

# SCIENCE *VIE*

*et*

NUMÉRO HORS SÉRIE

spécial  
**ENVIRONNEMENT**



Parution MARS 1974

# GUIDE SUSSE DU CAMPING

1974

8500 TERRAINS



NAUTISME LEGER



CANOÉ KAYAK



PRATIQUE DU PLEIN AIR



CARAVANEIGE



PARC DE WEEK-END



CAMPING A LA FERME

FRANCE ET STRANGER  
15 F.

PRIX  
SPECIAL  
**SCIENCE & VIE**



**14 F. franco  
au lieu de  
17,65 F.**

RÉSERVEZ DÈS AUJOURD'HUI  
VOTRE GUIDE,  
VOUS LE RECEVREZ  
EN PRIORITÉ.



## BON DE COMMANDE

à retourner ou à recopier accompagné de son règlement  
au GUIDE SUSSE - 5, rue de la Baume - 75008 PARIS

Je désire recevoir ..... ex. du Guide Susse 74 au prix  
spécial unitaire de 14 F. franco

NOM ..... PRÉNOM .....

ADRESSE .....

Je joins mon règlement par :

- Chèque Bancaire  Mandat Poste  
 C.C.P. 3 volets (Paris 18.574.05)  
à l'ordre du Guide Susse

# SOMMAIRE DU N° HORS-SÉRIE

# ENVIRONNEMENT



ENVIRONNEMENT ET CRISE DE L'ENERGIE . . . . .	4
par Christian GARNIER-EXPERT	
ENVIRONNEMENT ET AMENAGEMENT . . . . .	8
par François LAPOIX	
DES ESPECES EN GRAND PERIL . . . . .	24
par Pierre PELLERIN	
PRESERVER LES TERRES AGRICOLES . . . . .	34
par André BIRRE	
UN UNIVERS EMPOISONNE ? . . . . .	48
par Irène ANDRIEU	
LA POLLUTION DES EAUX . . . . .	58
par Jean-Pierre BRICOURE	
EPURER L'ATMOSPHERE . . . . .	78
par Marie-Jeanne HUSSET	
CONCENTRATIONS HUMAINES ET ENVIRON- NEMENT . . . . .	94
par Jean AUDOUIN	
SOCIETES INDUSTRIELLES ET DECHETS SO- LIDES . . . . .	108
par Jean MAZODIER	
ENERGIE NUCLEAIRE ET ENVIRONNEMENT . . . . .	116
par Guy SCHWARTZ	
LA MER, DEPOTOIR UNIVERSEL ? . . . . .	130
par Yvonne REBEYROL	
VERS UNE CATASTROPHE ECOLOGIQUE GLO- BALE . . . . .	140
par Roland BECHMANN et Jean-Claude FISCHER	
QUI PAIERA ? . . . . .	150
par Christian MARMAIN	

Notre couverture : photo Alain Perceval.

**POUR  
VOUS ABONNER  
A**

**SCIENCE  
*et*  
VIE**

● **NOS TARIFS**

	France et	Etranger
1 AN : 12 N°	ZF	65 F
1 AN : 12 N° + 4 H.S.	54 F	89 F
2 ANS : 24 N°	100 F	120 F
2 ANS : 24 N° + 8 H.S.	140 F	165 F

● **NOS CORRESPONDANTS ETRANGERS**

- BENELUX : PIM Services, 10, bd Sauvinière, 4000 LIEGE (Belgique). C.C.P. : 283.76 LIEGE
  - 1 AN : 400 FB
  - 1 AN + 4 H.-Série : 550 FB
- CANADA : PERIODICA, 7045 Av. du Parc, MONTREAL 303 - QUEBEC
  - 1 AN : 13,5 \$
  - 1 AN + 4 H.-Série : 19 \$
- SUISSE : NAVILLE et Cie - 5-7, rue Levrier, 1211 GENEVE 1 (Suisse)
  - 1 AN : 40 FS
  - 1 AN + 4 H.-Série : 55 FS

● **REGLEMENTS**

A l'ordre de SCIENCE et Vie par Ch. Bancaire   
 Mandat-lettre  C.C.P. 3 volets (sans n° de compte)

● **RECOMMANDES ET PAR AVION :** Nous consulter

**BULLETIN D'ABONNEMENT**

Je désire m'abonner à **SCIENCE ET VIE** pour :

1 AN  1 AN + HORS-SERIE

2 ANS  2 ANS + HORS-SERIE

NOM

PRENOM

ADRESSE

CODE  VILLE

J'adresse le présent bulletin à **SCIENCE ET VIE**, 5, rue de la Baume, 75008 PARIS.

