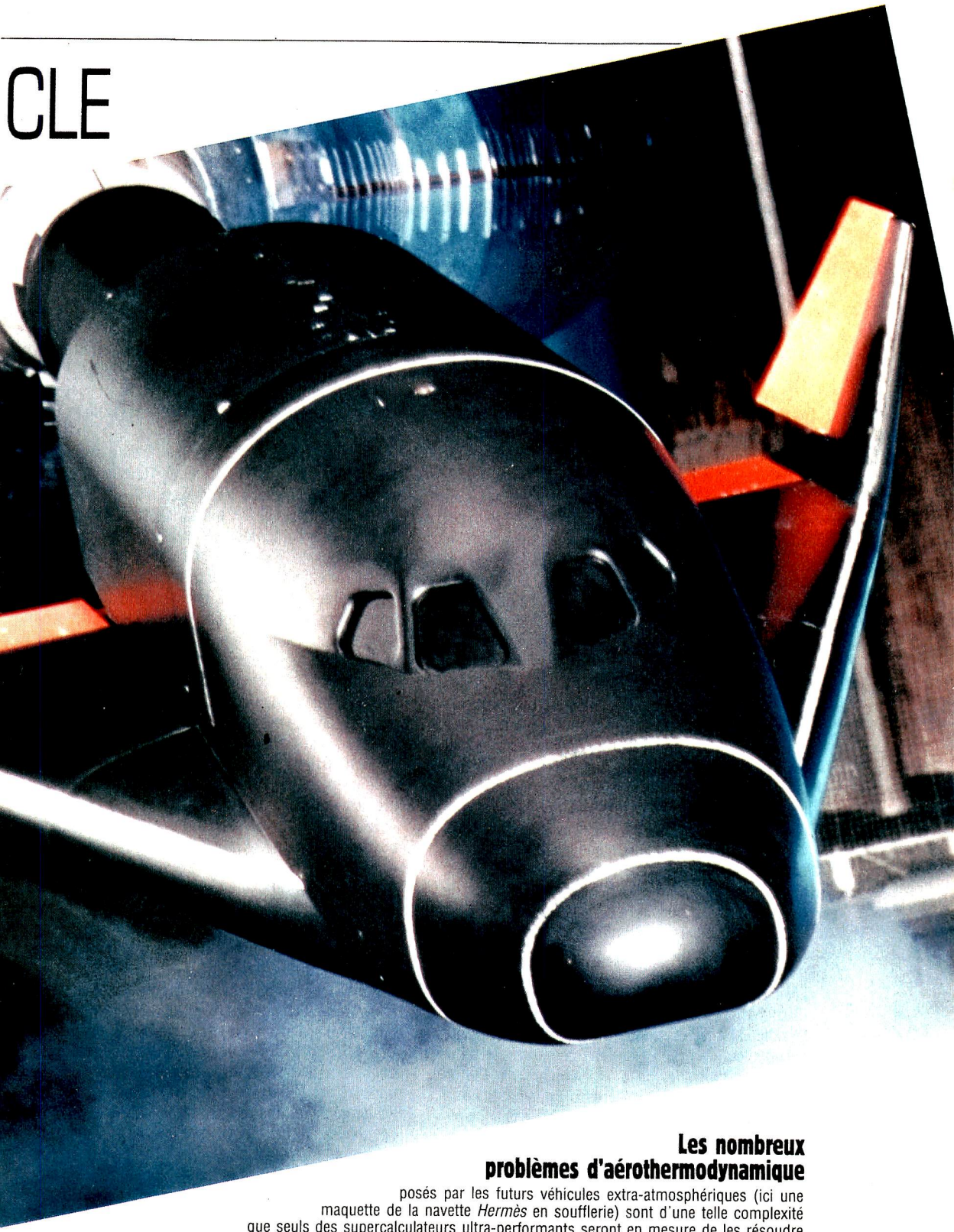
Nombreuses en effet sont les nations qui sont capables de construire un satellite ou une sonde, mais bien rares sont celles qui peuvent les placer en orbite. En astronautique, si l'on veut se faire une place au soleil, il faut d'abord avoir les moyens de s'arracher de l'attraction terrestre.

De même que, dans l'aviation civile ou militaire, les avions-à-tout-faire ont cédé la place à des appareils optimisés pour telle ou telle mission (long-courriers, moyen-courriers, intercepteurs, avions d'appui tactique, bombardiers stratégiques, etc.), il semble que, dans l'espace aussi, la tendance soit à la diversification et à la spécialisation. Au vu des divers engins actuellement à l'étude, on peut avancer sans grand risque de se tromper que l'on s'oriente vers trois principaux types de lanceurs :

- les lanceurs hyperlourds, capables de placer en orbite basse (300 km) des charges de plusieurs dizaines de tonnes (jusqu'à 110 tonnes) ;
- les lanceurs intermédiaires, partiellement récupérables, destinés à satelliser des charges d'un poids compris entre 500 kilos et 4 tonnes ;
- les engins transatmosphériques à décollage horizontal, qui ont l'avantage non négligeable d'être récupérables, affectés à la desserte des stations automatiques ou habitées situées en orbite basse.

(suite du texte page 88)

PAR SERGE BROSSELIN



Les nombreux problèmes d'aérothermodynamique posés par les futurs véhicules extra-atmosphériques (ici une maquette de la navette *Hermès* en soufflerie) sont d'une telle complexité que seuls des supercalculateurs ultra-performants seront en mesure de les résoudre dans des délais raisonnables. D'où la course à la puissance de calcul qui s'est engagée depuis quelque temps entre les plus grands fabricants mondiaux de calculateurs, avec, en France, le projet MARISIS.

Mais cette spécialisation, si elle s'explique par un besoin de rationalisation et par le souci de développer pour chaque classe d'engins les techniques les mieux appropriées au but recherché, conduit automatiquement à une multiplication des charges financières. Ce n'est plus un, mais plusieurs programmes qu'un pays doit mener s'il veut pouvoir disposer de la panoplie complète des futurs lanceurs. Economiquement parlant, seuls les Etats-Unis et l'Union soviétique ont les moyens d'explorer simultanément les différentes voies. Ne le voudraient-ils pas, que leur statut de superpuissance et la compétition qui les oppose dans tous les domaines, y compris celui de l'espace, les y contraindraient.

D'autre part, technologiquement parlant, tous les pays qui entendent jouer un rôle majeur sur le futur marché de l'espace, ne sont pas au même niveau. Si Russes et Américains possèdent déjà une solide expérience, les Japonais, par exemple, partent quasiment de zéro. Quant aux Européens, regroupés au sein de l'ESA (European Space Agency), leur savoir-faire, bien que réel, comporte encore de sérieuses lacunes, notamment dans le domaine des lanceurs transatmosphériques. La mise au point de ces engins est en effet particulièrement complexe, car l'environnement aérothermodynamique dans lequel ils sont appelés à évoluer est extrêmement difficile à appréhender autrement que par l'expérimentation directe.

Or, mis à part les Américains, qui, d'abord avec l'avion-fusée X-15, puis avec la navette, ont, depuis des années, accumulé les renseignements utiles, et les Soviétiques, qui, grâce à la navette *Bourane*, viennent à leur tour de recueillir de précieuses informations, aucun autre pays au monde n'est en mesure de prévoir, avec une précision suffisante, le comportement aérodynamique d'une structure dans la tranche d'altitude comprise entre 30 et 120 kilomètres, et plus spécialement lors de la phase de rentrée dans l'atmosphère.

Certes, Français et Britanniques maîtrisent parfaitement les problèmes posés par le retour dans l'atmosphère des ogives balistiques, mais, si l'on en croit les techniciens de l'ONERA (Office national d'études et de recherches aéronautiques), d'AMD (Avions Marcel Dassault) ou de la SEP (Société européenne de propulsion, chargée du revêtement thermorésistant de certains éléments de l'avion spatial *Hermès*), cette expérience ne peut pas leur être d'une grande utilité, car elle n'est pas transposable aux lanceurs "horizontaux". Ces derniers, en effet, n'ont pas les mêmes profils de trajectoire que les ogives balistiques.

Cela dit, l'avance technologique des uns ou le retard des autres risquent d'être encore accentués par l'avènement imminent d'une nouvelle génération de supercalculateurs, d'une capacité de traitement bien supérieure à celle des machines actuellement en service. Si l'on songe à la quantité de calculs que requiert la recherche théorique en aéronautique, et à la complexité de certaines équations concernant la géométrie des structures ou le rendement des propulseurs, on comprend facilement que la possession de tels supercalculateurs peut constituer un atout décisif, propre à bouleverser la hiérarchie existante. Nous en reparlerons.

Dans le contexte économico-technologique ainsi tracé, voyons plus en détail, pays par pays, les différents lanceurs en préparation.

Japon. Par l'ampleur des sommes consacrées à la recherche spatiale, ce pays occupe le quatrième rang mondial, derrière les Etats-Unis, l'URSS et la France. Son objectif est d'investir dans ce secteur, d'ici à la fin du siècle, 40 milliards de dollars (au cours actuel).

A titre de comparaison, l'Agence spatiale européenne, qui regroupe treize pays, compte engager, pour la même période, quelque 100 milliards de dollars, et la NASA un peu plus de 300 milliards de dollars. On voit donc qu'après l'automobile, le transistor et le matériel photographique, les Japonais s'apprêtent à faire de l'espace leur nouveau cheval de bataille.

Et comme pour mieux prouver leur détermination, ils se payent le luxe d'avoir deux agences spatiales : la NASDA, la plus connue, créée en 1969, et l'ISAS, un département spécialisé de l'université de Tokyo qui est devenu autonome en 1981. Abondance de biens ne nuit pas, dit le proverbe, d'autant que chacune de ces agences développe ses propres projets. Voilà pourquoi, à l'heure actuelle, le Japon mène de front quatre programmes :

— le premier, le plus avancé, concerne un lanceur proprement dit, la fusée *H-2* ;

— le deuxième porte sur une mini-navette expérimentale dénommée *HIMES* ;

— le troisième, qui vient juste de débuter, a pour objet la définition d'une navette automatique baptisée *HOPE* ;

— le quatrième, enfin, mis en route il y a trente mois, vise à la construction d'un engin transatmosphérique, habité celui-là.

Parmi tous ces projets, c'est incontestablement la fusée *H-2* qui va permettre au Japon de devenir une puissance spatiale à part entière. Développée sous l'égide de la NASDA, elle devrait effectuer son premier vol en 1992. Morphologiquement comparable à une *Ariane V* en réduction, elle pourra placer en orbite géostationnaire une charge de 2 tonnes, soit l'équivalent de ce que peut emporter la version la moins puissante d'*Ariane IV*.

Cependant ses promoteurs songent déjà à améliorer ses performances par l'adjonction de boosters (fusées latérales greffées sur le corps principal du lanceur, et qui fournissent une importante poussée d'appoint au moment du décollage). Le modèle

ainsi "gonflé" serait en mesure de satelliser en orbite basse (300 km) une charge de 24 tonnes, soit quatre tonnes de plus qu'*Ariane V*, dont la capacité d'emport à la même altitude est pour le moment limitée à une vingtaine de tonnes.

Selon M. Nagatomo, directeur de la planification à la NASDA, la puissance de la *H-2* pourrait être encore accrue si, au lieu des classiques boosters à poudre, on l'équipait de boosters à kérosène et oxygène liquide. La charge utile pourrait alors avoisiner les 34 tonnes !

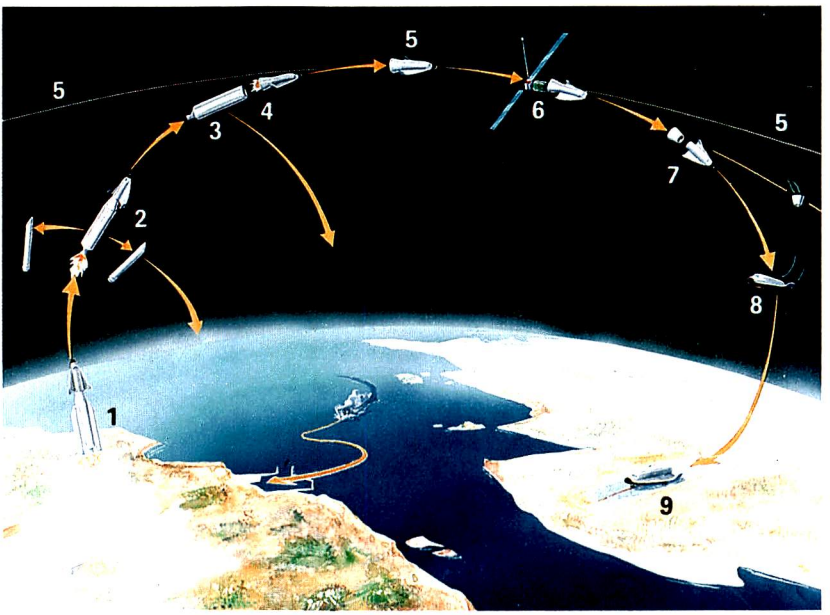
C'est à une tout autre échelle que se situe le projet *HIMES* (Highly Manœuvrable Experimental Space Vehicle). Il s'agit en effet d'un véhicule automatique de petite dimension : moins de 10 mètres d'envergure pour un poids total de 13,5 tonnes (dont 9 tonnes d'oxygène liquide et 1,5 tonne d'hydrogène). Cette mini-navette, qui devrait être lancée vers 1996 par une fusée *H-2*, n'est en fait qu'un engin expérimental destiné à familiariser les ingénieurs nippons avec les phénomènes aérothermodynamiques propres aux hypervitesses et aux vols transatmosphériques, et, par-là même, à préparer des programmes de plus grande envergure. Bref, avec le projet *HIMES*, les Japonais entendent se "faire la main" avant de passer aux véhicules habités. Une démarche qui tranche avec celle des responsables français du CNES (Centre national d'études spatiales), lesquels ont préféré faire l'économie d'un système transitoire, en écartant le projet *MAIA* et en se lançant directement dans l'étude d'*Hermès*.

Si donc le projet *HIMES* peut se justifier par une certaine prudence, on voit mal, en revanche, à quoi correspond le programme *HOPE*. Là encore, il s'agit d'un véhicule automatique, c'est-à-dire non habité, dont le seul avantage, par rapport à la mini-navette, sera de pouvoir emporter une charge un peu plus lourde. Pas assez lourde cependant pour faire du *HOPE* le pourvoyeur des futures stations spatiales. Faut-il alors parler de redondance ou soupçonner un objectif mystérieux ? L'avenir nous en dira plus.

Le quatrième programme, celui qui a trait à la construction d'un lanceur transatmosphérique à décollage horizontal, retient d'avantage l'attention. Cet appareil, au départ comme à l'arrivée, se comportera comme un avion classique, empruntant une piste ordinaire, aura pour principale mission le transport de passagers. Selon les prévisions actuelles, il pourrait être opérationnel en 2006.

Bien que fort discrets sur ce projet, les Japonais ont tout de même soulevé un coin du voile à l'occasion de la première Conférence internationale sur les vols hypersoniques, qui s'est tenue aux Etats-Unis en septembre dernier et à laquelle participaient deux cent cinquante spécialistes venus de vingt pays. Le véhicule en question s'apparenterait au *NASP-X-30* américain(1), c'est-à-dire à un avion-fusée de type mono-étage (constitué d'un seul élément, contrairement à la formule bi-étage dans laquelle le véhicule orbital effectue une partie du trajet sur le dos d'un avion-porteur). Pour la propul-

Une mission type de la navette Hermès. Elle est lancée par une fusée *Ariane V* (**1**), qui larguera tres rapidement ses boosters (**2**). Au bout de dix minutes, la navette européenne se sépare de la fusée (**3**) et utilise son propre booster, qui lui a été récemment adjoint (**4**), pour atteindre son orbite de travail (**5**), où elle s'arrimera, par exemple, à un satellite, afin de ravitailler celui-ci en combustible ou d'en réparer un élément (**6**). Après une douzaine de jours passés à tourner sur cette orbite, *Hermès* entame sa "désorbitation" en se séparant de son module moteur (**7**). A 120 km d'altitude, elle revient dans l'atmosphère ; sa vitesse est alors de Mach 29. Pendant 35 minutes va avoir lieu une phase de décélération qui doit amener *Hermès* à 30 km d'altitude et à Mach 2 (**8**). Six minutes plus tard, l'avion spatial se pose sur la piste de la base d'Istres (**9**). Il aura parcouru en tout 23 800 kilomètres.

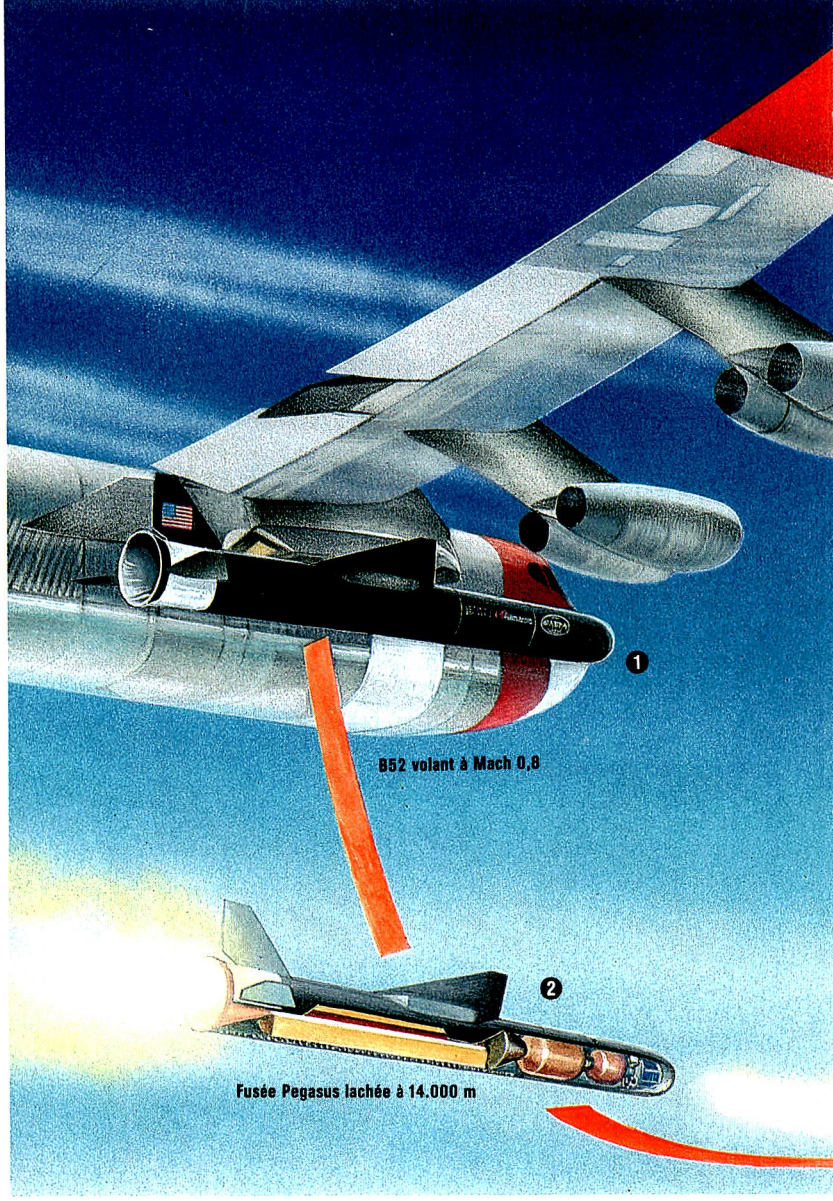


(1) Pour plus de détails sur ces engins et les différentes motorisations envisagées, voir *Science & Vie* n° 826, p. 74 et suivantes.

DES SATELLITES LANCÉS À PARTIR D'UN AVION

Le lancement d'un satellite est affaire de masse et de vitesse : il faut atteindre 8 km/s à l'altitude de 120 km, en une dizaine de minutes. Pour placer 1,9 t en orbite (le satellite *Intelsat V*, par exemple), la fusée à 3 étages *Ariane IV* atteint une masse initiale de 2 198,3 t (pour l'essentiel, jusqu'à 95 %, du carburant). A lui seul, le 1er étage pèse 53,7 t, le 2e 14,1 t et le 3e 1,8 t. Comme les trois étages ne sont pas récupérables, chaque lancement coûte évidemment fort cher : autour de 100 millions de dollars ! Une nouvelle méthode sera testée en août prochain pour satelliser des charges légères (200 kg en orbite polaire ou 400 kg en orbite équatoriale) : utiliser un B-52 pour lancer une fusée *Pegasus* (**1**) portant la charge utile (**2**). L'avion (évidemment, lui, récupérable) vole déjà à Mach 0,8 à 14 000 m. La fusée accélère ensuite pendant 81 secondes pour atteindre 63 000 m d'altitude et Mach 8,7 (**3**). Un second moteur prend alors la relève du premier étage (**4**) pour amener la fusée à 168 000 m d'altitude (**5**). Enfin, l'allumage d'un troisième étage (**6**) assure la satellisation de la charge utile à 459 km d'altitude (**7**). La vitesse atteinte alors est de 27 000 km/h.

Pegasus a suscité un vif intérêt au Pentagone, en raison de sa grande souplesse : ni pas de tir ni terrain d'atterrissage, coûts assez modiques et préavis extrêmement courts avant toute mission.

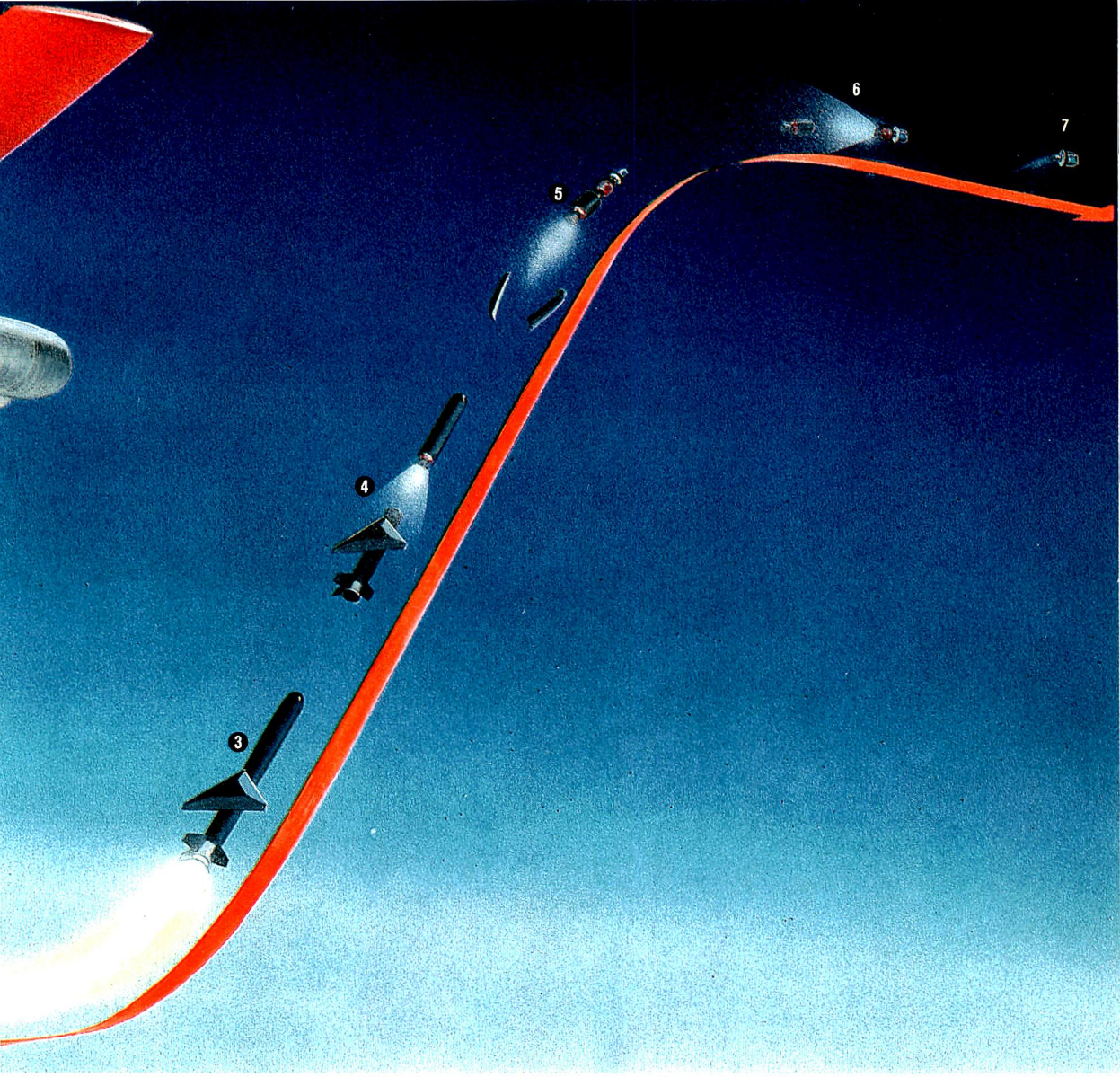


sion, trois solutions seraient envisagées ;

1. Des moteurs à cycle variable (fonctionnant d'abord en turboréacteurs, puis en statoréacteurs et enfin en moteurs fusées) et à combustion subsonique (la vitesse de l'air qui circule dans les moteurs et sert de comburant pendant la phase statoréacteur, est limitée par la géométrie particulière des bouches d'entrée). Cette solution appelle toutefois une remarque : si l'écoulement subsonique garantit une meilleure homogénéité du mélange air-carburant, il est moins bénéfique sur le plan du rendement. Il ne permet pas au statoréacteur d'exprimer toute sa puissance, et la vitesse maximale atteinte avec cette formule ne dépasse pas Mach 6. Ce qui signifie que, pour arriver à la vitesse de satellisation (environ Mach 25), le moteur fusée devra, lorsqu'il prendra le relais du stato, fournir à lui seul une accélération considérable, nécessitant de très importantes réserves de propergols. En fait, la combustion subsonique — *Ramjet* en langage de motoriste — convient mieux aux AGV (avions à grandes vitesses) qu'aux véhicules orbitaux. Il est probable d'ailleurs que les recherches engagées par les Japonais sur ce type de propulsion soient en définitive destinées à un futur avion hypersonique.

2. Des moteurs à cycle variable et à combustion supersonique. Cette formule — baptisée *Scramjet* — est celle qui a été retenue pour le *NASP* américain. Au terme de la phase stato, la vitesse de l'appareil est de l'ordre de Mach 14.

3. Des moteurs à liquéfaction d'oxygène (pendant la traversée des couches atmosphériques, soit jusqu'à 25 kilomètres d'altitude, une partie de l'oxygène de l'air absorbé par le moteur est liquéfiée et



stockée pour être utilisée ultérieurement comme comburant, ce qui réduit d'autant la charge d'oxygène que l'appareil doit emporter au décollage).

Pour le moment, la masse au décollage du transatmosphérique en projet est annoncée à 386 tonnes. Il transporterait quatre passagers et pourrait desservir toute station jusqu'à 550 km d'altitude. Ces caractéristiques le rapprochent de programmes similaires étudiés en Europe : *Sanger* allemand, *Hotol* britannique et *STS* (Système de transport spatial) français.

Pour en terminer avec le Japon, signalons un dernier projet qui n'est pas sans rapport avec le précédent, puisqu'il s'agit d'un avion de transport hypersonique, qui pourrait servir de banc d'essai volant pour tester les nouvelles techniques utilisées sur la transatmosphérique. Cet appareil, dont la vitesse dépasserait Mach 7, serait propulsé par un système turbo-stato-fusée. Il n'emporterait que deux pilotes et pourrait évoluer jusqu'à 170 kilomètres d'altitude. Parmi les firmes participant aux études préliminaires de cet avion, on trouve Fuji, Kawasaki et Mitsubishi.

URSS. Bien que les Soviétiques n'aient jamais officiellement annoncé leur intention de développer un véhicule transatmosphérique, les déclarations faites il y a environ deux ans par Valentin Belokone, de l'université de Moscou, donnent à penser qu'un tel projet pourrait bientôt voir le jour. Projet révolutionnaire, à en croire ce spécialiste, puisqu'il viserait à la construction d'une navette géante, capable de transporter plusieurs centaines de passagers et dotée d'un système de propulsion thermonucléaire à base de micro-explosions.

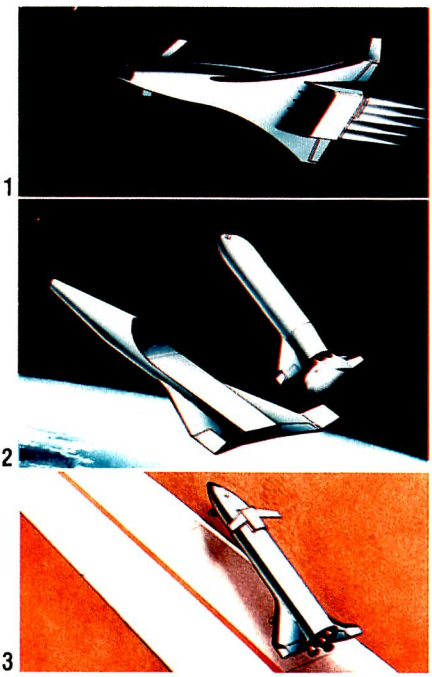
D'après les indications fournies par M. Belokone, le combustible utilisé (deutérium ou tritium) serait fortement comprimé (1 kg/cm^3), et un seul kilo suffirait pour faire décoller la navette à sa charge opérationnelle. La température nécessaire pour enclencher le processus de fusion (plusieurs millions de degrés) serait obtenue par un laser fonctionnant en mode impulsionnel. Les micro-explosions se succéderaient au rythme d'une centaine par seconde et dégageraient chacune une énergie de 100 mégajoules.

Ce système propulsif, contrairement aux réacteurs nucléaires ordinaires (à fission), ne nécessiterait pas de lourds blindages : des parois de 2 centimètres d'épaisseur, en carbone et silicium, assureraient une protection suffisante. La radioactivité résiduelle serait très faible et n'apparaîtrait guère que sur les sites de décollage et d'atterrissage du véhicule.

Etats-Unis. Les Américains travaillent sur trois nouveaux lanceurs : l'*ALS*, le *Shuttle 2* et, bien entendu, le *X-30-NASP*.

L'ALS (Advanced Launch System) est une grosse fusée que l'on a souvent présentée comme la réplique de l'*Energiya*. Rapprochement un peu abusif dans la mesure où le mastodonte soviétique peut placer en orbite basse des charges de plus de 100 tonnes, alors que l'*ALS* emportera au maximum 65 tonnes (deux fois la charge de la navette). De plus, *Energiya* est déjà en service, tandis que l'*ALS* ne sera prête que dans une dizaine d'années.

Les 3 versions du STS 2000 de l'Aérospatiale...



1. Un lanceur mono-étage utilisant des moteurs à cycle variable aérobie jusqu'à 30 000 m d'altitude environ (limite au-delà de laquelle l'air est trop rare pour la combustion) et Mach 6 à 15 (selon le type de moteur utilisé), puis fusée jusqu'à Mach 25, vitesse de satellisation.

2. Un lanceur bi-étage : la partie inférieure amène le véhicule jusqu'à 30 000 m environ et retourne sur Terre ; la partie supérieure rejoint l'orbite de satellisation grâce à un moteur fusée.

3. Lanceur mono-étage fusée à décollage et atterrissage horizontal.

Le *Shuttle 2* est le lanceur qui doit prendre la relève des actuelles navettes au début du siècle prochain.

A l'heure actuelle, le profil de cette navette de deuxième génération est loin d'être fixé. Deux concepts s'affrontent. Ou bien l'on se contente d'améliorer le modèle existant, d'en accroître la puissance et la capacité. Ou bien l'on crée un véhicule entièrement nouveau, qui sera spécialement conçu pour la desserte des orbites basses. Un projet dans ce sens existe, connu sous la désignation d'*AML* (Advanced Manned Launch System).

Il s'agit d'un lanceur gigogne (ou bi-étage), comparable au *Sanger* allemand ou au *STS 2000* français. Il se compose d'un engin propulseur, à décollage horizontal et entièrement récupérable, sur lequel est arrimé l'"orbiteur" proprement dit, la navette, c'est-à-dire le véhicule contenant la charge (hommes ou matériel). L'orbiteur, largué à une certaine altitude, poursuit sa route de façon autonome, soit jusqu'à une station spatiale, soit jusqu'au point où il doit déposer un satellite (ou en réparer un). Sa mission terminée, il revient au sol par ses propres moyens, à la manière des actuelles navettes.

Mais le programme phare des Etats-Unis est sans conteste le *X-30-NASP* (National Aerospace Plane). Un seul chiffre démontre l'intérêt que lui portent les Américains : le budget de recherche destiné à ce lanceur est cinquante fois plus important que le budget moyen des programmes similaires étudiés en Europe. C'est que le NASP est non seulement le projet le plus ambitieux des trente prochaines années, mais aussi un véhicule modèle à partir duquel pourront être déclinées différentes formules et éprouvées différentes techniques (nous pensons en particulier aux futurs avions de transport hypersoniques, tels que l'Orient Express ou le MD-2001 étudié par McDonnel-Douglas). D'autre part, le fait que l'US Air-Force ait récemment pris la direction du programme NASP prouve à quel point les militaires eux-mêmes sont intéressés par ce type d'appareil.

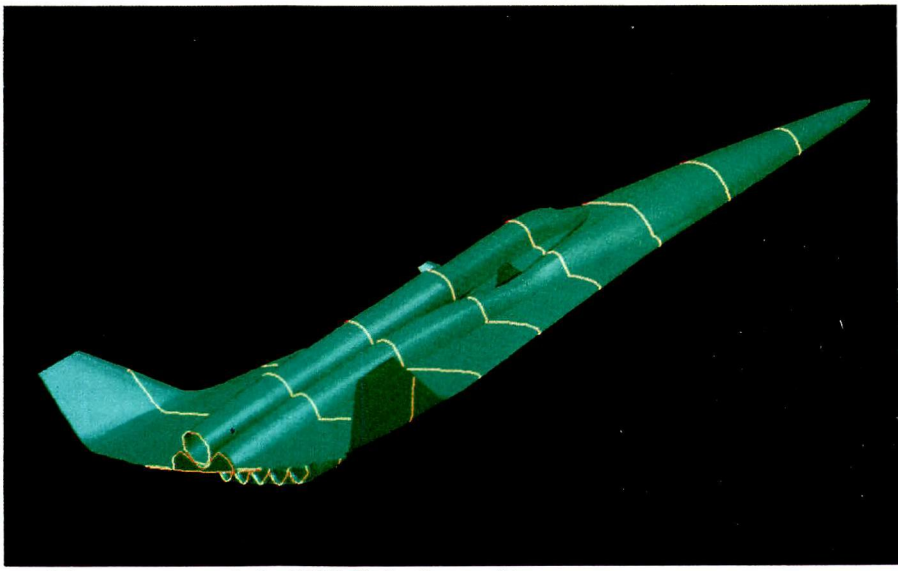
Aujourd'hui, plus de 5 000 ingénieurs et techniciens, appartenant à différentes firmes, travaillent sur ce projet. Si le calendrier initialement établi par la NASA et la DARPA (Defense Advanced Research Project Agency), du temps où ces deux organismes

supervisaient le programme, est respecté, le premier vol du *NASP* devrait intervenir en 1996. Entretemps, un maître d'œuvre aura été choisi, mais, devant l'ampleur de la tâche, l'administration américaine a d'ores et déjà décidé que même les firmes écartées à l'issue de l'adjudication seraient retenues comme sous-traitants privilégiés. Cela afin que rien ne soit perdu des recherches engagées.

Le *NASP* sera un engin mono-étage, à décollage et atterrissage horizontaux, capable d'atteindre Mach 25, c'est-à-dire la vitesse de satellisation en orbite basse. Tous les spécialistes en conviennent : c'est de la maîtrise du moteur que dépendra le succès ou l'échec du projet. Or, le mode de propulsion retenu — le *Scramjet* — est de loin le plus difficile à mettre au point. Il s'agit, rappelons-le, d'un moteur hybride, fonctionnant d'abord en turboréacteur, puis en statoréacteur à combustion supersonique, enfin en moteur fusée. Dans cette combinaison, c'est la phase stato qui est la plus délicate, car, ainsi que nous le laissions entendre plus haut, le comportement du mélange air-carburant en régime supersonique (entre autres, son homogénéité) est encore très mal connu. Toutefois il est généralement admis que les Américains possèdent une avance certaine dans l'exploration du procédé *Scramjet*. D'ailleurs, selon des informations délivrées lors du Congrès de l'Air Force Association, en septembre dernier, quelques éléments de ce moteur pourraient être expérimentés dès avril prochain.

Dernière précision qui montrera la place que tient le *NASP* dans l'industrie aérospatiale américaine, et même dans l'industrie américaine tout court : environ 50 % de la capacité de travail des supercalculateurs installés aux Etats-Unis est monopolisée par les recherches sur ce véhicule orbital. Et quand on sait ce que représente la capacité globale de calcul desdits ordinateurs, on en vient à penser que seul un plan ORSEC de l'informatique, à l'échelle européenne, pourrait éviter que les puissances spatiales du Vieux Continent ne soient irrémédiablement distancées dans la course aux nouveaux lanceurs.

Europe. Tous les grands projets européens en sont encore au stade de l'"étude papier", et rien de vraiment nouveau n'est à signaler depuis la grande enquête que nous leur avons consacrée en juin 1987 (2). Le programme *STS 2000* de l'Aérospatiale n'a pas connu d'évolution notable. Le *Sanger* de Messerschmidt-Bolkow-Blohm a subi, lui, un certain nombre de modifications dans la perspective d'une mise en service plus rapprochée (entre 2015 et 2020). Les Allemands, qui avaient un moment envisagé d'en faire un lanceur mono-étage, de type *NASP*, en sont revenus à la formule bi-étage, plus facile à réaliser (la version mono n'a pas été complètement abandonnée, mais reportée à l'horizon 2030). Quant au *Hotol* de British Aerospace, il a souffert de l'austérité thatchérienne : des coupes sombres ont été pratiquées dans les crédits destinés aux études préliminaires, retardant notamment les recherches entreprises par Rolls-Royce sur le moteur *Swallow*.



... et leur concurrent, le STAR-H de Dassault. Il pourrait mettre en orbite une navette des dimensions d'*Hermès* avant de revenir sur Terre. Comme le *STS 2000* dans ses diverses versions, le *STAR-H* n'existe pour l'instant que "sur papier" ou sur écran d'ordinateur (CAO).

Après ce tour d'horizon des différents programmes, venons-en au principal outil qui les fait avancer : l'informatique. Bien évidemment, il ne saurait être question de traiter ici tous les aspects de ce vaste sujet ; nous nous bornerons donc à l'essentiel. Et nous commencerons par une constatation : le niveau d'ambition des programmes progresse plus

(suite du texte page 164)

(2) Voir *Science & Vie* n° 837, pages 80 et suivantes.

UN PLANÉTARIUM DANS VOTRE IMMEUBLE

Un planétarium, ce n'est plus nécessairement une gigantesque bâtisse dont la construction, l'équipement et la gestion sont l'affaire d'instances nationales ou de municipalités de mégalopole. A preuve, le planétarium qui vient d'être inauguré à Capelle-la-Grande.

PAR YVES DELAYE

Capelle-la-Grande est passée en quelques années de 3 500 à 10 000 habitants. Cette municipalité, comme bien d'autres, se trouvant à proximité d'une grande ville, aurait dû devenir une ville dortoir et ce d'autant qu'une majorité de ses habitants travaillent sur Dunkerque, à une dizaine de kilomètres seulement, ou sa région. Il n'en est rien, grâce à l'impulsion dynamique de M. Roger Gouvart et de l'ensemble de l'équipe municipale. La ville compte ainsi un Palais des arts, où se réunissent activement près d'une centaine d'associations sportives et culturelles. Parmi celles-ci, un club d'astronomie utilise déjà, au sommet du nouveau beffroi, un observatoire avec coupole et télescope.

Forte de l'intérêt d'une partie des habitants pour l'observation céleste et consciente de l'absence de planétarium dans le nord de la France, Capelle-la-Grande fit donc le pari de se doter d'un tel équipement. L'initiative est audacieuse à double titre. D'abord, parce qu'il s'agit d'une toute petite ville : l'événement n'est pas tout à fait une première, certes, puisque plusieurs autres villes de France sont en train de se doter de tels équipements, mais ce sont toutes des agglomérations d'une certaine importance (Lyon, Bordeaux, Grenoble, St-Etienne). La seconde audace c'est de choisir une solution entièrement française, alors qu'il n'existait encore aucune réalisation de ce type, donc aucun exemple de fonctionnement satisfaisant à long terme.

Un vrai planétarium moderne pouvant accueillir 80 personnes sous sa coupole (ci-contre) se cache derrière cette entrée anodine. Si cette première réussit, on pourra bientôt, dans les petites villes de province, aller au planétarium aussi facilement qu'au cinéma.

Qui fabrique les planétariums ? Trois grands constructeurs se partagent le marché : Zeiss en Allemagne de l'Est, Spitz aux Etats-Unis, Goto au Japon. A eux trois, ils installent la majorité des planétariums à travers le monde. Ce secteur très spécialisé, nécessitant de nombreuses compétences, et le faible intérêt des pouvoirs publics n'incitaient guère les industriels français à se lancer dans l'aventure, ce qui se comprend. Mais d'une rencontre providentielle allait naître une grande aventure.

En 1984, trois PME de la région de Saint-Etienne, AIDL, Dupuy, RS Automation, décident de regrouper leurs activités complémentaires en matière d'électronique, d'informatique et d'automation pour développer de nouveaux produits et faire face, ensemble, à une situation économique régionale particulièrement difficile. Elles créent le GAP, société d'ingénierie en mécanique fortement automatisée. Restait à trouver de nouveaux produits et un homme de terrain.

C'est alors qu'entre en scène Pierre Coudurier, un ingénieur des Arts et Métiers de 50 ans, responsable marketing d'une entreprise du groupe Creusot-Loire. Suite à la disparition de son dernier employeur, il s'adresse au GAP et fait part de ses réflexions "astronomiques". Pierre Coudurier, sensibilisé aux planétariums par un animateur culturel de Saint-Etienne, a en effet constaté la carence française en ce domaine. Parallèlement, il s'aperçoit que le Japon compte un planétarium pour 500 000 habi-

tants, les Etats-Unis un pour 300 000 et la France... un pour 5 millions ! Il est convaincu qu'il y a là une place à prendre, et d'autant qu'il songe, d'emblée, à l'échelon européen, tout aussi dépourvu de constructeurs que la France.

Convaincu par les arguments de Pierre Coudurier, le GAP, dont il prend la direction, entreprend l'étude d'un appareil. Mais construire un planétarium est une chose, le vendre en est une autre ; surtout pour le premier d'une entreprise nouvelle dans ce secteur et sans expérience préalable. La commande de Capelle-la-Grande sera certainement décisive. Le premier pas étant fait, désormais les acheteurs potentiels pourront se rendre compte de visu de la réalité.

Le SN 88. Un planétarium se compose de deux éléments : le planétaire, projecteur qui simule la voûte céleste avec des annexes informatiques et audiovisuelles ; le bâtiment, avec la coupole-écran, les fauteuils et la sonorisation.

Le planétaire du GAP a été baptisé SN 88 en guise de clin d'œil à la supernova du Grand Nuage de Magellan, apparue un an plus tôt. Sa conception est l'aboutissement de l'analyse des produits existants, des recherches faites dans ce domaine et des brevets déposés par les divers constructeurs. Il tente de répondre aux attentes du marché, à savoir : une conception simple ; une présentation réaliste du ciel ; une automatisation et une mémorisation des spectacles. Dans sa configuration générale, le SN 88 rappelle le planétaire Spitz de la Cité des sciences et de l'industrie de La Villette. Il se compose de trois éléments :

Une sphère des fixes, pour projeter sur la voûte le

ciel étoilé. A cet effet, une lampe à arc xénon est complétée par une optique de conception originale, qui répartit le flux lumineux sur les deux demi-sphères, lesquelles sont percées de 2 700 trous, représentant chacun une étoile. Les différents diamètres des trous permettent de rendre compte de la différence d'éclat de celles-ci. Les principales étoiles sont colorées, en conformité avec la réalité. L'ensemble se déplace selon trois axes, grâce à une mémorisation pilotée par la console centrale.

Des projecteurs de planètes, qui sont placés en couronne autour de la sphère centrale. Ils sont au nombre de sept et représentent : le Soleil, la Lune, Mercure, Vénus, Mars, Jupiter, Saturne. Chacun de ces projecteurs est double. On peut, soit obtenir la projection d'un point lumineux et être ainsi conforme à la vision à l'œil nu, soit la projection d'une image de l'astre en question de façon à mieux capter l'attention du spectateur.

Une console de pilotage, qui regroupe les commandes du planétaire, l'ordinateur, la sonorisation. Chaque élement du planétaire peut être piloté séparément, ce qui permet, par exemple, la représentation du système solaire vu depuis une autre planète. La console autorise le fonctionnement en mode manuel ou automatique, tout le spectacle étant, dans ce deuxième cas, mémorisé à l'avance soit sur bande magnétique, soit sur disquette 5,5 ; ou enfin le fonctionnement en mode mixte, combinant les deux précédents. L'ensemble est conçu pour recevoir des équipements futurs complémentaires, comme un simulateur d'étoiles filantes, etc.

Disons tout de suite que la planétarium de Capelle-la-Grande, tel qu'il nous a été présenté le 21 janvier dernier, souffre d'erreurs de jeunesse. Une inauguration hâtive en est certainement la cause. Et nous gageons que l'équipe du GAP saura remédier rapidement au manque de précision des projecteurs de planètes, à l'aspect trop peu ponctuel de certaines étoiles, et que les animateurs prendront le temps nécessaire pour connaître à fond la manipulation de la console. Mais, après tout, l'ouverture au public n'est prévue que dans quelques mois ; accordons-leur un "état de grâce" avant de porter un jugement définitif.