Je joins mon règlement de ..... F par C.C.P. (3 volets)  C. bancaire  Mandat lettre

A l'ordre de **SCIENCE ET VIE**.

Je préfère que vous m'envoyez une facture.

Signature .....

**SCIENCE  
*et*  
VIE**

**HORS-SÉRIE**

Publié par  
**EXCELSIOR PUBLICATIONS, S.A.**  
 5, rue de la Baume - 75008 Paris  
 Tél. 266.36.20  
**Direction, Administration, Rédaction**  
 Président : Jacques Dupuy  
 Directeur général : Paul Dupuy  
 Directeur administratif et financier : J.-P. Beauvalet  
 Diffusion ventes : Henri Colney  
 Rédacteur en Chef : Serge Caudron  
 Mise en page : Louis Boussange ; Alain Tercinet  
 Service photo : Denise Brunet, Miltos Toscas,  
 J.-P. Bonnifon  
**Correspondants**  
 New York : Arsène Okun, 64-33-99th Street  
 Rego Park - N. Y. - 11 374  
 Londres : Louis Bloncourt - 38, Arlington Road  
 Regent's Park - London W 1  
**Publicité :**  
 Excelsior Publicité - Interdeco  
 167, rue de Courcelles  
 Chef de publicité : Hervé Lacan  
 Compte Chèque Postal : 91.07 PARIS  
 Adresse télégraphique : SIENVIE PARIS

**A NOS ABONNES**

● Pour toute correspondance relative à votre abonnement, envoyez-nous l'étiquette collée sur votre dernier envoi.

Elle porte tous les renseignements nécessaires pour vous répondre

● **Changements d'adresse :** veuillez joindre à votre correspondance, 1,50 F en timbres-poste français ou règlement à votre convenance.

**A NOS LECTEURS**

● **Nos Reliures :**

Destinées chacune à classer et à conserver 6 numéros de **SCIENCE ET VIE**, peuvent être commandées par 2 exemplaires au prix global de 15 F franco. (Pour les tarifs d'envois à l'étranger, veuillez nous consulter.)

Règlement à votre convenance à l'ordre de **SCIENCE ET VIE** adressé en même temps que votre commande : 5, rue de la Baume, 75008 PARIS.

● **Notre Service Livre**

Met à votre disposition les meilleurs ouvrages scientifiques parus. Vous trouverez tous renseignements nécessaires à la rubrique : « La Librairie de **SCIENCE ET VIE** ».

● **Les Numéros déjà parus**

La liste des numéros disponibles vous sera envoyée sur simple demande à nos bureaux, 5, rue de la Baume, 75008 PARIS.

# abonnez-vous à la REVUE du PALAIS de la DÉCOUVERTE

vous serez ainsi au courant de toutes les activités de l'établissement.

M., Mme, Mlle .....

Prénom .....

Adresse .....

Je règle aujourd'hui la somme de .....

par chèque bancaire ou postal à l'ordre de la :

## « REVUE DU PALAIS DE LA DÉCOUVERTE »

Adresser toute correspondance et bulletin d'abonnement au PALAIS de la DÉCOUVERTE, av. F.-D.-Roosevelt, 75008 PARIS

Montant de l'abonnement annuel

— simple (10 numéros par an)

France : 27 F, Étranger : 30 F

— complet (1 ou 2 numéros spéciaux en sus)

France : 32 F, Étranger : 35 F

## Asthme, rhume des foins, affections pulmonaires.

Une technique pleine de promesse.