Certains aspects nous ont particulièrement impressionnés, tel le programme informatique qui gère le SN 88. Conçu à partir d'un ordinateur Myosotis V (spécialisé en gestion d'automatismes) adapté au SN 88, il nous apparaît d'un fonctionnement simple et efficace. Que ce soit pour le pilotage manuel ou automatique, les fonctions sont clairement indiquées à l'écran et il est très facile de réaliser les mouvements désirés. Les calculs sont faits en temps réel et ne nécessitent pas de programmation préalable pour obtenir le ciel de son choix. L'enregistrement d'un spectacle s'effectue avec la même facilité. C'est un point important qui en séduira plus d'un. Le ciel, qui ne comprend les étoiles que jusqu'à la magnitude 5,5, est très réaliste. Les constellations sont évidentes et le néophyte n'est pas perdu dans un fouillis d'étoiles. Par contre, la simulation des crépuscules et aurores mérite d'être affinée, ainsi que les images de la Lune et du Soleil, qu'on confond quelquefois.

Côté confort, les sièges mobiles et incinables conviennent parfaitement. Mais avoir logé 80 places dans une salle de 9 mètres de diamètre est excessif ; le premier rang est situé trop près du planétaire et les sepctateurs se déplaçant dans la pénombre auront tôt fait de bousculer les projecteurs de planètes sans protection ! Enfin, l'ensemble est complété par six projecteurs de diapositives, fonctionnant deux par deux, et pouvant apporter un plus pédagogique certain, sans rivaliser, côté effets spéciaux, avec un système de multivision comme celui, par exemple, de La Villette.

Malgré ses imperfections, le SN 88 a un mérite, celui d'exister. La preuve est faite que l'industrie française est capable de produire des planétariums. Reste à prouver que cette activité est rentable. Les villes de Bordeaux, Nice, Poitiers, Lille, Saint-Etienne, Grenoble ou l'Observatoire de Paris, en s'adressant au GAP pour une étude préalable, apportent un élément de réponse ; attendons les prochains mois pour en avoir la concrétisation. **Yves Delaye**

FICHE TECHNIQUE

Le SN 88

- Diamètre de la coupole : 8 à 12 mètres.
- Coupole : horizontale ou inclinée.
- Dimensions : 2 mètres de diamètre, 1 mètre de haut.
- Vitesse minimale de rotation du ciel : 1 tour en 12 heures ; normale : de 1 tour en 5 minutes à 1 tour en 15 minutes.
- Retour rapide : 1 tour en 30 secondes.
- Pilotage : automatique, manuel, mixte.
- Spectacle : pré-programmable et enregistrable.
- Accessoires possibles : 32.

Le planétarium de Capelle-la-Grande

- Bâtiment : emprise au sol 106 m² ; salle du planétaire : 65 m² ; diamètre de la voûte horizontale : 9,15 m ; 80 sièges.
- Planétaire SN 88 : représentation de 2 700 étoiles, de la Voie lactée, des constellations, de l'équateur, de l'écliptique, du méridien.
- Visibilité du ciel quelles que soient la latitude et la date.
- Eclipse de Lune et de Soleil.
- Equipements complémentaires : 6 projecteurs de diapositives SIMDA ALCSST, objectif 70/120 ; lecteur code de topage avec générateur SMPTE ; console de mixage Haarman M208 avec équaliseur graphique ; ampli 2400 S, AMIX ; 4 enceintes Focal de puissance 250 W chacune.

LA SUSPENSION AUTOMATIQUE

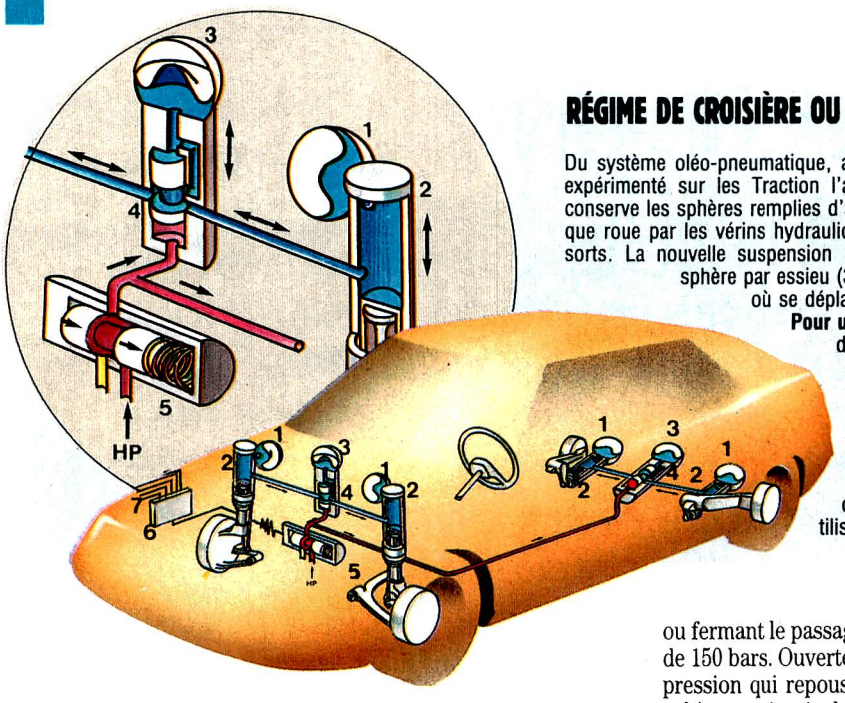
A 180 km/h, les roues avant abordent un cassis. Avant que les roues arrière y arrivent, leurs amortisseurs ont déjà été mis en mode "ferme", prêts à encaisser le choc. Pour "reconnaître" ainsi la route et s'y adapter, la suspension révolutionnaire de la nouvelle Citroën s'en remet à un principe, aussi simple que l'œuf de Colomb. Mais pour le mettre en pratique, il fallait pouvoir embarquer l'électronique qui le commande.

Pour le confort, il faut une suspension souple, à grand débattement, mollement amortie. Pour la tenue de route et la sécurité, en revanche, il faut des ressorts durs, des mouvements réduits et un amortissement ferme. Eternel dilemme entre les limousines "landeau" et les sportives "tape-cul". La conciliation des deux besoins débouche donc sur un compromis. Les systèmes mécaniques conventionnels sont parfois améliorés par l'emploi de ressorts à flexibilité variable et d'amortisseurs à plusieurs degrés de tarage. On peut faire varier l'écartement des spires ou le diamètre du fil du ressort sur sa longueur pour qu'il se durcisse au fur et à mesure qu'il est comprimé ; on peut greffer des électrovannes pour faciliter ou étrangler le passage de l'huile d'un compartiment à l'autre de l'amortisseur. Mais ces solutions sont insatisfaisantes et marginales.

Citroën est parti du constat suivant : dans 85 % du temps d'utilisation, c'est le mode "confort" qui prévaut ; dans les 15 % restants, il faut accorder la priorité à la tenue de route. L'idéal est donc de doter la voiture de deux suspensions, l'une moelleuse (confort) et l'autre ferme (tenue de route), à condition de substituer instantanément et automatiquement le mode ferme au mode moelleux quand le besoin s'en fait sentir. Ce qui est inenvisageable avec des ressorts mécaniques — on ne peut substituer un ressort dur à un ressort mou — l'est avec le système hydropneumatique apparu sur la DS 19 il y a 35 ans.

Depuis l'origine, dans ce système, la fonction res-

PAR LUC AUGIER



RÉGIME DE CROISIÈRE OU MANŒUVRE D'URGENCE...

Du système oléo-pneumatique, apparu sur la DS en 1955 et déjà expérimenté sur les Traction l'année précédente, la Citroën XM conserve les sphères remplies d'azote comprimé (**1**), reliées à chaque roue par les vérins hydrauliques (**2**) qui jouent le rôle de ressorts. La nouvelle suspension "hydractive" ajoute une troisième sphère par essieu (**3**), reliée au système via un boîtier où se déplace un petit tiroir.

Pour une suspension moelleuse (dessin de gauche), le petit "tiroir" (**4**) ouvre les canaux d'adduction du circuit hydraulique du système à cette sphère complémentaire. Cela revient à superposer deux ressorts, et la suspension fonctionne alors en mode moelleux,qui convient dans 85 % du temps d'utilisation pour privilégier le confort.

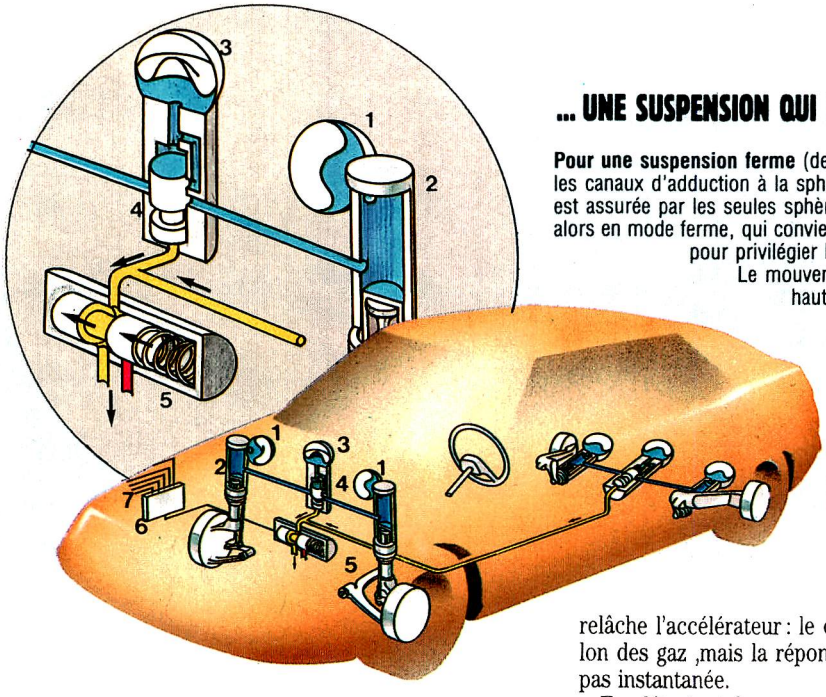
sort est assurée par l'élasticité d'un gaz (azote) comprimé dans une enceinte (une sphère) déformable. La déformation de ladite enceinte étant provoquée par une membrane subissant sur son autre face la contre-pression d'un fluide déplacé par les mouvements relatifs de la roue et de la caisse. L'amortisseur est inséré sur le circuit de ce fluide. Si on procède à une dérivation du circuit hydraulique pour lui faire comprimer du gaz dans une deuxième sphère, on met deux ressorts bout à bout. Or, si l'on met bout à bout un ressort dur et un ressort mou, la flexibilité tend vers celle du ressort mou : il se comprime avant le ressort dur. L'innovation de la Citroën XM est donc fondée sur le principe suivant : deux sphères en service constituent le ressort mou, le mode moelleux de la suspension ; une seule sphère en service fait office de ressort dur, et définit le mode ferme. Pour simplifier la réalisation, il y a une seule sphère complémentaire pour chaque essieu. Dans la suite, nous la dénommerons "troisième" sphère. Pour mettre hors circuit cette troisième sphère, donc passer de mode moelleux en mode ferme, il suffit d'obturer son canal hydraulique par le fameux petit piston, qui joue le rôle de "tiroir".

Voila donc installées les deux suspensions et réalisé le moyen de passer facilement de l'une à l'autre.

Reste à savoir comment et quand mouvoir le "tiroir". C'est là qu'intervient la "greffe" électronique qui pilote le mouvement par la chaîne habituelle : "actuateur" commandé par un "calculateur" qui se nourrit des informations prodiguées par des "capteurs".

L'actuateur est une simple électrovanne ouvrant ou fermant le passage à un fluide sous une pression de 150 bars. Ouverte, l'électrovanne laisse passer la pression qui repousse le tiroir et met la troisième sphère en circuit : la suspension est moelleuse. Fermée, elle abaisse ladite pression et le tiroir obture le circuit de la troisième sphère : la suspension est ferme. La très faible inertie du tiroir, sa faible course et la pression très élevée qui le commande assurent la quasi-instantanéité de l'opération une fois l'ordre donné par le calculateur.

Le calculateur, lui, "sait" quand il convient de passer en mode ferme ; de donner la priorité à la tenue de route et non plus au confort. Il le fait quand un comportement du conducteur ou un état de la route le lui signale. Que fait un conducteur, par exemple, en cas d'urgence ? Il tourne son volant brutalement pour éviter un obstacle, il accélère fortement ou il freine violemment. Comment se manifeste un état de la route critique ? Par des sollicitations plus contraignantes sur les roues, une tendance vers des oscillations de grande amplitude. Mais le tout doit être, bien évidemment, apprécié en fonction de la vitesse propre de la voiture. Ainsi, de grands mouvements du volant n'ont pas la même signification dans la descente d'un col de montagne ou dans une manœuvre de stationnement. De la même manière, un freinage appuyé pour s'immobiliser au feu rouge doit être appréhendé différemment du freinage destiné à éviter un enfant qui traverse ou à ne pas percuter un poids-lourd qui déboîte devant soi sur autoroute, etc... Toutes ces situations et tant d'autres ont été intégrées au programme du calculateur. Il compare constamment les données transmises par les capteurs à celles qui lui ont été mises en mémoire par l'enseignement de tests de mise au point effectués sur... 3 millions de kilomètres pour faire l'inventaire des situations et déterminer les seuils de décision.



... UNE SUSPENSION QUI DÉCODE LA ROUTE

Pour une suspension ferme (dessin de droite), le tiroir (**4**) obstrue les canaux d'adduction à la sphère complémentaire. La suspension est assurée par les seules sphères de roue, réglées dures : elle est alors en mode ferme, qui convient dans 15% du temps d'utilisation, pour privilégier le comportement routier.

Le mouvement du tiroir est commandé par la haute pression (HP) introduite ou retirée par l'électrovanne (**5**). Cette électrovanne est pilotée par un calculateur (**6**). Celui-ci reçoit des informations des cinq capteurs (**7**) qui analysent en permanence la rotation du volant, l'action qui est exercée sur les freins ainsi que sur l'accélérateur, les inégalités de la route et la vitesse instantanée de la voiture.

Les capteurs qui transmettent toutes ces informations au calculateur sont au nombre de cinq :

- le premier enregistre l'amplitude de l'angle donné au volant et la vitesse à laquelle le conducteur tourne le volant ;
- le deuxième apprécie la pression exercée sur la pédale de freins ;
- le troisième mesure le degré d'enfoncement de la pédale d'accélérateur, et la vitesse à laquelle cette pédale est comprimée ou relâchée ;
- le quatrième, situé à la sortie de la boîte de vitesses, informe de la vitesse instantanée de la voiture ;
- le cinquième, enfin, transmet l'amplitude et la vigueur des sollicitations auxquelles la route soumet la roue : à cette fin, il mesure l'angle et la vitesse de mouvement de la barre anti-dévers articulée sur les bras de suspension avant.

On aura remarqué que tous ces capteurs sont situés à la source même de l'information : ils détectent la cause avant l'effet. Expliquons-nous. Que se passe-t-il quand un conducteur tourne son volant ? L'effet de changement de direction qu'il veut obtenir n'arrive qu'avec un certain délai : le temps que la cinématique de direction transmette le mouvement à la roue, que les jeux des liaisons soient rattrapés, que le pneu fléchisse, que le changement de trajectoire s'amorce avant que la suspension s'écrase du côté extérieur au virage. Et que se passe-t-il quand il appuie sur les freins ? Le circuit hydraulique subit la pression, la transmet aux pistons des pinces ou des mâchoires, qui se rapprochent des disques ou des tambours avant de commencer à mordre et à produire le ralentissement espéré. Idem quand on relâche l'accélérateur : le câble réagit sur le papillon des gaz ,mais la réponse en décélération n'est pas instantanée.

En détectant la cause avant l'effet, parce que placés au plus près de la source, les capteurs permettent au calculateur de décider dans un délai plus bref que celui de l'inertie normale du processus. La suspension est ainsi préparée à la situation qu'elle est appelée à affronter en 5 centièmes de secondes. Par exemple, quand les roues avant abordent un cassis à 180 km/h, les roues arrière sont mises en mode "ferme" avant même de le franchir à leur tour. Le système "hydractif" anticipe le mode adapté à l'usage.

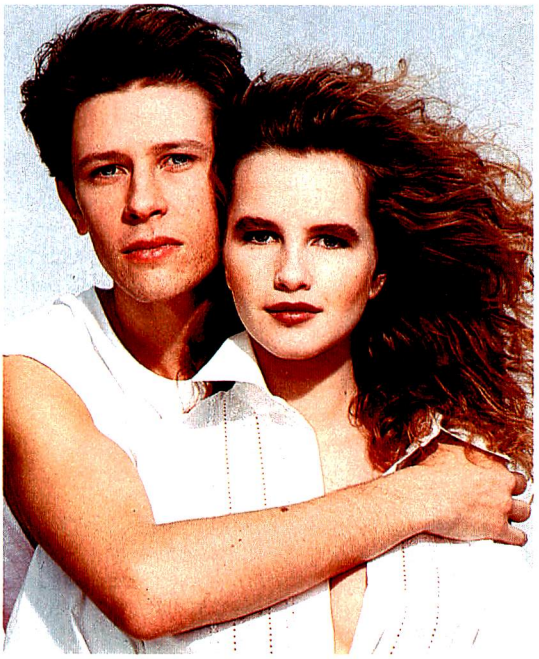
Naturellement, en cas de défaillance, priorité est donnée à la tenue de route : la suspension se "cale" sur le mode ferme.

Les progrès de l'électronique embarquée relancent donc l'intérêt du système oléo-pneumatique de manière spectaculaire. Cette suspension "intelligente" a le mérite d'être réaliste et constitue à ce jour la meilleure approche vers le concept de suspension "active". Cette dernière, appliquée à la Lotus de Formule 1 en 1987, remplaçait les ressorts et amortisseurs par des vérins hydrauliques entièrement pilotés par l'électronique. Elle a fait ses preuves en efficacité routière mais a révélé deux défauts : complexité et absorption de puissance (30 ch !) pour manœuvrer les vérins.

Défauts rédhibitoires pour une application en série, où elle coûterait un prix exorbitant et où elle aurait à déplacer des masses de fluide encore plus importantes en raison du poids supérieur et des débattements de roues bien plus amples qu'en course. Avantage appréciable du nouveau système Citroën : une fois la haute pression installée, il n'absorbe aucune énergie.

Luc Augier

SPECIAL VIE A DEUX



Isabelle Pasco & Gérard Sandoz,
le couple vedette du prochain Beineix.

STUDIO • AUTO • IMPÔTS
MARIAGE • VOYAGES • MASSAGES
ET TOUT
POUR ÊTRE HEUREUX !

20 ANS

DANS TOUS LES KIOSQUES

ECHOS DE L'INDUSTRIE

TABAC

Pourra-t-on encore fumer dans les lieux publics ?

Soixante-dix-sept Européens sur cent souhaitent qu'il soit interdit de fumer dans tous les lieux publics. Et qu'on ne croie pas à une chasse aux sorcières de la part des ennemis du tabac : s'il est vrai que les non-fumeurs se sont prononcés à 84 % pour l'interdiction, même chez les fumeurs, la majorité est écrasante et atteint 65 %. Ce sont les résultats d'un sondage effectué auprès de 12 000 Européens dans les douze Etats membres, il y a un peu plus d'un an. C'est ainsi que la Commission européenne vient de proposer au Conseil de l'Europe de généraliser l'interdiction de fumer dans les lieux publics au sein de la communauté.

Plusieurs motifs militent en faveur de cette mesure. La sécurité d'abord : mourir dans un incendie provoqué par un mégot mal éteint, c'est vraiment trop bête. De tels incendies ont déjà produit des milliers de victimes en Europe.

La santé surtout : le tabagisme actif est maintenant reconnu comme étant la cause principale de décès et de maladie en Europe et la fumée du tabac comme l'agent cancérigène le plus répandu dans notre environnement. Mais il y a plus : aujourd'hui se précisent aussi les dégâts provoqués par le tabagisme passif, responsable également d'emphysèmes, toux, maux de tête, bronchites et autres maladies respiratoires. Il peut nuire au développement du fœtus et est sûrement, et particulièrement, nocif pour les enfants. Chaque année en Europe, 220 000 personnes meurent d'un cancer lié au tabagisme et un nombre comparable de décès, pour d'autres types de maladies pulmonaires et cardio-vasculaires, est également dû au tabac. Tout ceci milite en faveur de l'interdiction de fumer dans les lieux publics.

Actuellement, les législations nationales sont loin d'être uniformes et surtout d'être uniformément appliquées. En Belgique, en France et en Espagne, l'interdiction couvre la plupart des locaux accessibles au public, notamment les établissements destinés à accueillir les jeunes ou à donner des soins de santé. Toutefois, la possibilité existe de réserver des zones aux fumeurs. En Allemagne, les questions de santé relevant aussi de la compétence des Länder, les restrictions ne sont pas les mêmes partout. En général, il est interdit de fumer dans les établissements d'enseignement, ainsi que dans certains moyens de transport.

Dans tout le reste de la Communauté, les restrictions se limitent à certains moyens de transport, aux salles de spectacle et, parfois, aux hôpitaux.

La Commission européenne souhaite étendre ces mesures et propose donc d'interdire de fumer dans tous les établissements où des services sont rendus au public, des personnes accueillies ou soignées, des soins de santé préventifs ou curatifs donnés, et aussi où l'enseignement et la formation professionnelle sont dispensés, des spectacles donnés et des expositions organisées.

A cette liste s'ajoutent les établissements et endroits couverts où sont pratiqués des sports, les

stations et gares de métro et de chemins de fer, les ports et les aéroports, les transports en commun. Toutefois des endroits clairement délimités pourront toujours être réservés au fumeurs.

Les restaurants et les bars ne sont pas inclus dans cette liste ; libre, aux Etats membres néanmoins de le faire. Sur les lieux de travail enfin, les restrictions feront l'objet d'une concertation entre les partenaires sociaux concernés. La décision finale, bien entendu, appartient aux ministres et aux gouvernements des Douze.

Dans le domaine de la recherche et du développement, rapporte J. Catacuzène, directeur scientifique de Total, la France dépense moins que tous les autres pays industrialisés : 110 milliards de francs en 1986, soit 2,25 % du PIB, contre 2,8 % aux USA, 2,7 % en Allemagne, 2,6 % au Japon et 2,4 % au Royaume-Uni.

Les Français sont les troisièmes buveurs de scotch whisky au monde,, avec une consommation annuelle de 92 millions de bouteilles, juste derrière les Anglais et les Américains. Mais sont-ils pour autant connaisseurs ? Pas du tout. C'est ce que révèle un sondage SOFRES/ The Glenlivet. Un buveur sur deux ne sait pas que ce produit est fabriqué en Ecosse ! Et 6 % affirment que la mention *single malt* indique qu'il s'agit d'un whisky de l'île de Malte !

AGRICULTURE

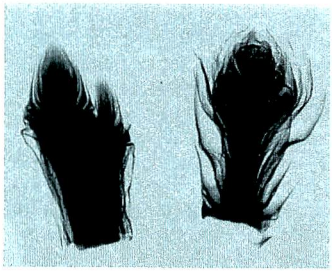
Diagnostic de plantes par radiographie

1

Depuis bien des années, l'Institut national de la recherche agronomique (INRA) fait appel à la radiographie en biologie végétale. Elle est utilisée, par exemple, sur les semences pour contrôler leur qualité, permettant de déterminer avec précision les graines vides, mal formées, endommagées mécaniquement ou détériorées par des parasites. Elle contribue à améliorer les diagnostics, à compléter les tests de qualité et à orienter les tris et les conditionnements.

Désormais, la radiographie industrielle n'est plus limitée aux semences, elle peut s'appliquer à d'autres organes de la plante : fruits, fleurs, bourgeons, rameaux, feuilles. Elle donne rapidement des images qui peuvent être stockées et, dans certains cas, examinées au négatoscope (agrandissement actuel maximum × 90).

Cet examen complète les techniques traditionnellement utilisées pour l'établissement de diagnostics précoces et la conduite de travaux scientifiques. Elle contribue notamment à une meilleure connaissance de l'état physiologique et du développement d'un organe de la plante — formation du bourgeon (***photo 2 :*** bourgeons, à bois et à fleur, de poirier), accroissement de la tige, incompatibilité porte-greffe/greffon... —, des agressions de prédateurs et des pathogènes (***photo 1 :*** larves de mineuse cerclée détruisant une feuille de pommier et ***photo 3 :*** haricots attaqués par l'anthracnose).



2

3

La radiographie industrielle est utilisable notamment pour contrôler les contaminations ou pour étudier la biologie des insectes, leur évolution, leur comportement et les dégâts qu'ils causent aux cultures.

REPROGRAPHIE

Photocopies géantes

Des documents grand format et de qualité sont souvent nécessaires pour l'information dans des magasins, l'illustration de conférences ou la formation et la communication internes. Pour le tirage de ces documents, la firme japonaise Fuji propose le Fujix PP100, un appareil qui permet d'agrandir des textes et des dessins jusqu'au format "poster" (environ 60 × 85 cm), en une seule opération de 60 secondes.

Plusieurs couleurs de papier et d'impression au choix permettent d'optimiser la présentation du document final.

Le premier atout du système Fujix PP100 réside dans la modicité du coût de l'épreuve finale. D'où son intérêt pour la production d'images à l'unité ou en toutes petites quantités.

C'est aussi un outil très simple d'emploi, où les manipulations sont réduites à l'extrême, et donc à la portée de tous, même des non-spécialistes. La technique utilisée fait appel à une impression par tête thermique simultanément à l'analyse du document original par scanner.

Ainsi obtient-on une excellente qualité de reproduction.

Pour une attaque éclair des incendies de forêts

Chaque année, le feu dévaste des milliers d'hectares de forêts en France, principalement dans les régions du Midi. L'efficacité de la lutte contre ces incendies devrait débuter par la prévention et par la découverte précoce des foyers. Depuis plusieurs années, la société Cerberus-Guinard, une firme française spécialisée dans la protection électronique, effectue précisément des recherches pour réaliser des procédés de détection rapide des foyers d'incendie et de lutte quasi automatique contre la propagation du feu.

Premier système mis au point, un équipement muni d'un détecteur de foyer à longue distance (***photo ci-dessous***). Installé au sommet d'une tour de guet, celui-ci comporte une caméra infrarouge pour surveiller la forêt 24 heures sur 24. Ce système assisté par ordinateur a été expérimenté récemment dans les Cévennes. Il a permis de détecter, par temps de brouillard, une feuille de journal enflammée à une distance de 2 km. Un feu, de plus faible intensité, de 10 m² a également été décelé à plus de 8 km.

Le détecteur est conçu non seulement pour percevoir les flammes, mais également avec les mêmes précision et fiabilité, les gaz chauds et le gaz carbonique. Il permet de télécommander la caméra qui s'oriente exactement sur le point à détecter, de manière à confirmer la présence du foyer au moyen d'un zoom puissant. Des événements normaux (décharge d'ordures, écobuages autorisés, etc.), le repérage de phénomènes suspects ainsi que l'appréciation de l'importance d'un foyer peuvent ainsi être détectés et justifiés. Les coordonnées exactes d'un sinistre naissant sont alors transmises automatiquement par liaison radio au PC des sapeurs pompiers.

Chaque système de détection peut surveiller 200 km². L'implantation de plusieurs systèmes permet par triangulation de recouper différents cercles de surveillance et de comparer les informations recueillies ; il permet aussi de couvrir de très grandes superficies.

Par ailleurs, Cerberus-Guinard a étudié un système de percolation destiné à stopper la progression d'un incendie de forêt.

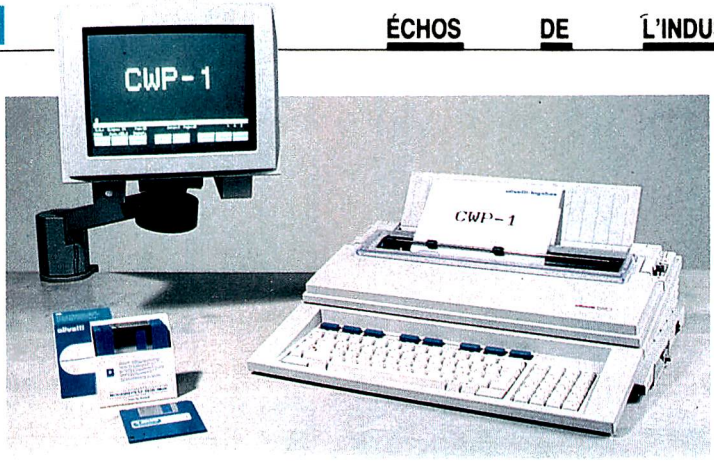
En effet, les recherches effectuées permettent d'estimer que l'avancement d'un feu est stoppé lorsque la surface menacée par l'incendie comporte 45 à 60 % d'incombustibles déposés judicieusement, ce qui permet d'optimiser les moyens à mettre en œuvre pour combattre l'incendie et d'économiser de l'eau et du temps.

En pratique, des zones percolatives peuvent être constituées par largage de bombes à mousse ou de produits retardants suivant un quadrillage déterminé. Le feu arrivant sur ces zones sera freiné et atténué, permettant ainsi une intervention plus facile des groupes de sécurité.

Le principe de la percolation peut être également adapté au reboisement des surfaces menacées par le feu. Des zones de végétation à hauts risques (pins, garrigue) seront ainsi alternées avec des zones de végétation à faibles risques (châtaigniers, chênes).

De la même manière, les terrains de camping, villas... situés à proximité de pinèdes ou de garrigues, peuvent être protégés par l'implantation d'un réseau d'eau enterré disposé selon la théorie de la percolation. Ce réseau sous pression créera un barrage de jets d'eau contre le feu qui permettra d'attendre les secours.

Renseignements : Cerberus-Guinard, 617 rue Fourny, 78530 Buc. Tél. (1) 39 56 80 34.



INFORMATIQUE

La machine à écrire ordinateur

Fini les pages à ressaisir pour l'oubli d'un malheureux petit caractère, fini le dilemme ordinateur ou machine à écrire et fini l'éternelle question « quel logiciel de traitement de texte choisir ? »... Tel est le point de vue affirmé par Olivetti en lançant la CWP 1, une machine de faible coût (6 900 F HT), assurant trois fonctions : le traitement de texte, la frappe nette d'une machine à écrire et les opérations d'une calculatrice.

La CWP 1 se compose d'une unité centrale ayant l'aspect d'une machine à écrire compacte regroupant un lecteur de disquette 3,5 pouces, l'imprimante et un écran séparé. Ce dernier, blanc sur fond noir, affiche 24 lignes de type WYSIWYG. Le clavier est adapté au traitement de texte avec des touches de fonction en clair synchronisées avec l'écran (les touches de fonction sont représentées à l'écran de la même manière). L'imprimante est de type matriciel (aiguilles), acceptant le format de papier normal ou à l'italienne, avec une vitesse d'impression de 30 à 90 caractères par seconde. Elle permet de nombreux styles d'écriture ainsi que des caractères graphiques (8 jeux avec différentes combinaisons).

La CWP 1 est dotée d'un logiciel de traitement de texte intégré, comparable aux traitements de texte standard du marché de la micro-informatique professionnelle.

MESURE

Une bascule qui emballe

Une firme britannique, Unit Load Technology, a conçu la Lollipop Rotaweigh, une machine capable de peser une charge tout en l'emballant sous film étirable. La machine peut être déplacée sur chariot ou par un véhicule classique ce qui permet, par exemple, de la conduire sur place pour peser et emballer des légumes fraîchement récoltés en vue de leur expédition sur un marché.

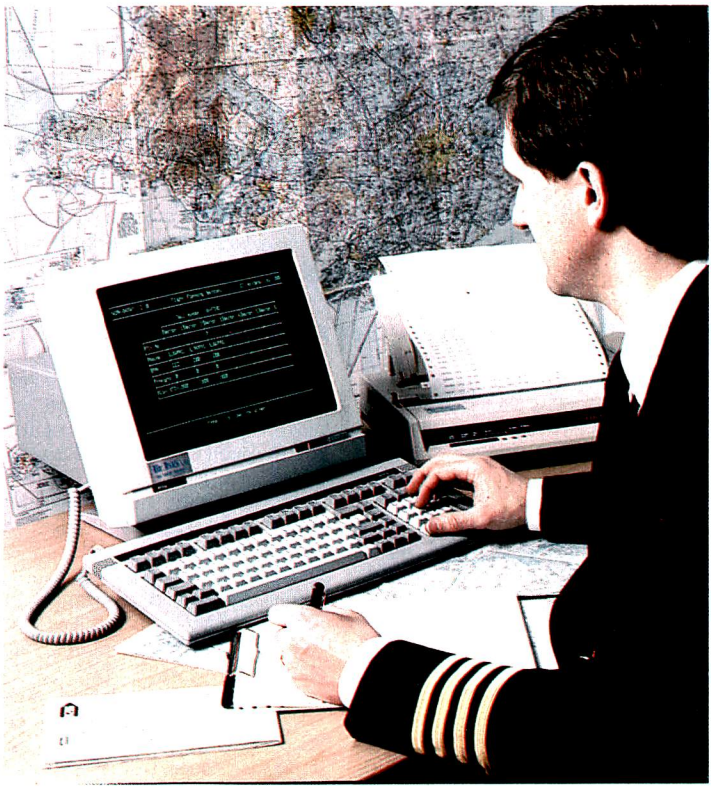
Le mécanisme de pesée se déclenche automatiquement quand la charge est placée sur la table — accessible de tous côtés. Le modèle normal a une force de 2 tonnes, il accepte donc aisément l'Europalette, d'une tonne de charge moyenne. Le poids est indiqué par affichage numérique et sur bande imprimée. Diverses fonctions électroniques sont proposées en option : lecture laser de codes à barres, interface pour ordinateur, comptage de pièces et télécommande.

L'emballage sous film étirable s'effectue très simplement. A mesure que la charge placée sur la table tournante pivote, le rouleau de film monté sur une broche se déroule pour l'envelopper, l'opération étant commandée par le conducteur.

Le système de pesée est alimenté par accumulateur extérieur de 12 volts ou par accumulateur incorporé, rechargé par le tapis roulant. Il existe également une version à moteur électrique, à vitesse variable, qui est alimentée sur le courant du secteur.

AVIATION

Un logiciel d'exploitation aérienne



Conçu par Air Data à Gromford (Royaume Uni), FLight Planing System est un logiciel qui doit permettre de réduire considérablement le temps d'élaboration des plans de vol. Il s'agit de programmes pour IBM PS2-80 et autres ordinateurs basés sur Intel-286.

Il produit les carnets de carburant et de navigation pour tous les trajets, évaluant automatiquement les données à partir des composantes moyennes du vent communiquées par le centre météorologique britannique. Il fournit aussi des informations sur un choix d'aérodromes et analyse les caractéristiques de ravitaillement (prix du carburant, normes d'exploitation, secteurs horaires et directives de la compagnie).

Les messages opérationnels se rapportant aux aérodromes et types d'avion sont mis en mémoire et rappelés à volonté, tandis que les plans de vol sont envoyés automatiquement, en quelques secondes, au centre de contrôle de la circulation aérienne.

Outre son rôle dans la gestion quotidienne des vols, il est utile dans les études de rentabilité des nouvelles lignes. Ce logiciel est en anglais mais une version française est en préparation.

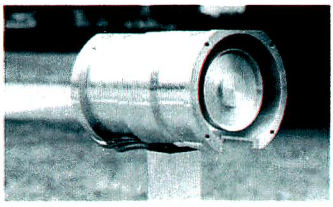
ALARME

La protection de sites par ultrasons

L'ouverture automatique d'une porte de garage, commandée par le passage d'un véhicule coupant le faisceau lumineux émis par une cellule, est un système bien connu. Aujourd'hui, il est possible d'utiliser un équipement similaire dans lequel le rayon lumineux est remplacé par un faisceau ultrasonore. Il s'agit d'une barrière Vannier-Photelec (licence Matra).

Complément naturel du radar pour les courtes distances, le rayonnement ultrasonore n'avait trouvé à ce jour qu'un domaine d'emploi réduit, gêné qu'il est par la forte absorption atmosphérique. A cela il fallait ajouter la faible directivité des transducteurs usuels et noter aussi que, jusqu'à présent, les ultrasons étaient surtout employés en détection volumétrique à effet Doppler.

Le fonctionnement de la barrière Vannier-Photelec est radicalement différent, car la géométrie de l'antenne est telle qu'elle augmente l'émission ultrasonore principale et produit un faisceau directionnel étroit entre l'émetteur et le récepteur. Toute rupture du train d'impulsions, de la liaison filaire ou de l'énergie déclenche aussitôt l'alarme. La barrière fonctionne en milieux hostiles (pluie, neige, brouillard, radiations magnétiques, projections diverses, etc.) et sa portée efficace atteint 30 mètres. Ses applications sont nombreuses : protection de zones interdites ou dangereuses, détection de passage ou de présence de personnes ou de véhicules (portes automatiques, passages à niveau sans surveillance, portails d'accès, etc.).



Renseignements : Vannier-Photelec, 2 rue Léon Harmel, 92168 Antony Cedex. Tél. (1) 46 66 72 03.

DES MARCHÉS À SAISIR

Les innovations et les techniques et procédés nouveaux présentés dans cette rubrique ne sont pas encore exploités sur le marché français. Il s'agit d'opportunités d'affaires, qui semblent "bonnes à saisir" pour les entreprises industrielles et commerciales françaises. Comme l'ensemble des articles de Science & Vie, *les informations que nous sélectionnons ici sont évidemment libres de toute publicité. Les sociétés intéressées sont priées d'écrire à "Des marchés à saisir" c/o* Science & Vie, *5 rue de la Baume, 75008 Paris, qui transmettra aux firmes, organismes ou inventeurs concernés. Aucun appel téléphonique ne pourra être pris en considération.*

POUR REFAIRE DU SPORT APRÈS UNE ENTORSE

Quoi

Une orthèse, c'est-à-dire un appareil qui se place sur un membre inférieur, ici le genou, devenu instable par suite de lésions ligamentaires, articulaires (entorses, notamment), neurologiques ou musculaires. La présence de cet appareil doit permettre de poursuivre une activité, par exemple de refaire du sport.

Comment

L'orthèse se compose d'un système de contention fixé sur la cuisse et la jambe et d'un système d'articulation en regard des deux faces du genou.

Par rapport à l'élément de jambe de ce système, l'articulation est libre de certains mouvements sans affecter l'efficacité de l'orthèse. Celle-ci épouse correctement la physiologie du genou. Elle est légère et confortable.

Par rapport aux orthèses existantes, cet appareillage présente plusieurs avantages :

- la possibilité de l'adapter, grâce à une articulation à cardan, à la physiologie du genou et aux variations de volume musculaire du membre inférieur (un point important pour les sportifs) ;
- une efficacité supérieure grâce à des embases rigides et articulées. En particulier, cette efficacité est maximale dans les laxités rotatoires du genou qui sont les plus difficiles à maîtriser ;
- la possibilité de réglage du varus et du valgus sans nuire au centre articulaire, ce qui permet l'adaptation aux déformations arthrophysiques, arthritiques, etc. et permet même d'espérer leur correction par adaptation des tensions.

Le système est également intéressant après une opération du genou, pour permettre la rééducation sans risquer d'étirer la suture.

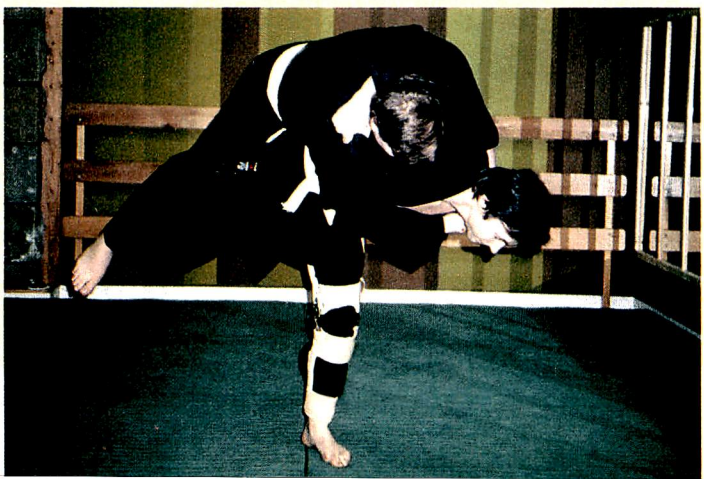
Marché

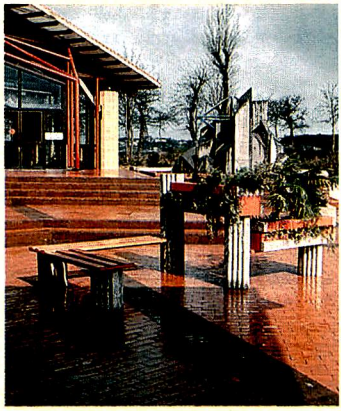
L'orthèse est brevetée sur le plan mondial. Elle intéresse la médecine sportive, la rééducation fonctionnelle et la rhumatologie. Des études de marché ont montré la rentabilité d'une commercialisation sur le plan international.

Le coût de fabrication de l'appareil se situe entre 1 000 et 1 500 F pour une série de 1 000 appareils par an.

Pour qui

Le détenteur du brevet souhaite trouver un industriel pour fabriquer et commercialiser l'appareil sur le plan international.





UN MOBILER URBAIN MODULAIRE

Quoi

Un ensemble d'éléments modulaires permettant de construire une large variété d'équipements : bancs, jardinières, colonnes, tables, décorations pour l'aménagement des espaces urbains, des parcs de loisirs et des jardins.

Comment

Des modules légers constituent des colonnes de plusieurs tailles. Ces colonnes s'organisent en différentes structures. Ces structures démontables et évolutives reçoivent des accessoires interchangeables. La multiplicité des combinaisons et des accessoires permet des aménagements à l'infini. Un concept réalisable dans différents matériaux.

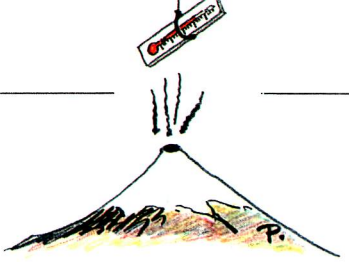
Marché

Le marché français du mobilier urbain.

Pour qui

Toute société travaillant avec les collectivités publiques ou privées et participant plus particulièrement à l'aménagement d'espaces verts, d'aires de repos ou de travail, de halls, de lieux d'exposition.

L'Etna sous surveillance



Les satellites vont permettre l'affinement des techniques de prévision des éruptions volcaniques. Jusqu'ici, cette prévision reposait largement sur la détection des signes avant-coureurs, notamment le gonflement des flancs du volcan sous la poussée du magma et les glissements de terrain.

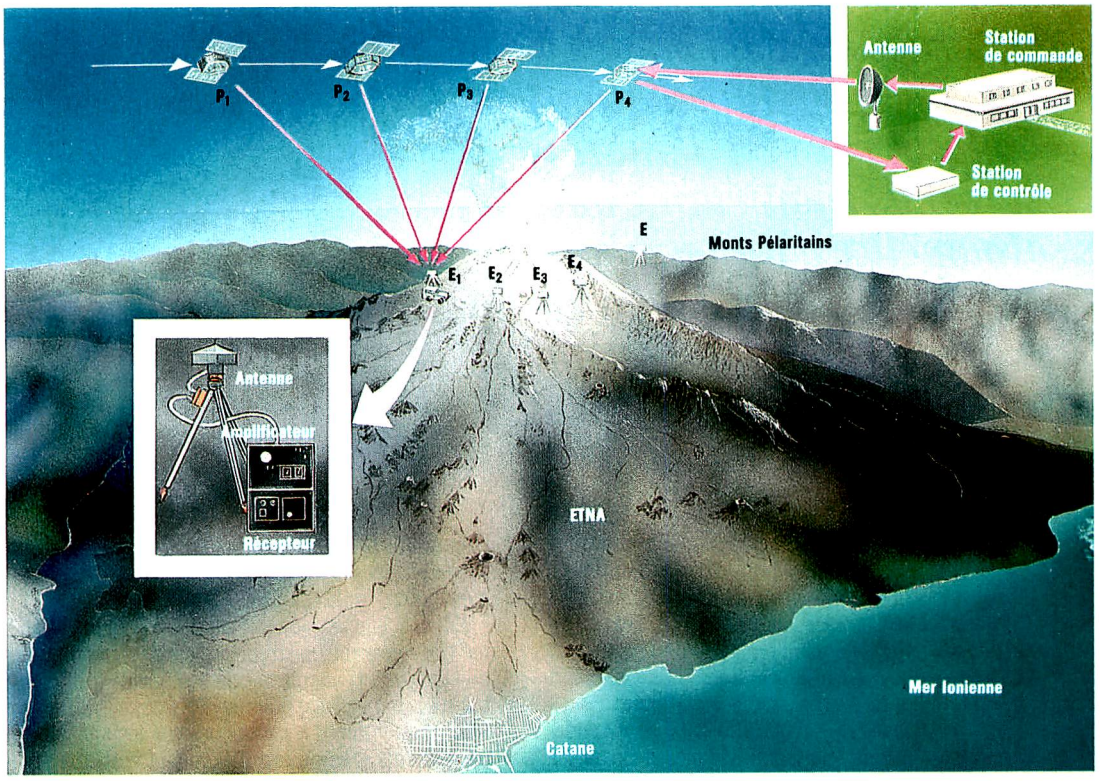
Afin de mesurer avec précision ces mouvements et, surtout, pour les connaître pratiquement en temps réel, le laboratoire de sismologie de l'Institut de physique du globe à Paris, travaillant sur l'Etna, a organisé une surveillance du volcan par satellites (système GPS).

Comme les satellites se déplacent sur une orbite basse, il faut donc, au préalable déterminer sa position. Quatre stations situées aux Etats-Unis assurent cette mission. Quant aux mesures de distance satellite-Etna, elles se font à partir de l'émission, par satellite, d'un signal de 1 500 MHz. Si cette fréquence est stable au départ, elle varie à l'arrivée à cause du déplacement du satellite (P1 à P4 sur le schéma) qui donne naissance à l'effet Doppler. Les calculs faits à partir de cette variation pour chaque satellite, permettent de déterminer la position du point de mesure sur l'Etna (par exemple E1). En pratique, pour obtenir la position d'un point avec précision, il faut réaliser une "triangulation spatiale" en utilisant en même temps cinq satellites.

La station de mesure, située sur le point, est constituée d'une antenne, d'un amplificateur et d'un récepteur.

Le récepteur comporte cinq canaux, un par satellite. En effet, il existe pour chaque satellite un code de reconnaissance pour analyser le message d'une durée d'une milliseconde. Toutes les 15 secondes, une mesure est ainsi réalisée et enregistrée sur disquette afin d'être traitée. L'expérience dure deux heures, au cours desquelles des centaines de mesures sont effectuées. Tout mouvement, même infime, de la surface du volcan peut donc être décelé.

Le programme GPS, avant l'accident de la navette Challenger en 1986, devait comporter 21 satellites (18 opérationnels et 3 de secours), cette Armada de satellites permettant de réaliser un nombre supérieur de mesures. Actuellement, sept satellites seulement sont opérationnels. Il suffirait donc qu'un ou deux satellites tombent en panne pour que les mesures deviennent difficiles. Ce retard dans le lancement des satellites risque donc de compromettre la maintenance du dispositif en place et de freiner le programme d'observations volcanologiques. ■



MANGEZ PLUTÔT DES ŒUFS BRUNS

Les intoxications alimentaires dues aux salmonelles augmentent. Quand le germe est dans l'œuf, il a pu être transmis par la poule, surtout chez les races à œufs blancs ! Cette contamination plutôt rare est d'autant plus inquiétante que les salmonelles d'aujourd'hui résistent aux antibiotiques qu'on administre aux poules dans les élevages industriels.

PAR MARIE-LAURE MOINET

Qu'est-ce qui fait chuter de moitié la consommation d'œufs d'un pays, démissionner un ministre, abattre 4 millions de poules et jeter (ou exporter...) 400 millions d'œufs ? Les salmonelles ! Le 3 décembre dernier, le secrétaire d'Etat anglais à la santé, Edwina Currie, annonçait à grand fracas que « la plupart des œufs produits en Grande-Bretagne » étaient contaminés par ces bactéries responsables, chez l'homme, de diarrhées fébriles accompagnées de crampes, maux de têtes, vomissements, etc...

Edwina, que les mauvais esprits appellent "Egwina" (de *egg* = œuf), extrapolait, mais un fait réel est préoccupant : l'augmentation du nombre d'infections à salmonelles, notamment à *Salmonella enteritidis*, qui oriente les soupçons sur les aliments à base d'œufs crus ou insuffisamment cuits. La pro-

gression, en Angleterre, de *S. enteritidis* est en effet alarmante : cette bactérie a été isolée, en 1988, 2 fois plus qu'en 1987 et 13 fois plus qu'en 1981 ! On l'a analysée dans les selles, mais parfois aussi dans l'urine, la bile ou le sang de 13 000 malades (et 26 morts), soit plus de la moitié des 25 000 cas identifiés de salmonellose. Elle dépasse pour la première fois, et de loin, la variété *Salmonella typhimurium* (environ 6 000 cas déclarés) qui, en France, avec moitié moins de cas, reste le premier sérotype isolé dans les infections humaines dues à ces bactéries (***voir encadré p. 112 et 113***).

Pour les services de santé, ces statistiques ne reflètent que la partie visible de l'iceberg. Le nombre de gens ayant eu une salmonellose serait en effet 100 fois plus grand, puisque seuls sont soumis à déclaration obligatoire les foyers d'intoxication collective (plus de 2 personnes). Pour les cas spora-

diques, de loin les plus nombreux, on n'en garde la trace que si le médecin traitant a prescrit une analyse et transmis les résultats au Centre national de référence des salmonelles (situé, en France, à l'Institut Pasteur). C'est pourquoi les anglais estiment à plus de 2 millions le nombre annuel de salmonelloses. En France on en serait à plus, d'un million, le Centre de référence ayant analysé et recensé 11 135 souches humaines en 1988, et 73 foyers d'intoxication collective à Salmonelles (plus de 2 000 malades) ayant été déclarés.

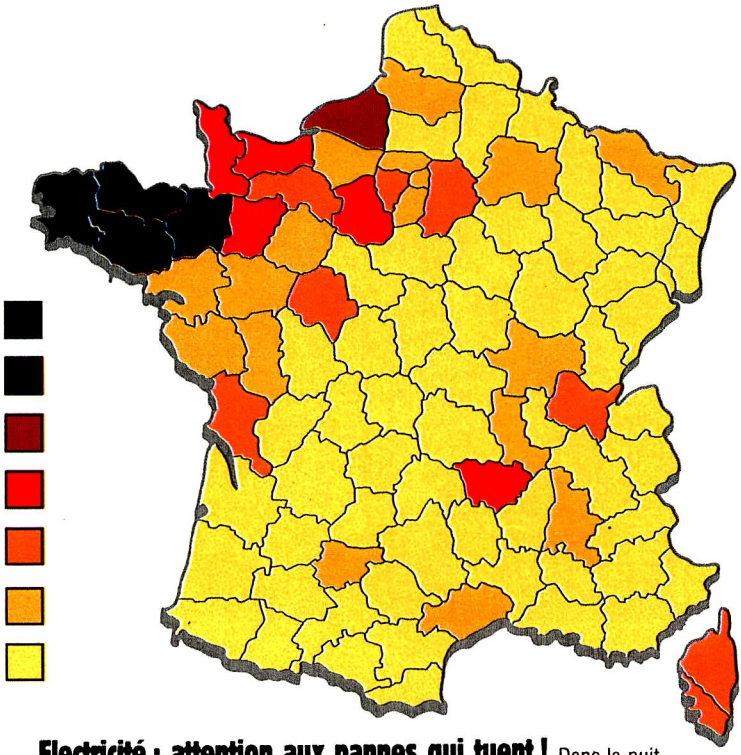
Les bactéries coupables résident en masse dans les intestins des bovins, des porcs et des volailles de nos élevages et se disséminent via les excréments, les eaux superficielles, les contacts... Détruites par la chaleur, elles passent inaperçues quand nous consommons des aliments bien cuits mais peuvent nous contaminer en passant inopinément dans une charcuterie, un œuf à la coque, une omelette (baveuse), une sauce, une crème... Ainsi les Espagnols, qui identifient 50 000 cas par an, dont plus de la moitié par *S. enteritidis*, sont friands de mayonnaise et, avant 1986, les Anglais qui "attrapaient une salmonellose" revenaient souvent d'un voyage estival en Espagne ou au Portugal.

Mais pourquoi incrimine-t-on les œufs du commerce qui, même s'ils sont crus, devraient être garants de pureté, puisque, selon la réglementation en vigueur dans toute la Communauté, ce sont des œufs propres, non fêlés, non lavés et par conséquent étanches à toute contamination microbienne, grâce à la cuticule intacte qui recouvre leur coquille poreuse ?

C'est là le hic ! Cette *S. enteritidis* ne dérange pas du tout les volailles infectées, qu'on appelle d'ailleurs des "porteurs sains". Mais on la soupçonne de pouvoir migrer de l'intestin de la poule dans ses ovaires. Et même de loger dans le jaune en formation dans l'ovaire avant même que l'œuf soit pondu ! C'est ce que les scientifiques appellent une contamination transovarienne ou "verticale".

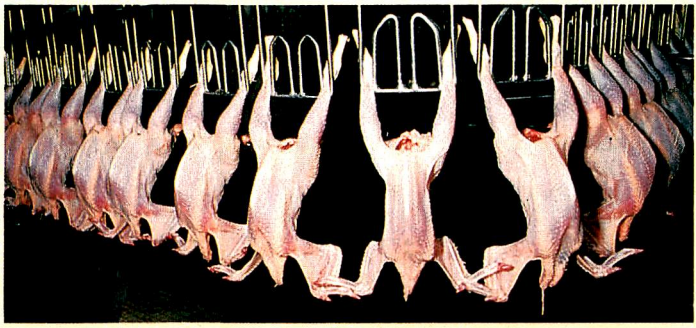
Cette plaie est connue des éleveurs de volailles. Il y a trente ans, la "pullorose" et la "typhose" sévissaient couramment dans les élevages. Le seul et même germe responsable, *S. gallinarum-pullorum*, rendait malades les oiseaux adultes et entraînait également une mortalité importante chez les poussins. La maladie se transmettait de génération en génération chez les volailles (poulets, dindonneaux, pintadeaux etc...) par transmission verticale : le germe infectait les ovaires de la mère et contaminait les œufs "de l'intérieur". Le seul moyen d'enrayer l'épidémie était alors d'abattre les reproducteurs qui étaient infectés ! Ces germes sont aujourd'hui supprimés par les soins d'un "Contrôle officiel hygiénique et sanitaire" proposé par les services vétérinaires. Ce contrôle est effectué sur les reproducteurs (parents des "œufs à couver" d'où naissent les poules pondeuses et les poulets de chair) ainsi que dans les couvoirs eux-mêmes, depuis les œufs qui y entrent jusqu'aux poussins qui en sortent. Les producteurs d'œufs peuvent eux-mêmes renouveler les contrôles sur leurs poulettes lorsque celles-ci entrent en production. Une simple prise de sang, en effet, permet d'identifier les animaux infectés car ils possèdent les molécules de défense (anticorps) complémentaires des caractères spécifiques (antigènes) de *S. pullorum* utilisée comme "hameçon".

Aujourd'hui, dans les ovaires in-



Electricité : attention aux pannes qui tuent ! Dans la nuit du 15 au 16 octobre 1987, un ouragan a déferlé sur la Bretagne. Trois jours après, 150 000 foyers bretons vivaient encore à la lueur des bougies. L'une des conséquences de cette rupture de courant fut l'apparition d'une épidémie à *Salmonella bovismorbificans*. On dénombra une cinquantaine d'hospitalisations, et deux personnes (âgées et déjà malades, certes) décédèrent. A l'origine de cette épidémie, les pannes de réfrigérateur et de congélateur : les bactéries en ont profité pour se multiplier dans les produits laitiers, les pâtisseries, les charcuteries, les viandes contaminées.

CUIRE, IRRADIER OU... COURIR LE RISQUE.



Il y a 25 ans, les grossistes des Halles de Paris jetaient un œuf sur quatre. Aujourd'hui, la majorité des 15 milliards d'œufs produits annuellement en France est emballée dans les 48 heures qui suivent la ponte ; sorti automatiquement du poulailler, l'oeuf est réfrigéré dans l'heure. L'élimination des œufs sales ou fêlés reste souvent la seule étape manuelle. Peu de risque donc que la coquille des œufs du commerce soit contaminée par des souillures fécales.

L'œuf possède en outre des armes pour se défendre : une cuticule autour de la coquille et une molécule antibactérienne dans le blanc, le lysozyme ; enfin, son pH, qui grimpe vite à 9 par évaporation du gaz carbonique au cours de la conservation, devient trop élevé pour que la bactérie puisse survivre.

On ne peut dire autant de bien des animaux d'engraissement, poulets de chair, dindes, palmipèdes, veaux, porcs, dont l'intestin offre un milieu idéal à la fermentation des bactéries. Leurs peaux et leurs viscères sont souvent contaminés sans symptômes apparent. Et la contagion est rapide : un "porteur sain" peut excréter jusqu'à un milliard de salmonelles par gramme de matière fécale, surtout s'il est stressé.

Pourquoi donc incriminer l'œuf plutôt que la viande ? Parce qu'on le consomme souvent cru (sauces, mousses, crèmes...) ou peu cuit (à la coque, en omelette, etc.). Or les salmonelles se multiplient entre 5 et 45° C (leur température préférée est 37° C). Elles ne sont tuées qu'après plusieurs minutes à 63° C, ou quelques secondes à 70° C (le lait pasteurisé est chauffé entre 72 et 85° C pendant 15 à 20 secondes). Le temps de cuisson nécessaire dépend de l'aliment... mais aussi de la salmonelle, certaines variétés étant plus résistantes à la chaleur ; on en a retrouvé dans des farces de dindes cuites à plus de 70 ou 80° C. Une contamination initiale sera mieux combattue en démarrant la cuisson d'un rôti à four chaud.

Jadis, la mode et la nécessité étaient aux plats longuement mijotés et cuits. Aujourd'hui, elles sont à la restauration rapide, hors domicile, aux plats cuisinés sous vide, au frais-réfrigéré, aux micro-ondes, etc. Or le froid ne détruit pas les salmonelles, il ne fait que les engourdir (**carte ci-contre**). La dessication, le salage, le fumage ne les affectent pas non plus. Les salmonelles se retrouvent donc dans la charcuterie, les poudres de lait, les poudres d'œuf, les caséines, les biscuits, les épices, le chocolat et, bien sûr, dans les huîtres. Des aliments pour nourrissons et pour malades nourris par voie entérale ont déjà été accidentellement contaminés.

Le problème est qu'on ne connaît pas le seuil de toxicité. Autrefois, on croyait qu'il fallait avaler 100 000 germes ou plus par gramme d'aliment pour attraper une gastro-entérite à salmonelle. Aujourd'hui, on sait que certains aliments sont toxiques avec seulement 2 à 10 bactéries/g.

Ce fut la leçon de deux grandes épidémies récentes, l'une due à des boules de chocolat d'une importante confiserie canadienne, l'autre due à du fromage Cheddar. Par ailleurs, un seul germe de *S. typhi* peut provoquer une typhoïde. On comprend donc que la législation soit sévère : absence de toute salmonelle dans 25 g de produit. La sévérité est moins grande (absence dans 1 g) pour des aliments très contaminés au départ (escargots, cuisses de grenouille...) mais dont on est sûr qu'ils seront cuits.

Cette tolérance concerne notamment les "VSM" (viandes séparées mécaniquement). Ce sont les cous et les résidus des coffres de volaille après découpe des beaux morceaux. Broyés et congelés, ces résidus valorisent 50 à 60 % du poids des carcasses. Mais parfois, ces VSM sont déclassées pour cause de salmonelles. Une solution de rattrapage existe alors : les rayons gamma, qui tuent les bactéries. Sous contrôle par les services vétérinaires avant et après traitement, un bon nombre de VSM peut ainsi être récupéré pour la vente. Les VSM ionisées acquièrent même un plus : rejoignant le critère de sévérité maximale (absence totale de salmonelles dans 25 g), elles peuvent être incorporées dans des préparations crues (farces de feuilletés, etc.). L'irradiation est aussi l'alternative légale aux traitements chimiques pour décontaminer les épices. Et les industriels demandent son autorisation pour décontaminer les blancs d'œufs.

La cuisson et les rayons gamma sont donc aujourd'hui les antidotes privilégiés. Quant aux œufs, il faut se résoudre à les manger durs ou courir le risque (1) !

1. *Le livre de l'œuf*, de S. Lenôtre, paru aux éditions Stock donne une foule de recettes originales.

fectés, ce sont les sérotypes *S. enteritidis* et *S. typhimurium* qui détiennent le record de fréquence. L'hypothèse d'une contamination transovarienne de *S. enteritidis* est donc plausible. C'est une revue américaine, *Jama* (1), qui la première a osé avancer cette hypothèse. Ses arguments étaient les suivants :

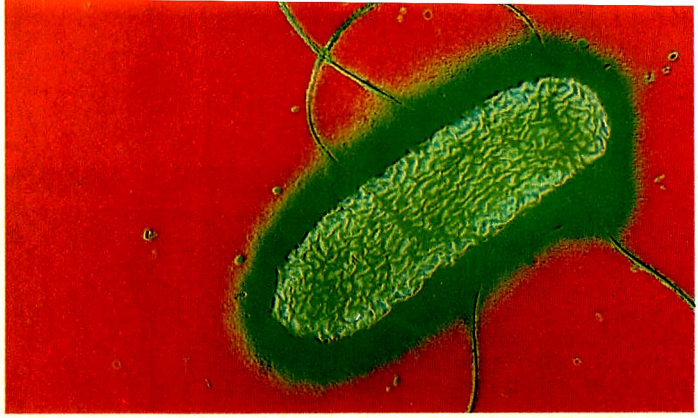
• De janvier 1985 à mai 1987, 65 foyers d'intoxication à *S. enteritidis* ont été répertoriés dans le nord-est des Etats-Unis (dans des restaurants, des écoles, des crèches, des maisons, des hôpitaux, des boulangeries-traiteurs, etc) faisant au moins 2 119 malades, 257 hospitalisations et 11 morts. Sur 35 cas où la cause alimentaire fut décelée, 27 (77 %) furent liés à la consommation d'aliments à base d'œuf (les autres à celle de bœuf rôti, de hamburger, de charcuterie, etc).

• Les auteurs de l'article ont également passé en revue les foyers d'intoxication alimentaire enregistrés de 1973 à 1984 par "le" centre américain d'étude de épidémiologique, le Center of Disease Control (CDC). Pour les intoxications à *S. enteritidis*, un

FICHE D'IDENTITE DES SALMONELLES

L'espèce *Salmonella enterica* appartient à la grande famille des entérobactéries (*Escherichia coli, Shigella, Yersinia, Campylobacter...*) qui colonisent l'intestin. Sur leur corps et leurs flagelles, des antigènes spécifiques permettent de répertorier plus de 2 200 variétés (ou "sérotypes"). Un petit millier d'entre elles sont inféodées aux animaux à sang froid (reptiles, tortues, batraciens), mais près de 1 400 sérotypes vont et viennent entre les animaux à sang chaud : homme, rongeurs, bétail, oiseaux... Elles provoquent des gastro-entérites qui sont encore la première cause de mortalité humaine dans les pays en voie de développement.

Les salmonelles passent dans les excréments, l'air humide, les eaux d'égouts, les eaux superficielles, se déposent sur la peau ; d'où la nécessité de bien se laver les mains, après contact avec des animaux vivants, leurs abats, ou des aliments crus d'origine animale.



Certains sérotypes sont attachés à une seule espèce animale. Ainsi *S.Typhi* et *S. Paratyphi A*, bacilles des fièvres typhoïde et paratyphoïde, touchant exclusivement l'homme, ont pratiquement disparu depuis l'avènement du tout-à-l'égout et de l'eau potable ; *S. Abortusovis*, lui, est spécifique du mouton, *S. Gallinarum-pullorum* de la volaille etc. Mais la plupart des sérotypes circulent d'une espèce à l'autre.

En France, en 1988, le Centre national de référence des *Salmonella* et *Shigella* a identifié lui-même ou reçu le signalement de presque 20 000 souches, dont 11 135 humaines, isolées principalement dans les selles, mais aussi les urines, la bile, le pus ou le sang.

A travers le prisme déformant des seuls cas déclarés, *S. typhimurium* vient en tête des analyses, aussi bien pour les souches humaines qu'animales (canards, dindes, poulets, bovins), celles de l'environnement ou celles des aliments (viandes de porc, de volaille, produits d'œufs, charcuterie etc.).

Après ce sérotype, c'est *S. enteritidis* qui apparaît le plus fréquemment chez l'homme : 2 220 sou-

aliment à base d'œuf était impliqué comme véhicule de l'infection dans 43 % des cas, contre 26 % pour *S. typhimurium* et 10 % pour les autres sérotypes.

• La grande nouveauté était que dans les dernières épidémies, les aliments impliqués venaient d'œufs en coquille du commerce, donc de la catégorie A qui désigne ces œufs propres, non fêlés, étanches aux bactéries (aux Etats-Unis, si les œufs sont lavés ou brossés — ce qui est interdit dans les pays de la CEE — la cuticule doit être remplacée par une pellicule grasse synthétique équivalente). Impossible donc d'incriminer une contamination d'origine externe de l'œuf.

• Ils ont recueilli le contenu des œufs (on appelle ça la "coule fraîche") dans différentes casseries des Etats-Unis, industries vers lesquelles sont dirigées les œufs impropres à la commercialisation. 5 des 50 échantillons prélevés dans le nord-est étaient positifs en *S. enteritidis*, contre aucun sur les 73 prélevés en dehors de cette région. Ce résultat "collait" avec le fait surprenant que les *S. enteritidis* sont plus fréquentes dans les analyses du nord-est des Etats-Unis. La variété *Enteritidis* y représentait 28 % des 3 579 isolements de salmonelles humaines faits en 1986 contre 8 % des 29 159 souches examinées dans le reste des Etats-Unis. Et elle était associée à 30 % des épidémies déclarées dans cette région,contre 13 % dans le reste du pays.

Une question peut se poser au profane : pourquoi ne pas analyser tout simplement le contenu des œufs individuellement ? La réponse est simple : la présence des bactéries y est trop aléatoire. Selon certains, cette présence serait détectée 75 fois plus souvent en "cultivant" la coule fraîche plutôt que les œufs individuels dont elle provient. Les deux exemples suivants en témoignent. Lors d'une intoxication à *S. typhimurium* due à une boisson aux œufs, l'analyse du contenu de ces œufs pondus par des poules très infectées n'a été positive que pour 3 œufs sur 1 137. De même, en remontant d'un distributeur d'œufs responsables d'une petite épidémie, aux 11 fermes qui le fournissaient, l'analyse de 1 000 œufs pris dans des fermes n'a rien donné tandis qu'une culture de coule fraîche s'est avérée positive dans 5 de ces fermes.

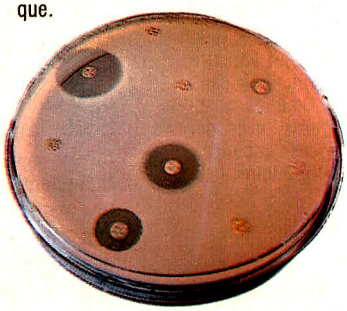
C'est pourquoi en Angleterre, Edwina Currie a poussé le bouchon un peu loin. Le Public Health Laboratory Service a testé tout récemment la présence de *S. enteritidis* sur la coquille et dans le contenu de 2 000 œufs de poules d'élevages suspects : on n'a isolé le germe que sur 11 œufs : 7 fois sur la coquille, 2 fois dans le contenu, et 2 fois dans les deux simultanément. Quant aux élevages "non suspects", l'examen de 4 000 œufs prélevés dans 150 élevages n'a rien donné. L'étude américaine a surtout le mérite de poser les questions. Elle n'explique pas pourquoi le Nord-Est serait plus concerné par *S. enteritidis* que le reste des Etats-Unis.

Les auteurs ont également remarqué une chose étonnante : la couleur des œufs mis en cause était blanche dans 23 des foyers d'intoxication, et brune dans seulement 1 d'entre eux (indéterminée dans

ches. Mais, il ne vient qu'en 5e position des sérotypes de pathologie animale et en neuvième position des sérotypes de l'environnement et d'origine alimentaire qu'analyse le Laboratoire central d'hygiène alimentaire (LCHA). *S. enteritidis* n'a d'ailleurs été isolé que 11 fois en 1988 dans les œufs et ovoproduits. Mais la fréquence de *S. enteritidis* dans les souches humaines monte : deux fois plus en août 1988 qu'en août 1987 et les périodes de pointe, habituellement en été et à l'automne, s'étalent maintenant "hors saison".

La nature des sérotypes humains varie au fil des ans. *S. Virchow*, la troisième des souches humaines (440 cas enregistrés) et alimentaires (210 cas) a progressé aux dépens de *S. hadar* (91 souches humaines), les deux variétés provenant des élevages de volailles.

Le nombre de salmonelles résistantes aux antibiotiques augmente. Il atteint 90 % des 8 000 souches étudiées au LCHA en 1988. C'est la rançon de l'utilisation des antibiotiques dans les élevages. Voici l'"antibiogramme" d'une souche : la souche de salmonelle est répandue sur le fond gélosé de la boîte ; des petits disques sont appliqués sur ce fond. Ils contiennent chacun un antibiotique différent. L'antibiotique diffuse autour du disque. Quand la souche est sensible à l'antibiotique, les bactéries sont tuées et on observe un "diamètre d'inhibition" autour du disque ; quand ce diamètre n'existe pas, cela signifie que la souche est résistante à l'antibiotique.



les 3 autres cas). Or la couleur de la coquille est sous contrôle génétique. La coloration brune est la plus courante, notamment en France et en Grande-Bretagne où 95 % des poules pondeuses sont de la race Warren-Isabrown, sélectionnée en France ; mais parfois, les pigments coquilliers sont inexistants comme chez la race à œufs blancs White-Leghorn, qui constitue 90 % du cheptel américain et 70 % du cheptel allemand. Est-il possible que les races de poules soient différemment sensibles à une contamination transovarienne ? Par ailleurs, le peu de fréquence d'œufs infectés dans les élevages contaminés par *S. enteritidis* suggère-t-il que ce mode de contamination par les ovaires n'arrive que de façon intermittente ?

Face à toutes ces interrogations, les services officiels tâchent de mener l'enquête mais les indices, à l'heure actuelle, restent minces.

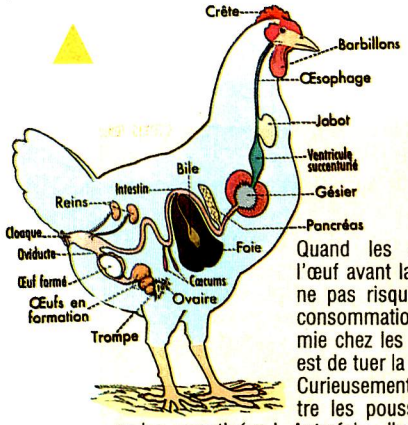
En Angleterre, à la fin de l'année dernière, lors d'un contrôle de routine sur un échantillon de 50 poules d'un élevage de 60 000 poules pondeuses, 13 seulement se sont révélés contaminées par *S. enteritidis*, dont 6 dans les ovaires ; la présence de la bactérie fut détectée dans le jaune, le blanc et la coquille d'un œuf "mou" prélevé sur l'un des oiseaux.

Un laboratoire vétérinaire a détecté également *S. enteritidis* dans des œufs prélevés avant formation de la coquille dans l'oviducte de poules pondeuses çà et là, en remontant à la source de foyers d'intoxication associés à la consommation d'œufs, des prélèvements ont également été positifs. Mais au total, le nombre d'œufs incriminés ne dépasse pas la douzaine.

En France, une étude a été lancée en novembre dernier par le Centre national d'études vétérinaires et alimentaires (CNEVA), à Ploufragan (Côtes du Nord). Cecile Lahellec et ses collègues ont gavé 8 poules rousses (Isabrown) et 8 poules blanches (Leghorn) de *S. enteritidis*, fournies par le Centre national de référence des *Salmonella*. La dose introduite dans le jabot des oiseaux était massive : 100 millions de salmonelles. Voici les résultats sur les œufs (2). Une des poules blanches, à partir du douzième jour après l'ingestion, a pondu régulièrement des œufs avec le jaune contaminé. Deux autres n'en ont pondu qu'une fois : l'une le quatorzième jour, l'autre le vingt-et-unième jour. Les œufs n'étaient bien sûr pas fêlés, ce qui exclut toute contamination d'origine externe. Chez les poules rousses, pas un seul œuf n'a été infecté.

Cependant, en donnant pendant 10 jours à 16

Les microfêlures de l'œuf passent inaperçues si l'on ne "mire" pas celui-ci en lumière artificielle. Or c'est la voie d'accès privilégiée pour les microbes.



LE GERME DANS L'ŒUF

Quand les salmonelles contaminent l'œuf avant la ponte, le seul moyen de ne pas risquer l'intoxication (œufs de consommation) ou d'enrayer une épidémie chez les poussins (œufs à couver) est de tuer la mère aux ovaires infectés. Curieusement, on gagnerait à faire naître les poussins dans des conditions moins aseptisées ! Autrefois, ils s'immunisaient par leur mère. Aujourd'hui, les éclosoirs industriels ne permettent plus la transmission d'une flore maternelle, "barrière" aux germes pathogènes. Et les poussins sont vulnérables à la première salmonelle venue. Les chercheurs en sont à mettre au point une flore de remplacement qu'on introduirait dans l'intestin des jeunes poulets (et poulettes). D'autres cherchent, parmi les toxines bactériennes naturelles, celle qui sera mortelle pour les salmonelles. Une société américaine, Applied Microbiology, se vante d'en produire déjà une par génie génétique.

poules (8 rousses, 8 blanches) de l'eau de boisson contaminée (la dose ingérée, 1 000 germes par poule et par jour, est alors plus proche des conditions naturelles), aucun œuf ne fut retrouvé contaminé. De même, 16 autres poules rousses de 38 semaines qui avaient eu des problèmes de bronchite infectieuse (des "immunodéprimées" en quelque sorte), abreuvées avec une eau contaminée, ne donnèrent que des œufs sains et loyaux.

Ces résultats devraient donc réconforter les consommateurs français qui mangent essentiellement des œufs de poules rousses. Autre acquis à l'avantage, des œufs français : la qualité des matières premières qui entrent dans l'alimentation des animaux d'élevage — dont les volailles — est plus surveillée qu'en Angleterre.

Les autorités anglaises ont en effet décelé des salmonelles dans beaucoup de matières premières importées pour l'alimentation animale ; farines protéiques d'origine animale, tourteaux de soja, de tournesol, de coton... A tel point qu'une liste "noire" de pays dont il faut contrôler strictement les importations (Inde, Pakistan, Equateur...) a été placée dans les ports. En France, les industriels de l'alimentation animale ont créé des associations (Qualimat) dont la mission est de contrôler la qualité des farines animales et autres matières premières utilisées en France.

La psychose de l'œuf à la salmonelle a donc épargné la France. L'œuf, fût-il de poule infectée, reste jusqu'à plus ample information symbole de pureté et de complétude. C'est heureux car c'est lui qui nous fournit les meilleures protéines au meilleur prix. La nutritionniste Nicole Doncieux, dans une étude réalisée en janvier 89 pour la société Mas d'Auge, a évalué le coût du gramme de protéine de quelques aliments : c'est pour l'œuf qu'il est le moins cher (13 centimes), devant le lait, le fromage, le poisson ou la viande (47 centimes pour l'escalope de veau). Et rappelons que nous consommons en France près de 15 milliards d'œufs par an !

Dans les élevages industriels, les œufs sont souvent automatiquement et immédiatement sortis par un rail vers une salle réfrigérée. C'est très favorable car les germes n'ont pas le temps de se multiplier. Selon Bernard Sauveur, de l'Institut national de la recherche agronomique, ce mode d'élevage donne des œufs de qualité bactériologique meilleure que celui des poules élevées au sol ou "en volière" sur des perchoirs (3). Peut-être, mais ce type d'élevage concentrationnaire (que ce soit de volailles, de porcs, de veaux ou de vaches laitières) favorise les épizooties (épidémies chez l'animal). Alors que les salmonelloses n'existent pratiquement pas dans les élevages extensifs, c'est une menace permanente dans les élevages intensifs, où elles sanctionnent le stress des animaux, des mauvaises conditions d'élevage (coup de chaleur, courants d'air...), de transport, d'allotement (regroupement d'animaux d'origine différente) ou d'abattage.

De plus, les germes qui survivent dans ces élevages ont acquis une résistance aux multiples antibiotiques administrés soit à titre curatif (sur ordonnance) dans l'eau de boisson ou les aliments médicamenteux, soit à titre préventif — en tant que "facteurs de croissance", pour améliorer les performances des animaux — dans l'aliment quotidien. Ces derniers limitent la flore digestive donc réduisent le réservoir de germes potentiels pour l'homme. Mais donnés de manière continue, ils sélectionnent les germes résistants, même si la dose utilisée est de quelques mg/kg d'aliment complet.

Les additifs anti-infectieux autorisés figurent cependant sur une liste exhaustive dressée pour chaque type d'élevage qui évolue avec le temps et exclut les nouvelles molécules utilisées en médecine humaine.

Plus dangereux est donc l'emploi des antibiotiques médicamenteux destinés à remettre sur pied un troupeau dont 10 % de l'effectif peut flancher en un jour si rien n'est fait ! L'arsenal thérapeutique est large pour les veaux, les porcs ou les pou-

(suite du texte page 159)

(1) *The journal of the american medical association*, 8 avril 1988, vol 259, n° 14, p. 2104.

(2) Ces résultats ont été rendus publics le 14 mars dernier, lors du colloque sur "les microorganismes pathogènes dans l'alimentation humaine" organisé à l'Institut Pasteur.

(3) *Reproduction des volailles et production d'œufs*, Bernard Sauveur. Editions INRA.

(4) *The new england journal of medicine*, 5 mars 1987.

Passion ou allergie, le foot, il n'y a plus de quoi en faire un drame!

Création Roger Netter. Graphos . Photo J.L. Reichel

L'écouteur infrarouge, sans fil, Sennheiser permet d'écouter la télévision plus fort, sans gêner les autres, sans être gêné par les autres.

Ensemble infrarouge HDI/SI 405

Sennheiser ramène la paix entre les allumés du foot qui souhaitent "mettre la télé plus fort" et les allergiques qui préfèrent baisser le son pour bavarder.

Un émetteur infrarouge est branché sur la sortie casque du téléviseur. C'est un boîtier noir, plat, que l'on pose sur le téléviseur. Il envoie le son, par rayon infrarouge jusqu'aux écouteurs sans fil dont on peut régler le volume sonore. L'amateur de foot ne perd pas une miette de son match, mais pour les autres, le son est coupé, le téléviseur est muet. La famille retrouve la paix.
Et comme l'écouteur Sennheiser est léger, qu'il ne décoiffe pas et se porte aussi facilement qu'une paire de lunettes, on n'hésite pas à l'utiliser.

Pour tout savoir sur l'ensemble émetteur-écouteur HDI/SI 405 Sennheiser, et recevoir la liste des points de vente, il vous suffit d'écrire à Sennheiser France 128 Bis avenue Jean Jaurès 94204 Ivry-sur-Seine.

Pour les malentendants, un modèle spécial, le HDI/SI 405 modèle S, favorise les fréquences qu'ils perçoivent le mieux. Son niveau sonore réglable, est renforcé d'origine de 10 db. Sur simple demande, Acourex, 2 rue d'Estienne d'Orves 94480 Ablon. Tél. (1) 45.97.03.45, vous enverra la liste des revendeurs audioprothésistes spécialisés.

SENNHEISER

La télévision plus fort sans gêner les autres.

COMMENT CAPTER LES PROGRAMMES DE TDF-1 ET D'ASTRA

Les émissions transmises par le satellite Astra ont commencé et celles de TDF-1 vont suivre dans quelques semaines. Voici comment les recevoir et les enregistrer.

PAR LAURENT DOUEK

Les programmes diffusés par le satellite de grande puissance TDF-1 en D2-MAC Paquet, le nouveau standard européen de télévision en couleurs, devraient débuter le 1er mai à 19 heures. Si aucun incident ne vient troubler le cours des événements, la Sept commencera alors ses émissions publiques, via ce satellite. TDF-1 ne sera cependant pas le premier. Il aura été précédé par Astra, son concurrent luxembourgeois de moyenne puissance, déjà en service (voir *Science & Vie* n° 856, janvier 1989).

Certes, pour les débuts de la télévision directe par satellite, peu de Français seront à même de suivre les programmes, tant pour TDF-1 que pour Astra. Rares sont en effet les téléspectateurs déjà équipés d'une antenne de réception satellite. Pour TDF-1, il faut en outre un système de décodage D2-MAC Paquet. Pour Astra, aucun appareil de décodage n'est nécessaire (sauf, toutefois, pour capter les programmes scandinaves qui sont diffusés, dès aujourd'hui, en D2-MAC Paquet) ; par contre, un téléviseur PAL ou PAL/SECAM est indispensable car tous les programmes (sauf les scandinaves) sont en PAL. Il sont, au surplus, essentiellement en langue anglaise, ce qui constitue certes une ouverture sur le monde extérieur, mais n'est pas de nature à attirer la grande masse de nos téléspectateurs.

Quelques équipements pour recevoir TDF-1 : antennes paraboliques ou plates, démodulateur satellite, décodeur D2-MAC Paquet et téléviseur incluant ces deux éléments (voir page 118).

Cette situation n'est pas sans quelques ressemblances avec celle qui existait en 1967, lors du lancement de la télévision en couleurs : peu de Français pouvaient la recevoir parce que le parc des récepteurs couleurs était inexistant. Au surplus, le réseau des émetteurs n'était pas en place et seule la région parisienne pouvait recevoir la couleur. Sur ce dernier point, les Français sont aujourd'hui plus favorisés : le satellite TDF-1 couvre d'emblée tout le territoire métropolitain et il ne dépend que d'eux... et de leur budget... d'entrer dans l'ère de la télévision européenne puis de la télévision à haute définition, la seule qui subsistera, lorsque le D2-MAC, puis le HD-MAC auront remplacé le PAL et le SECAM.

Dès le mois prochain donc, vous pourrez capter les satellites de diffusion directe. Avec quel matériel, dans quelles conditions, à quel prix ? Autant de questions auxquelles nous allons nous efforcer de répondre.

Quels seront les programmes retransmis par TDF-1 ? C'est au Conseil supérieur de l'audiovisuel (CSA) d'en décider, ce qui est maintenant imminent. Depuis février, les candidats ont déposé officiellement leurs projets. Il y en a une quinzaine, sans compter les projets de programmes radiophoniques, alors qu'il n'existe que cinq canaux sur TDF-1. On ne peut nier que c'est un succès et, sur ce point, il nous faut ouvrir une parenthèse. En effet, dès 1987, et il y a quelques semaines encore, les médias quasi unanimes affirmaient que TDF-1, satellite de grande puissance (230 W par canal) représentait une technologie périmée et que seuls les satellites de moyenne puissance comme Astra (45 à 50 W par canal) étaient rentables. Nous avons presque toujours été seuls à penser le contraire, très exactement depuis mai 1986 (*Science & Vie* n° 824).

D'abord parce que, aux termes d'un accord franco-allemand, TDF-1 et son homologue TV-SAT devaient mettre progressivement fin à la coupure de l'Europe audiovisuelle avec les standards PAL et SECAM. Il semblait difficile, sur cette question, d'envisager une annulation de ces accords franco-allemands. Ensuite, et c'est sans doute le point le plus important, parce que les satellites de grande puissance allaient permettre le développement du nouveau standard, le D2-MAC Paquet, vers la haute définition, cette nouvelle télévision à laquelle maintenant se sont ralliés tous les pays du monde, y compris récemment les Etats-Unis. Seule la grande puissance, dans la technologie actuelle des télécommunications, permet de transmettre une image de qualité et quatre voies de son stéréophonique numérique de haute-fidélité ou huit voies de moindre fidélité.

Le satellite Astra qui, finalement, aura deux canaux en D2-MAC Paquet pour diffuser les programmes scandinaves, ne pourra pas utiliser pleinement les possibilités des voies sonores. Par la suite, à partir de 1992, il ne pourra pas diffuser d'émissions en haute définition. Aussi voit-on aujourd'hui les Japonais, les Américains et les Européens, se doter de satellites de grande puissance. C'est ainsi qu'Ariane lancera en décembre prochain pour le compte de NHK, l'organisme public de télévision japonais,

le satellite BS-2X, équipé de trois canaux de 200 W chacun et destiné notamment à la télévision à haute définition.

Prochainement Ariane devrait aussi lancer Télé-X, un satellite à cinq canaux de 230 W chacun, construit par l'Aérospatiale à Cannes, pour le compte de la Suède. Un satellite identique, Olympus, devrait être placé sur orbite quelques mois plus tard pour le compte de l'Agence spatiale européenne et de l'Italie. Début 1990, le Royaume Uni et l'Irlande devraient suivre avec les satellites BSB et Erinsat (120 W par canal).

Revenons à TDF-1 et aux candidats à ses cinq canaux. Il est pratiquement acquis que la Sept disposera d'un canal car cette chaîne publique et culturelle a pratiquement été créée sur cette promesse. Elle deviendra, l'an prochain, une chaîne européenne associée à un partenaire allemand. Les autres projets qui donneront lieu à des émissions à l'automne ou début 1990, ont été déposés par :

DES ANTENNES POUR CAPTER TDF-1

ANTENNE	TYPE	TAILLE	PRIX (pose non comprise)	DISPONIBILITÉ
Fuba ❶ DAP 55	Parabolique	Ø 55 cm	4 800 F	Immédiate
Hirschmann ❷ Fesat 550.U	Parabolique	Ø 55 cm	4 000 F	Immédiate
Kathrein ❸ CAS 06	Parabolique	Ø 65 cm	3 800 F	Immédiate
Océanic ❹ Antenne 4500	Parabolique	Ø 45 cm	2 300 F	15 avril 1989
Panasonic ● PA 33 R	Plate	35×20×3 cm	2 000 à 3 000 F	Mai 1989
Portenseigne ❺ 501 05 00	Parabolique	Ø 50 cm	2 000 F	Immédiate
❻ 502 05 00	Plate	45×42×4 cm	3 000 F	Mai 1989
Tonna ❼ Antenne 49	Parabolique	Ø 49 cm	2 500 F	Mai 1989
Wisi ❾ OA 55	Parabolique	Ø 55 cm	3 000 F	Mai 1989

Il existe aussi des antennes qui permettent de recevoir indifféremment TDF-1 et Astra, comme la **Tonna 77** (photo n° 8 p. 116). Elles sont alors munies de deux têtes hyperfréquence (une par satellite).

- TF-1 et Antenne 2 pour la diffusion de leurs programmes actuels en D2-MAC Paquet ;
- FR3, Antenne 2 et le Comité national olympique et sportif pour créer une chaîne sportive cryptée.
- Canal Plus pour deux chaînes, l'une devant retransmettre ses programmes actuels, l'autre, en association avec le groupe de presse allemand Bertelsmann, pour diffuser une version allemande.
- Editions mondiales, Bernard Tapie Finance, TF-1 et quelques autres partenaires — dont Téléclub, une société allemande — pour créer Téléfan, une chaîne cryptée familiale et pour enfants.
- Une association Téléclub, TF-1 et Fininvest, pour lancer une chaîne de variétés, Téléclub ;
- Une association entre Communication développement (une filiale de la Caisse des dépôts et consignations), la Générale d'images, CBS France, Polygram et la station de radio NRJ, pour créer Euromusique, chaîne musicale non cryptée ;
- Une association entre Communication développement, le groupe de presse CEP Communication, Larousse S.A., Bayard Presse, Canal Plus et Antenne 2 pour créer Canal Enfants et une chaîne musicale ;
- Une alliance Bouygues-Berlusconi pour la diffusion en plusieurs langues de films sur une chaîne cryptée appelée Fictions européennes, la diffusion d'actualités sur une seconde chaîne cryptée, Actualités-Sports-Economie.
- Pierre Bellemare, pour créer une chaîne non cryptée de vente par télévision, Télé-achat ;
- Une chaîne en plusieurs langues et non cryptée, Cyclopolis, pour promouvoir les jeunes réalisateurs européens de courts métrages.

La télévision, nous l'avons vu, n'est pas seule en lice. Une chaîne de télévision n'utilisant pas forcément tous ses canaux, certains vont être concédés à des stations radiophoniques numériques. Bien entendu, celles-ci seront reçues par l'intermédiaire du téléviseur, mais elles pourraient l'être également avec un récepteur spécifique muni d'une petite antenne plate et carrée de 25 à 35 cm de côté, selon l'endroit où l'on se trouve. Le coût d'un tel appareil et de son antenne serait d'environ 3 500 F à 5 000 F. Sont candidats à la diffusion de programmes : Radio-France, pour deux programmes ; Radio-France internationale, pour la retransmission de ses programmes actuels ; Europe 1 ; la Compagnie luxembourgeoise de télévision (CLT) pour retransmettre Aventure FM ; NRJ, pour rediffuser ses émissions et la Bundespost, l'organisme public des postes et télécommunications allemand, pour émettre 12 à 16 programmes en son stéréophonique.

Tous ces programmes radiophoniques pourront se faire, dans un avenir proche, en "radiovision", procédé qui permettra de diffuser sur l'écran une image fixe ou une série d'images fixes codées numériquement sur les mêmes canaux que le son.

Quels sont les programmes transmis par Astra ? Une dizaine de canaux sur les 16 que compte ce satellite, transmettent des programmes depuis le mois de février. La plupart sont donc en PAL, de langue anglaise : Eurosport (non crypté), MTV (musique, non crypté), Sky Channel (divertissements, non crypté), Sky Movies (films, crypté) et Sky News (informations, non crypté). Le stan-

dard PAL permettant la stéréophonie et, par conséquent, le passage de plusieurs canaux son, quelques chaînes diffusent en plusieurs langues : Filmnet (chaîne suédoise de films, cryptée, proposant six langues dont le français), Kindernet (le matin, pour enfants, en anglais et allemand, non cryptée), Lifestyle (l'après-midi, programmes féminins en français, non cryptée), Screensport (non cryptée, en anglais, français et allemand).

Cet été, deux autres chaînes entreront en service : Disney Chanel (en anglais et cryptée, pour les enfants) et Sky Arts (également en anglais, non cryptée, émissions culturelles).

Les Scandinaves ayant opté pour le standard D2-MAC Paquet, une chaîne, TV3 (Scansat), émet des programmes généraux depuis février (cryptés, en suédois, danois et norvégien). Une seconde chaîne (TV4, Scansat) fonctionnera dans les mêmes conditions à l'automne.

Comment capter TDF-1 et Astra ? Les téléviseurs actuels dotés d'une prise de péritélévision sont utilisables. Pour Astra, il faut en outre qu'ils soient au standard PAL ou PAL/SECAM. Dès aujourd'hui il est possible de programmer sur la télécommande la réception des diverses chaînes en utilisant les touches libres. Bien entendu, il faut au préalable s'équiper du matériel nécessaire à cette réception et le brancher sur la prise péritel.

Les satellites utilisant des fréquences différentes, plus élevées que pour les émissions terrestres, un démodulateur spécifique est nécessaire (à moins que le téléviseur en soit déjà pourvu, comme certains modèles Salora, ce qui reste très rare) en plus de l'antenne parabolique. Pour que le téléviseur reçoive le standard D2-MAC Paquet, il faut également un décodeur spécifique. Actuellement, Philips, Thomson et Nokia, commercialisent ces appareils en petites quantités. Les Japonais, de leur côté, ont indiqué qu'ils avaient construit des téléviseurs au standard D2-MAC Paquet. Les constructeurs européens restent sceptiques : aucune demande de cession de licence D2-MAC ne leur est parvenue et ils ajoutent que le prix de cette licence n'est pas encore fixé. D'ici la fin de cette année, les industriels européens estiment qu'il se vendra environ 50 000 équipements de réception pour capter TDF-1 en France. A partir de 1990, cette production passera à 30 000 par mois.