Si les moyens médicamenteux s'avèrent souvent d'un grand secours, on a toujours considéré comme logique et idéal de rechercher un effet déterminant par une action sur l'air que nous respirons, en le rendant identique à celui qu'on trouve dans certaines régions privilégiées où ces affections sont pratiquement inconnues. Ce facteur longtemps cherché, nous savons maintenant qu'il consiste en une certaine teneur de l'atmosphère en ions négatifs, détruits par notre civilisation technique. (Ceci n'a rien à voir avec l'ozone). Aux USA, en Angleterre et dans de nombreux pays de l'Est, on utilise pour les traitements des "Ioniseurs d'air", qui sont maintenant diffusés en France. Sans médicaments, cette NORMALISATION de l'atmosphère permet d'obtenir un soulagement sensible des difficultés respiratoires, et dans de nombreux cas une guérison complète.

Dépositaires à Bordeaux, Brest, Grenoble, Marseille, Nice, Strasbourg, Bruxelles.

# T.E.N.

Techniques Essentielles de la Nature  
29, Bd des Batignolles - Paris 8<sup>e</sup>  
Tél. 387.91.90

# 640 possibilités de bien — gagner sa vie —

## 110 CARRIERES INDUSTRIELLES

Electricien d'équipement - Monteur dépanneur radio et T.V. - Dessinateur et chef d'atelier en construction mécanique - Mécanicien automobile - Contremaitre - Agent de planning - Technicien frigoriste - Chef magasinier - Diéséliste - Ingénieur et sous-ingénieur électricien et électronicien - Chef du personnel - Analyse du travail - Esthéticien industriel - etc.

## 100 CARRIERES FÉMININES

Assistante-secrétaire de médecin - Décoratrice-ensemblier - Secrétaire de direction - Programmeur - Technicienne en analyses biologiques - Esthéticienne - Etalagiste - Dessinatrice publicitaire et de mode - Agent de renseignements touristiques - Diététicienne - Secrétaire commerciale - Comptable - Hôtesse d'accueil - Modéliste - Dessinatrice paysagiste - etc.

## 90 CARRIERES COMMERCIALES & ADMINISTRATIVES

Ingénieur directeur commercial et technico-commercial - Comptable - Représentant - Inspecteur des ventes - Adjoint à la direction administrative - Adjoint en relations publiques - B.E.P. d'agent administratif - Contrôleur et agent de constatation des douanes - Secrétaire et attaché d'administration universitaire - Technicien du tourisme du commerce extérieur - Expert comptable - etc.

## 60 CARRIERES ARTISTIQUES

Décorateur-ensemblier - Dessinateur publicitaire - Romancier - Photographe artistique, publicitaire et de mode - Dessinatrice illustrateur et de bandes dessinées - Chroniqueur sportif - Dessinatrice paysagiste - Décorateur de magasins et stands - Journaliste - Décorateur cinéma - T.V. - Secrétaire de rédaction - Disquaire - Styliste de mode - Maquettiste - Artiste peintre - etc.

## 80 CARRIERES SCIENTIFIQUES

Chimiste et aide-chimiste - Laborantin médical - Biochimiste - Technicien et prospecteur géologue - Technicien des traitements thermiques - Technicien géologue - Technicien en analyses biologiques - Conducteur d'appareils en industries chimiques - Technicien de transformation des matières plastiques - Physicien - Laborantin industriel - Technicien de fabrication de papier - etc.

## 30 CARRIERES INFORMATIQUES

Programmeur - Analyste - Pupitre - Codieur - Perforeuse-vérifieuse - Contrôleur de travaux en informatique - Concepteur, chef de projet - Chef programmeur - Ingénieur technico-commercial en informatique - Ingénieur en organisation et informatique - Directeur de l'informatique, etc - Langages spécialisés : Cobol, Fortran, Basic, PL I, Algol - Assembleur - GAP II - etc.

## 60 CARRIERES AGRICOLLES

Sous-ingénieur et technicien agricole - Dessinateur et entrepreneur paysagiste - Gardien-chasseur - Sous-ingénieur et technicien en agronomie tropicale - Eleveur - Chef de cultures - Mécаниen de machines agricoles - Aviculteur - Comptable agricole - Technicien en biscuiterie, en alimentation animale - Sylviculteur - Horticulteur - Directeur de coopérative - etc.