Pour Philips et les marques de son groupe (Centaury, Portenseigne, Radiola et Schneider), le décodeur D2-MAC Paquet est associé à un démodulateur satellite qui se raccorde sur la prise Péritel de tout téléviseur. Il en existera deux modèles : le 22 AV 1150, appareil perfectionné vendu aux alentours de 5 000 F, capable de capter tous les satellites actuels, y compris Astra et TDF-1, et le 22 AV 1116, dont le démodulateur ne pourra recevoir que TDF-1, son prix s'établira aux environs de 4 000 F. Ces deux modèles sont pourvus d'une télécommande pour sélectionner la chaîne et le canal son désirés. Sur le modèle 22 AV 1150, cette télécommande peut piloter également une antenne parabolique motorisée. Philips n'a pas prévu de commercialiser, pour l'instant, des téléviseurs avec décodeur, estimant qu'il est préférable, actuellement, d'équiper les téléviseurs existants car le parc des appareils ayant une prise péritel est très important en France. Cependant, on constate que les téléviseurs Philips ne peuvent accepter de nouvelles cartes électroniques, donc une carte décodeur. Mais un changement de châssis interviendra en juin dans les chaînes de fabrication et permettra à terme de produire des téléviseurs D2-MAC Paquet.

De conception très récente, le téléviseur Planar Thomson peut, lui, recevoir une carte D2-MAC. Sous la référence D2 72 XP, cet appareil doté d'un écran de 72 cm, est très complet, puisque son système démodulateur accepte toutes les émissions d'où qu'elles viennent (des satellites TDF-1, Astra, Intelsat, Eutelsat et Télécom ou par la voie hertzienne terrestre) et il est véritablement multistandard PAL, SECAM, NTSC, D2-MAC Paquet). La télécommande contrôle toutes les fonctions, y compris l'éventuelle rotation d'une antenne parabolique motorisée, et les instructions s'affichent en clair sur l'écran. Il dispose également d'une mémorisation de 49 programmes. Son prix est de l'ordre de 12 000 F, soit environ 3 000 F de plus que la version non équipée satellite et D2-MAC Paquet. D'ici la fin de cette année, Thomson lancera d'autres téléviseurs, dotés d'écrans plus petits, sous ses diverses marques (Thomson, Brandt, Saba, Telefunken). Un démodulateur satellite associé à un décodeur D2-MAC sera également disponible dans un proche avenir.

Derrière l'antenne **Wisi** (n° 9 dans le tableau), le système de réglage pour positionner celle-ci par rapport à l'horizontale.

Pour sa part, le groupe scandinave Nokia vient de commercialiser, sous les marques Océanic, Salora et ITT, un démodulateur satellite doublé d'un décodeur D2-MAC Paquet au prix d'environ 4 500 F. Cet appareil (Océanic, RSD 2000 ou Salora 269 59 00) reçoit TDF-1 et Astra. Grâce à une télécommande sans fil, il est possible de sélectionner les canaux

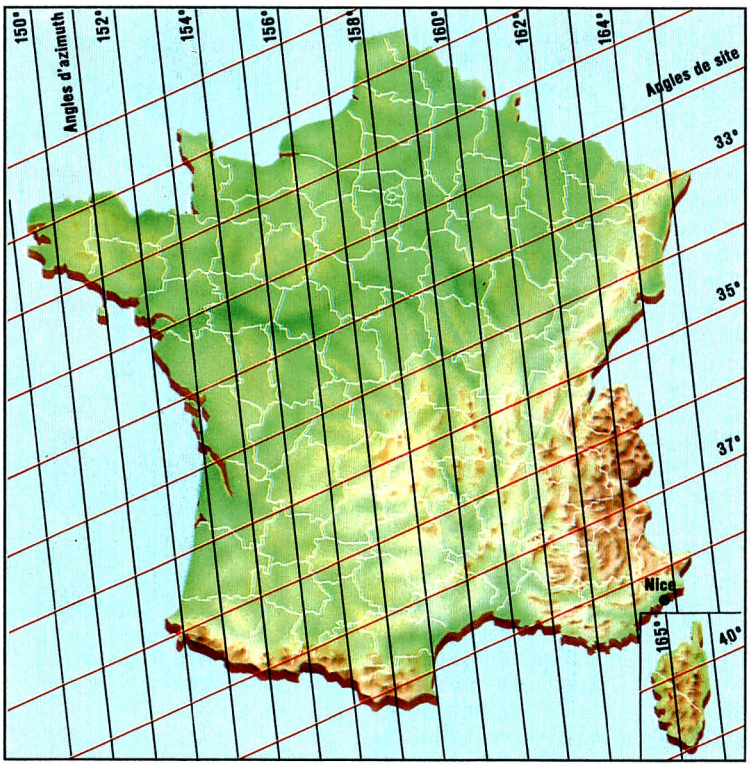
image et les canaux son émis en D2-MAC Paquet. Sous la marque Océanic, est également proposé le téléviseur 71 OC 7025 C, doté d'un grand écran (70 cm) et multistandard, tout comme le modèle Thomson. Il peut mémoriser 100 programmes hertziens et 50 programmes satellites dont les cinq canaux de TDF-1 et les seize d'ASTRA qui sont préréglés en usine. Son prix est d'environ 12 000 F. Enfin, pour le mois de septembre, Océanic annonce un décodeur D2-MAC seul, sous la référence D 2000 au prix de 3 000 F. Cet appareil conviendra aux collectivités et aux particuliers déjà équipés d'un démodulateur satellite ou reliés à un réseau câblé, si ce dernier retransmet des programmes en D2-MAC Paquet.

Quelle antenne choisir ? La réponse à cette question diffère selon qu'on souhaite capter TDF-1 seul ou aussi Astra. Grâce à son parfait positionnement en orbite et à sa forte puissance d'émission, TDF-1 est très bien reçu en France. A Paris, le pointage approximatif d'une antenne (parabolique ou plate) ne mesurant qu'une quarantaine de centimètres de diamètre et posée sur une table à l'intérieur d'une pièce, suffit pour une réception satisfaisante. Nous en avons fait l'expérience. Il est bien entendu préférable d'installer cette antenne en un point bien dégagé vers le satellite. Peu importe que cette installation se fasse sur un toit, au sol ou contre un mur. Observons ici que si une antenne de piètre qualité, voire une simple feuille d'aluminium au dire de certains techniciens, permet de capter les émissions en D2-MAC Paquet en provenance de TDF-1, il en ira tout autrement avec le futur standard de haute définition HD MAC (voir plus loin). Pour éviter toute déconvenue aux téléspectateurs disposant d'une antenne parabolique ou plate lors de la mise en service du HD MAC, le ministère de l'Industrie va prochainement créer un label qui garantira la compatibilité future avec ce standard.

La puissance d'Astra étant plus faible et ses émissions se faisant sur d'autres fréquences que TDF-1 (11,2 à 11,45 GHz contre 11,7 à 12,1 GHz pour TDF-1), une antenne parabolique de plus grand diamètre est nécessaire (au moins 60 centimètres) ainsi qu'une tête hyperfréquence différente (de la taille d'un microphone, elle se trouve en face de la parabole et reçoit les signaux focalisés par celle-ci). Toutefois, si l'on désire capter les deux satellites, une seule antenne parabolique suffit en ayant soin, bien sûr, de choisir le diamètre le plus grand — celui nécessaire pour recevoir Astra — et en ajoutant une deuxième tête hyperfréquence. D'autre part, comme les positions orbitales de ces deux satellites diffèrent (Astra est placé sur l'orbite géostationnaire à 19,2° Est et TDF-1 à 19° Ouest), un système de motorisation est nécessaire pour orienter automatiquement l'antenne.

Les réseaux câblés transmettront-ils les programmes de TDF-1 et d'Astra ? Nous serions tentés de dire que la réponse appartient aux organismes responsables de ces réseaux. Ce sont eux qui décident des programmes et des services distribués. En fait, la capacité des réseaux ne permettra pas de distribuer tous les nouveaux programmes. Le réseau de Paris, par exemple, qui est conçu actuellement avec une capacité de 20 pro-

COMMENT ORIENTER VOTRE ANTENNE POUR RECEVOIR ASTRA...



Les positions d'Astra et de TDF-1 étant différentes, le réglage de l'antenne dépend donc du satellite que l'on souhaite capter et du lieu où l'on se trouve. Sur ces deux cartes, les lignes rouges représentent l'angle de site, c'est-à-dire l'élévation de l'antenne par rapport à l'horizontale, et les lignes noires l'angle d'azimut, c'est-à-dire la position de la parabole par rapport au Nord magnétique. Ainsi, à Nice, pour capter TDF-1, il faut positionner l'antenne à 33° d'élévation et à 216° du Nord magnétique. Pour Astra, les valeurs seraient respectivement de 38° et 172°.

grammes en distribue déjà 16. Cela ne permettra pas de proposer, en plus, les 21 canaux de TDF et d'ASTRA.

Lorsque des programmes seront distribués, le téléspectateur les recevra comme les autres chaînes. Il n'aura donc besoin ni d'antenne, ni de démodulateur. Par contre, pour le D2-MAC Paquet, le décodeur restera nécessaire. A moins que le réseau ne décide de transcoder le D2-MAC en SECAM. A priori donc, les choses paraissent simples, du moins pour l'abonné qui n'aura qu'à examiner les propositions de l'administration du réseau. Pour cette dernière, par contre, il sera parfois difficile, voire impossible, de distribuer correctement et totalement les programmes TDF-1, soit parce que le réseau est saturé, soit parce qu'il n'a pas une bande passante suffisante sur tout son parcours pour transmettre sans pertes le D2-MAC Paquet (et a fortiori la future télévision à haute définition).

Comment enregistrer les émissions en D2-MAC Paquet ? Les magnétoscopes classiques de tous formats autorisent l'enregistrement des programmes transmis par TDF-1. Toutefois, il importe de brancher ce type d'appareil sur la prise péritel des téléviseurs car le signal délivré n'est pas le signal composite habituel SECAM ou PAL. Celui-ci sera alors reconstitué par le magnétoscope. Il y aura donc une perte de qualité des images émises en D2-MAC Paquet. Les récents magnétoscopes au standard S-VHS montreront ici leur intérêt. En effet, ils enregistrent séparément les signaux de couleurs (chrominance) et de contraste (luminance), évitant ainsi les intermodulations que produisent les signaux vidéo composites comme le SECAM, le PAL ou le NTSC. Néanmoins, ces signaux séparés de luminance et de chrominance ne sont pas disponibles en sortie de la prise péritel des téléviseurs actuels : pour les obtenir, un séparateur est nécessaire. On le trouve notamment sous la référence RS 80 chez les détaillants vidéo. Ce séparateur n'est pas nécessaire avec certains téléviseurs très récents (notamment le Sony KV-FX 29 B) ou avec le téléviseur Thomson décrit précédemment qui comporte le décodeur D2-MAC intégré : ces appareils possèdent une deuxième prise péritel câblée avec des sorties en luminance et chrominance séparées.

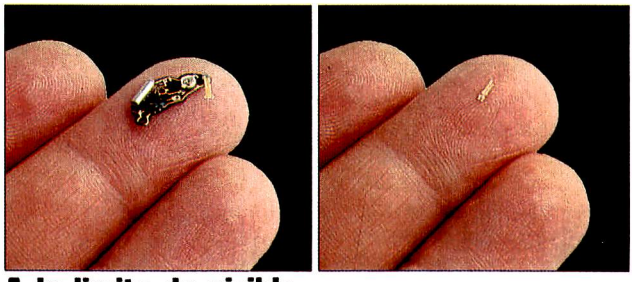
Comment va évoluer le D2-MAC Paquet ? Dès l'année prochaine, certaines chaînes devraient émettre des images en formats larges. Nous savons (voir *Science & Vie* n° 856, janvier 1989) que cela est possible en complétant le balayage vidéo horizontal, les informations supplémentaires étant regroupées en "paquets" qui viennent s'intercaler entre les "paquets" d'informations des émissions actuelles pour une image étroite en D2-MAC Paquet. Ainsi, sur un téléviseur équipé d'un écran plus large (le rapport du grand côté sur le petit sera de 16/9 au lieu de 4/3 actuellement), on pourra regarder les films en cinémascope sans qu'apparaissent les bandes noires en haut et en bas de l'écran. Philips et Thomson ont annoncé l'arrivée de tels appareils pour le début de l'année prochaine (à un prix supérieur à 20 000 F). L'écran large de ces téléviseurs aurait un balayage 1250 lignes, et serait donc parfaitement adapté à la future télévision à haute définition. Bien entendu, ces émissions "élargies", comme celles de la future haute définition, pourront être reçues, sans modifications, sur tous les téléviseurs actuels, mais sans les améliorations qu'elles procurent sur un récepteur à écran large. Rappelons ici que, même avec ces récepteurs à écran large, l'image ne sera pas encore en haute

(suite du texte page 161)

... ET POUR RECEVOIR TDF-1

COMMENT BAT LE CŒUR D'UNE MONTRE A QUARTZ

Si tout le monde connaît le balancier des horloges ou le spiral des réveils, à peu près personne n'a vu le quartz des montres actuelles. Il faut dire qu'il est à la limite du visible et que son fonctionnement reste ésotérique.



A la limite du visible. Toute montre à quartz comporte un module électrique (à gauche) sur lequel on distingue un petit tube en nickel ; dans ce tube se trouve le diapason de quartz plaqué or, cette minuscule chose dorée (à droite). Aucun détail n'est visible à l'œil nu.

Depuis maintenant une quinzaine d'années, on s'est habitué à ce qu'une montre bracelet ait en pratique la précision d'une horloge de laboratoire, et cela grâce à un minéral bien commun mais magique en horlogerie, le quartz. De fait, et nous l'avons vérifié, une bonne montre à quartz peut ne pas dériver de plus de 3 secondes par mois, soit à peine plus d'une demi-minute dans l'année.

Les meilleures montres à balancier spiral faisaient vingt fois moins bien, puisqu'il fallait un réglage très soigneux pour qu'elles ne varient que de ± 2 secondes par jour. Ce fabuleux progrès dans la précision, on le doit à une découverte faite en 1817 par l'abbé Haüy, un des fondateurs de la cristallographie : certains corps cristallisés présentent sur leurs faces des charges électriques dès qu'on les soumet à des contraintes.

Il fallut pourtant attendre la communication de P. et J. Curie à l'Académie des sciences en 1880 pour que ce phénomène, dit de piézoélectricité, soit vraiment connu ainsi que ses premières lois : la charge électrique receuillie est proportionnelle à la force exercée. L'année suivante, Lippmann montrait que le processus est réversible et que les champs électriques appliqués à certaines faces produisent une déformation.

Parmi les corps piézoélectriques, le plus courant et le plus intéressant est le quartz, qui n'est autre que de la silice (oxyde de silicium SiO_2) ; celle-ci est le minéral le plus abondant sur Terre puisque le sable, le gneiss, le granit, le grès sont à base de silice cristallisée. L'aspect du quartz est connu : il forme des prismes hexagonaux transparents terminés par une pyramide pointue dont les faces paires et impaires sont légèrement différentes.

Pour les spécialistes, le réseau cristallin du quartz se repère par trois axes selon lesquelles les propriétés physiques sont différentes (le matériau est de ce fait dit anisotrope) : un axe optique Z selon la longueur du prisme, un axe mécanique Y perpendiculaire à un couple de faces, et un axe électrique X parallèle à ces faces, et passant donc par deux arêtes opposées.

Comme tous les solides, le quartz est élastique, au même titre que le verre, l'acier ou la porcelaine. Il peut donc être le siège de vibrations élastiques, c'est-à-dire d'oscillations périodiques, quand on l'écarte de sa position d'équilibre et qu'on l'abandonne, comme un ressort en acier sur lequel on tire brusquement — le phénomène est le même, qu'il

PAR RENAUD DE LA TAILLE

Un diapason de verre métallisé. Très agrandi, le diapason de quartz révèle le curieux dessin des électrodes qui ont pour but d'entretenir par effet piézoélectrique la vibration des branches du cristal : le courant doit être amené et repris de part et d'autre au bon endroit pour avoir la meilleure précision.

s'agisse d'une lame de métal, d'une cloche, d'une fourchette ou d'un verre.

Tous ces processus vibratoires seraient fort intéressants pour l'horlogerie si on savait les entretenir et les capter, ce qui n'est pas toujours le cas. Pour le moment, on ne sait toujours pas compter le temps de manière continue (à la manière d'une planète qui tourne autour du soleil, par exemple), aucun phénomène rotatif n'étant stable à notre échelle.

Depuis les débuts de l'horlogerie, on est réduit à fractionner le temps et à compter ces fractions en espérant qu'elles soient rigoureusement égales, ce qui bien entendu n'est jamais vraiment le cas. On a commencé par des sortes d'haltères lancées dans un sens et dans l'autre, puis on a utilisé le pendule de gravité (masse oscillant au bout d'un fil) et enfin une roue liée à un ressort spiral.

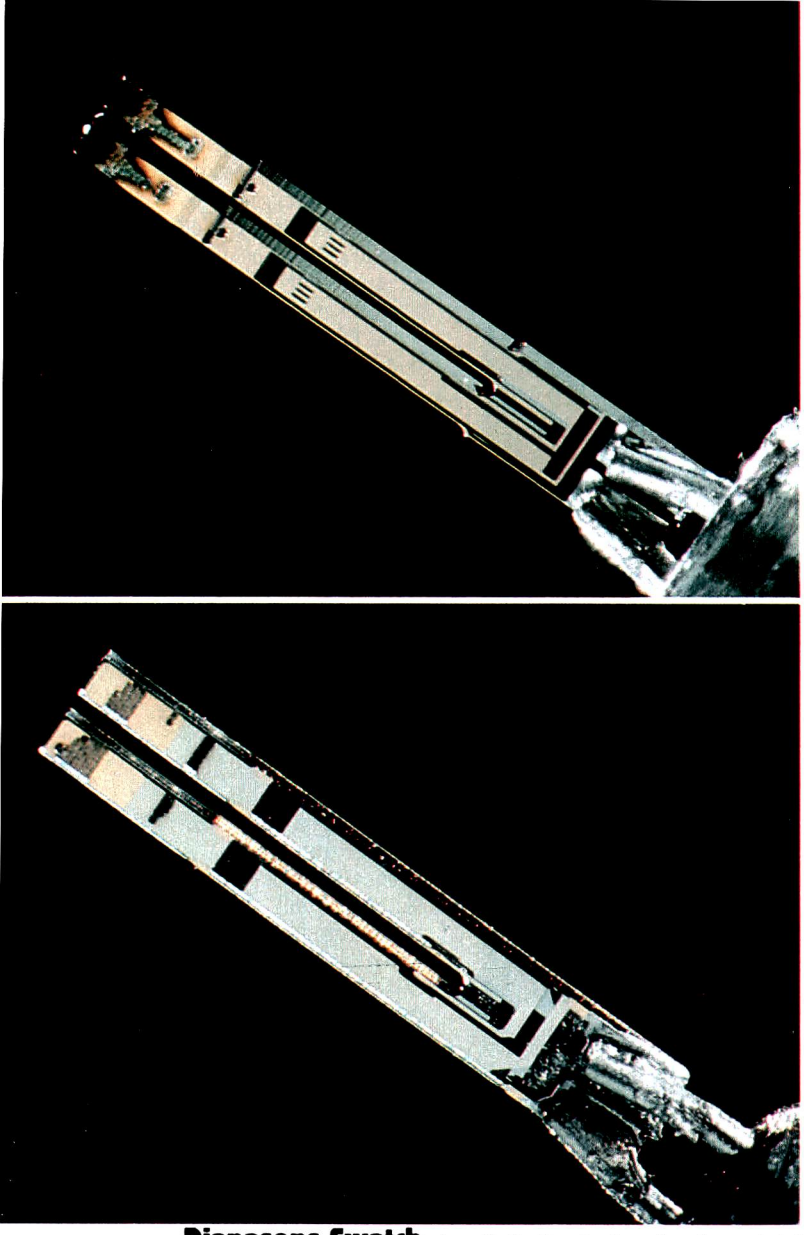
Très vite, on a découvert que la précision du système oscillant était d'autant meilleure que ses oscillations étaient plus rapides. Dans les montres bracelet, le balancier spiral faisait 5 aller-retour en 2 secondes, soit une fréquence de 2,5 Hz. C'était très peu, et bien insuffisant pour assurer une dérive inférieure à 1 seconde par jour ; il aurait fallu pour cela des oscillateurs dépassant les centaines de Hz.

Pour des raisons mécaniques évidentes — inertie des pièces — aucun balancier ne peut osciller autour de son axe des centaines de fois par seconde; on arrive là à des fréquences qui sont celles des notes de musique (la_3 = 440 Hz). Qui dit musique pense diapason, autrement dit système vibrant. On sait entretenir les vibrations d'un diapason par un ensemble d'électroaimants, et les compter avec un cliquet et une roue à rochet dont les dents sont si nombreuses qu'elles sont invisibles à l'œil nu.

Il y eut des montres à diapason dont la précision était déjà supérieure à celle des balanciers, mais il manqua à l'époque (1960) les circuits intégrés qui auraient permis d'exploiter au mieux la formule. Et surtout les ingénieurs pensaient déjà au quartz, beaucoup plus intéressant comme compteur de temps que les diapasons en acier.

En effet, le quartz est piézoélectrique : toute déformation donne naissance à un champ électrique, et réciproquement. Or une vibration n'est jamais qu'une suite de déformations périodiques alternées, lesquelles vont engendrer des courants périodiques alternés, autrement dit des courants alternatifs. Qui plus est, le quartz, étant un cristal très dur, a des fréquences de vibration élevées — des milliers de Hertz, ce qui est très favorable pour la précision.

Si on applique une tension sur les deux faces d'un quartz, il se déforme (en flexion, en extension ou en cisaillement selon la disposition des électrodes) ; quand on relâche brusquement le courant, il oscille, tout comme une lame élastique quelconque. Mais parce qu'il est piézoélectrique, ces oscillations vont engendrer un courant alternatif de même fréquence



Diapasons Swatch. La métallisation des branches du quartz fait appel soit à l'or, soit au chrome, mais suit toujours un dessin géométrique conçu sur ordinateur et dont chaque détail (interruptions, angles, contours, découpes brèves et autres) a son importance dans le mode de vibration déterminé par la forme de ces électrodes.

que les vibrations. En couplant de manière appropriée le courant d'entrée, qui va servir à entretenir les vibrations du quartz, et le courant alternatif de sortie, qui sera le "compte-temps", on obtient un résonateur à quartz dont les oscillations ont une remarquable constance et qui se trouve à l'abri de tous les problèmes qui affectaient les systèmes mécaniques : frottements, jeux, usure des pièces et autres.

Techniquement, c'est un dispositif d'une remarquable simplicité : un morceau de quartz tout seul mis en vibration (le plus souvent 2^{15} Hz, soit 32 768 oscillations par seconde) et dont le courant de sortie est compté par des circuits intégrés, puis affiché par des aiguilles ou des cristaux liquides.

Restait quand même une énigme, sans doute pas pour les fabricants, mais pour nous et pour tous ceux que nous avons pu rencontrer : comment sont placées les électrodes qui amènent le courant, et à quoi ressemble ce quartz ? Le plus souvent on l'imagine à l'image de ce que fournit la nature, un prisme terminé par une petite pyramide genre taille diamant ou pendeloque de lustre. Parfois on cite un petit barreau (quelques horlogers consultés).

Voulant en avoir le cœur net, nous avons mis une Swatch (bonne montre mais qui avait pris un mauvais coup) en pièces détachées pour y découvrir un minuscule tube en nickel (la taille d'un fragment de mine de crayon) qui à l'évidence renfermait le fameux quartz. Restait à ouvrir ce tube, qui est scellé sous vide, en le bloquant d'abord dans le mandrin d'une perceuse mieux faite pour forer des trous dans le béton que pour bricoler des pièces d'horlogerie.

Faire ensuite délicatement et longuement le tour de ce mini-tube avec une lime fine nous mena à la découverte : le quartz apparut comme une très petite chose dorée et fendue. Avec une très forte loupe, il se révéla enfin pour ce qu'il est : un diapason transparent en quartz avec des faces métallisées en or. Voulant être sûr que cette forme était la règle courante, nous avons fait le tour des relations et connaissances pour avoir d'autres montres à ouvrir.

Dans le lot, une Seiko, quelques Lorus solaires ayant cessé tout service, une autre Swatch victime d'une chute, et plusieurs engins genre réveil de poche à affichage numérique à 35 F l'exemplaire ou montres publicitaires en plastique. Toutes possédaient le petit tube en maillechort dans lequel nous avons toujours trouvé un diapason en quartz plus ou moins minuscule — apparemment, moins la montre est chère, et plus le quartz est gros.

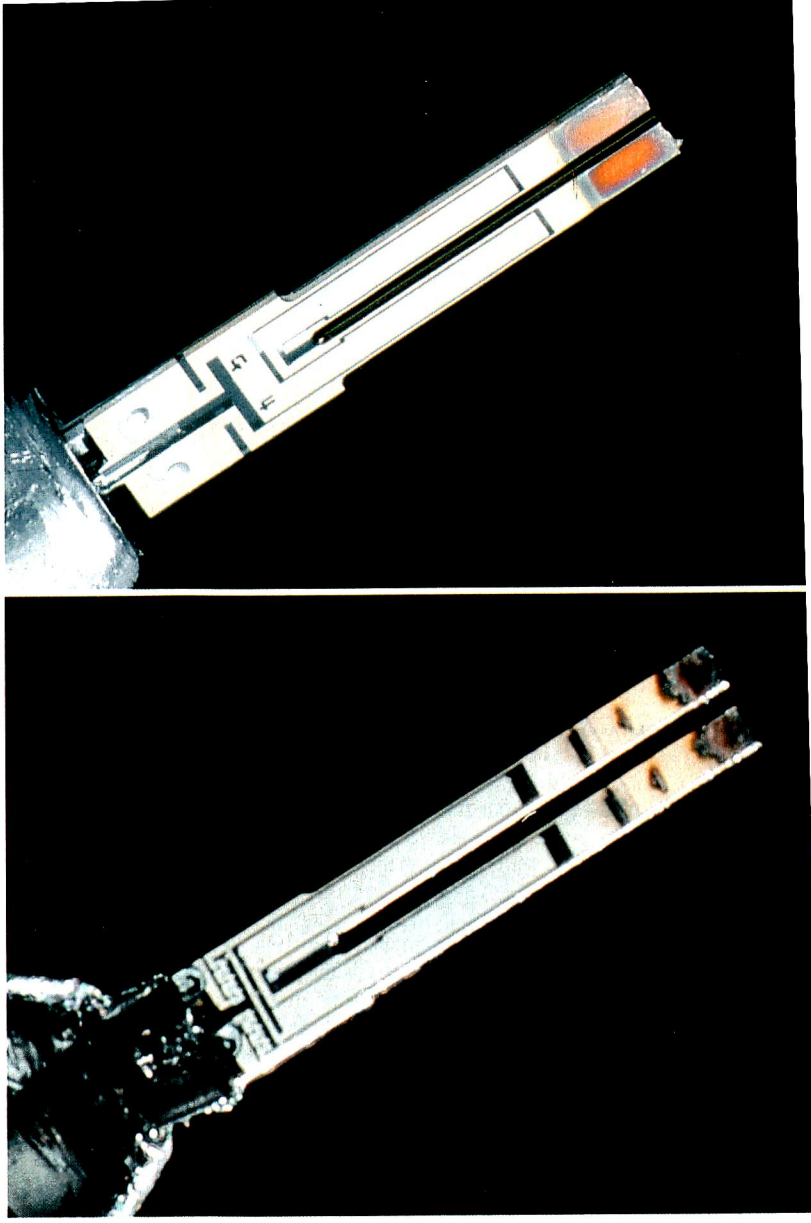
Selon les cas, il est doré ou chromé suivant un

dessin compliqué qui correspond à la disposition des électrodes et au mode de vibration retenu ; celui-ci peut être simple comme sur un diapason musical — les deux branches se rapprochent et s'écartent — ou complexe avec des ondulations accordées des deux branches. Par contre, nous n'avons pas rencontré de barreau simple, ni de quartz lenticulaire, bien que ces formules aient été utillisées : il semble que les montres à quartz actuelles soient toutes à diapason.

A l'origine, ce quartz était naturel et il servait depuis longtemps à stabiliser la fréquence des circuits oscillants dans les appareils de radiocommunications. Le meilleur quartz, le plus pur et le plus régulier, venait du Brésil, mais il est maintenant obtenu par synthèse — fusion et purification de la silice, puis cristallisation par tirage du bain à partir d'un cristal semence. Le barreau de cristal est ensuite scié avec des appareils à lames ou fils multiples, les rondelles obtenues étant taillées à la meule diamantée pour donner les minuscules quartz utilisés dans les montres. Les électrodes et les surcharges aux extrémités libres sont faites par dépôt de vapeur métallique sous vide à travers des masques ayant en découpe le dessin voulu.

Le métal utilisé est en général l'or, mais nous avons noté des diapasons argentés, dont le métal de base doit être le chrome ou l'aluminium. Certains fabricants emploient aussi une métallisation complète du quartz, la séparation entre électrodes étant faite ensuite par découpe au laser. D'autres, se servant des techniques propres à la fabrication des circuits intégrés, taillent directement par photolithogravure les diapasons dans une rondelle de quartz très mince (0,1 mm ou moins).

La mise à fréquence précise — car il s'agit ici d'une vibration mécanique comme celle du diapason des accordeurs de pianos — se fait par abrasion des surcharges métalliques au jet de sable ou au laser. Le dessin des électrodes est calculé sur ordinateur car il joue un rôle essentiel dans la qualité du résonateur, le quartz servant à la fois d'oscillateur mécanique et de diélectrique du condensateur dont les armatures sont les dépôts métalliques.

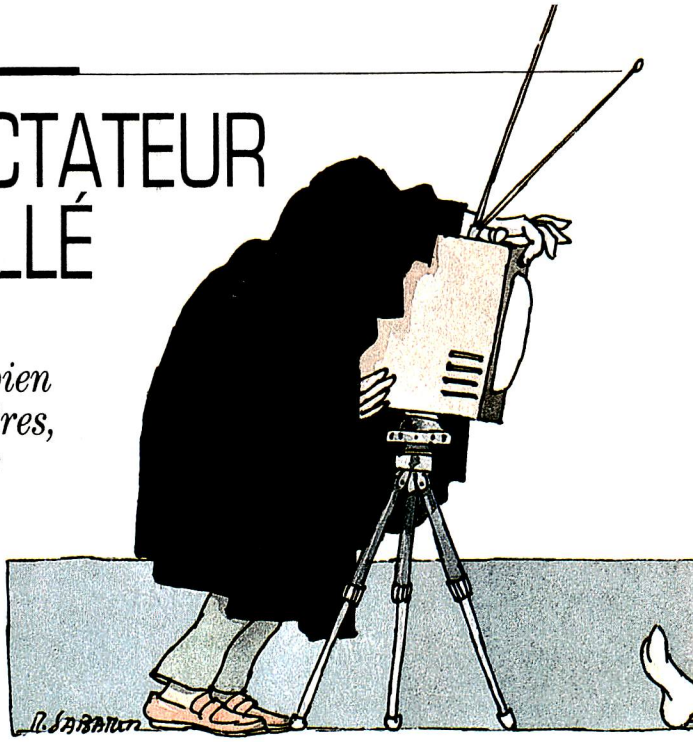


Et diapasons Seiko. Si on pince le diapason, on fait apparaître un courant sur les faces du quartz ; réciproquement, une charge électrique va déformer les branches : c'est la piézoélectricité. La métallisation de toutes les faces du cristal sert à recueillir le courant alternatif dû aux vibrations qui sont d'une très grande régularité.

Tel qu'il est utilisé en grande série, le résonateur à quartz permet de garder l'heure à quelques secondes près par mois ; mais mis à l'abri des chocs, des changements de position ou de température dans des horloges de laboratoire, il garantit un écart qui ne dépasse pas une seconde en 275 ans. Et même le petit diapason de nos montres est l'équivalent d'un balancier qui oscillerait encore au bout d'un mois sans qu'on lui ait redonné le moindre élan : une performance due à sa nature cristalline et qui explique son extrême précision. **Renaud de La Taille**

LE TÉLÉSPECTATEUR TÉLÉSURVEILLÉ

Les annonceurs veulent bien payer les spots publicitaires, mais ils veulent être sûrs que vous les avez regardés ! D'où des appareils de plus en plus raffinés, comme le "Motivac", pour vous surveiller



PAR HENRI-PIERRE PENEL

Du jour où la télévision s'ouvrit à la publicité, elle cessa de chercher à satisfaire exclusivement les téléspectateurs. Aujourd'hui, elle tend aussi à répondre aux intérêts de ceux qui lui procurent des ressources, essentiellement les annonceurs publicitaires. Ainsi la grille et le type de programme sont-ils maintenant déterminés pour assurer une audience maximale aux spots publicitaires. Une audience que les annonceurs souhaitent d'ailleurs connaître avec le plus de précision possible.

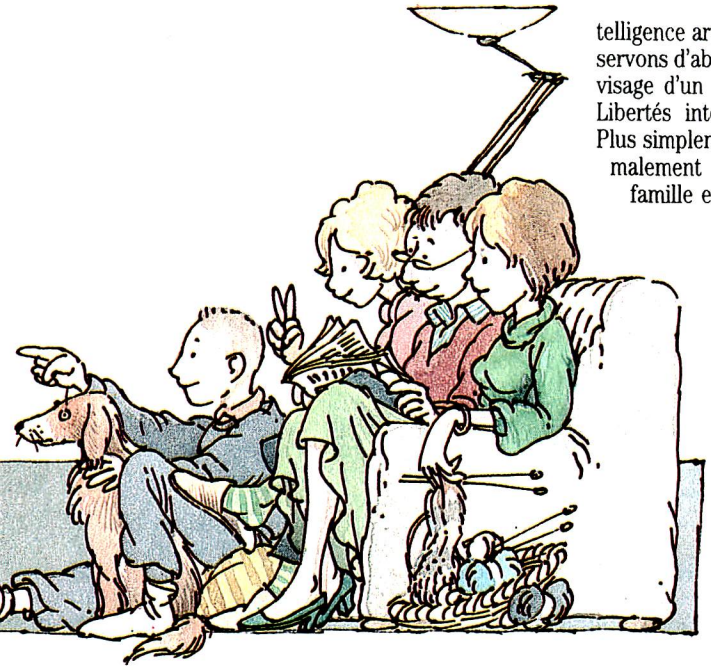
Au début, l'audience ne se mesurait guère que par des sondages. Puis une société, Médiamétrie, mit en place l'Audimat, procédé un peu plus efficace (1). Couplé au téléviseur et au téléphone, celui-ci communiquait automatiquement à un bureau central quelle chaîne était en service. La précision s'est encore améliorée avec avec l'"Audimat +". Cette fois, les données relevées sont datées et une méthode de reconstitution permet de mesurer l'audience individuelle sur déclaration du téléspectateur. Malgré tout, ce type de matériel est incapable de détecter la présence réelle de téléspectateurs devant le récepteur. Si, par exemple, l'un des enfants de la famille va jouer au jardin sans éteindre le récepteur, l'émission est considérée comme étant regardée.

Pour lever ce genre d'imprécision, la société Médiamétrie met aujourd'hui en place un nouveau procédé, le "Médiamat". Celui-ci travaille sur un échantillon de 2 200 foyers volontaires, représentatifs des téléspectateurs français. Cette fois, contrairement à l'Audimat traditionnel, le système fait appel à la participation active des membres de la famille. Un boîtier électronique est connecté au téléviseur, après une légère modification de celui-ci, ainsi qu'au réseau téléphonique. De plus, l'appareil est muni d'une télécommande infrarouge dont les touches permettent à chaque téléspectateur d'annoncer son arrivée et son départ. Chaque membre de la famille possède donc une touche attitrée qui communique directement au dispositif sa tranche d'âge et sa qualité (père, mère, enfants, etc.). Des touches sont réservées aux téléspectateurs occasionnels (parents, amis) ; ceux-ci seront donc invités à déclarer leur présence devant le téléviseur en précisant leur tranche d'âge et leur sexe.

Toutes les nuits, entre 3 h et 5 h du matin, le centre informatique de Médiamétrie appelle chaque audimètre et recueille les données de sa mémoire par l'intermédiaire du réseau téléphonique. Le procédé demande une certaine discipline aux personnes sondées. Médiamétrie contrôle régulièrement leur bonne participation par recoupements statistiques.

Les estimations obtenues sont d'une grande finesse lorsque chacun respecte ses engagements. Elles ont d'ailleurs déjà révélé des comportements quelque peu inquiétants. En effet, pratiquement 30 % des enfants âgés de 6 à 10 ans ne quittent pas le téléviseur le mercredi de 9 h du matin à plus de 20 h. De même, en semaine, 20 % d'entre eux sont encore devant le petit écran à 22 heures et, le dimanche, la famille au grand complet s'abreuve d'images et de publicité de 12 h à 22 h 30.

Malgré ses qualités, le système n'est pas sans failles ; oublier d'appuyer sur un bouton, surtout



pour un enfant de 6 ans, peut arriver. Il fallait donc trouver encore mieux et surtout proposer un procédé indépendant du bon vouloir du téléspectateur. Cet outil idéal pour les annonceurs arrive : il s'appelle Motivac et a été conçu par la société Motivaction.

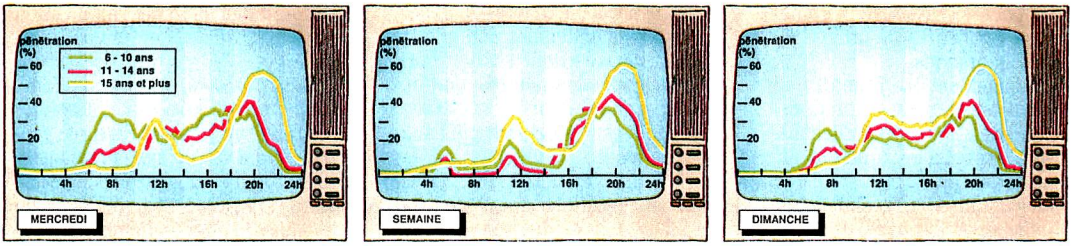
Pour Motivac, les bases de Médiamat ont été reprises, notamment le principe de mémoire locale et de téléconsultation par l'intermédiaire du réseau téléphonique. Par contre, la télécommande et ses boutons-poussoirs ont été supprimés. Ils ont été remplacés par une sorte de caméra vidéo qui détecte la présence des téléspectateurs.

L'idée repose sur une constatation des habitudes des familles françaises : devant le téléviseur, tout comme à table d'ailleurs, chaque membre de la famille a sa place attitrée. Il suffit donc que le système détecte les places occupées. Problème a priori simple mais délicat à mettre en œuvre techniquement, du moins par des méthodes traditionnelles. Cependant, avec l'arrivée des algorithmes d'intelligence artificielle, ce problème a été résolu. Observons d'abord qu'il ne s'agit pas de reconnaître le visage d'un téléspectateur. La loi Informatique et Libertés interdirait d'ailleurs une telle pratique. Plus simplement, il faut déterminer si la place normalement occupée par l'un des membres de la famille est libre ou non. A cet effet, un boîtier disposé sur ou sous le téléviseur comporte deux microprocesseurs qui analysent en permanence les images provenant d'un système de détection optique, véritable minicaméra vidéo. Cadrant la zone normalement occupée par les téléspectateurs, ce système détecte à tout instant les présences humaines ainsi que l'éventuelle mise en route du téléviseur avec, bien entendu, toutes précisions concernant le programme regardé. Au départ, le boîtier doit être initialisé, c'est-à-dire qu'il devra "apprendre" le champ inspecté. Pour cela, un à un, les occupants habituels de la maison entrent dans le champ et viennent occuper leur place habituelle face au petit écran. Pour chacun l'âge, le sexe, sa qualité dans la famille sont enregistrés dans la mémoire de l'appareil. Cette phase d'apprentissage terminée, le système est en mesure de fonctionner de manière autonome. Une modification du décor, un bouquet de fleurs ou un meuble déplacé ne le dérangeront pas dans son fonctionnement puisqu'il ne s'intéressera qu'à la place des téléspectateurs. Le foyer ainsi observé sera donc libre de toute contrainte, chacun pouvant quitter son siège ou s'installer devant le téléviseur, l'œil de la caméra se chargeant de communiquer l'information au centre de traitement.

Le Motivac atteint-il à la perfection ? Rien n'est moins certain car il sera toujours incapable de détecter si le grand-père s'est endormi sur une tranche de publicité ou si les spectateurs renoncent à regarder l'écran en se mettant à bavarder en attendant la suite du film.

Henri-Pierre Penel

(1) Voir Science & Vie n° 780, septembre 1982.



"Médiamat", version sophistiquée du fameux Audimat, fait appel à la participation active de 2 200 foyers. Les estimations obtenues sont très fines et un peu inquiétantes ; par exemple, 30 % des enfants de 6 à 10 ans restent, le mercredi, de 9 h à 20 h, rivés à leur écran.

SCIENCE JEUX

LA MARCHE DU CHARIOT INERTIEL

PHYSIQUE AMUSANTE

Tolérances et jeux sont les mamelles de la mécanique, et ce qui est ennuyeux c'est qu'elles alimentent du même coup les vibrations qui sont la plaie de ces systèmes mécaniques.

De fait, aucun axe ne pourrait tourner dans un palier s'il n'y avait un petit écart entre les deux diamètres, un écart que l'on s'efforce de minimiser mais qui n'est jamais nul — s'il l'était les deux pièces seraient emmanchées, ce qui est un bon système de fixation mais pas de rotation.

Il n'y a donc pas d'assemblage mécanique sans un certain jeu entre tous les éléments mobiles ; mais ces éléments ne sont jamais géométriquement parfaits, et dès qu'ils sont mis en rotation apparaît la force centrifuge qui les tire en rond du côté où est le balourd. L'axe se met à battre dans le palier à la même cadence que la rotation, et ces chocs vibratoires sont une des causes majeures de fatigue et d'usure des organes.

Les mouvements de translation donnent lieu aux mêmes vibrations parce que les pièces ne sont jamais vraiment rectilignes, au sens mathématique du terme. On peut, en apportant un soin extrême à l'équilibrage et à l'usinage des éléments, réduire ces vibrations et les maintenir dans des limites telles qu'elles ne nuisent pas trop, mais on ne peut pas les éliminer totalement. La chasse aux balourds et aux défauts d'alignement est une priorité dans l'industrie mécanique, mais on peut aussi, voie originale, chercher le déséquilibre pour créer le mouvement.

C'est un chercheur de Brignoux, M. Virecoulon, qui nous soumit l'idée du chariot inertiel que nous allons construire aujourd'hui. Il a ceci de particulier qu'il avance, alors qu'aucune force motrice n'est transmise aux roues, et qu'il n'a bien sûr ni voiles ni hélices.

En fait, il s'agit strictement d'un engin à réaction, mais au sens où l'entendait Newton quand il formula le principe d'action et de réaction : il n'y a ni tuyères ni fusée, mais plus simplement une masselotte excentrée dont l'action horizontale provoque une réaction opposée et dans le sens de la marche.

L'engin est on ne peut plus simple : on monte sur un châssis comportant 4 roues libres, une masselotte excentrée, d'axe horizontal parallèle à l'axe des roues et entraînée par un moteur. N'importe quelle plate-forme à 4 roues convient, mais il faut que la masselotte soit proportionnée à la masse de cette plate-forme et que la vitesse de rotation soit accordée aux caractéristiques inertielles de la plate-forme — masse, moment d'inertie, résistances à l'avancement dans un sens et dans l'autre.

Si tout va bien, dès qu'on lance le moteur on voit le châssis trépider, osciller, puis se mettre à avancer. A priori, il y a là quelque chose de tout à fait contraire aux lois de la physique : le balourd amène bien des oscillations, mais celles-ci sont égales vers le haut et vers le bas, vers l'avant et vers l'arrière.

Donc la voiture devrait commencer par se soulever quand la masselotte est en haut (la force centrifuge la tire à ce moment vers le haut, entraînant l'axe et tout le bâti), puis avancer un peu quand, dans sa rotation, elle passe à l'avant, s'écraser quand elle vient en bas et reculer d'une quantité égale à l'avance quand elle se retrouve à l'arrière.

Cette oscillation en rond est effectivement ce que l'on observe en général : le châssis se secoue de haut en bas et d'avant en arrière autour d'une position moyenne sans progresser vraiment d'un côté ou de l'autre. Mais il arrive aussi que la plate-forme portant l'excentrique sur le dos se mette à avancer — ou à reculer, ce qui revient au même : une voiture qui recule n'est jamais qu'une auto qui avance dans le sens du coffre.

En principe, aucun couple ne s'exerçant sur les roues et les réactions dues à la force centrifuge de l'excentrique s'annulant en un tour complet, le châssis ne devrait pas avancer. Comme il progresse quand même et que le principe d'action et réaction formulé par Newton il y a trois siècles n'a jamais été infirmé — à toute action s'oppose une réaction simultanée de sens opposé et de même intensité — il faut chercher l'explication dans le cadre de la mécanique classique.

Reprenons le schéma de fonctionnement : quand la masselotte se trouve vers l'avant, la force centrifuge qui tire le système dans la direction du balourd entraîne donc l'axe vers l'avant ; celui-ci étant lié au châssis, c'est finalement ce dernier qui avance puisqu'il n'est lié à personne. Bien sûr, il ne progresse que d'une distance minuscule : au

plus, quelques millimètres. Dans cette progression, il doit vaincre la résistance à l'avancement due aux frottements des axes de roues dans leurs paliers, et aux frottements des pneus sur le sol.

Quand la masselotte a repassé la verticale descendante, la force centrifuge tire en sens opposé et tend à faire reculer le mobile. Si les forces de frottement étaient parfaitement égales dans les deux sens, la distance de recul serait égale à la distance d'avance et le mobile ne ferait qu'osciller d'avant en arrière par rapport à la verticale.

En pratique, il suffit d'un rien pour que les résistances au mouvement ne soient pas égales dans les deux sens : que les stries du pneu soient orientées, qu'il y ait plus d'huile d'un côté du palier que de l'autre, que l'engin soit sur un tapis dont les poils sont couchés dans une certaine direction, et ainsi de suite.

Dans l'absolu, les résistances dans un sens et dans l'autre ne sont jamais égales ; mais elles peuvent être très voisines, et surtout variables avec le trajet (très petit) parcouru : à ce moment le mobile progresse d'une fraction de millimètre, puis le sens de la résistance s'inversant parce que la roue a rencontré une pépite ou que l'axe est un peu voilé, il recule d'une quantité à peu près égale, puis repart en avant, puis en arrière, et finalement il fait du surplace.

Par contre, si la masselotte est assez grosse par rapport au châssis, les trajets avant-arrière sont suffisamment grands pour que leur différence reste sensible et le mobile finit par progresser dans une direction. A défaut, et c'est ce que nous avons fait, on peut intervenir pour que les résistances à l'avancement dans un sens et dans l'autre soient vraiment très différentes : il suffit pour cela de mettre une roue à rochet sur l'un des axes. L'engin peut avancer, mais pas reculer.

Ce genre de roue avec des dents taillées en biseau et un cliquet à ressort n'étant pas très courant, Pierre Courbier, après avoir modifié le modèle de notre lecteur, a beaucoup simplifié le dispositif : une lame souple sert de cliquet, et un pneu Fischer Technik à sculptures très apparentes fait office de roue à dents obliques. Moyennant ce petit coup de pouce au destin, on évite d'avoir à accorder avec précision la masse du balourd à celle de l'engin entier, et à chercher patiemment la bonne cadence à donner au moteur.

Pour être juste, le mobile peut être construit à partir de n'importe quels composants : Meccano, Lego, Fischer Technik, ou éléments de récupération quelconques ; le tout est d'avoir une plate-forme sur 3 ou 4 roues libres, et de fixer dessus un moteur avec un volant excentré — une roue lestée fait l'affaire. Cela pour dire que chacun peut bâtir son propre mobile, et que celui que nous proposons n'est qu'un modèle susceptible d'innombrables variations personnelles.

Comme toujours notre base de construction reste le polystyrène choc en feuilles de 2 mm d'épaisseur que l'on peut se procurer, directement ou par correspondance, chez Adam Montparnasse, 11 Bd Edgar Quinet, 75014 Paris, ou chez Pierron, 57206 Sarreguemines Cedex.

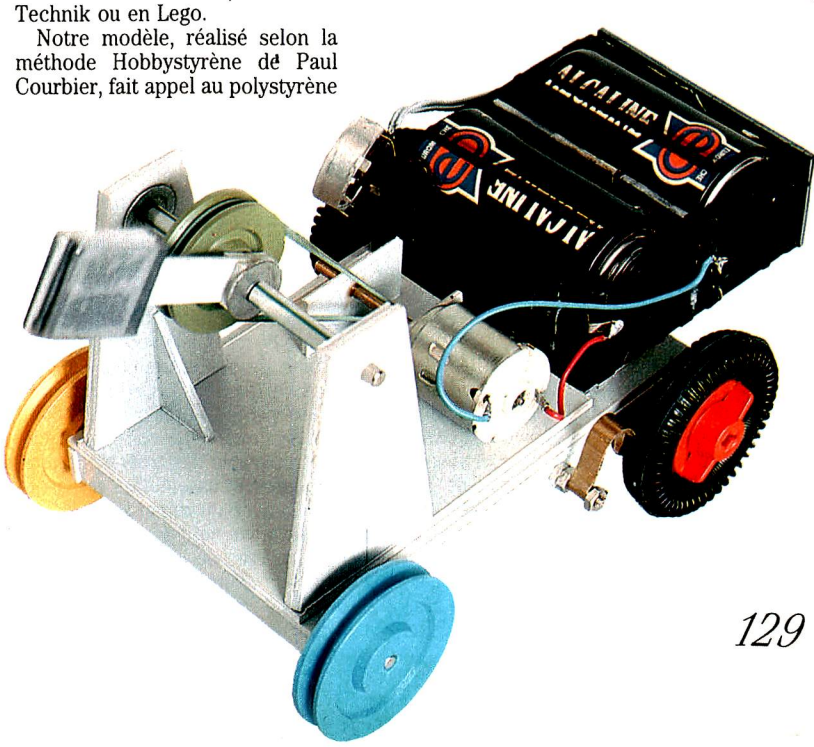
En ce qui concerne les autres éléments, nous l'avons dit, on s'efforcera d'utiliser au mieux ce qui est disponible sous la main : axes, vis, poulies, écrous peuvent se trouver chez le quincailler, chez le spécialiste en modèles réduits... ou au fond d'un tiroir. Pour être franc, le chariot inertiel pourrait se faire aussi bien en Meccano, en Fischer Technik ou en Lego.

Notre modèle, réalisé selon la méthode Hobbystyrène de Paul Courbier, fait appel au polystyrène en feuilles de 2 mm. On commence par le châssis en se reportant aux ***figures 1, 2 & 3.*** Après avoir percé quatre trous de 4 mm sur les pièces B & B1 aux cotes indiquées ***figure 2,*** on assemblera les pièces A, B1, C, C1 de manière à constituer le châssis.

Pour obtenir un bon alignement des paliers, on aura intérêt à percer les pièces B & B1 en les superposant et en les immobilisant préalablement avec du ruban adhésif. Toutes les roues sont fixes sur leurs axes qui, eux, tournent librement dans leurs paliers. On peut, si on le désire, fabriquer les deux roues libres en les découpant dans des disques de 47 mm en polystyrène (technique du compas de découpe).

Pour les roues qui reçoivent le cliquet, nous avons pris des pièces Fischer Technik de 47 mm de diamètre, lesquelles comportent un bandage en plastique noir dont les dessins joueront le rôle de denture pour ce cliquet ; nous avons amélioré l'adhérence de ces roues en les munissant d'un bracelet de caoutchouc qui vient se loger dans la rainure prévue à cet effet. Les axes étaient constitués par des tiges d'acier de 110 mm, au diamètre de 4 mm.

Le bloc de propulsion est illustré ***figures 4, 5 & 6.*** On tracera, mar-



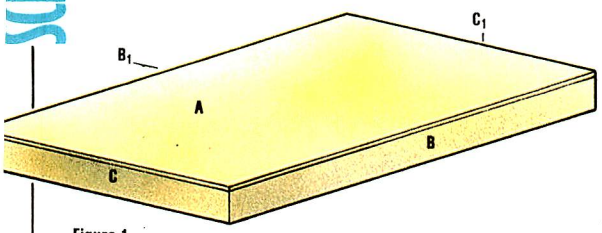
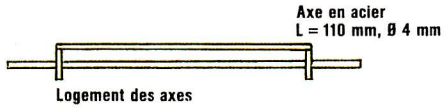


Figure 1



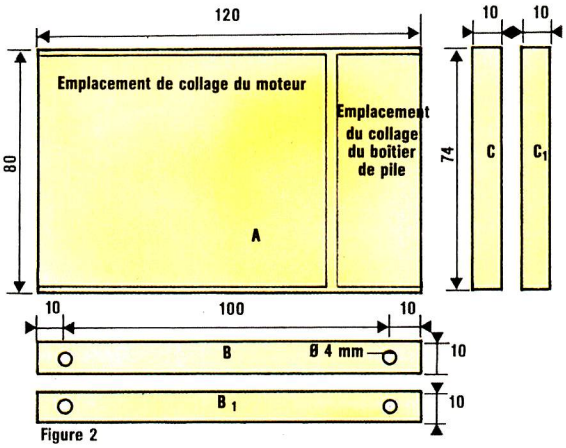


Figure 2

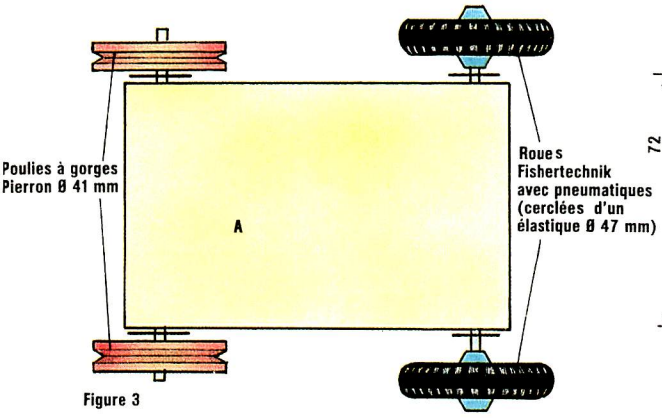


Figure 3

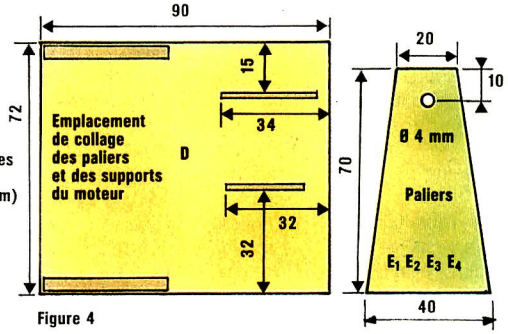


Figure 4

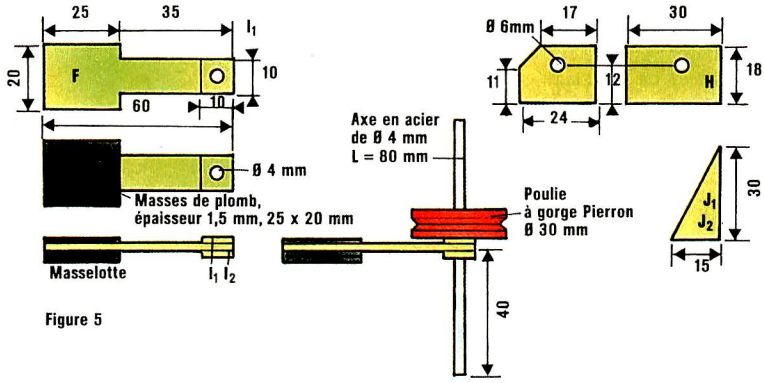


Figure 5

quera et découpera les pièces D, E1, E2, E3, E4, F, G, H, I1, J1 & J2 — ***figures 4 & 5*** — et on les percera d'un trou de 4 mm. En raison des oscillations que devront supporter les paliers, chacun est constitué de deux pièces superposées et collées — respectivement E1, E2 et E3, E4. Deux équerres J1 et J2 les maintiendront verticaux sur D.

La masselotte est découpée aux cotes données ***figure 5*** ; afin d'augmenter sa portée sur l'axe (tige acier ou laiton de 4 mm, longue de 80 mm), elle sera renforcée à l'une de ses extrémités par les deux carrés I1 & I2. Cette extrémité sera percée, après séchage, d'un trou de 4 mm — prévoir le perçage sur l'ensemble des trois pièces superposées et assemblées provisoirement avec du ruban adhésif.

De chaque côté de l'autre extrémité du bras de la masselotte, on collera (cyanocrylate) trois rectangles de plomb d'épaisseur 1,5 à 2 mm, deux d'un côté et un de l'autre ; si l'on ne dispose pas de plomb en feuille, on pourra le remplacer par un tortillon de soudure ou des pièces de deux francs superposées et collées, leur nombre étant fixé lors d'essais ultérieurs.

On collera sur D, à l'emplacement indiqué ***figure 4***, l'un des supports de palier avec son équerre. Puis on collera à égale distance des extrémités de l'axe la masselotte (cyanocrylate) et la poulie à gorge (Pierron) de 30 mm de diamètre. La poulie sera collée à la fois sur l'axe et sur le côté de la masselotte, le tout devant former un ensemble solidaire.

On découpera ensuite les entretoises d'écartement dans un chalumeau plastique de 5 mm. Leurs longueurs doivent être telles que la masselotte soit disposée à égale distance des deux extrémités de l'axe. On installera ensuite les pièces en collant provisoirement sur D (par points de colle) le second porte palier, sans oublier de mettre des rondelles — ***figure 6*** — de part et d'autre des entretoises et de disposer le bracelet de caoutchouc (diamètre de 40 mm environ) qui va servir de courroie d'entraînement.

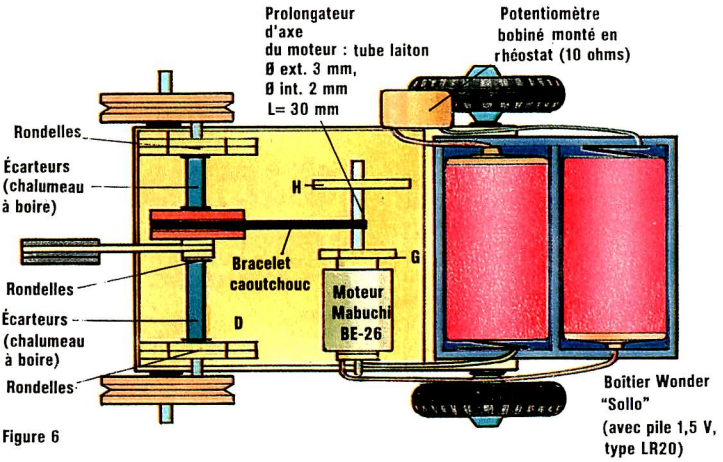
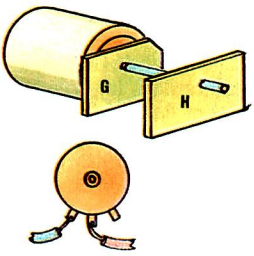
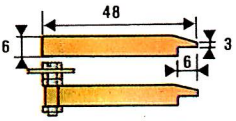


Figure 6





Vis Ø 3 mm L = 18 3 écrous de 3 mm

Figure 7

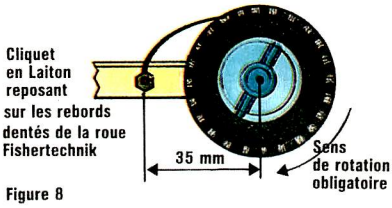


Figure 8

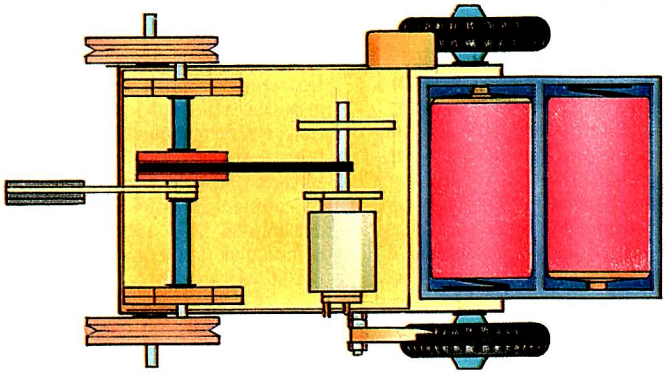


Figure 9 vue de dessus de l'installation du cliquet sur le châssis

Il reste à mettre en place le moteur ; nous avons choisi un moteur Mabuchi BE 26. En fait tout moteur électrique récupéré sur un jouet (et 99 fois sur 100 c'est un Mabuchi, à se demander qui fabrique des moteurs à part eux) peut convenir — mais bien souvent ces moteurs ont un axe trop court et il faut le prolonger par un tube laiton collé en bout. Nous avons utilisé un tube long de 3 cm (diamètre intérieur 2 mm, extérieur 3 mm) qui est collé à la cyanocrylate sur l'axe.

Cette opération de collage est délicate, et il faut faire attention, car cette colle est très fluide et risque de s'infiltrer dans le palier interne du moteur ; dans ce cas, le blocage est presque toujours irrémédiable et il ne reste plus qu'à le jeter. C'est pourquoi on a intérêt à utiliser de la colle cyanocrylate de type gel et à n'en mettre qu'une quantité infime.

Le moteur sera alimenté par deux piles de 1,5 V (type LR 20) montées en série. Comme il est souhaitable de pouvoir régler la vitesse de rotation, nous avons prévu d'intercaler dans le circuit un rhéostat (potentiomètre bobiné de 15 Ω). Cette solution, peu rigoureuse sur le plan technique car une partie de l'énergie des piles est inutilement convertie en chaleur, a cependant l'avantage de la simplicité d'exécution et autorise un réglage fin de la vitesse du moteur.

A noter qu'un potentiomètre comporte trois cosses ; dans notre cas, nous nous en servirons comme rhéostat et feront le branchement sur la cosse centrale et sur l'une quelconque des deux autres.

Le moteur Mabuchi comporte côté sortie de l'axe un épaulement d'un diamètre de 6 mm qui sera introduit et collé (cyanocrylate) dans un trou foré dans la pièce G, laquelle sera ensuite fixée (colle Uhu-Plast) à son emplacement prévu sur D — ***figure 6.*** Une découpe est prévue sur cette pièce

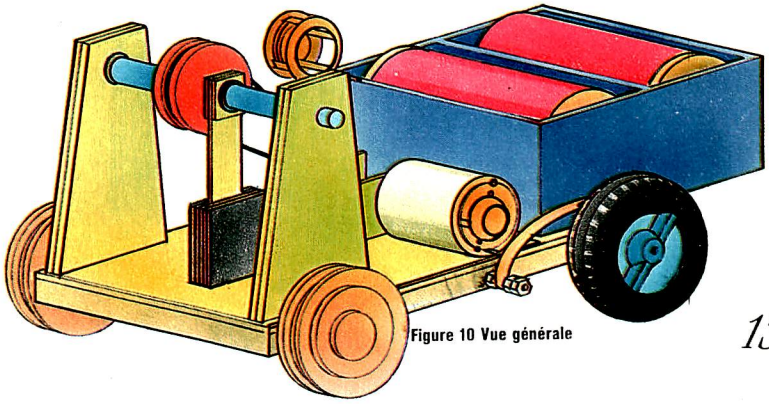


Figure 10 Vue générale

afin de laisser le passage à la masselotte en rotation.

Le second palier de l'axe du moteur sera foré dans la pièce H — trou de 3 mm de diamètre. Avant de coller H sur D, on mettra en place la courroie et dès que les collages seront secs, on essaiera le fonctionnement du bloc moteur après avoir mis une goutte d'huile dans les quatre paliers. La vue en perspective de la ***figure 6*** précise les dispositions de ces pièces.

Pour tenir les deux piles, nous avons utilisé deux boîtiers connecteurs Wonder de type Sollo ; toute autre solution peut convenir, y compris la soudure directe des fils aux piles — mais dans ce cas, un interrupteur sera nécessaire. Les soudures des fils de liaison ne posent aucune difficulté. Si le potentiomètre est du type avec boîtier plastique et axe intégré, il sera nécessaire de le fixer sur le châssis.

Le nôtre, réglable avec un tournevis, était directement soudé par l'une de ses cosses sur une des cosses du boîtier de piles. Il reste à assembler les deux boîtiers Sollo en utilisant les rainures prévues à cet effet, et ensuite à les coller sur l'arrière du châssis à l'aide de morceaux de Scotch Mount.

Le cliquet est illustré ***figures 7, 8 & 9***. Dans une lamelle rectangulaire (6 × 45 mm) de laiton ayant environ 0,3 mm d'épaisseur — une grande lame de pile 4,5 V devrait convenir — on découpera une encoche comme précisé ***figure 7***. L'extrémité non encochée sera enroulée sur elle-même avec des pinces à bout rond afin de former un cylindre épousant une vis de 3 mm longue de 18 mm.

Cette vis sera introduite dans un trou du même diamètre foré dans la pièce B (voir cotes ***figure 8***). On cambrera ensuite la languette, immobilisée par les écrous qui l'enserrent de part et d'autre, afin que son extrémité échancrée repose dans les rebords dentés du pneu de la roue Fischer Technik.

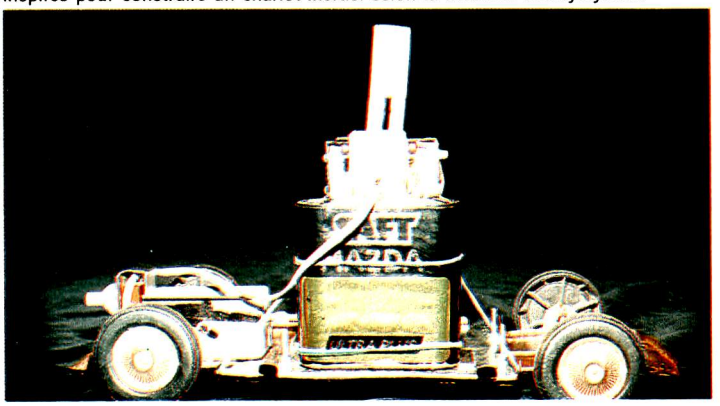
Pour jouer correctement son rôle de cliquet, l'extrémité de la languette doit empêcher le retour en arrière de cette roue ; mais le frottement dans l'autre sens doit être aussi faible que possible. C'est pourquoi un réglage fin est nécessaire ; on le fera avec des pinces plates en déplaçant le chariot à la main jusqu'à ce que le meilleur résultat soit atteint.

Il ne restera plus ensuite qu'à procéder aux essais sur une surface lisse et plane — faute de planéité, l'engin descend la pente mais ne la remonte en général pas. Les réglages consisteront à tourner l'axe du rhéostat de façon à obtenir la vitesse de rotation qui permet l'avance du chariot sans qu'il soit soumis à des soubresauts trop importants.

On aura ainsi réussi à faire un engin qui progresse apparemment sans point d'appui ni force appliquée aux roues. Tout le mystère réside dans le principe d'action et de réaction, et dans la dissymétrie entre les forces de résistance à l'avancement dans un sens et dans l'autre. Mais ce n'est pas évident pour celui qui découvre pour la première fois ce curieux mobile.

Renaud de La Taille
Modèle Pierre Courbier

Le prototype original de notre lecteur, M. Virecoulon, dont nous nous sommes inspirés pour construire un chariot inertiel selon la méthode hobbystyrène.



Les solutions du championnat

JEUX MATHEMATIQUES

Si vous avez participé au IIIe Championnat de France de jeux mathématiques et logiques par l'intermédiaire de *Science & Vie*, vous êtes certainement impatients d'avoir les solutions des six questions, et de vérifier ainsi votre score. Ce sera chose faite à la fin de cet article.

Mais avant de vous livrer ainsi les réponses après le rappel des énoncés, voici quelques informations qui ne manqueront pas de retenir votre attention et vous permettront, si vous n'êtes plus dans la course (liste des demi-finales sur minitel 3615 Tangente), d'accompagner les concurrents lors des étapes à venir.

Le 22 avril, à 14 h 30, sur minitel 3615 Tangente, on pourra avoir accès, en même temps que les 6 000 demi-finalistes, aux questions qui leur seront posées. Trente prix seront offerts aux meilleurs "minitélistes". Les questions des quarts de finale seront consultables également sur minitel (3615 Tangente, 3615 APMEP ou, pour les enseignants, 3614 ACAMIF).

Chaque samedi après-midi, sur FR3, dans l'émission "Fastoche", un petit problème sera soumis aux téléspectateurs, cadeaux à la clé. Les lecteurs de *Science & Vie* reconnaîtront, certains samedis, des questions qui ne leur sont pas inconnues.

Le 14 mai, à Juan-les-Pins, aura lieu le tournoi de jeux mathématiques Tangente-Hewlett Packard, ouvert à tous. Une suggestion à retenir pour ceux qui cherchent une idée de vacances pour leur week-end de la Pentecôte. Renseignements auprès de la FFJM, 7 square Villaret-de-Joyeuse, 75017 Paris.

Et puis, les 7 et 8 juillet, tous ceux qui le souhaitent, pourront s'inscrire au concours parallèle qui se déroulera à la Cité des sciences, à Paris, en même temps que la finale. Les participants pourront ainsi

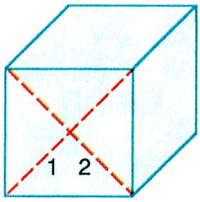
comparer leurs résultats avec ceux des 250 finalistes qui seront en train d'en découdre dans la médiathèque.

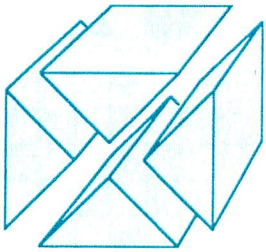
Enfin, si vous faites partie des journalistes et personnalités scientifiques de France, vous êtes invités par les organisateurs à un mini-tournoi, le samedi 8 juillet. N'hésitez pas à faire acte de candidature, même si vous n'avez pas encore été contactés par l'organisation. De nombreuses personnalités ont déjà donné leur accord. Ecrivez-moi à la Fédération française de jeux mathématiques (FFJM)

SOLUTIONS DES ELIMINATOIRES "SCIENCE & VIE"

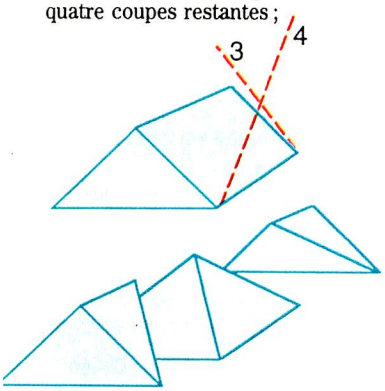
Découpe. En combien de morceaux découpe-t-on un cube en donnant dans celui-ci six coups de couteau de la façon suivante ? On choisit trois faces, dont deux quelconques ne sont pas opposées, et on donne deux coups de couteau perpendiculaires à chaque face, suivant ses diagonales. Le couteau est plan, et chaque coup de couteau découpe le cube selon un plan, sans déplacer les morceaux.

Solution

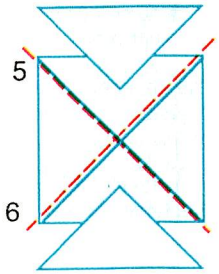




Voyons, sur l'un de ces quatre morceaux, les conséquences des quatre coupes restantes ;



soit, vu du dessus :



Les deux dernières découpes n'atteindront que le bloc central, partagé en quatre. Au bout du compte, chaque quart est partagé en six morceaux, ce qui donne au total 24 morceaux.

Encore la concierge. Dans cet immeuble, habitent deux mathématiciens, Pierre et Serge. La concierge, facétieuse, ne pense qu'à les "coller". Un jour que les deux hommes descendent l'escalier, elle les aborde d'un air malicieux :

« Voici la somme des âges des deux filles de mon amie Gloria », dit-elle à Serge en lui tendant un morceau de papier.

« Voici le produit », continue-t-elle en tendant une feuille à Pierre.

« Devinez leurs âges ? »

« Le produit ne me suffit pas », répond Pierre.

« Et vous, Monsieur Serge ? »

« Je ne peux le dire, moi non plus. »

« Vous me décevez, messieurs ! »

« Mais je peux donner leurs âges, maintenant », rétorque Pierre.

Quels sont les âges des deux filles de Gloria ?

Solution. L'âge d'un enfant peut-il être de 0 an ? Il semble que oui, surtout si on se réfère au problème intitulé "Des mathématiciens prolifiques". Dans ce cas, "encore la concierge" n'a pas de solution, et nous avons admis la réponse "0 solution", ou "problème impossible".

Mais dans l'esprit de l'auteur du problème, l'âge minimum est 1 an. La solution est alors la suivante : Pierre, qui à partir du produit ne peut déterminer les deux âges, n'a pas affaire à un nombre premier. Serge, lui, n'a pas affaire à un total 2 (1,1 serait donné par Pierre), ni 3 (1,2 serait déterminé par Pierre), ni 4 (comme 1,3 serait deviné par Pierre, il ne resterait que 2,2 et Serge conclurait). En revanche, toute somme S supérieure ou égale à 5 est possible, vue par Serge. En effet.

• Si $S = 2p + 1$, $(2p, 1)$ et $(p, p + 1)$ pourraient convenir sans être trouvés par Pierre, puisqu'il y a un nombre pair dans chaque couple.

• Si $S = 2p$, $(2p - 2)$ et (p, p) pourraient tous deux convenir. Pierre ne sait donc maintenant qu'une chose de plus : la somme est au moins égale à 5. Cela lui suffit pour conclure. Il avait donc le choix entre $(1, p)$ et une autre solution de somme inférieure à 5.

La seule solution de somme inférieure à 5 qui ne contienne pas 1 est (2, 2). $P = 4$. L'âge des enfants est donc 1 et 4 ans.

Proche d'un classique célèbre, ce problème est à notre connaissance inédit.

Les cases de l'oncle Francis. Francis a disposé un nombre N, supérieur à 10, de cases sur le sol, cases qu'il a numérotées de 1 à N. Il distribue ensuite de la façon suivante un (gros) paquet de cartes numérotées : il place la carte 1 dans la case 1, la carte 2 dans la case 2, et ainsi de suite, jusqu'à la carte N dans la case N. Puis il distribue les cartes suivantes dans le sens inverse : la carte $N + 1$ dans la case $N - 1$, et ainsi de suite, une à une jusqu'à retourner à la case 1. Puis il repart : case 2, case 3,... vers la case N. Puis il rebrousse chemin.

Francis remarque que les cartes numérotées 1413, 1429 et 1839 sont tombées dans la même case. Dans quelle case tombe la carte 1989 ?

Solution. Dans une case donnée, autre que la 1 et la N, étudions la suite des cartes qui tombent. On s'aperçoit que la sous-suite de rang impair, tout comme la sous-suite de rang pair, sont des suites

arithmétiques de raison 2N−2. Dans la case 1 ou la case N, la suite des cartes qui tombent est également arithmétique de période 2N−2.

Donc, parmi les trois différences entre 3 numéros de cartes tombant dans la même case, que nous appellerons P, il y a forcément un multiple de 2N−2. Les numéros de cartes sont 1413, 1429, 1839. Les différences : 16, 410, 426.

N étant supérieur à 10, 16 ne peut représenter un multiple de 2N−2. 1413 et 1429 correspondent donc à deux passages consécutifs dans la case P. C'est que P est la case 9 ou la case N−8.

410 correspond à 2N − 2 = 82, N = 42 (a) ; ou 2N − 2 = 410, N = 206 (b). Dans le cas (a), le reste de la division de 1429 par 82 donne 35, qui est inférieur à N, et qui n'est égal ni à 9, ni à N − 8 = 34. Dans le cas (b), le reste de la division de 1429 par 410 donne 199, qui est inférieur à N et qui n'est égal ni à 9, ni à N − 8 = 198.

426 correspond à 2N − 2 = 142, n = 72 (c) ou 2N − 2 = 426, N = 214. Dans le cas (d), le reste de la division de 1429 par 426 donne 151, qui est inférieur à N et n'est égal ni à 9, ni à N − 8 = 206. Seul, le cas (c) convient. Le reste de la division de 1429 par 142 donne en effet 9. P est donc la case 9. 2N − 2 = 142. Le reste de la division de 1989 par 142 est 1.

La carte 1989 tombe donc dans la case numéro 1.

Les nombres bègues. On remarque que $19^2 + 89^2 = 8282$. Combien y a-t-il de nombres bègues (à quatre chiffres en système décimal, de la forme abab) égaux à la somme de deux carrés autres que 8282 ? En donner deux.

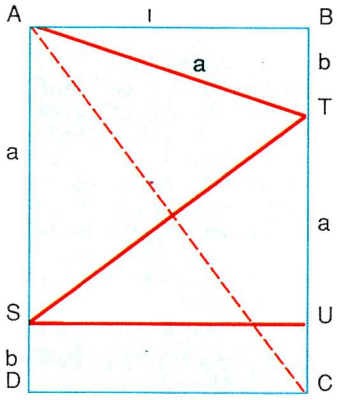
Solution. On peut montrer, en utilisant l'anneau des entiers de Gauss Z (i), que le nombre s'écrivant abab est somme de deux carrés si, et seulement si, le nombre s'écrivant ab est somme de deux carrés. Le problème se ramène donc à une étude pouvant se traiter "à la main".

En dehors de 8282, on trouve 35 nombres bègues à quatre chiffres répondant à la question. En voici la liste :

1010, 1313, 1616, 1717, 1818, 2020, 2525, 2626, 2929, 3232, 3434, 3636, 3737, 4040, 4141, 4545, 4949, 5050, 5252, 5353, 5858, 6161, 6464, 6565, 6868, 7272, 7373, 7474, 8080, 8181, 8585, 8989, 9090, 9797, 9898. Remarque : un nombre à quatre chiffres est, sans contestation possible, un nombre compris entre 1000 et 9999. Il n'y a pas plus de raison pour qu'un nombre commençant par 0 puisse être considéré "à quatre chiffres" qu'à cinq, six, ou à trente chiffres. La seule justification d'une définition possible du "nombre de chiffres d'un nombre", est que son écriture décimale ne commence pas par zéro.

Rencontre au sommet. Un papier peint rectangulaire de 3,60 mètres sur 4,80 mètres est plié de telle sorte que deux sommets opposés coïncident. Quelle est la longueur du pli ? (au millième près).

Solution. Le pli a pour support la médiatrice TS du segment joignant les deux sommets A et C se rencontrant. Sa trace T sur le côté BC divise ce côté en deux parties de longueurs TC = a et TB = b. De plus, TA = TC = a. On a donc :



- a + b = L (longueur de BC = 4,80 m) ;
- $a^2 - b^2 = l^2$ (l longueur de AB = 3,60 m ; Pythagore dans le triangle ABT) ;
- $l^2 + (a - b)^2 = p^2$ (p longueur du pli ; Pythagore dans le triangle TUS). En remplaçant, il vient p = 4,50 m.

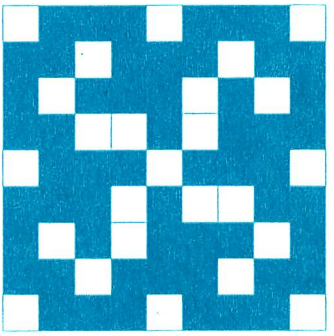
Quadrillage. On considère une grille 9 × 9. Quel est le nombre maximum de cases que l'on peut noircir, sans former aucune suite de quatre cases consécutives alignées dans une des quatre directions horizontale, verticale et diagonales. Former alors deux configurations répondant à la question sur les grilles du bulletin-réponse (des configurations obtenues par rotations et/ou symétries ne sont pas considérées comme distinctes).

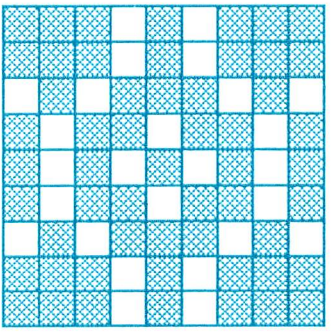
Solution. Il n'est pas facile d'être certain de la solution d'un problème d'optimisation comme celui du quadrillage. Nous n'avons guère trouvé de démonstration autre qu'informatique.

Il apparaît que la réponse est 56.

La grille du haut est la seule solution à une symétrie près. Le jury a néanmoins accordé le bénéfice des coefficients à ceux qui sont parvenus à 55.

L'une des solutions à 55 figure sur la grille du bas.





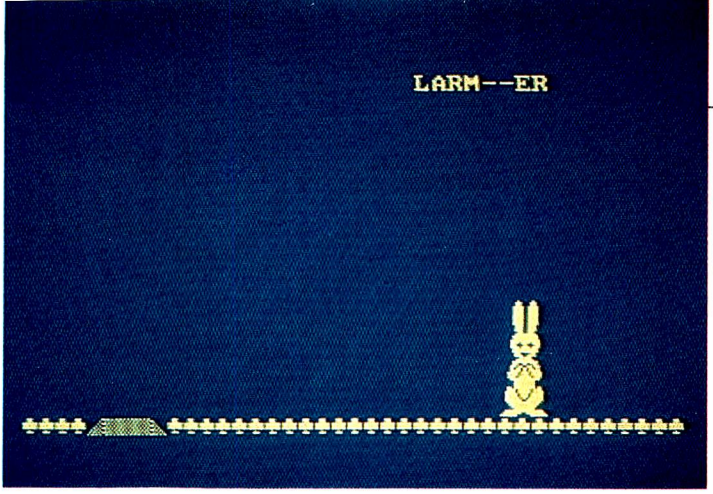
Réponses aux autres questions d'éliminatoires individuelles :

- Le début du carré : 446
- La fraction du Bicentenaire : 4981 (5555 a été accepté)
- Les carreaux : 3 solutions : 36, 2500, 4900
- Instabilité chronique : 995
- Circuit maximal : 3 960 100

Gilles Cohen

Les mots du lapin

INFORMATIQUE AMUSANTE



Nous vous proposons ce mois-ci un programme ludique inspiré du jeu du pendu. En début de partie, un lapin sort de son terrier et propose de découvrir

```
10 MODE 1:CLEAR
20 REM  ************************************************
30 REM *       CREATION DU TABLEAU DE MEMORISATION      *
40 REM *              DES TOUCHES FRAPPEES.             *
50 REM  ************************************************
60 DIM C$(26)
70 REM  ************************************************
80 REM * INITIALISATION DES VARIABLES DE DEPLACEMENT DU *
90 REM * LAPIN ET DEFINITION DE SES SYMBOLES GRAPHIQUES *
100 REM  ***********************************************
110 LET VB=0:LET VH=6:LET SENS=1
120 SYMBOL AFTER 127
130 REM  ***********************************************
140 REM *      SYMBOLES GRAPHIQUES DU LAPIN DE FACE      *
150 REM  ***********************************************
160 SYMBOL 128,0,1,1,3,3,3,3,3
170 SYMBOL 129,129,195,195,231,231,231,231,231
180 SYMBOL 130,0,128,128,192,192,192,192,192
190 SYMBOL 131,3,3,3,3,1,1,1,0
200 SYMBOL 132,231,231,231,231,231,231,231,231
210 SYMBOL 133,192,192,192,192,128,128,128,0
220 SYMBOL 134,1,3,3,7,7,7,7,3
230 SYMBOL 135,255,255,255,255,189,24,189,255
240 SYMBOL 136,128,192,192,224,224,224,224,192
250 SYMBOL 137,3,1,1,0,0,3,3,7
260 SYMBOL 138,255,195,231,126,255,255,153,102
270 SYMBOL 139,192,128,128,0,0,192,192,224
280 SYMBOL 140,6,7,15,15,15,7,1,1
290 SYMBOL 141,219,219,189,189,126,255,255,255
300 SYMBOL 142,96,224,240,240,240,224,128,128
310 SYMBOL 143,1,13,15,31,31,31,31,31
320 SYMBOL 144,255,255,126,126,189,189,219,231
330 SYMBOL 145,128,176,240,248,248,248,248,248
340 SYMBOL 146,15,7,3,1,31,63,127,0
350 SYMBOL 147,255,255,255,255,255,231,129,0
360 REM  ***********************************************
370 REM *     SYMBOLES GRAPHIQUES DU LAPIN COTE DROIT    *
380 REM  ***********************************************
390 SYMBOL 148,240,224,192,128,248,252,254,0
400 SYMBOL 149,0,1,3,0,0,0,0,0
410 SYMBOL 150,128,192,224,240,241,251,251,251
420 SYMBOL 151,0,0,0,0,128,128,128,192
430 SYMBOL 152,0,0,0,0,0,0,0,0
440 SYMBOL 153,123,123,123,123,115,119,118,54
450 SYMBOL 154,192,224,112,112,48,56,8,0
460 SYMBOL 155,0,0,1,1,3,3,3,3
470 SYMBOL 156,127,255,255,255,255,255,255,255
480 SYMBOL 157,128,192,192,224,176,24,188,252
490 SYMBOL 158,3,3,1,0,0,0,1,1
500 SYMBOL 159,255,255,255,255,127,255,255,254
510 SYMBOL 160,252,252,248,224,128,192,32,224
520 SYMBOL 161,7,15,15,15,31,31,31,31
530 SYMBOL 162,253,237,243,255,255,254,225,159
540 SYMBOL 163,240,248,252,248,224,64,248,254
550 SYMBOL 164,15,111,255,255,255,255,255,119
560 SYMBOL 165,127,127,127,127,191,191,223,255
570 SYMBOL 166,255,255,255,255,254,254,252,240
580 SYMBOL 167,15,15,7,1,3,7,7,0
590 SYMBOL 168,255,255,255,124,255,255,255,0
600 SYMBOL 169,224,192,128,0,252,255,254,0
610 REM  ***********************************************
620 REM *    SYMBOLES GRAPHIQUES DU LAPIN COTE GAUCHE    *
630 REM  ***********************************************
640 SYMBOL 170,0,0,0,0,0,1,1,1,3
650 SYMBOL 171,1,3,7,15,143,223,223,223
660 SYMBOL 172,0,128,192,0,0,0,0,0
670 SYMBOL 173,3,7,14,14,12,28,16,0
680 SYMBOL 174,222,222,222,222,220,206,238,110,108
690 SYMBOL 175,0,0,0,0,0,0,0,0
700 SYMBOL 176,1,3,3,7,13,24,61,63
710 SYMBOL 177,254,255,255,255,255,255,255,255
720 SYMBOL 178,0,0,128,128,192,192,192,192
730 SYMBOL 179,63,63,31,3,0,1,2,3
740 SYMBOL 180,255,255,255,255,254,255,127,191
750 SYMBOL 181,192,192,128,0,0,128,192,192
760 SYMBOL 182,7,31,63,31,7,2,31,127
770 SYMBOL 183,191,183,207,255,255,127,135,249
780 SYMBOL 184,224,240,240,240,248,248,248,248
790 SYMBOL 185,255,255,255,255,127,127,63,15
800 SYMBOL 186,254,254,254,254,253,253,251,255
810 SYMBOL 187,240,246,255,255,255,255,239,230
820 SYMBOL 188,7,3,1,0,63,255,127,0
830 SYMBOL 189,255,255,255,62,255,255,255,0
840 SYMBOL 190,240,240,224,128,192,224,224,0
850 REM  ***********************************************
860 REM *          CREATION DU DICTIONNAIRE DU JEU        *
870 REM  ***********************************************
880 DATA ACADEMIQUE,ACHOPPEMENT,AFFIRMATION,AMBIDEXTRE,ANTIS
EPTIQUE,APITOYER,ASPARAGUS,AUTHENTICITE,AUTOMATIQUE,AZYME
890 DATA ABANDON,ABYSSE,ACCOMMODER,ADDITIONER,AGGRAVER,AIGUI
LLON,AISSELLE,ALCOOL,AQUARELLE,ARACHIDE
900 DATA ABATTEMENT,ADMINISTRER,AILERON,AJONC,ARRANGEMENT,AR
SENAL,ASTHME,ATTIRAIL,AVENTURE,AXIOME
910 DATA BADIGEONNER,BALCON,BALLERINE,BARBARISME,BASCULER,BA
TTERIE,BERLINGOT,BISANUEL,BOUILLBAISSE,BYZANTIN
920 DATA BABOUIN,BAMBOU,BANDEROLE,BAQUET,BARQUETTE,BILBOQUET
,BLIZZARD,BOMBARDER,BRONTOSAURE,BURIN
930 DATA CACAOYER,CAMIONETTE,CANONISATION,CARAVANE,CARYOTYPE
,CHANGEMENT,CHARRUE,CHENIL,COMPRESSEUR,CYLINDRE
940 DATA CAGOULE,CALENDRIER,CAPITAINE,CAQUETER,CARGAISON,CLA
SSICISME,COCCINELLE,CROCODILE,CULBUTEUR,CYCLISME
950 DATA DAUPHIN,DEVANTURE,DIFFUSION,DISTRIBUTION,DOUBLURE,D
RAGEON,DROGUERIE,DUPLICATA,DYNASTIE,DYTIQUE
960 DATA DACTYLOGRAPHIER,DETTE,DIPLODOCUS,DJINN,DOMINER,DRAP
EAU,DUGONG,DYNAMITE,DYSLEXIE,DYSOSMIE
970 DATA EBAUCHE,EDELWEISS,EFFECTIF,EMBASE,EMPORTER,ENGRENAG
E,ENTRAVE,ERSATZ,ESTAMPE,EXPLOITATION
980 DATA FABRIQUER,FAMILIER,FENDRE,FEUTRE,FIORITURE,FLOCON,F
ORCER,FORSYTHIA,FRANGE,FUTUR
990 DATA GABARDINE,GALIPETTE,GAUCHER,GERBE,GIROUETTE,GLOBULE
,GLOSSAIRE,GOUDRON,GROMMELER,GYROSCOPE
1000 DATA HABILLER,HARPON,HIBERNATION,HOMARD,HUMECTER,HUMILI
ATION,HYDRAVION,HYMNE,HYPNOSE,HYPOTALAMUS
1010 DATA ICEBERG,IMMUNISER,IMPRIMEUR,INCULTE,INDUSTRIEL,INS
CRIPTION,INTERFACE,INTRIGUE,ISOBARE,IVOIRE
1020 DATA JACINTHE,JAMBON,JARDINIER,JERRICAN,JONCHER,JUBILAT
ION,JUDICIAIRE,JUMELLES,JUPON,JUXTAPOSER
1030 DATA KAISER,KALEIDOSCOPE,KAMIKAZE,KANGOUROU,KAYAK,KEPI,
KILOGRAMME,KIOSQUE,KLAXON,KYSTE
1040 DATA LABEUR,LABYRINTHE,LAMPISTE,LARMOYER,LESSIVE,LIMAND
E,LISERON,LONGITUDE,LUNETTE,LYRIQUE
1050 DATA MACADAM,MAINATE,MALICIEUX,MANOIR,MEILLEUR,MILITAIR
E,MODELER,MONNAIE,MORTAISE,MYGALE
1060 DATA NACRE,NAVETTE,NERVURE,NOCTURNE,NOMBRE,NUISANCE,NUN
UCHE,NUTRITIF,NYLON,NYMPHE
1070 DATA OASIS,OBSTACLE,OCTAVE,OFFENSE,OMOPLATE,ONZE,ORANGE
,OSCILLER,OUVRAGE,OZONE
1080 DATA PACHYDERME,PEIGNE,PEUPLIER,PHYLLOXERA,PIEUVRE,PLAN
CHER,POPULAIRE,PRIMITIF,PSYCHANALYSE,PYTHON
1090 DATA QUADRANT,QUALIFIER,QUARTIER,QUEUE,QUICHE,QUIGNON,Q
UILLE,QUIPROQUO,QUITTANCE,QUOTIENT
1100 DATA RABBIN,RAYON,RECHARGE,RENONCULE,RHUM,RIGUEUR,RIXE,
ROCAILLE,RUPTURE,RYTHME
1110 DATA SABLIER,SAXOPHONE,SCHNORKEL,SECOUSSE,SILICONE,SOIG
NER,SPECTRE,SPHINX,STRATIFIER,SYSTYLE
1120 DATA TABLEAU,TAXE,TECHNICIEN,TENTACULE,THERMOMETRE,TINT
ER,TISSAGE,TRANSFERT,TRIOMPHE,TZIGANE
1130 DATA UBIQUITE,ULCERE,ULTRASON,UNIFIER,UNIVERS,USUFRUITI
ER,UITLITAIRE,UTOPIQUE,UTRICULE,UVULAIRE
1140 DATA VACANCES,VAPOREUX,VEDETTE,VERVEINE,VITAMINE,VOITUR
E,VOLUBILE,VOYAGER,VRASEMBLABLE,VROMBIR
1150 DATA WAGON,WALKMAN,WALLON,WATT,WHISKY,WINCHESTER,WHIST,
WINDSURF,WOOFER,WORMIEN
1160 DATA XENON,XENOPHILE,XENOPHOBE,XERES,XEROCOPIE,XIPHOPHO
RE,XYLENE,XYLOGRAPHE,XYLOPHAGE,XYLOPHONE
1170 DATA YACHT,YACK,YOGHOURT,YEARLING,YOGA,YOUPPIE,YOUYOU,Y
PERITE,YSOPET,YUCCA
1180 DATA ZANZIBAR,ZAPPER,ZEBRE,ZENITH,ZIBELINE,ZODIAC,ZOOLO
GIE,ZOUAVE,ZYGOMATIQUE,ZYGOTE
1190 REM  ***********************************************
1200 REM *                  DEBUT DU JEU                  *
1210 REM  ***********************************************
1220 CLS
1230 LOCATE 1,22:PRINT STRING$(4,CHR$(226));CHR$(222);STRING
$(3,CHR$(207));CHR$(223);STRING$(31,CHR$(226))
1240 LET PLH=6:LET PLV=21
1250 GOSUB 2010
1260 FOR D=1 TO 2
1270 GOSUB 2220
1280 NEXT D
1290 RESTORE 880
1300 REM  ***********************************************
1310 REM *        TIRAGE ALETOIRE DU MOT A DEVINER       *
1320 REM  ***********************************************
1330 LET MOT=0:LET N=INT(RND*310):LET CC=0
1340 FOR I=0 TO N
1350 READ X$
1360 NEXT I
```

un mot présenté sous forme d'une suite de tirets dont le nombre égale celui des lettres du mot, en haut à droite de l'écran.