## 110 CARRIERES BÂTIMENT & T.P.

Chef de chantier bâtiment et T.P. - Dessinateur en bâtiment et T.P. - Mètre en bâtiment - Technicien du bâtiment - Conducteur de travaux - Projeteur-calculateur - Sous-ingénier du bâtiment et des T.P. - Ingénieur en chauffage - Entrepreneur de travaux publics et du bâtiment - Electricien d'équipement - Technicien en chauffage - Carrelleur mosaique - Opérateur topographe - etc.

Vous pouvez d'ores et déjà envisager l'avenir avec confiance et optimisme si vous choisissez votre carrière parmi les 640 professions sélectionnées à votre intention par UNIECO (Union Internationale d'Ecoles par Correspondance), organisme privé soumis au contrôle pédagogique de l'Etat.

Retournez-nous le bon à découper ci-dessous, vous recevrez gratuitement et sans aucun engagement notre documentation complète et le guide officiel UNIECO (de plus de 200 pages) sur les carrières envisagées.

**BON Pour recevoir GRATUITEMENT**

notre documentation complète et le guide officiel UNIECO sur les carrières que vous avez choisies (faites une  ) (écrire en majuscules).

- 110 CARRIERES INDUSTRIELLES
- 100 CARRIERES FÉMININES
- 90 CARRIERES COMMERCIALES & ADMINISTRATIVES
- 60 CARRIERES ARTISTIQUES
- 80 CARRIERES SCIENTIFIQUES
- 30 CARRIERES INFORMATIQUES
- 60 CARRIERES AGRICOLES
- 110 CARRIERES BÂTIMENT & T.P.

NOM .....

ADRESSE .....

.....code postal.....

**UNIECO** 4612 rue de Neufchâtel 76041 Rouen Cédex  
Pour la Belgique : 21-26, quai de Longdoz 4000 Liège

# ENVIRONNEMENT ET CRISE DE L'ÉNERGIE

par Christian GARNIER-EXPERT (1)



J.-P. Bonnin

**A** lors que la crise de l'énergie occupe le devant de la scène internationale, l'opinion publique se demande s'il est encore de mise de s'attarder sur la conservation des ressources naturelles et la protection de l'environnement. Le premier souci de tous n'est-il pas la poursuite de la croissance ? Les menaces de crise économique mondiale ne sont-elles pas autrement plus sérieuses que les discours sur l'environnement ? Le bien-être matériel ne vaut-il pas que l'on continue à consommer la nature et à polluer pour les besoins du développement urbain et de la production industrielle ?

Il faut bien avouer que la conjoncture présente risque fort de concentrer l'attention générale sur les risques de chômage, de dévalorisation du pouvoir d'achat, et d'aggravation de la misère dans le Tiers Monde. Aussi, pour beaucoup de

responsables, l'impression continue de prévaloir que l'environnement est une mode, et que cette mode est sur le point de passer. Certains se réjouissent même presque ouvertement à l'idée de voir fondre l'opposition des protecteurs de la nature et de l'environnement à la croissance sauvage. Projets industriels discutables, urbanisation anarchique, construction d'autoroutes mal tracées ou inutiles pourraient être acceptés plus facilement par une opinion publique redoutant une crise économique.

L'hypothèse n'est pas absurde, on l'a bien vu aux Etats-Unis. Ce pays, qui est presque le seul en Occident à assurer très largement son

(1) Auteur de l'*« Environnement démythifié » — le dossier français —*, qui vient de paraître au Mercure de France.