Chaque lettre proposée sera frappée au clavier. Si cette dernière est présente dans le mot à découvrir, le lapin effectuera un bond en avant, en cas contraire il se rapprochera de son terrier et, finalement, après plusieurs essais infructueux, ie regagnera. Dans ce cas, le joueur aura perdu et la solution lui sera présentée.

Précisons, enfin, que si la même lettre est proposée plusieurs fois de suite par le joueur, le lapin ignorera la proposition. Ce programme comporte un "dictionnaire" de 310 mots. Ce point permet de jouer de très nombreuses fois sans retomber sur la même offre. De plus, étant donné le grand nombre de possibilités, il reste pratiquement impossible de se souvenir de chacun d'entre eux. Nous n'avons pas prévu ici, lors d'une partie entre plusieurs participants, d'introduire directement un nouveau mot. Cependant une telle option est relativement simple à mettre en place.

Ces quelques règles de base précisées, passons à présent à l'écriture du programme. En premier lieu nous prévoirons un tableau de mémorisation des lettres proposées par le joueur ; ceci afin d'être en mesure de détecter l'éventuel redoublement d'une proposition. Ensuite, l'ensemble des symboles graphiques nécessaires à la représentation du lapin et à son animation

```
1370 REM  ************************************************
1380 REM * DETERMINATION NOMBRE DE LETTRES DU MOT CHOISI. *
1390 REM  ************************************************
1400 LET L=LEN(K$)
1410 FOR t=1 TO 1000-(2*N):NEXT T
1420 REM  ************************************************
1430 REM *            AFFICHAGE DES TIRETS  (-)           *
1440 REM  ************************************************
1450 FOR H=25 TO L+24
1460 LOCATE H,2:PRINT "-"
1470 NEXT H
1480 REM  ************************************************
1490 REM *       PRISE EN COMPTE DES TOUCHES FRAPPEES     *
1500 REM  ************************************************
1510 LET K$=UPPER$(INKEY$)
1520 IF K$="" OR K$<"A" OR K$>"Z" THEN GOTO 1510
1530 REM  ************************************************
1540 REM *  CONTROLE DE REPETITION DE LA LETTRE PROPOSEE  *
1550 REM  ************************************************
1560 LET REP=0
1570 FOR I=1 TO 26
1580 IF K$=C$(I) THEN LET REP=1
1590 NEXT I
1600 IF REP=1 THEN GOTO 1510
1610 LET CC=CC+1:LET C$(CC)=K$
1620 LET CL=1:LET PL=0
1630 LET PL=INSTR(CL,X$,K$)
1640 REM  ************************************************
1650 REM *         DETECTION D'UNE LETTRE NON PRESENTE    *
1660 REM  ************************************************
1670 IF PL=0 AND CL=1 THEN GOSUB 2450:GOSUB 2740
1680 IF PLH=6 AND CC>1 THEN GOTO 1900
1690 REM  ************************************************
1700 REM *     REBOUCLAGE EN CAS DE LETTRE NON PRESENTE   *
1710 REM  ************************************************
1720 IF PL=0 THEN GOTO 1510
1730 LOCATE 24+PL,2:PRINT K$:IF PLH<37 THEN GOSUB 2220
1740 LET CL=PL+1:LET MOT=MOT+1
1750 REM  ************************************************
1760 REM * REBOUCLAGE SI LA SOLUTION N'EST PAS DECOUVERTE *
1770 REM  ************************************************
1780 IF MOT<>L THEN GOTO 1860
1790 REM  ************************************************
1800 REM *              AFFICHAGE PARTIE GAGNEE.          *
1810 REM  ************************************************
1820 LOCATE 15,10:PRINT "BRAVO"
1830 PRINT:PRINT "POUR UNE AUTRE PARTIE TAPER UNE TOUCHE."
1840 IF INKEY$="" THEN GOTO 1840
1850 GOTO 10
1860 GOTO 1630
1870 REM  ************************************************
1880 REM *              AFFICHAGE PARTIE PERDUE.          *
1890 REM  ************************************************
1900 LET VB=6:LET VH=-1:LET PLV=21:LET SENS=-1
1910 GOSUB 2010
1920 LOCATE 10,10:PRINT "DESOLE: PERDU !"
1930 PRINT:PRINT "POUR UNE AUTRE PARTIE TAPER UNE TOUCHE."
1940 LOCATE 1,2:PRINT "LA SOLUTION ETAIT:"
1950 LOCATE 25,2:PRINT X$
1960 IF INKEY$="" THEN GOTO 1960
1970 GOTO 10
1980 REM  ************************************************
1990 REM *      SOUS ROUTINE DE LA SORTIE DU TERRIER      *
2000 REM  ************************************************
2010 FOR I=VB TO VH STEP SENS
2020 LOCATE PLH,PLV-I-1:PRINT "   "
2030 IF I>0 THEN LOCATE PLH,PLV-I:PRINT CHR$(149);CHR$(150);
CHR$(151)
2040 IF I<1 THEN GOTO 2170
2050 LOCATE PLH,PLV-I+1:PRINT CHR$(152);CHR$(153);CHR$(154)
2060 IF I<2 THEN GOTO 2170
2070 LOCATE PLH,PLV-I+2:PRINT CHR$(155);CHR$(156);CHR$(157)
2080 IF I<3 THEN GOTO 2170
2090 LOCATE PLH,PLV-I+3:PRINT CHR$(158);CHR$(159);CHR$(160)
2100 IF I<4 THEN GOTO 2170
2110 LOCATE PLH,PLV-I+4:PRINT CHR$(161);CHR$(162);CHR$(163)
2120 IF I<5 THEN GOTO 2170
2130 LOCATE PLH,PLV-I+5:PRINT CHR$(164);CHR$(165);CHR$(166)
2140 IF I<6 THEN GOTO 2170
2150 LOCATE PLH,PLV-I+6:PRINT CHR$(167);CHR$(168);CHR$(169)
2160 IF SENS=1 THEN LET PLV=15
2170 NEXT I
2180 RETURN
2190 REM  ************************************************
2200 REM *       SOUS ROUTINE DE SAUT AVANT DU LAPIN      *
2210 REM  ************************************************
2220 FOR I=-1 TO 0:GOSUB 2320:LET PLH=PLH+1:NEXT I
2230 FOR I=0 TO -1 STEP -1:GOSUB 2320:LET PLH=PLH+1:NEXT I
2240 LOCATE PLH,PLV:PRINT CHR$(128);CHR$(129);CHR$(130)
2250 LOCATE PLH,PLV+1:PRINT CHR$(131);CHR$(132);CHR$(133)
2260 LOCATE PLH,PLV+2:PRINT CHR$(134);CHR$(135);CHR$(136)
2270 LOCATE PLH,PLV+3:PRINT CHR$(137);CHR$(138);CHR$(139)
2280 LOCATE PLH,PLV+4:PRINT CHR$(140);CHR$(141);CHR$(142)
2290 LOCATE PLH,PLV+5:PRINT CHR$(143);CHR$(144);CHR$(145)
2300 LOCATE PLH,PLV+6:PRINT CHR$(146);CHR$(147);CHR$(148)
2310 RETURN
2320 LOCATE PLH,PLV-I-2:PRINT "   "
2330 LOCATE PLH,PLV-I-1:PRINT " ";CHR$(149);CHR$(150);CHR$(1
51)
2340 LOCATE PLH,PLV-I:PRINT " ";CHR$(152);CHR$(153);CHR$(154
)
2350 LOCATE PLH,PLV-I+1:PRINT " ";CHR$(155);CHR$(156);CHR$(1
57)
2360 LOCATE PLH,PLV-I+2:PRINT " ";CHR$(158);CHR$(159);CHR$(1
60)
2370 LOCATE PLH,PLV-I+3:PRINT " ";CHR$(161);CHR$(162);CHR$(1
63)
2380 LOCATE PLH,PLV-I+4:PRINT " ";CHR$(164);CHR$(165);CHR$(1
66)
2390 LOCATE PLH,PLV-I+5:PRINT " ";CHR$(167);CHR$(168);CHR$(1
69)
2400 IF I>-1 THEN LOCATE PLH,PLV-I+6:PRINT "   "
2410 RETURN
2420 REM  ************************************************
2430 REM *          SOUS ROUTINE DE "NON"  DU LAPIN       *
2440 REM  ************************************************
2450 FOR I=0 TO 4
2460 GOSUB 2530
2470 GOSUB 2590
2480 GOSUB 2650
2490 GOSUB 2590
2500 NEXT I
2510 GOSUB 2590
2520 RETURN
2530 LOCATE PLH,15:PRINT CHR$(149);CHR$(150);CHR$(151)
2540 LOCATE PLH,16:PRINT CHR$(152);CHR$(153);CHR$(154)
2550 LOCATE PLH,17:PRINT CHR$(155);CHR$(156);CHR$(157)
2560 LOCATE PLH,18:PRINT CHR$(158);CHR$(159);CHR$(160)
2570 FOR T=1 TO 60:NEXT T
2580 RETURN
2590 LOCATE PLH,15:PRINT CHR$(128);CHR$(129);CHR$(130)
2600 LOCATE PLH,16:PRINT CHR$(131);CHR$(132);CHR$(133)
2610 LOCATE PLH,17:PRINT CHR$(134);CHR$(135);CHR$(136)
2620 LOCATE PLH,18:PRINT CHR$(137);CHR$(138);CHR$(139)
2630 FOR T=1 TO 20:NEXT T
2640 RETURN
2650 LOCATE PLH,15:PRINT CHR$(170);CHR$(171);CHR$(172)
2660 LOCATE PLH,16:PRINT CHR$(173);CHR$(174);CHR$(175)
2670 LOCATE PLH,17:PRINT CHR$(176);CHR$(177);CHR$(178)
2680 LOCATE PLH,18:PRINT CHR$(179);CHR$(180);CHR$(181)
2690 FOR T=1 TO 20:NEXT T
2700 RETURN
2710 REM  ************************************************
2720 REM *          SOUS ROUTINE DE SAUT ARRIERE          *
2730 REM  ************************************************
2740 LET PLH=PLH-1
2750 FOR I=-1 TO 0:GOSUB 2800:LET PLH=PLH-1:NEXT I
2760 FOR I=0 TO -1 STEP -1:GOSUB 2800:LET PLH=PLH-1:NEXT I
2770 LET PLH=PLH+1
2780 GOSUB 2240
2790 RETURN
2800 LOCATE PLH+1,PLV-I-2:PRINT "   "
2810 LOCATE PLH,PLV-I-1:PRINT CHR$(170);CHR$(171);CHR$(172);
" "
2820 LOCATE PLH,PLV-I:PRINT CHR$(173);CHR$(174);CHR$(175);"
"
2830 LOCATE PLH,PLV-I+1:PRINT CHR$(176);CHR$(177);CHR$(178);
" "
2840 LOCATE PLH,PLV-I+2:PRINT CHR$(179);CHR$(180);CHR$(181);
" "
2850 LOCATE PLH,PLV-I+3:PRINT CHR$(182);CHR$(183);CHR$(184);
" "
2860 LOCATE PLH,PLV-I+4:PRINT CHR$(185);CHR$(186);CHR$(187);
" "
2870 LOCATE PLH,PLV-I+5:PRINT CHR$(188);CHR$(189);CHR$(190);
" "
2880 IF I>-1 THEN LOCATE PLH+1,PLV-I+6:PRINT "   "
2890 RETURN
```

seront définis. Cette opération occupe les lignes 160 à 840.

Vient alors la mémorisation des mots du dictionnaire. Ceux-ci seront introduits en mémoire à l'aide d'une suite d'instructions DATA. Nous les avons classés par ordre alphabétique des lignes 880 à 1180.

Tout est maintenant prêt pour que le jeu puisse débuter. Les lignes 1230 à 1280 assureront la représentation du sol et du terrier sur l'écran ainsi que l'arrivée du lapin. Le mot à découvrir est alors tiré au hasard dans le dictionnaire par les lignes 1330 à 1360, et des tirets correspondant aux lettres du mot seront affichés par les lignes 1400 à 1470.

Les lettres proposées par le joueur seront prises en compte par la ligne 1510 associée au test de la ligne 1520. Ensuite le programme vérifiera que la lettre n'a pas été déjà proposée, lignes 1560 à 1630, ainsi que sa présence dans le mot à découvrir. Tant que ce dernier n'aura pas été trouvé et que le lapin ne sera pas dans son terrier, le jeu rebouclera. En cas contraire, le programme s'aiguillera vers les séquences soit partie gagnée, soit partie perdue. Dans les deux cas la frappe d'une touche quelconque permettra de demander une nouvelle partie.

Une série de sous-routines est destinée à la représentation et à l'animation du lapin. Nous n'entrerons pas dans le détail car leur fonctionnement est très similaire. Dans tous les cas, il s'agit de l'affichage d'une série de symboles graphiques à un emplacement déterminé de l'écran.

Hormis sa longueur, la frappe de ce programme ne doit pas poser de problème particulier. Son utilisation est également très simple. Une fois sa frappe terminée, RUN sera demandé. Le lapin apparaîtra dès lors sur l'écran puis les tirets correspondant aux lettres du mot à découvrir seront présentés. Il suffira de taper directement au clavier la lettre choisie pour qu'elle soit prise en compte. Chaque fois qu'elle sera présente, le lapin avancera d'un bond. En cas contraire, il reculera d'un bond également après avoir fait un signe "non". Enfin, s'il se rapproche trop de son terrier, il finira par le regagner et la partie sera perdue. **Henri-Pierre Penel**

1. Le 6 avril vers 21 h légales : croissant lunaire âge de moins de 16 h.

Une lunaison exceptionnelle

JOURNAL DE L'ASTRONOME

Cent fois sur le métier... le proverbe pourrait s'appliquer à la Lune, un astre passionnant auquel on revient régulièrement.

Il y aura 20 ans en juillet prochain, l'homme posait pour la première fois le pied sur notre satellite naturel, événement considérable pour les astronomes et les scientifiques, quelque peu oublié maintenant. Les amateurs d'astronomie, pour qui la Lune est l'astre de tous les émerveillements, se doivent de commémorer cet anniversaire.

A ce titre, il y aura certainement cet été des manifestations diverses. Mais, d'une part, elles risquent d'être noyées dans les fêtes du bicentenaire de la Révolution, d'autre part, les nuits sont tardives en juillet et la Lune sera basse sur l'horizon à cette époque. Toutes ces raisons ont conduit certaines associations d'amateurs à anticiper ce XX^{e} anniversaire et à lui donner un caractère "actif".

Pour cela, il est proposé à chacun d'observer la Lune pendant une lunaison complète, non seulement pour son plaisir personnel, mais aussi pour profiter de l'occasion pour initier un maximum de personnes à l'astronomie. La Lune n'est-elle pas, en effet, l'astre qui émerveille le plus ceux qui n'ont jamais regardé dans un télescope ?

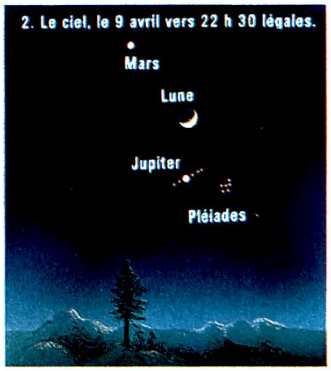
Conseils pratiques. Si les jumelles sont utilisables en l'absence de tout autre instrument, elles ne donneront qu'une vue d'ensemble avec les principaux cratères, sans la vision des fins détails. Lunettes et télescopes, quelle que soit leur puissance, sont par contre idéaux pour procéder à une exploration lunaire.

On commencera toujours par utiliser un faible grossissement, d'abord pour pointer l'astre avec plus de facilité, ensuite pour repérer l'ensemble de la topographie. Puis on passera aux grossissements plus élevés, progressivement. En fonction de la turbulence atmosphérique, on utilisera celui qui donnera la meilleure image.

Suivant la phase lunaire, l'image peut être éblouissante, ce n'est pas dangereux mais franchement désagréable. Dans ce cas, un filtre lunaire sera ajouté à l'oculaire (1). Enfin, n'oubliez pas que la zone qui montre les détails les plus saisissants est celle du terminateur, c'est-à-dire la limite de la partie éclairée et de la partie dans l'ombre.

La lunaison au jour le jour. Point n'est besoin de programme bien défini pour observer la Lune, chacun pouvant s'y prendre à sa façon. Voici cependant quelques éléments jour par jour, qui renforceront, si besoin est, votre intérêt pour notre satellite.

• Jour 1 : jeudi 6 avril. A 3 h 33 TU, c'est la nouvelle Lune. En conjonc-



tion avec le Soleil, notre satellite n'est pas observable. Mais les plus audacieux pourront peut-être essayer de battre le record de la plus jeune Lune dans la soirée, vers 21 heures légales, à l'azimut 283. (***Figure 1***).

• Jour 2 : vendredi 7 avril. Amateurs de fins croissants, c'est le soir ou jamais. Dès le coucher du Soleil, la chasse est ouverte. Mais attention, la Lune se couche à la fin du crépuscule astronomique. Basse sur l'horizon, la turbulence sera forte ; mais admirez la Mer de Humbolt, cette plaine murée de 200 km avec, au fond, un réseau de fissures radiales. Le Soleil se lève sur la Mer des Crises, d'une surface égale à celle de la Grande-Bretagne !

• Jour 3 : samedi 8 avril. La lumière cendrée est exceptionnelle, d'autant que, en cette nuit de week-end, la Lune brille plus de 4 heures après le coucher du Soleil. Une bonne occasion pour organiser une "Lune party" et expliquer aux participants les raisons de la lumière cendrée. Le relief est intéressant avec un lever de Soleil sur les régions montagneuses bordant la Mer des Crises.

Sur notre satellite, les carcasses de quatre sondes soviétiques ont vu aujourd'hui la lumière revenir pour la énième fois. Il s'agit des *Luna 15, 16, 20* et *24,* ces trois dernières ayant prélevé et rapporté automatiquement sur Terre des échantillons de sol lunaire, entre 1970 et 1976.

• Jour 4 : dimanche 9 avril. Bien visible jusqu'après minuit, la Lune est encadrée ce soir par Mars au nord et Jupiter au sud. (***Figure 2***). Le terminateur aborde la zone des cratères sud ; le croissant présente, à cet endroit, un contour déchiqueté. A explorer : le lever de Soleil sur Fracastor, au bord de la Mer du Nectar. La lumière cendrée est encore très intense.

• Jour 5 : lundi 10 avril. Tandis que la lumière cendrée diminue pour être à peine visible, de nombreuses sondes lunaires ont vu le Soleil se lever. Du nord au sud, c'est d'abord *Lunakhod 2,* un véhicule soviétique d'exploration téléguidée dans le cratère Lemonnier, puis *Apollo 17,* près de Littrow, la dernière mission US habitée en décembre 1972. Dans la Mer de la Tranquillité qui s'éclaire progressivement, on trouve *Ranger 6* et *8,* puis *Surveyor 5,* trois sondes qui préparèrent photographiquement le premier débarquement lunaire, celui que nous célébrons : *Apollo 11,* dont le module se trouve au bord sud de la mer, près du cratère Moltke. Le cratère du jour est Theophilius, magnifique avec ses 100 km de diamètre et ses gradins de plus de 4 400 mètres ; le piton central atteint 2 000 mètres. Cyrillius le jouxte, mais présente des remparts beaucoup plus endommagés. A 21 h 43, immersion de 107 B Taureau, magnitude 6,5.

• Jour 6 : mardi 11 avril. A 24 heures du premier quartier, les formations remarquables du terminateur, sont Aristoteles, Eudoxus, la Mer de la Sérénité, Abulfeda et Maurolycus. Abulfeda, cratère de 60 km portant le nom d'un astronome syrien du XIV^{e} siècle, est une tache claire, dans laquelle on trouve deux petits cratères ; observez bien cette formation au cours de la lunaison et notez la variation d'étendue de la zone claire et des deux cratelets. Autre point d'intérêt : Pline, au sud de la Mer de la Sérénité, deux cratères y sont parfois visibles. Enfin, Linné, dans la mer elle-même, fut mesuré à 7 kilomètres en 1824, disparut en 1866, pour être estimé à 2,4 km actuellement ; à surveiller.

• Jour 7 : mercredi 12 avril. Le premier quartier est atteint à 23 h TU, l'une des phases les plus observées. De nombreuses sondes se trouvent le long du terminateur : *Luna 2* près d'Autolycus, *Apollo 15* au pied des monts Hadley, *Surveyor 4* et *6* dans Sinus Medii, *Ranger 9* dans Alphonsus, ce très beau cratère encadré par Ptolemaus et Arzachel, enfin *Surveyor 7* à côté de Thebit. Entre Alphonsus et Arzachel, se trouve Alpetragius, cratère dont certains auteurs signalent que le fond devient visible avant le lever du Soleil, qu'en est-il ?

— 3 h 52 : immersion de 176 B Gémeaux, magnitude 6,3

— 24 h 24 : immersion de 181 B Gémeaux, magnitude 6.

• Jour 8 : jeudi 13 avril. Un jour lunaire très intéressant. De très belles informations, comme la chaîne des Apennins qui borde la Mer des Pluies, la Vallée des Alpes, deviennent visibles. Ne pas manquer le Mur Droit ou *Rupes Recta ;* on pensait que c'était une muraille à pic et, en fait, il s'agit d'un escarpement en pente douce, long de 100 km et haut de 300 mètres environ. Platon est une vaste plaine murée située près du pôle Nord lunaire. A plusieurs reprises, on a signalé des cratères et des changements d'aspect du fond de l'arène ; à suivre pendant cette lunaison.

— 22 h 01 : immersion de ZC 1269, magnitude 7.

— 1 h 07 : immersion de ETA Cander, magnitude 5,5.

• Jour 9 : vendredi 14 avril. Observable jusqu'à l'aube, la Lune devient gibbeuse, son "ventre" s'arrondit. Clavius est le plus beau cratère du terminateur près du pôle Sud. Tycho, cratère plus au nord, est au centre d'un vaste système de rayonnement, dont la visibilité varie au cours de la lunaison ; observez attentivement ses bords en terrasse s'étageant sur près de 5 000 mètres de haut, ainsi que le piton central qui culmine à plus de 1 600 m, toutes altitudes, rappelons-le, par rapport au fond du cratère.

• Jour 10 : samedi 15 avril. Le Soleil a éclairé *Luna 5, Surveyor 3* et *Apollo 12* près de Landsberg, ainsi qu'*Apollo 14* et *Ranger 7* situés de part et d'autre de Fra Mauro. A côté de ce dernier, se trouve le cratère Parry. Regardez sa partie intérieure sud, certains y ayant signalé un mur mince et brillant ; le voyez-vous ? La vedette d'aujourd'hui revient cependant à Copernic, l'un des cratères les plus célèbres. Les instruments les plus modestes permettront d'observer ses remparts en terrasses, les éboulements et les collines centrales. Les environs sont véritablement criblés de cratères.

— 22 h 38 : immersion de 104 B Lion, magnitude 7.

• Jour 11 : dimanche 16 avril. Sinus Iridum ou Golfe des Iris est parcouru transversalement par des formations veineuses donnant l'impression de vagues éternellement figées dans leur mouvement. Le nord du golfe forme le Jura lunaire, montagneux, qui ressemble au rempart d'un cratère à demi englouti. C'est au sud du Cap Heraclides que la sonde *Luna 17* déposa le laboratoire automatique *Lunakhod 1,* qui parcourut plus de 10 kilomètres dans la Mer des Pluies et envoya près de 20 000 photos.

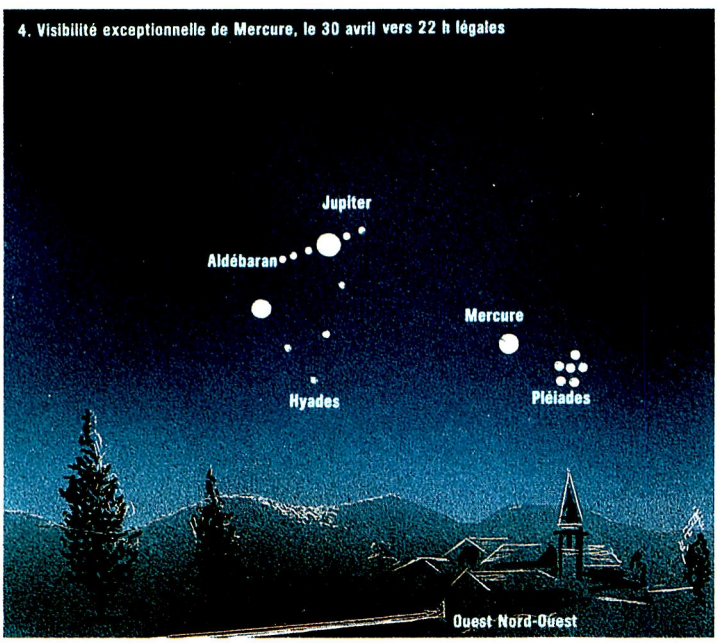
— 22 h 10 : immersion de 38 Lion, magnitude 7.

• Jour 12 : lundi 17 avril. A mi-chemin de la pleine Lune, les reliefs s'estompent progressivement, tandis que l'astre devient de plus en plus éblouissant. C'est au tour de Kepler de retenir notre attention avec ses rayonnements. Vers le sud, Schiller est un cirque très allongé, avec 180 km de long pour 70 de large. Le nord du cratère offre des reliefs intéressants.

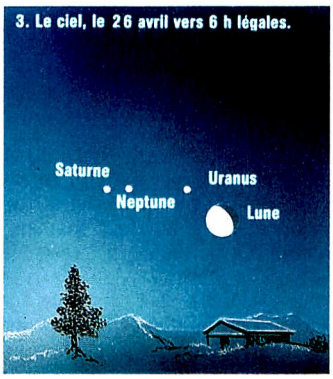
• Jour 13 : mardi 18 avril. Voici Aristarque, ses rayonnements et ses brillances variables. Juste à côté, la Vallée de Schoter se présente comme un lit de rivière asséchée. Son point de départ, un cratère de 6 kilomètres, ressemble à une tête de cobra. La vallée, dont le fond est plat, s'élargit jusqu'à 10 km, puis va en se rétrécissant, jusqu'à disparaître au bord d'un quadrilatère continental. La longueur totale est de 200 km pour une profondeur moyenne de 1 000 mètres. Le fond de la vallée est entaillé d'une deuxième crevasse, hélas invisible de la Terre.

• Jour 14 : mercredi 19 avril. Seul le terminateur est observable, sans être ébloui par l'éclat d'une Lune qui sera bientôt pleine. On portera son attention sur les régions montagneuses sud. Schickard est une vaste plaine murée de 230 km, avec un fond partiellement comblé. Au bord ouest, Grimaldi est une cuvette de 430 km, dont le centre remblayé est entouré d'un mur de 230 km de diamètre. Plus au nord, une autre plaine murée : Hevelius dont le fond est parcouru de rainures et criblé de cratères. Dans l'océan des Tempêtes, tout proche, se posèrent *Luna 7, 8, 9 et 13.*

• Jour 15 : jeudi 20 avril. La pleine Lune aura lieu dans la nuit du 15 au 16, à 5 h 13. Pratiquement, aucun relief n'est visible car les rayons du Soleil sont maintenant perpendiculaires au sol. Le disque est éblouissant. Pour plus de confort, on utilisera un filtre, celui-ci pouvant être vert ou jaune foncé, ou mieux, un filtre polarisant qui atténuera la lumière sans changer les couleurs.



4. Visibilité exceptionnelle de Mercure, le 30 avril vers 22 h légales



3. Le ciel, le 26 avril vers 6 h légales.

A partir d'aujourd'hui, le Soleil va se coucher sur le sol lunaire. On observera à nouveau les formations décrites précédemment, le jour 16 correspondant au jour 1 et ainsi de suite.

Signalons cependant quelques événements remarquables.

Mercredi 26 avril. A 5 h 05, occultation de l'étoile ZC 2631, magnitude 6,4. On notera également la conjonction de la Lune avec Saturne, Uranus et Neptune. (***Figure 3***).

Vendredi 28 avril. Dernier quartier à 22 h 46. Mais la Lune n'est pas encore levée en France à cette heure là et il faudra attendre 3 h 30 pour l'observer.

Du 30 avril au 4 mai. Les lève-tôt jouiront du spectacle de la lumière cendrée de fin de lunaison. C'est également la meilleure période pour observer Mercure dans le ciel du soir. (***Figure 4***).

Vendredi 5 mai. Lever à 5 h 52, soit une demi-heure avant le Soleil, mais la nouvelle Lune se produit à 13 h 46 TU. Quelqu'un parviendra-t-il à observer un fin croissant ? Ce serait sans doute un record mondial. Notre lunaison commémorative du vingtième anniversaire de la présence de l'homme sur notre satellite naturel se termine aujourd'hui. Espérons que plus d'un amateur aura redécouvert l'attrait de l'observation de l'astre des nuits et aura aussi, à cette occasion, communiqué sa passion à d'autres.

Yves Delaye

(1) Carte, atlas et filtres lunaires en vente à la Maison de l'Astronomie, 33 rue de Rivoli, 75004 Paris.
A signaler une soirée lunaire au Château de Bierville (91) le 15 avril ; au programme : conférence, repas et observations. Ouvert à tous ! Renseignements et inscriptions à l'adresse ci-dessus ou par téléphone au 42 77 99 55.

Une lampe sensible au bruit

ELECTRONIQUE AMUSANTE

Lorsqu'on rentre chez soi, la nuit, il peut être pratique de disposer d'un moyen d'éclairage se déclenchant automatiquement. Ceci évite de tâtonner désespérément à la recherche de l'interrupteur. De même, pour les jeunes enfants, il est rassurant de disposer d'une lampe s'allumant aux premiers pleurs nocturnes.

Le montage que nous vous proposons ici est une lampe déclenchable au bruit : dès qu'un son est détecté, elle s'allume pour une durée réglable, pouvant aller de 30 secondes à 3 minutes. Si, toutefois, le bruit persiste au-delà de cette durée, elle restera allumée jusqu'à ce que le calme soit revenu. Ce dernier point permet, par exemple, de l'utiliser à proximité d'un téléphone. La lampe s'allumera dès les premiers coups de sonnerie et restera allumée durant toute la communication.

Ces quelques points précisés, passons à l'étude de notre montage. L'élément détecteur sera une capsule micro, de type électret. De très petites dimensions et assez bon marché, elle conviendra parfaitement à ce type d'utilisation.

Nous avons déjà utilisé ce type de composants dans ces pages : rappelons qu'il comporte, dans un même boîtier, le micro lui-même et un amplificateur. Il faudra donc prendre soin, lors de son achat, de choisir un micro de polarité appropriée.

Cependant, le signal électrique que délivre ce type de micro est de très faible amplitude. Il nous sera donc indispensable, en premier lieu, de l'amplifier très fortement. Pour cela nous utiliserons un circuit intégré LM 324. Deux de ses cellules amplificatrices seront câblées à la suite. Ceci nous permettra de disposer, sur sa sortie, d'un signal utile d'une amplitude d'environ 5 volts ; valeur suffisante pour piloter la suite de notre réalisation.

La seconde phase du montage consistera à réaliser une temporisation. En effet, comme nous l'avons dit plus haut, nous souhaitons que la lampe reste allumée un certain laps de temps après son déclenchement. Cette fonction sera effectuée par un NE 555. Dès qu'il recevra une impulsion, ou un signal, provenant du LM 234, il se déclenchera et sa sortie passera à une tension proche de celle de l'alimentation pour la durée sélectionnée.

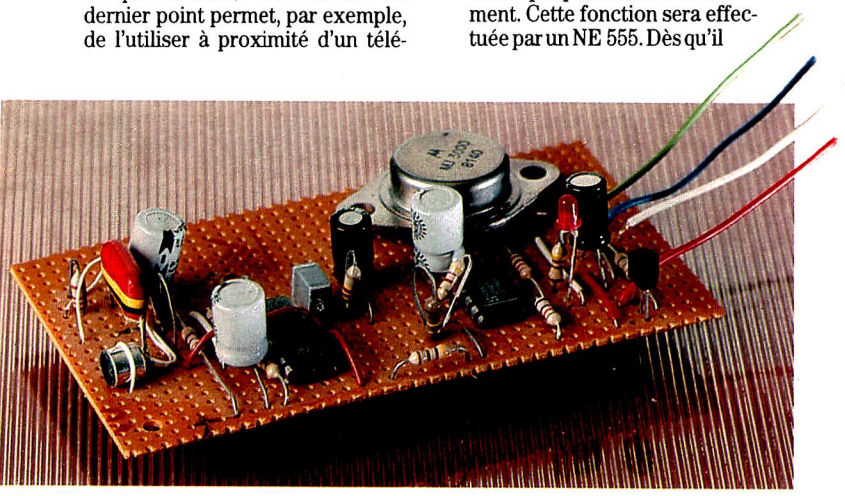
Le réglage de cette dernière est assuré par un potentiomètre. Celui-ci a pour but de faire varier la constante de temps du circuit de temporisation du NE 555 et, par voie de conséquence, la durée de l'allumage.

Enfin, la tension issue du NE 555 pilotera deux transistors, dont un de puissance, chargé de commander la mise sous tension de l'ampoule. Cette dernière pourra être d'un type standard ou halogène à condition toutefois que, dans un cas comme dans l'autre, il s'agisse d'une ampoule 12 volts et d'une puissance maximale de 25 watts.

En ce qui concerne son alimentation, il est tout à fait possible de réaliser ce montage à partir de piles, même sous 4,5 volts si une ampoule adéquate est choisie, ou de batteries. Cependant pour un usage permanent, et surtout si la puissance de l'ampoule est supérieure à quelques watts, nous vous conseillons vivement de l'alimenter sur secteur à l'aide de la petite alimentation dont nous vous fournissons également le schéma, ou d'un adaptateur secteur capable de fournir une tension de 12 V continus, sous 2 ampères. Si toutefois vous souhaitez une puissance inférieure pour l'ampoule, le courant que devra pouvoir débiter l'alimentation sera notablement réduit.

Le câblage de la lampe ne doit pas poser de problème particulier. Cependant, comme toujours, il faudra bien prendre soin de couper l'ensemble des bandes conductrices sous le LM 324 et le NE 555. De même, étant donné les faibles dimensions de la capsule micro, ses soudures demanderont une grande précision ; éviter donc d'utiliser un fer trop gros ou de trop mettre de soudure.

Pour l'alimentation, n'oublions pas que le primaire du transformateur est raccordé au secteur. Toutes les précautions d'usage devront être respectées pour son câblage. De même, une fois celui-ci terminé, il sera absolument indispensable de le loger dans un boîtier isolant, en plastique par exemple, avant



COMPLÉMENT NOMENCLATURE DU RECEPTEUR INFRAROUGE (S & V N° 858)

C_5 = 22 microfarads
C_6 = 22 microfarads
C_7 = 0,1 microfarad
C_8 = 100 microfarads
C_9 = 100 microfarads
D_1 = photodiode infrarouge
D_2 = 1N 4148
T_1 = 2N 3904
T_2 = 2N 3904
T_3 = 2N 1711
Ic = LM 324
RL = relais 1 RT 9 volts
Un clip pour pile 9 volts...
... ou adaptateur secteur 9 volts - 300 milliampères

IMPLANTATION DES COMPOSANTS

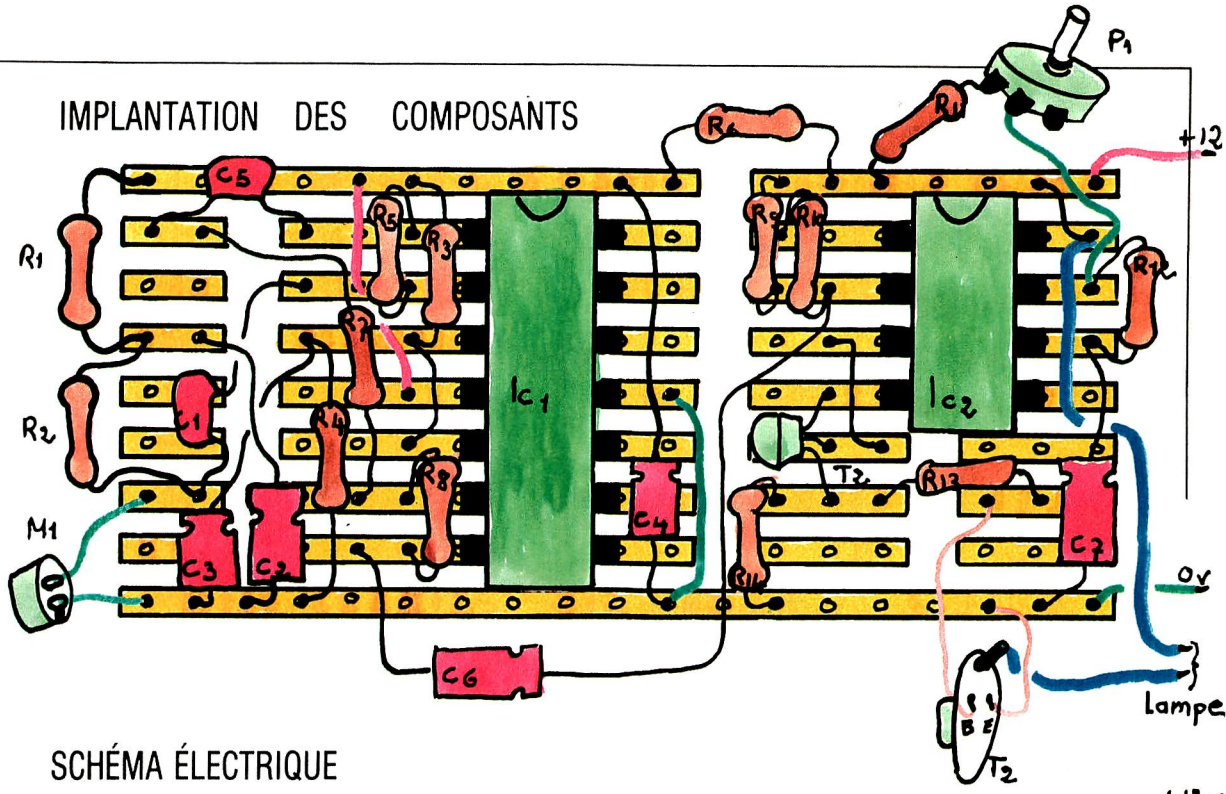
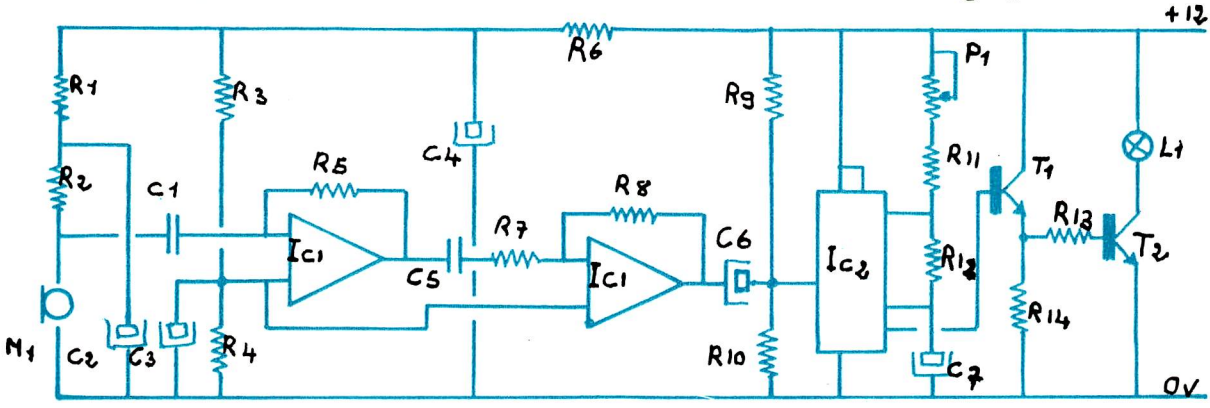


SCHÉMA ÉLECTRIQUE



NOMENCLATURE

$R_1 = R_6 = R_{13} = 470$ ohms (jaune, violet, brun, or)
R_2 = 2,2 kilohms (rouge, rouge, rouge, or)
$R_3 = R_4 = R_{12} = 4{,}7$ kilohms (jaune, violet, rouge, or)
$R_5 = R_8 = 220$ kilohms (rouge, rouge, jaune, or)
$R_7 = R_8 = R_9 = 10$ kilohms (brun, noir, orange, or)
$R_{11} = 47$ kilohms (jaune, violet, orange, or)

P_1 = potentiomètre 1 mégohm

$C_1 = C_5 = 100$ nanofarads
$C_2 = C_3 = C_4 = C_7 = 47$ microfarads 12 volts
$C_6 = 22$ microfarads 12 volts

$C_1 = C_5 = 100$ nanofarads
$C_2 = C_3 = C_4 = C_7 = 47$ microfarads 12 volts
$C_6 = 22$ microfarads 12 volts

T_1 = 2N 3904 ou équivalent
T_2 = 2N 3055 ou équivalent

IC_1 = LM 324
IC_2 = NE 555

M_1 = capsule micro électret (point vert)

toute mise sous tension.

Une fois l'ensemble du câblage terminé, il sera possible de procéder aux essais. Pour cela la lampe sera mise sous tension dans une pièce silencieuse, et le potentiomètre d'ajustage de la durée d'allumage sera placé sur sa position minimale — à fond, en sens inverse des aiguilles d'une montre. La lampe devra alors s'allumer puis s'éteindre au bout de 30 secondes environ. En parlant ou en faisant du bruit, on vérifiera que la lampe s'allume de nouveau. Il ne restera plus alors qu'à régler le potentiomètre pour obtenir la durée d'éclairement souhaitée.

Henri-Pierre Penel ▲

LE KIOSQUE SCIENCE

& VIE

SCIENCE & VIE HORS-SÉRIE

La révolution a-t-elle fait avancer la science ? En 330 pages et plus de 55 articles, ce numéro hors série de SCIENCE & VIE retrace la grande aventure scientifique des temps modernes. Un numéro historique à ne pas manquer. Dans tous les kiosques.

SCIENCE & VIE MICRO SVM

Chaque mois, SVM passe au banc d'essai nouveaux matériels et nouveaux logiciels. Les spécialistes de SVM sont constamment à l'écoute des besoins des utilisateurs pour y répondre concrètement. Au sommaire du N° d'avril : OS/2 en 100 questions. Formation : quels métiers pour demain ? Les Macintosh mesurés au standard de performances SVM. En vente le 5 avril.

SVM MACINTOSH

SVM MACINTOSH permet à tous les utilisateurs du micro-ordinateur vedette d'Apple, de tirer le meilleur profit de leur "Mac". Au sommaire du N° 4 : le Macintosh dévoilé, principes de base, coulisses, mots clés, conseils pratiques. Supercard. Le Macintosh SE/30 au banc d'essai. Dans tous les kiosques.

SV ÉCONOMIE

En démontant les mécanismes de l'économie et en donnant un éclairage de fond aux événements importants, SCIENCE & VIE ÉCONOMIE vous fait bien comprendre l'économie. Au sommaire du numéro d'avril : Bourse, les petits actionnaires bernés. Dossier : la boulimie des grandes surfaces. Les salaires au mérite en question. Les 7 pièges de l'assurance-auto. Dans tous les kiosques.

LIVRES

Bouger, se déplacer, voyager...

Il n'existait, dans les années 1960, aucun impératif réel d'informatisation de la voiture familiale. Pourtant, l'un des pionniers de cette informatisation, l'Américain Oliver McCarter, rapporte : « Nous avions mis au point une voiture qui contrôlait le rythme cardiaque de son conducteur. » De minuscules capteurs intégrés au volant lisaient le nombre de pulsations cardiaques et la force musculaire mise en œuvre pour tenir ce volant.

C'est l'une des informations, assez surprenantes, qu'on trouve dans *Les transports* (1), nouvel ouvrage de la série sur "Le monde des ordinateurs", réalisé par les rédacteurs de Time-Life et, il faut le préciser, avec le soin, la clarté et la compétence qui caractérisaient les précédents ouvrages, sans compter l'abondance des informations. Celle-ci laisse rêveur. L'électronique a certainement amélioré la conduite automobile, mais on se demande si les investissements qu'on lui consacre sont tous justifiés : en 1960, il n'y avait que pour 60 dollars d'équipement électronique dans une voiture, évidemment américaine ; en 1985, il y en avait pour 585 et l'on prévoit qu'en 1995, le coût des puces et mini-cerveaux atteindra 1 400 dollars. On trouve déjà dans une voiture moderne toute une armée de capteurs de rotation, de positionnement, de température, de l'air arrivant au collecteur du moteur, de l'oxygène dans cet air, de martèlement, de contrôle des amortisseurs...

Or, les sommes investies dans ces raffinements (mais ce ne sont pas les rédacteurs de l'ouvrage qui le disent) paraissent excessives pour ce qui touche au transport individuel. Tant de confort n'a pas réduit les embouteillages, facteur mystérieux dont les techniciens ne tiennent guère compte, et la part de l'auto dans l'accroissement de la température terrestre n'est pas négligeable (un récent rapport du Worldwatch Institute estime à 17 % la part des autos dans l'accroissement de gaz carbonique dans l'atmosphère). Certes, l'électronique a fait des progrès immenses et l'argent s'est dévalué dans une certaine mesure. Mais le taux d'accroissement des investissements électroniques est hors de proportions avec ces deux indices. La question qui se pose de plus en plus est, en effet : l'auto tiendra-t-elle au début du siècle prochain la place qu'elle occupe aujourd'hui ? L'écologie incite à espérer que non ; le bon sens aussi.

Pour s'en tenir à la France, on se demande quel est déjà l'interêt de partir en vacances avec sa voiture et de s'infliger des heures d'embouteillages, alors que, par le train, on met le plus souvent deux fois moins de temps avec autant de confort, et cela, par tous les temps. Pour les Etats-Unis, qui s'apprêtent à se doter d'un réseau de train à lévitation magnétique, ou Maglevs, on se demande s'il y aura encore des gens pour s'obstiner à faire New York-Los Angeles en voiture (trajet théorique qui n'intéresse plus grand nombre d'Américains, d'ailleurs) en deux jours au moins, alors que ce trajet sera possible en quelques heures de centre-ville à centre-ville.

On est beaucoup plus séduit par l'assistance électronique offerte à la navigation maritime et aérienne, et dont le même ouvrage offre des exemples éloquents, tels les cartes marines électroniques, qui permettent aux navires d'établir intégralement leurs itinéraires (sur disques magnétiques ou optiques) d'après des balises radar ou des signaux électroniques de satellite. En ce qui concerne la gestion ferroviaire, d'ailleurs, les Etats-Unis sont déjà admirablement équipés pour aborder le deuxième age du rail qui s'annonce.

On est tout aussi émerveillé par la description du réseau informatique qui commande désormais le passage d'un avion d'un secteur à un autre, sa trajectoire en cas de risque de collision et son itinéraire en cas de mauvais temps et de trombes.

Ajoutons que l'ouvrage est imprimé et illustré avec les mêmes luxe et bon goût que les précédents. Voilà une collection vraiment réussie.

Les amoureux des chemins de fer trouveront un immense plaisir à la réédition, partiellement en facsimilé, de l'ouvrage plus que centenaire de Léonce Reynaud, "Les travaux publics de la France", sous le titre *Les chemins de fer au XIX^e siècle* (2). C'est un superbe grand album dont l'interêt fondamental réside dans les photographies et descriptions des grands ouvrages d'art, ponts et viaducs essentiellement, commandés par le développement des voies ferrées. On parle souvent du génie de bâtisseurs des Romains ; n'oublions pas celui des ingénieurs français du XIX^e siècle. Les photos des viaducs de Port-Launay et de Chaumont ou du pont de Buis méritent que le voyageur de cette fin de siècle s'y arrête.

Et l'occasion est bonne pour

(suite du texte page 146)

Vous valez cent fois plus que ce que vous croyez valoir

Qui est Christian H. Godefroy ?

Il a 40 ans. C'est "Le" Spécialiste de la Réussite ; dans les Affaires, comme dans la Vie. Sans argent au départ, il fonde les Editions Godefroy qui sont devenues en moins de dix ans parmi les premières - de leur domaine - en Europe. Il est aussi Auteur et Conférencier international.

Après 4 ans de travail, il vient de mettre au point un moyen qui aide toute personne qui le souhaite à réussir sa vie. C'est un moyen : sûr, simple, rapide et efficace.

Un moyen qui donne une envie quasi irrésistible d'agir et d'atteindre ses objectifs., et qui dévoile une méthode concrète pour atteindre le succès.

Aimeriez-vous réaliser vos rêves ? Que vouliez-vous faire de votre vie ? Avez-vous atteint vos buts ? Avez-vous tout l'argent que vous voulez ? Etes-vous heureux ? Quelle que soit votre situation, vous pouvez, vous aussi, - comme vous allez le voir - Réussir votre Vie.

Il n'est pas trop tard. Il n'est jamais trop tard...

Même s'il paraît au départ inaccessible, un rêve peut toujours être réalisé. La preuve ?

Cette étonnante histoire...

Histoire d'un rêve pas comme les autres

Cela se passe il y a 30 ans. Jean-Pierre a 9 ans. A l'âge ou les autres veulent être cow-boy, il a un rêve : devenir Guide de Haute Montagne. Un rêve pas comme les autres ; pas facile à réaliser. Surtout quand on vit dans une région de plaines - la Picardie - et que l'on est d'une famille modeste.

Aujourd'hui, à chaque fois qu'il fait "grand beau temps" Jean-Pierre a un paysage superbe devant les yeux : le Mont Blanc. Son chalet est juste en face.

Jean-Pierre vit très heureux. Il est bien dans sa peau ; bien dans sa tête. Il a réalisé son rêve d'enfant ; il le vit chaque jour.

Il est devenu Guide.

Mais combien d'entre nous réalisent leurs rêves ? Voulez-vous savoir comment réaliser les vôtres ? - Lisez ce qui suit.

Faut-il avoir des qualités exceptionnelles pour réaliser ses rêves ?

Dans le cas de Jean-Pierre, comme dans la plupart des cas, il n'est pas nécessaire d'avoir des qualités exceptionnelles pour réaliser ses rêves. Tous ceux qui ont réussi le disent. Même des hommes d'affaires qui ont bâti des fortunes. Ils ont simplement développé - un peu plus que les autres - des qualités que tout le monde possède. Des qualités que vous possédez déjà. Vous saurez bientôt comment développer vous aussi ces qualités. Mais tout d'abord, vous devez être convaincu d'une chose... Vous valez cent fois mieux que ce que vous croyez valoir - mais... vous ne le savez pas encore -.

Ces quelques mots peuvent transformer votre vie

La phrase que vous venez de lire, a transformé la vie de milliers de gens qui - comme vous - n'y croyaient pas. Et pourtant, des psychologues ont découvert que c'est l'idée que nous nous faisons de nous même et de nos possibilités, qui détermine notre vie. Vous verrez tout à l'heure, qu'il existe enfin un moyen de changer cette image.

Et vous, qu'attendez-vous de la Vie ?

Voulez-vous vous sentir "bien dans votre peau" ? Vous sentir toujours à la hauteur des circonstances. Vous débarrasser de certains "sentiments d'infériorité". Etre à l'aise avec tout le monde en toutes occasions. Etre plus joyeux, plus détendu, plus heureux. Avoir plus de chance, plus de succès, plus d'amour, plus d'amis ? Ou encore... réaliser un rêve ?

Retrouvez vos rêves cachés et réalisez-les

Cherchez bien. Vous avez vous aussi des rêves enfouis dans un coin de votre cerveau. Des rêves qui vous ont toujours paru inaccessibles.

Aimeriez-vous par exemple :

- Un niveau de vie plus élevé ?
- Une maison plus grande, plus belle ?
- Une villa sur la côte ?
- Faire de grands voyages ?
- Devenir une Personnalité admirée et enviée ?

Un nouveau moyen peut vous aider à réaliser ces rêves.

Découvrez un étonnant Moyen de Réussir votre Vie

Il existe aujourd'hui un "Outil", rapide, puissant, et surtout, exactement adapté à votre personnalité. Un moyen qui vous guidera pas à pas dans votre progression vers le Succès. C'est une toute nouvelle méthode. Elle s'appelle "Destination Succès". Elle vous apprendra : Comment réussir votre Vie et atteindre le Succès. Comment devenir enfin celui ou celle que vous rêvez d'être.

Comment agira Destination Succès ?

C'est comme lorsqu'on monte un escalier. Au fil des jours, vous franchirez marche après marche - à votre rythme - l'escalier qui mène au succès. Vingt minutes par jour suffisent. Chaque conseil est vraiment très simple à appliquer.

Vous doutez peut-être que ce soit si simple ?

Dès que vous aurez fait un essai, vos doutes seront balayés. Vous n'aurez qu'un regret : ne pas avoir connu et appliqué ces "trucs" - si simples beaucoup plus tôt.

Comment être sûr que cela marchera aussi pour vous ?

Il y a deux très bonnes raisons : D'abord, grâce à son expérience pratique, C.H.Godefroy a trouvé un moyen quasi irrésistible de vous faire AGIR. C'est cela la nouveauté. C'est cela toute la différence. Dès les premières lignes, vous aurez envie d'agir. Envie d'essayer. Envie d'appliquer. Envie de persévérer. Vous comprendrez pourquoi en recevant le petit livre "Prenez la Destination Succès".

Ensuite, parce que vous êtes différent des autres, Destination Succès est vraiment adaptée à votre personnalité. C'est un des Secrets de sa Puissance. Comme un costume sur mesure, cette méthode est faite pour vous et pour vous seul. Mais ce n'est pas tout !

Voulez-vous d'autres preuves ?

La qualité de Destination Succès est telle, que l'I.D.M.P.A. - un jury international de spécialistes - lui a décerné dès sa sortie en 1987 : **le 1er Prix du Meilleur Ouvrage de Développement Personnel.**

Vous découvrirez d'ailleurs dans le dossier que vous recevrez, les témoignages enthousiasmés des premiers participants.

Comment Réussir votre Vie ?

Vous sentez que vous valez mieux que ce que vous êtes ? Vous voulez prouver aux autres - et à vous même - votre véritable personnalité ? Vous avez raison. Rappelez-vous : Vous valez cent fois mieux que ce que vous croyez valoir.

Comment en savoir plus sur ce moyen de développer toutes vos qualités ? C'est simple. Prenez 3 minutes de votre temps, découpez et remplissez le bon ci-dessous puis, adressez-le aux :

Editions Godefroy
B.P. 94
45, av. du Général Leclerc
60505 CHANTILLY Cédex

Vous recevrez une documentation complète sous pli discret. C'est vraiment sans aucun engagement. Faites-le maintenant, pour être sûr de ne pas oublier. Vous avez sûrement entendu dire qu'il faut savoir saisir la chance quand elle passe...

Votre chance à vous est là, sous vos yeux. Saisissez-la !

Alain Michalais

Bon pour
une documentation
Destination Succès
sans aucun engagement

à retourner à :

Editions Godefroy
BP 94 - 45, av. du Gal Leclerc
60505 Chantilly Cedex

NOM

Prénom

Adresse

Code postal

Ville

DODD/SV455

rappeler l'immense et bénéfique impact des voies ferrées sur l'économie et la culture en France.

Pour faire bonne mesure, signalons la parution de *La machine locomotive en France* (3), de Jacques Payen, spécialiste de l'histoire des sources d'énergie, de Jean-Marc Combe, historiographe, et Bernard Escudié, spécialiste de l'histoire de la thermodynamique.

Cet ouvrage jette un coup de phare sur un moment décisif de l'histoire des chemins de fer en France, celui où, vers 1855, pratiquement toutes les locomotives circulant sur le territoire sont de fabrication française.

Bien évidemment, c'est un hommage indirect à l'un des génies de la machine à vapeur, Seguin, pair de Stephenson et père de la chaudière tubulaire. C'est abondamment illustré, mais c'est un ouvrage de référence. **Gerald Messadié**

(1) Time-Life, Amsterdam, album couleurs 127 p., 176 F.
(2) Presses de l'Ecole nationale des Ponts et chaussées, album non paginé, 260 F.
(3) Presses universitaires de Lyon-Editions du CNRS, 258 p., 160 F.

Drs J.P. Blum & Ph. Bornet

HOPITAL, MODE D'EMPLOI

Editions du Rocher, 683 p., 159 F.

Deux médecins, encore jeunes et déjà émérites, offrent au grand public un guide de synthèse sur l'hôpital. Rien n'y est oublié et les indications ne se limitent pas à la période d'internement du malade, mais donnent également des conseils pour l'avant et l'après-hospitalisation. Le facteur humain est dégagé, du chef de service à l'infirmière, ce qui est relativement neuf.

Mais les auteurs étudient également le secourisme, les devoirs du médecin, le secret médical et les droits du malade, détaillent les problèmes sociaux et juridiques et n'oublient pas les médicaments courants. Cela tourne à l'encyclopédie !

Comme chacun risque, tôt ou tard, d'avoir affaire à un hôpital, mieux vaut s'informer avant qu'après, afin de ne pas se perdre dans les dédales administratifs que sont devenus aujourd'hui les établissements hospitaliers.

Denis Buican

Jacques Pimpaneau

CHINE

Philippe Picquier, 368 p., 140 F.

On peut aborder la Chine par une petite ou une grande porte. La petite est celle du tourisme ordinaire, qui consiste à entasser des souvenirs. La grande porte, armée de serrures à combinaisons, exige un bon trousseau de clés.

On le trouvera dans cet ouvrage, dû à l'un des meilleurs spécialistes de la Chine ancienne, et pédagogue de talent. De fait, il enseigne le chinois classique à l'Institut national des langues et civilisations orientales de Paris.

Les clés de l'Empire du milieu sont livrées dans autant de chapitres distincts, qui présentent la commodité de pouvoir être lus dans le désordre. Toutes considérations licencieuses écartées, celui sur la sexualité n'en serait pas la moins bonne initiation, car les principes *yin* (mâle) et *yang* (femelle) fondent la philosophie chinoise.

On poursuivra selon ses goûts, par les fêtes, la nourriture, les arts plastiques, la mythologie, la famille, soit au total trente-six sujets. Celui sur la médecine invite à constater qu'en Chine, la science ne fut guère parallèle de la technique, d'où le retard par rapport au reste du monde.

Paradoxalement, les Chinois ont eu de nombreuses intuitions d'une grande profondeur. A preuve, un grand nombre de découvertes et d'inventions de l'Antiquité ont été faites par eux. Mais ils s'abstinrent mystérieusement de les exploiter. Peut-être est-ce à cause de la domination confucéenne, dans le gouvernement de l'Etat, et de l'influence taoïste sur l'action individuelle.

Résumer chaque thème en dix pages, même si l'on dit l'essentiel, c'est certes un peu court. Et puis certains de ces thèmes sont moins attachants que d'autres. N'empêche que le livre est d'une belle tenue, agréable et clair. Les dessins d'époque sur la vie quotidienne dans la Chine ancienne n'en sont pas le moindre attrait ; mais ils indiquent, mélancoliquement, que les choses n'ont pas beaucoup changé. Et quand elles changèrent ce ne fut pas toujours dans le bon sens...

Pierre Rossion

Albert Einstein

COMMENT JE VOIS LE MONDE

Champs-Flammarion, 189 p., 26 F.

Einstein-Infeld

L'EVOLUTION DES IDÉES EN PHYSIQUE

Champs-Flammarion, 280 p., 26 F.

René Thom

PARABOLES ET CATASTROPHES

Champs Flammarion, 189 p., 40 F.

On ne fera jamais assez l'éloge de la collection Champs-Flammarion, qui offre, sous un volume réduit, à un prix imbattable et sous une présentation élégante, les textes qui ont marqué la pensée moderne. Pour un siècle qui prétend avoir peur de mourir idiot, mais pourtant entretient l'idiotie avec une apparente volupté, elle offre la possibilité de se muscler l'esprit à peu de frais et avec un encombrement matériel certes moindre que celui d'un de ces bancs à fabriquer des pectoraux de foire.

Le texte le plus élaboré de *Comment je vois le monde*, recueil dont certains éléments sont des notations de quelques lignes, est celui qui porte ce titre. Il est d'une actualité brûlante. Le célèbre physicien, qui n'était évidemment pas étranger à la philosophie, s'efforce d'y définir les rapports de la pensée et de la science à la métaphysique. Le passage déterminant est celui où Einstein, tout à la fois, rend hommage à Hume, qui rejette l'ancienne notion de la métaphysique, effroyable verbiage théologique, et introduit le concept de référence métaphysique, vers quoi tend normalement l'exercice de la raison.

Mais les notations qui suivent, sur l'Amérique, les interviewers et, qui l'eut cru, la production et le pouvoir d'achat méritent tout autant lecture.

La réédition de *L'évolution des idées en physique*, sous-titré :"Des premiers concepts aux théories de la relativité et des quanta", s'imposait. On ne peut pas prétendre qu'après lecture, tout le monde saura ce qu'est la relativité, mais il est certain que l'exemple, lumineux,

(suite du texte page 148)

L'ÉVASION, LA VRAIE.

Pour s'évader, rien n.e sert de parcourir le monde dans des charters bondés ou de rissoler sur des plages embouteillées... L'évasion, la vraie, vous la trouverez page après page dans Jeux & Stratégie. Echecs, scrabble, dames, bridge, go, tarot, etc. Jeux & Stratégie vous fera vivre chaque jeu intensément.

Et si vous vous lassez des classiques, découvrez une pléiade de jeux micros. Trop simple ? Alors dérouillez-vous les cellules grises avec nos jeux mathématiques ou nos jeux de lettres. Jeux & Stratégie, ce n'est pas la passion d'un jeu, c'est la passion de tous les jeux... de toutes les évasions !

MENSUEL.NOUVELLE FORMULE

de la p. 191 explique comment, avec des instruments tout à fait classiques du savoir, en l'occurrence l'expérience de Galilée sur la chute d'un corps, on peut se faire une idée de ce qu'est le continuum espace-temps. Et il faudrait vraiment beaucoup de mauvaise volonté pour ne pas comprendre, au moins les rudiments de ce qu'expliquent Einstein et Infeld sur l'origine de la théorie des quanta. Ce livre finit par donner une intense nostalgie du talent de vulgarisateur que possédaient autrefois tous les savants, avant qu'un charabia plein de componction envahisse les amphithéâtres et les publications scientifiques.

Nous avons, en son temps, exposé la théorie des catastrophes de René Thom, qui est indéniablement l'une des plus originales de ce siècle. On peut, évidemment, se demander à quoi peut bien servir une telle théorie. Il suffira de reprendre la question avec l'auteur pour le comprendre, et c'est d'autant plus facile que Thom présente son livre sous forme d'un dialogue, ce qui permet de bien cerner les questions et de couvrir un champ considérablement plus large que celui des applications de cette seule théorie.

C'est d'une infinie richesse. P. 140, par exemple, Thom offre une explication de ce qu'est une morphologie : c'est une situation dynamique de conflit dans un espace défini, qui en est le champ. Les liaisons qu'établit Thom entre la sémantique, l'épistémologie, les maths et sa propre théorie (qui fut appelée de son nom actuel, non par lui, mais par Zeeman) peut donner le vertige. Mais c'est un vertige superbe. **G.M.**

Jérôme Ramuni
LA PHYSIQUE DU CALCUL
Histoire de l'ordinateur

Hachette, 288 p., 140 F.

Plutôt que "physique du calcul", l'auteur aurait pu mettre "mécanique du calcul" puisqu'il s'est agi avant tout, dès le départ, de fabriquer un outil capable de faire automatiquement les calculs dont avait besoin la physique contemporaine. On sait comment, suite à la miniaturisation, l'outil a vite débordé le cadre limité du laboratoire pour s'infiltrer d'abord dans l'économie, qui elle aussi pratiquait des calculs interminables et fastidieux, puis dans les activités réclamant mesures, classement, tri, comparaisons et autres, c'est-à-dire finalement partout.

Faire l'histoire de cette invention fort récente, puisqu'elle ne date en fait que de 1945, n'était pas chose facile puisque l'ordinateur (mot inventé par J. Perret, professeur de latin à la Sorbonne) relève à la fois du domaine mathématique, de la logique formelle, de la technologie la plus terre-à-terre pour la fabrication des composants, de la physique du solide... et de la dynamique des vendeurs.

Ceux là, dit Ramuni, soutenus par l'esprit de clan des premiers spécialistes, ont créé une véritable mythologie de l'informatique (vocable introduit en 1960 par Dreyfus) dont il faut se débarasser : c'est ainsi qu'il n'y a pas eu "des" générations d'ordinateurs, mais 2 étapes seulement : les tubes à vide avec les mémoires à ferrites, puis les semi-conducteurs avec les circuits intégrés.

La suite ne relève que du progrès technique (mettre de plus en plus de transistors sur une même surface) mais l'architecture de l'engin reste toujours celle de von Neumann (1903-1957) et Turing (1912-1954) ; tout le chapitre 2 est d'ailleurs consacré à ces deux fondateurs de l'informatique telle que nous la connaissons aujourd'hui.

L'histoire de l'ordinateur va donc se développer à partir du calcul électronique (1945) selon les voies analysées par von Neumann et Turing ; les premiers modèles en découleront, puis laisseront la place aux vraies machines puissantes après l'invention du transistor et du circuit intégré. Se posera alors le problème des instructions à donner à la machine — les logiciels — puis celui du temps partagé ; et au bout, comme toujours, on va trouver des limites, en l'occurence celles des ordinateurs — dont les capacités, bien entendu et contrairement à la légende, ne sont pas illimitées.

Suivre ce développement, qui va être à la fois mathématique, logique, financier, technique, avec des aspects tour à tour militaires, commerciaux et politiques, c'est ce que nous propose Ramuni. Pour être juste, ce n'est pas une lecture "facile", et il faut un bon niveau de bac C pour en tirer profit. Mais l'ouvrage est bien bâti et enchaîné de manière simple malgré les multiples facettes de cette discipline.

Renaud de La Taille

Philip J. Klass
UFO-ABDUCTIONS, A DANGEROUS GAME

Prometheus Books (1)

Cela veut dire : "Les enlèvements par extra-terrestres, un jeu dangereux". L'auteur a déjà publié trois ouvrages sur les Ovni. Comme il est ingénieur électricien et membre fondateur du Comité américain pour l'investigation scientifique des allégations du paranormal, on devine que ce n'est pas un jobard. Dans cet ouvrage-ci, il passe au peigne fin de très nombreux cas d'enlèvements supposés par des extraterrestres ; aucun ne tient l'eau, si l'on peut dire, surtout pas le premier de tous, celui de Betty et Barney Hill, qui lança la vogue de ces kidnappings imaginaires. Klass démonte, preuves à l'appui, le mécanisme psychologique par lequel certaines personnes, moyennant un petit "coup de pouce" des enquêteurs, peuvent finir par croire n'importe quoi et comment des hallucinations, phénomène très ancien, peuvent se changer en certitudes.

Klass démontre aussi que l'on peut injecter des fables absurdes à une personne en état d'hypnose, fables qui se changeront en souvenirs véritables...

21 ans d'enquêtes sur les cas apparemment les plus inexplicables aboutissent à la conclusion que ces enlèvements sont tous des fabrications. Il est singulier que les pilotes de soucoupes n'enlèvent jamais de sceptiques, mais seulement des gens qui croient déjà aux soucoupes. Comme quoi il est recommandé de lire ce livre si l'on veut éviter d'aller faire un tour dans l'espace en compagnie de petits hommes verts pas très bienveillants... **Henri Broch** ▲

(1) Cet ouvrage, en anglais, peut être commandé à l'Union rationaliste, 14 rue de l'Ecole polytechnique, 75005 Paris, pour la somme de 160 F, frais d'envoi compris. Le sommaire integral en est disponible sur Minitel 36.15 + ZET.

ROUX, SEGUELA, CAYZAC & GOUDARD

VICTOIRE POUR LA VIE

Ligue contre le cancer.

Bureau National - 1 avenue Stephen Pichon - 75013 Paris

ECHOS DE LA VIE PRATIQUE

AUDIO

Un baladeur pour disques compacts

Le lecteur de disque à laser peut aujourd'hui être si petit, qu'il est parfois disponible sous forme de "baladeur" au même titre qu'un poste à transistors miniaturisé ou qu'un magnétophone à cassette. Le dernier-né chez Citizen, le CBM 3000, ne pèse que 470 grammes et mesure environ 13 × 16 × 3 cm. Malgré sa compacité, ce lecteur possède un écran à cristaux liquides pour l'affichage des informations de programmation. C'est un appareil stéréophonique utilisant le codage 16 bits/canal, ayant une réponse en fréquence de 2 à 20 000 Hz à +0,5 et −1 dB. L'appareil fonctionne avec 4 piles R6, sur le courant du secteur ou sur batterie au cadmium-nickel. Prix : 2 000 F environ.

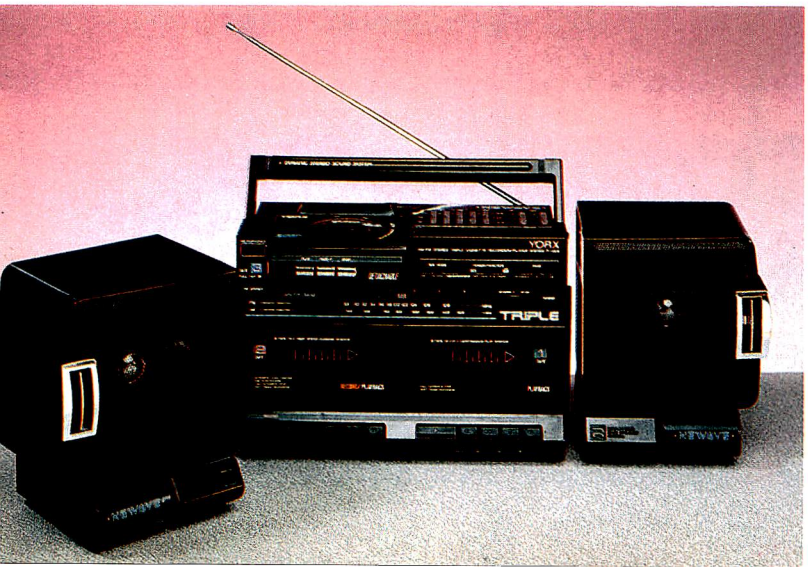
AUDIO

Une radio-cassette modulaire

Le constructeur japonais Yorx vient de lancer le P1300, un ensemble portable radiomagnétophone triple cassette stéréophonique. Le tout pèse 4,5 kg et, pour éviter aux mélomanes de porter cette charge en bandoulière, Yorx a rendu l'un des magnétophones amovible pour lui permettre de servir de simple baladeur. L'utilisateur peut ainsi faire de la duplication de cassettes avec deux appareils et aller se promener avec le troisième.

Pour les animateurs, l'appareil permet la lecture en continu sur trois cassettes. Il dispose d'un égalisateur trois bandes commutable, de quatre haut-parleurs détachables et d'une prise casque.

La partie radio reçoit les grandes ondes et la FM en stéréophonie. Les autres caractéristiques techniques sont les suivantes : puissance de sortie, 2W ; vitesse de défilement de la bande, 4,75 cm/s ; alimentation avec 6 piles R20 ou sur secteur. Prix: 1 300 F environ.



Le système Kodak Datashow permet de projeter des images d'ordinateur au moyen d'un rétroprojecteur. A cet effet, ces images sont reproduites sur un écran à cristaux liquides qu'il suffit de poser sur le plateau du rétroprojecteur à la place d'un transparent. Le système Datashow reçoit maintenant deux nouvelles tablettes à écran, l'une pour ordinateur Macintosh, l'autre pour IBM-PC. Ces tablettes sont d'une fiabilité particulièrement élevée, car l'afficheur à cristaux liquides est scellé et refroidi par air.

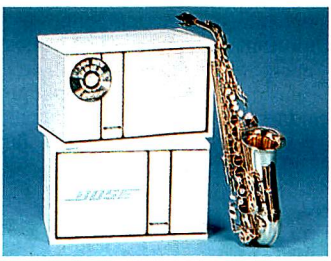
SON

Des enceintes acoustiques fignolées par ordinateur

Les disques compacts audionumériques ont introduit de nouvelles normes en matière de haute-fidélité. En particulier, la dynamique (c'est-à-dire l'écart d'intensité entre les sons les plus forts et les sons les plus faibles) s'est trouvée considérablement augmentée. Les membranes des haut-parleurs sont, en conséquence, soumises à des déplacements plus importants qu'avec les anciens disques noirs.

Afin d'assurer une reproduction intégrale de cette dynamique sans distorsion ou compression, le constructeur américain Bose annonce qu'il a "optimisé" la structure de ses haut-parleurs. La simulation sur ordinateur lui a aussi permis de régulariser la densité du flux magnétique afin de contrôler les déplacements de la membrane jusqu'aux plus fortes élongations.

Par ailleurs, Bose a créé des unités de production robotisées qui lui ont permis, d'une part, de produire une nouvelle enceinte (301 New Serie II) sans dispersion de caractéristiques, ce qui assure la même musicalité d'un exemplaire au suivant, d'autre part, d'abaisser son prix de vente (1 490 F l'une) par rapport aux modèles 301 précédents.



PHOTO

Peau neuve pour les films Fuji

Le plus gros fabricant japonais de surfaces sensibles, Fuji, modifie sa gamme de films en couleurs négatifs Fujicolor. Elle comprend désormais cinq pellicules : Fujicolor Reala (sensibilité 100 ISO), Fujicolor Super HR 100 II (100 ISO), Super HG 200 (200 ISO), Super HG 400 (400 ISO) et Fujicolor Super HR 1600 II (1600 ISO). Toutes ces émulsions améliorent la finesse de l'image et le rendu des couleurs. Le type Reala 100 se caractérise par une haute définition d'image. Les Fujicolor Super HR-II ont une meilleure stabilité dans le temps que les films proposés jusqu'ici.

HAUTE-FIDELITE

Des enceintes acoustiques panoramiques

Depuis que la haute-fidélité est née, il y a de cela presque quarante ans, les constructeurs d'enceintes acoustiques s'efforcent de découvrir la formule miracle associant une reproduction musicale parfaite à une esthétique harmonieuse, deux qualités qui ne sont pas toujours compatibles.

Les dernières enceintes proposées pour satisfaire ce compromis, les Audio Flat Panal 10 (AFP 10), sont des panneaux acoustiques conçus par le fabricant japonais Technics, ayant une faible profondeur (6,4 cm), et une très grande surface rayonnante. Elles sont équipées de haut-parleurs électrodynamiques large bande.

Contrairement aux enceintes classiques, celles-ci combinent des volumes clos et des volumes ouverts. Ainsi sont évitées les interférences entre les ondes émises à l'intérieur de la chambre arrière fermée de l'enceinte et les ondes sortant de la face ouverte.

Le système est, par ailleurs, doté d'une membrane plane dont la particularité est d'être peu influencée par les ondes réfléchies par le sol et les murs. Des nouveaux matériaux sont utilisés dans sa composition, comme la chitine, une substance naturelle inextensible qui recouvre les ailes d'insectes et les carapaces de crustacés et dont la capacité d'absorbtion des ondes sonores, affirme le constructeur, est trois fois supérieure aux membranes cellulosiques traditionnelles. Prix : 45 000 F.

AUDIO

Un catalogue musical électronique

L'écoute d'un disque ou d'une cassette chez un disquaire, avant de l'acheter, n'est pas toujours possible. Il faut en effet passer par un vendeur qui, souvent, n'est pas disponible. Ce sera maintenant chose facile dans les magasins équipés du Musicatalogue, sorte de catalogue informatique.

Réalisé sous la forme d'un écran tactile il permet, en l'effleurant du doigt, d'explorer une bibliothèque musicale, d'écouter des extraits de 20 à 40 secondes.

Sur l'écran, l'utilisateur voit d'abord apparaître l'image des pochettes des disques qu'il a choisi d'écouter : pendant que la musique est diffusée, il peut alors sélectionner le disque en touchant l'écran sur un bouton "OK je sélectionne" et stocker le titre dans une "Sélection personnelle".

A la fin de la recherche, un ticket est imprimé, portant les noms des auteurs et des albums choisis, ce qui facilitera l'achat.

HAUTE-FIDELITE

Pour l'écoute des disques compacts en automobile

Avec le CDX-3, la firme japonaise Pioneer met sur le marché un lecteur de disque compact conçu pour fonctionner en automobile, notamment avec une bonne résistance mécanique, très peu de commandes manuelles et un éclairage du cadran la nuit. La tête laser produit trois faisceaux afin d'améliorer le guidage du rayon de lecture sur la piste. Un double suréchantillonnage améliore la reproduction sonore dans la mesure où elle réduit les "vides" du signal. On sait en effet qu'en enregistrement numérique, le signal électrique n'est pas continu mais possède, si l'on peut dire, la structure d'une ligne pointillée et que les "vides" électriques (et donc sonores) entre les points, sont reconstitués par l'électronique.

Les caractéristiques essentielles du Pioneer CDX-3 sont les suivantes : réponse en fréquences de 5 à 20 000 Hz, rapport signal/bruit de 85 dB, pleurage presque nul. La recherche et la lecture des plages du disque sont automatiques après programmation. Prix : 3 595 F.

Sony se prépare à lancer un système vidéo 8 mm de haute définition, séparant 400 lignes par image au lieu des 250 lignes habituelles. La bande de fréquence occupera ainsi 7,7 MHz au lieu de 5,4 MHz. La finesse des images s'en trouvera améliorée de 30 %.

AUDIO

Un casque à infrarouge

Le grand intérêt d'un casque, c'est de permettre l'écoute d'une chaîne haute-fidélité, de la radio ou de la télévision sans gêner ses voisins. Aujourd'hui, avec un casque sans fil, cette écoute est possible en se déplaçant dans une pièce. C'est à cet usage que la société ITC propose un modèle recevant les programmes par faisceau infrarouge. Ce casque ITC infrarouge fonctionne après branchement d'un boîtier-émetteur à la prise casque du téléviseur ou de la chaîne, lequel lui transmet alors les programmes stéréophoniques. Le boîtier et le casque sont munis d'interrupteurs marche-arrêt et de touches de réglage du volume. Notons qu'il est quand même nécessaire de rester en vue du boîtier et d'éviter de se placer à des endroits susceptibles de gêner le rayonnement (derrière une fenêtre ou une porte, par exemple). Prix de l'ensemble ITC infrarouge : 840 F (ITC, 31 rue Charlot, 75003 Paris).

VIDEO

Une torche sous-marine pour camescope 8 mm

Après avoir commercialisé plusieurs camescopes 8 mm utilisables en prise de vue sous-marine, la firme japonaise Sony propose aujourd'hui un accessoire complémentaire, l'HVL 80D, torche étanche permettant de filmer jusqu'à une trentaine de mètres avec un éclairage artificiel. Fixée à la poignée du camescope Marine F 340, cette torche émet une lumière du type jour. Dotée d'une lampe halogène 6 V-50 W, elle est alimentée par une batterie au cadmium-nickel de 6 V et 4 000 mA/heure.

La poignée du camescope permet de brancher deux torches afin de mieux équilibrer l'éclairage du sujet. Prix : 4 200 F.

VIDEO

Camescopes à obturateur électronique

Malgré les apparences, la progression du camescope sur le marché français reste relativement lente, probablement à cause des prix, qui se situent entre dix et vingt mille francs : le taux de pénétration des ménages atteint à peine 1 % (1 % également en Grande-Bretagne, 3 % en Allemagne, 6 % aux Etats-Unis et 8 % au Japon). Pourtant, il ne se passe guère de mois sans que de nouveaux modèles ne soient lancés, car la technologie évolue très rapidement. Celle-ci conduit actuellement à équiper les camescopes d'obturateurs électroniques capables de donner des vitesses de 1 à 4 millièmes de seconde et d'analyseurs de lumière de plus de 300 000 points. Tel est le cas de trois camescopes qui viennent d'arriver sur le marché : le Blaupunkt CR 2000 S et le Sharp VL C650 pour les VHS et le Canon E77 pour les 8 mm.

Le Blaupunkt CR 2000 S est le premier camescope super VHS prenant place sur notre marché. Dans cet appareil, le classique signal vidéo composite est remplacé par deux signaux distincts, séparant ainsi la luminance et la chrominance. Ce qui procure une bien meilleure image. Notons tout de même qu'il n'existe à l'heure actuelle aucun moyen de visionner les bandes filmées à l'aide de cet appareil, avec une qualité d'image correspondante dans la mesure où les magnétoscopes super VHS ne sont pas encore arrivés sur le marché. Ce camescope, précise le fabricant, est équipé d'un capteur DTC (dispositif à transfert de charge) de 420 000 pixels et sa définition horizontale serait supérieure à 400 lignes. Son zoom est un 1,4/8-80 mm et son obturateur électronique procure trois vitesses : 1/250, 1/500 et 1/1 000 s.

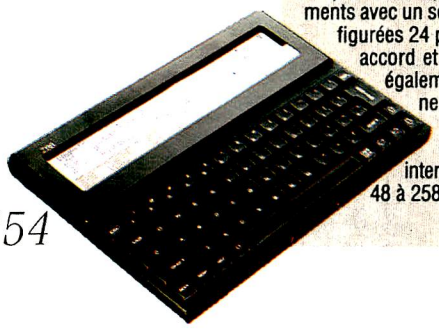
Le Sharp VL 650 (existant en version PAL ou PAL/SECAM) est d'une utilisation simple grâce à une touche "automatisme intégral". Son capteur procure une définition de 320 000 pixels et son obturateur donne la vitesse de 1/1 000 s. Une prise supplémentaire permet d'enregistrer une musique d'accompagnement, autorisant un mixage facile. L'objectif est un zoom 1,6/85-68 mm utilisable avec éclairage minimum de 9 lux.

Le Canon E77, enfin, n'est pas totalement une nouveauté : il est directement inspiré de son prédécesseur le E70, avec, en plus, des caractéristiques jusqu'alors réservées au modèle professionnel E708. Ainsi il possède un zoom 1,4/9-54 mm, un capteur de 320 000 pixels et une sensibilité de 7 lux. En plus d'un dispositif de datation de l'image et d'une télécommande à infrarouge, on trouve sur ce camescope un intervallomètre, la mesure de la lumière sur plusieurs plages du champ de visée et une touche contre-jour/fondu.

Le succès du disque compact à lecture par laser, lancé voilà 5 ans, est indéniable. L'an dernier, son chiffre d'affaires a augmenté de 34,3 % par rapport à 1987. Cette année, près de 15 % des foyers français seront équipés d'un lecteur de disque compact et ce taux passera à 25 % fin 1990.

1
LE CHAT DES MONTAGNES
6 450 F, uniquement sur mesure, en téléphonant au (16) 1 48 05 28 31.

2
UN LOGICIEL DE PÉDAGOGIE MUSICALE
490 F, dans les magasins de musique.



4
PRODUITS CONGELÉS SOUS SURVEILLANCE
150 F, chez Imago, Quartier Saint-Martin, 13090 Luynes Aix-en-Provence.

LES OBJETS DU MOIS

1 Dissipons d'abord tout malentendu : le Chat des montagnes est une bicyclette. Mais quelle bicyclette ! Elle ne se fait que sur commande et sur mesure ! Pour les amateurs de cyclisme, il s'agit d'un VTT (vélo tout terrain) d'une grande résistance et d'un tout petit poids. Le Chat des montagnes a été mis au point par deux spécialistes du VTT : cadre, guidon et tige de selle sont en aluminium à tubes de gros diamètre à section ovale. L'aluminium absorbe les chocs et permet un meilleur contrôle du vélo, pour une fatigue moindre. Les tubes à gros diamètre assurent rigidité et résistance, ainsi que légèreté (poids total : 11,8 kg). La cadre, très compact, se loge dans le coffre d'une voiture. Le pédalier ovalisé permet 18 vitesses. Un puissant frein sabot est situé sur la roue arrière. Destiné à un usage intensif, ce vélo bénéficie d'une finition en aluminium poli, inaltérable.

2 Bontempi, spécialiste des instruments de musique, propose Track 24, un logiciel simulateur d'enregistrement. Il permet d'apprendre les notes et de construire une mélodie. Développé sur ordinateur Atari ST et Commodore Amiga. La configuration que nous avons observée se compose d'un terminal avec console, clavier et souris, d'une source sonore (orgue électronique) aux normes MIDI (Musical International Digital Interface) et d'un synthétiseur à 8 voix. Ces instruments sont reliés à l'ordinateur et le synthétiseur permet d'assigner un son d'instrument différent sur 8 pistes du magnétophone simulé, représenté dans le logiciel. On peut ainsi reproduire un orchestre de 8 instruments avec un seul synthétiseur. Sur l'écran sont figurées 24 pistes numérotées dont une piste accord et une piste mélodie. On y trouve également les touches du magnétophone. Ce logiciel comporte, notamment l'utilisation et la correction de notes sur partitions, le mixage interactif, 16 canaux MIDI, le tempo de 48 à 258 noires par minute et l'enregistrement en temps réel ou pas à pas.

3 Les adeptes de l'écriture à la plume trouveront dans le stylo Recife-Crystal, l'équivalent de quatre cartouches d'encre. En effet, son corps transparent, travaillé à la main dans un cube d'acrylique, se remplit directement et, comme dans certains stylos d'autrefois, on peut voir le niveau de l'encre. Pour le remplissage, il est muni d'un pas-de-vis très long et de joints d'étanchéité. Le capuchon est fabriqué selon un procédé qui fait de chaque stylo un exemplaire unique. Ajoutons que le Recife-Crystal est équipé d'un percuteur, autorisant l'usage des cartouches ordinaires.

4 Les Thermomarqueurs, d'Imago, permettent le maintien en bonnes conditions de conservation des aliments frais et surgelés dans un congélateur. Le procédé utilise des alliages capables de changer de forme en fonction de la température. Dans un boîtier un ressort fait d'un tel alliage bloque le passage d'un chargeur de billes de différentes couleurs. Lorsque la température s'élève anormalement, le ressort se détend et expulse une bille rouge vers une fenêtre de l'appareil. L'apparition de la bille indique que les aliments doivent être consommés dans les vingt-quatre heures. La remontée de la température peut être signalée jusqu'à trois fois.

5 Sir Clive Sinclair, pionnier européen de la calculette bon marché et inventeur de l'un des ordinateurs familiaux les plus vendus au monde, le Spectrum, lance aujourd'hui le Z88, le plus compact des micro-ordinateurs : à peine 2,5 cm d'épaisseur et 850 g. Il est équipé d'un clavier standard de 64 touches et d'un écran à cristaux liquides. Sa mémoire vive de 32 K est extensible jusqu'à 1,5 Mo. De nombreux logiciels (traitement de texte, tableur, agenda électronique avec calendier, horloge, alarme, etc.) lui ouvrent de vastes possibilités. Par ailleurs, bien que complet en lui-même, il peut communiquer avec n'importe quel ordinateur IBM PC, Macintosh ou Amstrad PCW.

5 UN MICRO-ORDINATEUR MINIATURISÉ
3 450 F, chez Sémaphore France, Challex, 01630 Saint-Génis Pouilly.

3
UN STYLO-PLUME RÉTRO
300 F, chez LSA, 23 rue de Choiseul, 75002 Paris.

6 Il est aujourd'hui courant de transporter son télécopieur, son photocopieur et son micro-ordinateur. Désormais tout cela tiendra dans une mallette, l'intégrale Plus. En accord avec la société américaine Zénith, un homme d'affaires a en effet associé micro-ordinateur et imprimante avec un logiciel de télécommunication. Celui-ci, grâce à un modem intégré, le Skyfax, reçoit et envoie des messages, partout dans le monde, à un télécopieur ou un radio-téléphone. Il transmet également des textes et graphiques. La version écrite sera fournie par l'imprimante à jet d'encre qui peut recevoir directement des documents par télécopieur. Le micro-ordinateur est un Supersport 286 avec disque dur de 20 ou 40 Mo. Ses fonctions sont nombreuses. Outre les services classiques, comme le traitement de texte, la gestion de fichiers ou le répertoire, il permet l'émission et la réception de textes et graphiques en fac-similé (FAX) ; la visualisation et l'impression de ces mêmes images aux formats compatibles Epson, IBM et Laserjet ; le stockage direct de ces documents sur le disque dur ; le choix des priorités et la transmission par lots. Au Skyfax s'ajoute un logiel appelé Relay-Gold, qui peut communiquer avec tous types de systèmes, micros, minis et plus gros, tel IBM 3270. Une vitesse de transfert optimale (70 000 caractères/minute), un rappel automatique, une protection anti-coupure de ligne permettent le transfert de fichiers volumineux sans augmentation de la durée. Enfin, un accès aux fichiers par mot de passe constitue une protection anti-vol. Chaque logiciel comporte un numéro de série, unique d'après le fabricant. En cas de perte ou vol déclarés à un central de connexion par le propriétaire, un utilisateur indélicat de la mallette pourrait voir les fichiers contenus sur le disque détruits à distance... De quoi faire sourire James Bond !

6 UN BUREAU PORTABLE
42 000 à 60 000 F, selon l'ordinateur choisi, chez MOI, 24 rue Moreau, 75012 Paris.

7

UN PHOTOCOPIEUR SANS FIL
6 000 F,
chez Vecteurs Directs,
9 rue des Petites-Ecuries,
75010 Paris.

LES OBJETS DU MOIS

8

UN ASPIRATEUR À BATTERIE
1 200 F environ,
dans les grandes surfaces spécialisées.

9

UN ORDINATEUR PÈSE-PERSONNE
800 F, dans les magasins et surfaces spécialisés en poids et mesures.

7 Les photocopieurs portables "Attachés" de la société française Tétras sont aujourd'hui bien connus (*Science & Vie* a déjà présenté ses premiers modèles). Voici l'Attaché II, modèle compact (41 × 41 × 15 cm) fonctionnant sur accumulateur incorporé, sur l'allume-cigare d'une voiture ou sur secteur. Il reçoit du papier ordinaire, des transparents ou du bristol au format A4. L'impression se fait avec une poudre (le "toner") en capsules microscopiques, qui permet la fixation de l'image à froid par faible pression. Les cartouches sont utilisables pour 4000 copies en noir. Elles existent aussi en rouge, vert, bleu et marron pour 2200 copies. Des petits voyants indiquent l'état de marche, la charge de la batterie, le niveau et la couleur du toner.

8 Avec ses 4 kg et ses lignes arrondies, le Satellite de la firme Tornado, ne ressemble pas à un aspirateur, quoi qu'il en soit un et qu'il en possède tous les accessoires (tubes, suceurs, brosses). Seul le fil d'alimentation a disparu car le Satellite fonctionne sur accumulateurs. Son autonomie est variable selon la charge (5 heures de charge donnent 20 minutes d'autonomie). Du type à traineau, portable et puissant, il peut dépoussiérer jusqu'à 70 m² de sol dur à 98 % avec un sac de 3 litres. Un système de sécurité s'assure de la présence d'un sac et garantit le fonctionnement. Cet aspirateur existe en gris clair agrémenté de bleu, et peut se poser sur un meuble.

9 Le Pèse-Forme T4000, de Terraillon, est une balance électronique permettant à chacun de surveiller son poids et de déterminer s'il est "normal", "insuffisant" ou "excédentaire". Pour comprendre le fonctionnement de cet appareil, il faut savoir que le poids d'un être humain se divise en deux parties : la masse maigre (squelette, muscles et organes vitaux) et la masse grasse, qui enveloppe la masse maigre. Sachant qu'il existe un certain pourcentage de chaque masse chez l'homme et chez la femme, il est possible de calculer un poids optimal pour chacun. A partir d'un algorithme, l'appareil Terraillon transcrit l'estimation du pourcentage de la masse grasse contenue dans le poids mesuré et chiffre les kilos à gagner ou à perdre. Révélez au pèse-forme (grâce à un clavier) votre sexe, âge, taille et circonférence du poignet (un petit bracelet est livré pour cela), et il vous donnera son verdict : votre poids réel, la différence entre celui-ci et votre poids optimal et le pourcentage de graisse contenu dans le poids mesuré. Une petite échelle de couleur permet d'appréhender rapidement la situation : vert, c'est normal, orange, c'est enrobé, et rouge votre poids est à surveiller ! Le Pèse-Forme T4000 est constitué d'une base de pesage et d'un boîtier de lecture reliés entre eux par un système à rayons infrarouges. Quatre canaux de mémorisation autorisent quatre personnes différentes à utiliser l'appareil, jusqu'à une portée de 135 kg, à 200 g près. Enfin, le Pèse-Forme indique l'heure...

10 Au lieu de jeter les déchets alimentaires (épluchures, os, coquilles, etc.) dans une poubelle ou dans un vide-ordures, il suffit de les vider dans l'évier d'où ils sont évacués vers l'égout après broyage. In-Sink-Erator, une firme américaine, propose en effet des broyeurs domestiques à fixer sous l'évier et à brancher sur la tuyauterie d'égout via un siphon. Ces appareils sont dotés d'un puissant moteur électrique entraînant un disque et des marteaux de broyage dans une couronne dentée. Ils peuvent ainsi réduire les déchets les plus durs en présence d'eau froide (ouvrir le robinet de l'évier) en l'espace d'une à deux minutes. Certains modèles comportent des dispositifs complémentaires tels qu'un bouclier de protection contre les détergents, un inverseur de marche automatique, un raccord de vidange pour brancher un lave-vaisselle et un dispositif d'insonorisation. La mise en place d'un tel broyeur nécessite un évier à bouche de 90 mm et une installation électrique simple. Appareil conforme aux normes françaises.

10

UN BROYEUR DE DÉCHETS POUR VOTRE ÉVIER
1 200 à 4 600 F, selon le modèle, chez In-Sink-Erator, 8, avenue des Iris, 91420 Morangis.

11

UN RADIOTÉLÉPHONE MULTISERVICES
39 200 F chez MNR, 4 av. Albert-Einstein, ZA, 78190 Trappes-Elancourt.

11 Sept cent cinquante grammes et une autonomie de six heures, le radiotéléphone Cityman, de la firme finlandaise Nokia, est compatible avec la norme française Radiocom 2000. Il permet l'affichage de l'intensité du champ reçu, du niveau de la batterie, du dernier numéro appelé, du nombre et de la durée des communications, du rappel automatique, du réglage de l'intensité sonore. Il comporte également un répertoire alphanumérique de 99 numéros. Deux menus, "Confort" et "Programmation", fournissent des options telles que suppression du bruit lors de l'acheminement des appels, limitation ou interdiction de l'accès à certaines fonctions. On peut également introduire un code antivol.

12

UNE BOUSSOLE ELECTRONIQUE
390 F chez Tandy (liste des magasins par téléphone vert : (1) 05 10 10 00).

12 Tandy propose une boussole, la Flux Gate, qui se fixe au tableau de bord et se branche sur la batterie 12 V de la voiture par la prise allume-cigare. Le capteur, séparé du boîtier d'affichage, se fixe avec une ventouse à l'intérieur du pare-brise. La boussole comporte un dispositif électronique sensible au champ magnétique terrestre qui analyse ses deux composantes nord et sud. Le boîtier d'affichage (éclairé) contient deux démodulateurs qui actionnent une rose des vents tournant devant une représentation schématique de la route. Lors de l'installation de la boussole, il convient de la régler une fois pour toutes. Ce réglage, qui se fait par deux vis, est destiné à "tarer" le champ magnétique parasite induit par les masses métalliques du véhicule. Cela fait, la tolérance de l'instrument est de + 10°, ce qui est largement suffisant.

Les articles de cette rubrique ont été réalisés par Roger Bellone, Pierre Courbier et Christine Mercier.

Pourquoi emprunter les cheveux des autres...

n'allez pas chercher ailleurs ce que vous possédez déjà

la chirurgie esthétique
vous fera retrouver en une intervention
simple - efficace et indolore
votre **VRAIE** chevelure
poussant naturellement souple et vivante, s'éclaircissant au soleil et s'argentant avec l'âge, car jamais plus vos cheveux ne tomberont.

CLINIQUE DU ROND-POINT DES CHAMPS-ÉLYSÉES
(Autorisation Ministère de la Santé du 23-10-1950)
61, AV. F.-D. ROSSEVELT, 75008 PARIS - 43 59 49 06 / 71 63
Consultation gratuite et documentation envoyée sur demande

NOM .....
ADRESSE .....
..... SV 04

LA CULTURE GENERALE
clé de votre réussite aujourd'hui !

Oui, dans toutes vos relations, pour tous les emplois, on vous jugera sur votre culture. Votre réussite professionnelle et personnelle en dépendent.
Oui, grâce à la Méthode de Culture Générale de l'ICF, claire et pratique, vous pouvez en quelques mois compléter vos bases, acquérir plus de confiance et une bien meilleure aisance, affirmer votre personnalité et être à l'aise dans tous les milieux..
20 cours (Arts, littératures, droit, philosophie, économie, sciences, politique, etc...). Le parcours santé de l'équilibre et de la réussite., accessible à tous.

Documentation gratuite à : Institut Culturel Français, Service 4011 , 35 rue Collange 92303 Paris-Levallois, Tél. : (1)42.70.73.63

BON D'INFORMATION GRATUITE
à compléter et retourner à ICF, service 7036
35 rue Collange 92303 Paris-Levallois.
Veuillez m'envoyer à l'adresse ci-dessous, la documentation complète sur votre méthode.

Nom : .....
Adresse : .....
.....

SIDA : UN TRAITEMENT PROMETTEUR

(suite de la p. 66)

parce qu'elle est conçue pour reconnaître spécifiquement la partie de l'enveloppe virale qui s'accroche au CD4, et qui est de ce fait vitale pour le virus ; ensuite par ce que le virus ne peut se permettre de modifier cette partie de lui-même pour se camoufler, sous peine de ne plus pouvoir reconnaître CD4 et de devenir automatiquement tout à fait inoffensif.

L'immunoadhésine a été testée in vitro et présente une remarquable efficacité. « Nous n'en sommes qu'au stade du tube à essai », s'empresse de préciser le Dr S. Broder, un des réalisateurs de cet anticorps redessiné. En effet, la prochaine étape sera de produire CD4-Fc en quantité suffisante pour la mise en route des essais cliniques. Pour l'instant, contrairement au CD4 "normal", elle n'a été testée ni chez l'animal ni chez l'homme. « Il y a toujours un délai entre une percée scientifique et son application clinique », rappelle le Dr Broder. Les tests nécessaires à l'obtention d'une autorisation pour commencer des essais chez l'homme peuvent prendre un an ou plus.

En attendant, il est impossible de savoir si une substance qui fait des merveilles dans un tube deviendra un traitement miracle. L'histoire récente des différents traitements du sida nous enseigne plutôt la méfiance. « L'idée de fabriquer un tel anticorps est très originale et séduisante », souligne le Dr Klatzmann, déjà cité. « Mais on ne pourra vraiment dire que c'était une bonne idée que lorsque les essais cliniques auront démontré son efficacité », ajoute-t-il, résumant ainsi tout à fait l'opinion prudente de la communauté scientifique.

Le sida n'est donc pas encore vaincu. Mais le virus est de plus en plus menacé. Dès qu'un nouvel élément de sa structure est déchiffré, les scientifiques entrepennent de mettre au point une nouvelle arme. Les premiers médicaments, comme l'AZT, s'attaquaient à la reverse transcriptase, l'enzyme de multiplication des gènes viraux, étape essentielle de la prolifération du virus dans l'organisme infecté. L'immunoadhésine CD4-Fc, nous l'avons vu, neutralise l'enveloppe du virus.

Par ailleurs la structure tridimensionnelle de la protéase virale, enzyme qui façonne les protéines nécessaires à l'assemblage du cœur du virus, vient d'être découverte. Divers groupes pharmaceutiques, notamment Merck, Sharp et Dome, ont d'ores et déjà lancé de lourds programmes de recherche pour réussir à bloquer cette protéase. Le sida sera ainsi attaqué sur plusieurs front.

Une de ces stratégies, ou leur association, finira bien par aboutir.

Christine Lefevre

MANGEZ PLUTÔT DES ŒUFS BRUNS

(suite de la page 114)

lets, mais limité, chez les palmipèdes, à quelques antibiotiques dont les quinolones. Et c'est à ces antibiotiques que l'on doit de voir apparaître aujourd'hui des souches résistantes. Les salmonelles sont en effet endémiques dans ces élevages où les points d'eau sont autant de bouillons de culture (c'est d'ailleurs pour cette raison qu'il est interdit en France de commercialiser des œufs de cane, le risque de contamination via la coquille étant trop important).

Les souches de salmonelles reçues au Laboratoire central d'hygiène alimentaire (LCHA) proviennent aussi bien de l'environnement que des animaux, d'élevages ou non, et de diverses catégories d'aliments. L'analyse de leur résistance aux antibiotiques confirme ce phénomène. 90 % d'entre elles sont résistantes à un, voire plusieurs antibiotiques, et chaque année émergent de nouvelles résistances (***voir encadré p. 112 et 113***). Le LCHA avait déjà tiré le signal d'alarme pour la résistance au chloramphénicol, un antibiotique majeur à large spectre, nécessaire notamment dans le traitement de la fièvre typhoïde (due à *S. typhi*). Il est rare qu'on puisse remonter la filière mais cela a été fait en Californie, lors d'une épidémie de salmonellose due à *S. newport*. Les bactéries résistantes, véhiculées à l'homme via des hamburgers, venaient de vaches laitières réformées après avoir été traitées à cet antibiotique (*). Malgré les limitations actuelles concernant l'usage de cet antibiotique (interdit chez la vache laitière et les poules pondeuses), plus de 10 % des souches reçues au LCHA sont encore résistantes à cet antibiotique contre 42 %, il est vrai, en 1975.

Aujourd'hui, en France comme en Angleterre, les souches résistantes à la tétracycline, à la streptomycine, à l'ampicilline prédominent. Et les souches résistantes à la gentamycine, un autre antibiotique majeur en médecine humaine, "montent" de manière alarmante, la majorité d'entre elles provenant de volailles ! Les tonnes de fumiers et de lisiers exportés des élevages industriels augmentent encore les risques de dispersion de ces germes. D'autant plus que les salmonelles survivent aussi bien en milieu sec qu'en milieu humide. La transmission de germes résistants de l'animal à l'homme est d'autant plus grave que les salmonelles peuvent échanger le matériel génétique porteur des facteurs de résistance (plasmides) avec les bactéries d'autres espèces inoffensives qui peuplent nos intestins (*E. coli* par exemple...). **Marie-Laure Moinet**

Une étonnante performance de mémoire
que tout le monde peut réaliser

Votre mémoire est capable de prouesses que vous ne soupçonnez pas; ainsi, en appliquant la méthode préconisée par le Centre d'Etudes, vous pourrez, comme tout le monde, réaliser l'expérience suivante: on effeuille devant vous les 52 cartes d'un jeu bien mélangé. Vous les regardez attentivement, puis vous les citez immédiatement dans l'ordre sans aucune erreur. Mieux encore, vous pourrez instantanément dire quelle est la 5e, la 28e ou la 39e carte du jeu. Par une méthode analogue, vous pourrez rejouer de mémoire une partie d'échecs à laquelle vous aurez assisté. Tout le monde peut réussir ces expériences, mais à une condition, c'est d'appliquer une méthode correcte de mémorisation. Car une bonne mémoire ce n'est pas une question de don, c'est une question de méthode. Si vous croyez que votre mémoire est médiocre, c'est qu'on ne vous a jamais appris à vous en servir. En suivant la méthode du Centre d'Etudes vous obtiendrez des résultats stupéfiants.
Naturellement, le but essentiel de cette méthode n'est pas de réaliser des prouesses comme celles que nous venons de présenter, mais de vous donner une mémoire parfaite dans la vie courante: c'est ainsi qu'elle vous permettra de retenir instantanément le nom des gens avec lesquels vous entrez en contact, les courses ou visites que vous avez à faire (sans agenda), la place où vous rangez les choses, les chiffres, les tarifs, les numéros de téléphone, les idées importantes d'un livre ou d'une conférence, etc. La même méthode donne des résultats peut-être plus extraordinaires encore lorsqu'il s'agit de la mémoire dans les études. En effet, elle permet d'assimiler, de façon définitive et dans un temps record, des centaines de dates de l'histoire, des milliers de notions de géographie ou de sciences, l'orthographe, les langues étrangères, etc. Tous les étudiants devraient l'appliquer et il faudrait l'enseigner dans les lycées. L'étude devient alors tellement plus facile. Si vous voulez avoir tous les détails sur cette remarquable méthode, vous avez certainement intérêt à demander le livret gratuit proposé ci-dessous, mais faites-le tout de suite, car actuellement vous pouvez profiter d'un avantage exceptionnel.

GRATUIT 1 brochure + 1 test

Découpez ce bon ou recopiez-le et adressez-le à: Service M, Centre d'Etudes, 1, av. Stéphane-Mallarmé, 75017 Paris. M 14 J

Veuillez m'adresser le livret gratuit «Comment acquérir une mémoire prodigieuse» et me donner tous les détails sur l'avantage indiqué. Joindre 3 timbres pour frais.
(Pour pays hors d'Europe, joindre 5 coupons-réponses.)

Mon nom: ..... Prénom: .....

Mon adresse complète: .....

.....

..... Code postal: .....

Ville: .....

DIPLOMES DE LANGUES

anglais allemand espagnol italien

Visez européen !

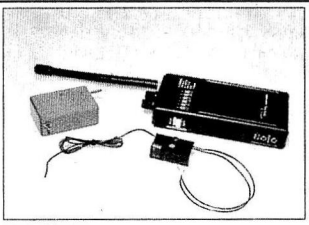
Assurez-vous la maîtrise d'au moins deux langues étrangères, et une compétence linguistique opérationnelle, sanctionnée par des diplômes officiels :

- **Examens européens de langues**
- **Chambre de Commerce Etrangères**
- **Université de Cambridge**

Examens, diplômes, préparation tous niveaux accessible à tous, dans toute la France... Tout est dans la documentation complète (et gratuite !) de :

LANGUES & AFFAIRES, sce 4865
35, rue Collange - 92303 Levallois.
Tél. : (1) 42.70.81.88

SPECIAL SURVEILLANCE



MATERIEL PROFESSIONNEL GARANTI 2 ANS

EMETTEURS & RECEPTEURS à QUARTZ
La solution à tous problèmes de réception
FIABILITE : pas de dérive en fréquence.
SECURITE : fréquence spéciale.
SIMPLICITE D'UTILISATION : aucun réglage.
DISPONIBLE EN VERSION CODEE ou SECTEUR 220 V

MICRO ESPION QUARTZ ambiant ..... 1 200 F
MICRO ESPION QUARTZ téléphonique ... 1 200 F
RECEPTEUR QUARTZ 10 CANAUX ..... 2 400 F
Enregistrement automatique & simultané possible.

Egalement disponible une gamme complète de matériel de contre surveillance : DETECTEUR DE MICROS ESPIONS ; DETECTEUR D'ECOUTE TELEPHONIQUE ; EXTERMINATOR, ELIMINATOR, pour la mise hors service de tous systèmes d'écoutes téléphoniques.

CATALOGUE GENERAL SUR SIMPLE DEMANDE
Banc d'essai sur Minitel tapez 3615 code SERV * SLK

CRELEC
voir, entendre, se défendre
6, rue des Jeûneurs - 75002 PARIS
Tél. : 45.08.87.77
Fax : 42.33.06.96

DIABETE : LES TRAITRES RAPPELES A L'ORDRE

(suite de la page 58)

Quant aux lymphocytes T, seuls les T4 sont impliqués, et encore pas n'importe lesquels. Il faut en effet distinguer entre les lymphocytes T4 auxiliaires (*helpers*, en anglais), non toxiques, et les T4 cytotoxiques.

Dans les maladies auto-immunes, les lymphocytes T4 auxiliaires stimulent activement les lymphocytes T4 cytotoxiques (par l'intermédiaire d'un médiateur lymphocytaire) qui provoquent les inflammations caractéristiques. Ils stimulent aussi les lymphocytes B qui se mettent à produire, à haute dose, des auto-anticorps qui s'attaquent aux propres tissus de l'individu.

En revanche, chez un individu en bonne santé, les lymphocytes T4 auxiliaires ne font que contrôler les B et T4 cytotoxiques, qui sont mobilisés seulement contre les agresseurs étrangers et contre les cellules usagées.

• Rejets des greffes. Les lymphocytes B n'y jouent pas de rôle, mais celui des lymphocytes T8, en revanche, y est majeur. Là encore, ce ne sont pas n'importe lesquels de ceux-ci. Il faut distinguer entre le sous- groupe des T8 cytotoxiques, qui s'attaquent aux cellules-cibles du greffon, et le sous-groupe des T8 suppresseurs, non toxiques, qui ont pour fonction de régulariser l'activité des lymphocytes B et d'autres catégories de lymphocytes T, et aussi des cellules dites "tueuses". Chez l'individu normal, on assiste évidemment à l'activité inverse : repos des T8 cytotoxiques et activité des T8 suppresseurs.

A partir de ces données, il est dès lors possible d'esquisser des traitements. Celui des maladies auto-immunes pourrait consister à empêcher les lymphocytes T4 auxiliaires de stimuler les T4 cytotoxiques et les lymphocytes B ; celui des rejets de greffes pourrait reposer sur la stimulation des T8 suppresseurs au préjudice des T8 cytotoxiques.

Afin de protéger les futurs brevets qu'il doit déposer, le Pr Coutinho a refusé de nous dévoiler les modalités exactes des traitements donnés à ses souris.

Ces découvertes pourraient s'appliquer aussi à la prévention. La technique pourrait consister à mettre en culture des lymphocytes prélevés chez un nouveau-né, en présence d'antigènes de toutes sortes (microbes susceptibles d'être rencontrés au cours de la vie, tissus étrangers prélevés sur des donneurs-types). Après un délai d'incubation suffisant, les auto-anticorps seraient réinjectés à l'enfant qui serait à la fois immunisé contre toute maladie et tolérant à toute greffe éventuelle.

Pierre Rossion

COMMENT CAPTER TDF-1 ET ASTRA

(suite de la p. 121)

définition. Le balayage 1250 lignes sera utilisé pour doubler le balayage actuel de 625 lignes. La fixité de l'image sera accrue et le lignage sera moins apparent, mais la quantité de détails de cette image sera la même. A partir de 1995, date de la naissance officielle de la télévision à haute définition, le balayage de 1250 lignes interviendra aussi à la prise de vue, ce qui cette fois augmentera la quantité d'informations enregistrées.

Mais les émissions expérimentales débuteront bien avant. Lors du dernier festival de Brighton en Angleterre, au mois d'octobre 1988, les industriels européens ont présenté le prototype complet d'une chaîne de production HD-MAC. Pour promouvoir ce procédé, Thomson, Philips France et la Société française de production (SFP) viennent de s'associer au sein d'un groupement d'intérêt économique (GIE), l'International HD, qui disposera d'un budget de 80 millions de francs pour cette année. Comme la législation européenne l'autorisera sous peu, International HD deviendra le premier GIEE (Groupement d'intérêt économique européen) et accueillera alors un conseil des utilisateurs regroupant les responsables de chaînes de télévision européennes et les autres fabricants européens : Bosch Fernseh, Philips, Nokia...

Avant la fin de cette année, International HD devrait avoir tourné deux heures de programmes en haute définition. Pour cela, le GIE va disposer d'un studio spécialement équipé aux Buttes-Chaumont et de deux cars de reportage. Un premier programme est déjà prêt: nous pourrons le voir cet été aux Tuileries. C'est un film de 20 minutes retraçant l'histoire de Paris depuis 1789.

Si les choses sont maintenant claires du côté de l'Europe, il n'en va pas de même outre-Atlantique où les Etats-Unis viennent à peine d'admettre l'idée même d'une télévision à haute définition compatible avec leur système NTSC. Aussi l'Amérique en est-elle pour l'instant à déterminer une norme MAC et on ne dénombre pas moins de 20 projets différents. Même le ministère de la Défense américain vient d'entrer dans la bataille, en débloquant 30 millions de dollars pour aider la recherche d'une télévision à haute définition. Il a vu là un moyen de reconstituer une industrie de la télévision, aux Etats-Unis, qui passerait par la production de téléviseurs, une industrie qui, on le sait, avait été détruite par la concurrence japonaise. Il faut ajouter que l'enjeu va au delà de la télévision grand public. L'informatique a de plus en plus besoin de moniteurs de haute définition. C'est ainsi que 16 firmes américaines du secteur informatique (IBM, Apple computer, AT & T, Digital Equipment, Hewlett Packard, ITT, Tektronix, Texas Instruments, Motorola et d'autres moins connues) et Zénith, le dernier fabricant américain de téléviseurs, se sont associés pour développer un système haute définition. Ce projet, baptisé Spectrum, doit aboutir à la compatibilité avec les téléviseurs américains actuels en NTSC. Dans cette affaire, Philips et Thomson, par l'entremise de sa filiale RCA, incitent les Etats-Unis à retenir une norme également compatible avec notre HD-MAC. Cette évolution réduit chaque jour un peu plus l'espoir des Japonais d'imposer leur technique Hi-Vision comme seul standard mondial de télévision haute définition.

Tout se jouera en mars 1990, lors de la prochaine réunion du Comité consultatif international de radiodiffusion (CCIR). Pour notre part, nous voyons mal les Japonais maintenir tel quel leur système totalement incompatible avec les télévisions actuelles et, du même coup, se couper des Etats-Unis. Il est possible aussi que le CCIR retienne deux systèmes MAC (européen et américano-japonais). Cela ne devrait pas empêcher la marche vers un système mondial de télévision à haute définition puisqu'il existera au moins une compatibilité partielle entre les systèmes MAC et que ceux-ci sont, par essence, évolutifs.

Laurent Douek

DEVENEZ

PHOTOGRAPHE

Sans quitter votre emploi, l'Institut Spécial d'Enseignement par Correspondance (organisme privé),vous prépare à ces brillantes carrières : photographe de mode, de publicité,de presse et de reportage. Demandez notre brochure gratuite à : I.S.E.C. (serv. F1), 11, Faubourg Poissonnière, 75009 Paris.
Pour la Belgique : 176, Boulevard Kleyer 4000 Liège. Tél. 041/52.60.98

BON pour recevoir notre brochure gratuite F1
Nom .....
Adresse .....
..... code postal .....
Ville .....

LE CRIME SUICIDAIRE DES MANGE-FORÊT

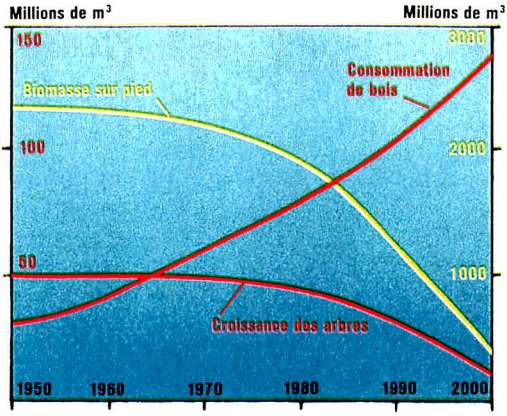
(suite de la page 39)

Après la Malaisie et les Philippines, le nouvel eldorado est l'archipel indonésien. Etiré sur 1/8 du périmètre terrestre, les sept îles qui le composent sont entièrement exploitées. Théoriquement, la loi autorise l'exploitation de 105 000 ha par société, mais certaines d'entre elles possèdent des permis pour des superficies égales à 4 millions d'hectares, soit un tiers de la superficie des forêts françaises ! Leur exploitation, tournée vers la fabrication de contre-plaqué, représente 5 fois la production totale des pays de la CEE. A l'avenir, le fer de lance de cette production sera l'usine de Sorong, une ville située dans l'île d'Irian Jaya, moitié occidentale de la Nouvelle-Guinée-Papouasie. Elle coûtera 150 millions de dollars. Le groupe Kayu Lapis ("contreplaqué" en javanais), qui est à l'origine du projet, va investir 30 millions de dollars en collaboration avec d'autres banques locales et la Banque mondiale. Cette frénésie dévastatrice est largement cautionnée par le gouvernement indonésien, qui la justifie par des causes démographiques. En effet, Java, l'île principale, est surpeuplée, puisqu'elle concentre 62 % de la population totale sur 7 % du territoire indonésien (1 000/km²). La déforestation s'accompagne donc d'une migration des Javanais auxquels on a promis des parcelles de terre cultivable. Cette transformation des forêts en zones agricoles est la même qu'en Amérique de Sud, où elle a abouti au deuxième stade de déforestation. L'Amazonie est promise aux cultures vivrières par les petits paysans (*posseiros*), mais surtout aux grandes propriétés d'élevage extensif de bovins (*latifundia*).

Pourtant, avant même de défricher, on savait que seulement 3 % des sols amazoniens sont utilisables pour l'agriculture. Cette surface correspond aux terrasses fluviales, situées dans la vallée péruvienne, qui s'étagent sur les flancs des Andes. Le reste est constitué de sols acides tropicaux, qui deviennent stériles une fois privés de leur couverture protectrice. En effet, à l'ombre du sous-bois depuis 50 millions d'années et dans une température clémente de 25 °C, ils ne supportent pas le passage brutal au soleil (40 °C). De plus, on ne les prive pas seulement d'une protection naturelle, mais aussi de leur seule source de nourriture, les feuillages et branchages qui, une fois tombés au sol, sont désagrégés en leurs éléments minéraux.

Cette pauvreté des sols explique les faibles rendements obtenus par les éleveurs bresiliens. L'herbe, qui absorbe les éléments minéraux, y a une très faible valeur nutritive. Ainsi, les rendements de croissance de 40 kg de poids vif à l'hectare font figure d'aberration agricole, comparés aux 600 kg/ha fournis par une prairie naturelle de Normandie. Ce système favorise l'érosion des sols ; soumis au tassement par les pluies, puis desséchés par la chaleur, ils se recouvrent d'une carapace indurée et stérile : c'est le phénomène de latérisation, qu'on retrouve en Afrique.

En Afrique, les conséquences de la déforestation ont atteint leur paroxysme. Les sols faméliques ne supportent plus la végétation ni, de plus, l'agriculture. Le troisième stade se caractérise donc par la disparition d'un équilibre naturel, laquelle mène à la famine. A la recherche de nouvelles terres cultivables, les Africains s'étaient attaqués, après les forêts, aux savanes, pratiquant toujours la tactique des brûlis : on incendie la végétation naturelle avant de semer. Au fil du temps, et les nouvelles techniques agricoles aidant (irrigation, nouvelles variétés de semences résistantes à la sécheresse), on a pu repousser les limites naturelles des zones agricoles au delà de la limite minimale des précipitations (isohyète), 500 mm de pluie. Des régions jusqu'alors consacrées aux petits élevages de troupeaux par des populations nomades, comme les Touaregs (zone subdésertique), sont donc devenues agricoles. L'équilibre de gestion naturelle des territoires entre éleveurs et agriculteurs en a été bouleversé.



Le processus infernal qui aboutit irrémédiablement à la désertification : tandis que la déforestation fait décroître le nombre d'arbres, la croissance démographique entraîne une augmentation de la consommation de bois. Ces courbes sont celles du Soudan mais pourraient être celles d'autres régions subdésertiques (d'après Brown et Wolff, 1985, p. 14-15).

Résultat, les éleveurs repoussés vers les régions du nord de l'Afrique ont provoqué un sur-pâturage des régions fragiles, favorisant ainsi l'avancée du désert. A ce rythme de destruction, aggravé de la croissance démographique galopante des pays africains, il n'y a plus régénération des surfaces végétales. Témoin avant-coureur d'une mutilation irréversible : le fameux problème du "bois de chauffe" (***voir courbe ci-dessus***). La population ne trouve plus de

bois pour cuire sa nourriture. Les Africaines sont obligées de parcourir régulièrement des kilomètres à la recherche du moindre arbuste, accélérant encore la désertification.

Mais le problème de la désertification entraîne aussi des changements climatiques régionaux, provoqués par la désorganisation du cycle de l'eau. Dans la partie orientale de l'Amazonie, la plus déboisée, les précipitations annuelles ont diminué de moitié. Moins impressionnant sans doute, le problème de l'avancée de l'harmattan en Afrique de l'Ouest, n'en est pas moins significatif. Ce vent très sec d'Afrique occidentale, qui souffle en direction Nord-est, n'atteignait jamais le littoral atlantique de la Côte-d'Ivoire tant qu'il était arrêté par les massifs forestiers. Mais, dans les années 70, les fleurs des plantations de cacao ont fait les frais de son avancée. Catastrophe économique !

Déjà désastreuse sur le plan régional, cette transformation des climats prend des proportions encore plus alarmantes à l'échelon mondial, parce qu'elle contribue à l'effet de serre (2). En effet, l'accumulation de gaz carbonique dans l'atmosphère produit le même effet que le vitrage d'une serre laissant passer la lumière du soleil, mais retenant une partie de son énergie sous forme de chaleur (***voir encadré p. 38***). Les énormes surfaces de forêts brûlées pour leur mise en culture injectent dans l'atmosphère une quantité gigantesque de gaz carbonique qui s'ajoute à celle déjà produite par les combustibles classiques (charbon, fuel...). On pense que le déboisement serait responsable de près de 20 % de l'augmentation du CO_2 atmosphérique et deviendrait alors une composante essentielle du réchauffement de l'atmosphère.

Mieux que des prises de position extrémistes, telles que l'interdiction des ventes de bois tropicaux en Europe (décision déjà prise dans le land de Hambourg) c'est une révision des stratégies de développement dans le Tiers Monde qui s'impose. Comment expliquer l'attitude de la Banque mondiale, qui favorise la lutte pour le reboisement et contre l'érosion, à l'aide des plantations d'eucalyptus en Inde, alors que, dans le même temps, elle encourage les ranchs brésiliens, gros responsables de brûlis dévastateurs, et les usines de fabrication de contreplaqué en Indonésie ? Bricolages de profanes! Seule une prise de conscience globale des problèmes de pollution serait un remède ; elle intéresse maintenant les laboratoires scientifiques.

Ceux-ci essayent d'établir des modèles des climats par programmes informatiques ; cela devrait permettre de définir les conséquences écologiques d'activités agro-industrielles qui commencent furieusement à "faire désordre". **Didier Dubrana**

(2) Voir *Science & Vie* n° 832, p. 49.
A noter, sur France Culture, une émission de Michel Cazenave sur la menace écologique, le 19 avril de 9 h à 10 h 30, dans le cadre de la série "La Science et les hommes".

Nouvelle méthode plus facile, plus efficace

votre première leçon

D'ANGLAIS OU D'ALLEMAND GRATUITE

avec cette cassette d'essai de la méthode réflexe orale

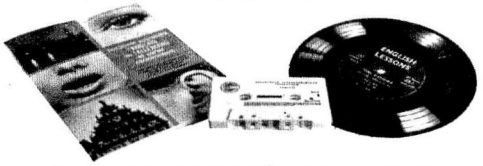
Connaître une langue, ce n'est pas déchiffrer lentement quelques lignes d'un texte écrit. Pour nous, connaître une langue, c'est comprendre instantanément ce qui vous est dit et pouvoir répondre immédiatement.

La méthode réflexe-orale a été conçue pour arriver à ce résultat. Non seulement elle vous donne de solides connaissances, mais surtout elle vous amène infailliblement à parler la langue que vous avez choisi d'apprendre. C'est une méthode progressive, qui commence par des leçons très faciles et vous amène peu à peu à un niveau supérieur. Sans avoir jamais quoi que ce soit à apprendre par cœur, vous arriverez à comprendre rapidement la conversation ou la radio, ou encore les journaux, et vous commencerez à penser dans la langue et à parler naturellement. Tous ceux qui l'ont essayée sont du même avis : la méthode réflexe-orale vous amène à parler une langue dans un délai record. Elle convient aussi bien aux débutants qui n'ont jamais étudié une langue qu'à ceux qui, ayant pris un mauvais départ, ressentent la nécessité de rafraîchir leurs connaissances et d'arriver à bien parler. Les résultats sont tels que ceux qui ont suivi cette méthode pendant quelques mois semblent avoir étudié pendant des années ou séjourné longtemps en Angleterre ou en Allemagne.

La méthode réflexe-orale a été conçue spécialement pour être étudiée chez soi. Vous pouvez donc apprendre l'anglais ou l'allemand chez vous à vos heures de liberté, où que vous habitiez et quelles que soient vos occupations. En consacrant moins d'une demi-heure par jour à cette étude qui vous passionnera, vous commencerez à vous "débrouiller" dans deux mois et, lorsque vous aurez terminé trois mois plus tard, vous parviendrez à parler couramment avec un accent impeccable, ce qui d'ailleurs a stupéfié des spécialistes de l'enseignement.

Commencez dès que possible à apprendre la langue que vous avez choisie avec la méthode réflexe-orale. Rien ne peut vous rapporter autant avec un si petit effort. Dans le monde d'aujourd'hui, parler une langue est un atout essentiel à votre réussite.

GRATUITS 1 cassette + 1 leçon + 1 brochure



Bon à retourner à Centre d'Études Service A15 V
1, avenue Stéphane-Mallarmé 75017 Paris

Envoyez-moi gratuitement et sans engagement votre brochure "Comment apprendre l'anglais ou l'allemand et parler couramment" ainsi que :

☐ la cassette d'essai ou ☐ le disque d'essai
☐ Anglais ou ☐ Allemand

(Joindre 3 timbres pour frais : pour pays hors Europe joindre 5 coupons-réponse.)

MON NOM .....
(en majuscules SVP)
MON ADRESSE .....

.....

Code postal (5 chiffres) .....

Ville .....

LES LANCEURS DU XXIe SIÈCLE

(suite de la page 93)

vite que les moyens de leur réalisation. Autrement dit, la complexité des problèmes soulevés par les concepteurs croît plus vite que l'aptitude des bureaux d'études à les résoudre.

Résultat : la mise au point d'un nouvel appareil prend de plus en plus de temps. Ainsi, la définition de la cellule du Boeing 727 a nécessité trois mois d'essais en soufflerie ; celle du Boeing 747, deux ans ; celle de la navette, huit ans. Et cela, malgré les progrès des souffleries et le perfectionnement des calculateurs.

Avec des appareils comme le *NASP*, le *STS*, le *Sanger*, le *Hotol*, etc., c'est-à-dire des systèmes hybrides qui tiennent à la fois de l'avion, de la fusée et de la capsule orbitale, les problèmes à résoudre sont encore plus épineux. Pour les études d'aérodynamique, par exemple, il faut tenir compte du fait que ces appareils évolueront dans trois milieux différents, donc dans trois régimes d'écoulement : l'écoulement atmosphérique aux basses altitudes, l'écoulement moléculaire aux très hautes altitudes et, entre les deux, un régime intermédiaire où, mis à part les Américains et depuis peu les Soviétiques, personne ne sait très bien ce qui se passe.

En outre, doivent également être pris en compte les écoulements particuliers résultant de la conjonction des hypervitesses et des basses pressions. Autant de paramètres qui, ajoutés les uns aux autres, forment des ensembles d'une extraordinaire complexité. C'est là que les ordinateurs sont d'un grand secours. Encore faut-il que leurs capacités soient au niveau des problèmes qui leur sont posés. Or, la mécanique des fluides s'appuie sur une série d'équations plus ardues les unes que les autres : équations dites de potentiel, équations d'Euler, équation de Saint-Venant, équation de Rayleigh (3), équations de Navier-Stokes... Ces dernières sont si compliquées qu'elles ne sont utilisées que pour des géométries dites élémentaires (profil d'aubes de turbine, par exemple), mais jamais pour un avion tout entier.

Le souhait de tout aérodynamicien est donc de disposer d'un instrument qui lui permette d'exploiter à fond tout l'appareil mathématique qu'il a à sa disposition. L'instrument en question, c'est le supercalculateur. D'autant plus efficace qu'il sera plus "super". Seuls des supercalculateurs ultra-performants seront en mesure de résoudre, dans des délais raisonnables, les inextricables problèmes d'aérothermodynamique posés par les futurs véhicules transatmosphériques. Seuls aussi ils pourront hâter l'avènement des souffleries numériques.

D'où la fantastique course à la puissance dans laquelle se sont engagés depuis quelque temps les grands fabricants de calculateurs. Au début des années 70, l'ordinateur CDC 7600, la machine la plus performante utilisée en aéronautique, avait un débit de 8 mégaflops (8 millions d'opérations élémentaires par seconde). En 1977, le CRAY-1 atteignait les 50 mégaflops.

Le projet français MARISIS est annoncé pour 120 mégaflops. Pour la fin des années 80, les Japonais Hitachi et Fujitsu préparent des modèles dont la capacité devrait s'élever à 6 000 mégaflops. Enfin, la NASA, dit-on, pourrait disposer, à l'aube des années 90, d'un hypercalculateur au débit faramineux de 10 000 mégaflops (dix milliards d'opérations élémentaires par seconde).

Cette progression quasi géométrique des puissances de calcul montre bien qu'aujourd'hui la compétition technologique passe d'abord par la compétition informatique. La bataille de l'espace ne sera pas gagnée par les ingénieurs, mais par les ordinateurs.

Serge Brosselin

(3) A titre d'exemple, l'équation de Rayleigh, qui permet de calculer la pression dynamique en fonction de la vitesse, se libelle ainsi :

$$P_p - P_a = \left[\left(\frac{\gamma+1}{2\gamma} \frac{\rho v^2}{P_a} \right)^{\frac{\gamma}{\gamma-1}} \left(\frac{\gamma+1}{\frac{2\rho v^2}{P_a} - (\gamma-1)} \right)^{\frac{1}{\gamma-1}} - 1 \right]$$

PHOTOGRAPHES ET ILLUSTRATEURS

(Les crédits sont indiqués page par page, de gauche à droite et de haut en bas)
Dessin de couverture : C. Jegou ; p. 2 : J.-M. Lerat/Hoa-Qui — J. Arthur/Reflex-Rea — ABC/Sipa Press — Riyonosuke ; p. 3 : Wisniewski/Zefa — T. Morin — Bell/Boeing ; p. 15 : DR — P. Getty Museum ; p. 20/21/22/23 : I. Correia ; p. 25 : M. Dehoky ; p. 26/27 : I.Correia; p. 28 : P. Habans/Sigma ; p. 30 : N. Kohts ; p. 31/33 : ABC/Sipa Press ; p. 34/35 : H. Silvester/Rapho ; p. 36 : G. Delpit — Branaz/Zefa ; p. 37: G. Delpit — J.M. Lerat/Hoa-Qui ; p. 38 : G. Delpit ; p. 39 : Naud/AAA ; p. 40 : J.P. Varin/Jacana ; p. 41 : Hackenberger/Zefa ; p. 42 : A. Visage/Jacana ; p. 43 : M. Giraud ; p. 44 : Procida-Promega ; p. 45 : F. Vallerand/INRA — Ph. Ratcliffe ; p. 46 : Ferrero/Nature — Henrion/Jacana — F. Vallerand/INRA ; p. 47 : Danegger/Jacana — Arthus-Bertrand/Jacana — Ph. Ratcliffe ; p. 49 : Naval Undersea Center ; p. 51 : V. Alemany ; p. 51 : D. Laurie/AFRC Inst. of Plant Research Cambridge Lab ; p. 52/53 : Station de recherche Ste Foy/Agriculture Canada — V. Alemany ; p. 55 : J. Marquis ; p. 56/57 : M. Dehoky ; p. 58 : J. Marquis ; p. 60/61 : M. Dehoky ; p. 64 : Institut Pasteur ; p. 65 : M. Dehoky ; p. 69 : Science ; p. 74 : DR ; p. 75 : Edipac/Rapho ; p. 77 : Lanceau/Nature ; p. 78 : A. Rullier — DR ; p. 79 : P. Jilloud/Jacana — Dao ; p. 80/81 : Bell/Boeing ; p. 82 : A. Meyer ; p. 83 : DR — Boeing ; p. 84 : Boeing ; p. 86/87 : AMD-BA/Aviaplans ; p. 89 : Aérospatiale; p. 90/91 : C. Lacroix ; p. 92 : Aérospatiale ; p. 93 : AMD-BA/Aviaplans ; p. 94 : Y. Delaye ; p. 95 : J. Marquis ; p. 97 : DR ; p. 98/99 : C. Lacroix ; p. 101 : Papamiltiades ; p. 102 : INRA — DR ; p. 103 : Braennhage/Zefa — DR ; p. 104 : DR — Papamiltiades ; p. 105/106 : DR ; p. 107 : Papamiltiades - L. Delplanque ; p. 108 : J. Gayard/Rea ; p. 110 : I. Correia ; p. 111 : Vigneron/Rea ; p. 112 : AB Dowsett/Science Photo Librairy ; p. 113 : B. Corbion/LCHA Paris — CNEVA ; p. 114 : MDI/L'Ecritoire ; p. 116 : T. Morin ; p. 119 : DR ; p. 120 : I. Correia ; p. 121 : I. Correia (source Antennes) ; p. 122/123/124/125 : M. Toscas/Gal. 27 ; p. 126/127 : R. Sabatier — A. Meyer ; p. 129 : M. Toscas/Gal 27 ; p. 130/131 : M. Roux-Saget ; p. 132 : DR ; p. 135 : M. Toscas/Gal 27 ; p. 137/138/139 : M. Roux-Saget ; p. 140 : M. Toscas/Gal 27 ; p. 150/151 : DR ; p. 152 : DR — Dao ; p. 153 : DR ; p. 154 : DR - F. Houlette - DR ; p. 155 : Dao - DR - DR ; p. 156 : DR ; p. 157 : DR - DR - Dao ; p. 162 : G. Delpit.

Le directeur de la publication : Jacques DUPUY - Dépôt légal : n° 84007 - N° de Commission paritaire : 57284 du 15 décembre 1975
Photocomposition : Imp. Ponsing A. F/67300 Schiltigheim - Photogravure et impression : Imp. Alsacienne Jean Didier F/67200 Strasbourg - Printed in France

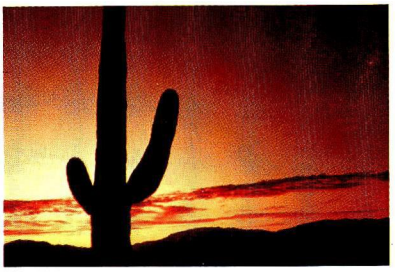
VOICI LA XM

XM, c'est la nouvelle Citroën qui sera commercialisée en juillet prochain. Découvrez-la en avant-première dans L'ACTION AUTOMOBILE. Ce numéro spécial nouveautés 90/91 vous dévoile également les nouvelles RENAULT 5 et PEUGEOT 105.

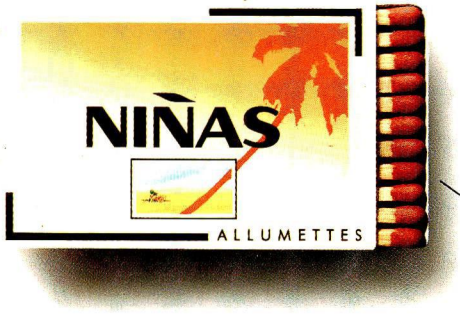
L'ACTION AUTOMOBILE ET TOURISTIQUE

N° 1 DE LA PRESSE AUTO

EN VENTE PARTOUT



ALLUMETTES



EN VENTE
DANS LES BUREAUX
DE TABAC.