(1) Les Etats-Unis importaient, en 1972, 11 % de leur consommation d'énergie (contre 70 % en moyenne pour l'Europe). Sur ces 11 %, en fait 5 % seulement correspondaient à des approvisionnements en pétrole du Moyen-Orient, donc susceptibles d'être menacés.

autonomie énergétique, a pourtant vu se développer à la fin de 1973 une véritable psychose du manque d'énergie<sup>(1)</sup>. La plupart des spécialistes s'accordent pour reconnaître là le poids d'une action psychologique parallèle des milieux industriels et financiers et de l'Administration ; action destinée à venir à bout de l'opposition des écologistes et de millions de citoyens hostiles à la mise en œuvre d'un programme d'équipements énergétiques mal maîtrisé : multiplication très rapide des installations nucléaires, pipeline trans-Alaska, exploitation pétrolière du plateau continental des côtes californiennes, etc.

Cependant, la crise de l'énergie entraîne des effets inverses. Beaucoup y voient la grande chance d'une percée des « technologies douces ». Fabrication d'objets manufacturés beaucoup plus robustes, recyclage ou récupération des déchets, économiseraient les ressources naturelles. La diminution des rejets, le développement de l'énergie solaire, l'utilisation d'engrais biochimiques, etc. permettraient un relatif recul des pollutions. Cette double tendance pourrait alors modifier profondément les attitudes mentales.

Notons cependant que ces incidences psychologiques positives seront probablement annulées dans l'hypothèse d'un essor très rapide de l'industrie nucléaire. Si cette dernière devait, au mépris des graves incertitudes qui demeurent quant aux risques éventuels, fournir de l'énergie à profusion d'ici dix à quinze ans, la fin des années quatre-vingts risque fort de correspondre au retour d'une croissance sauvage reprenant de plus belle.

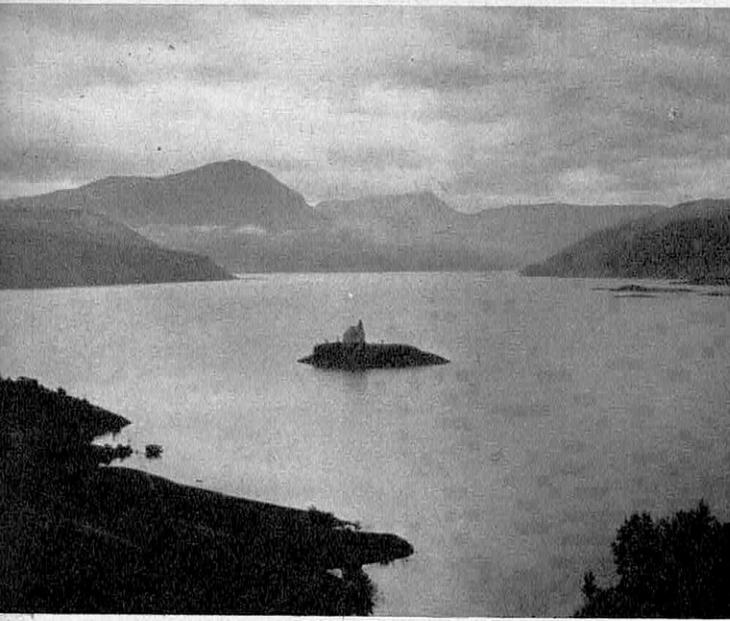
Cette longue parenthèse sur la perception des problèmes de l'environnement nous conduit à dénoncer une fois encore le caractère très événementiel de l'information, au niveau de la grande presse. Dans

la mémoire de la majorité des Français, la protection de la nature et de la qualité du cadre de vie se résume à quelques manchettes à sensation : naufrage du Torrey-Canyon, massacre des bébés phoques, scandale de la Vanoise, des marinas et de quelques autres projets immobiliers, auxquelles s'ajoutent des inquiétudes diffuses : pollution atmosphérique, destruction des « espaces verts »...

Il est donc indispensable de prendre un certain recul. C'est le but que s'est assigné Science et Vie en proposant dans ce numéro hors-série une suite d'articles de fond rédigés par des spécialistes particulièrement compétents, qui constitue un excellent tour d'horizon. Outre une analyse des phénomènes intéressant surtout les sociétés industrielles, on y trouvera de larges perspectives sur les trois premiers problèmes écologiques planétaires : dégradation des sols et de leur couvert ; pollution des océans et micro-pollutions de la biosphère ; disparition des espèces animales et végétales.

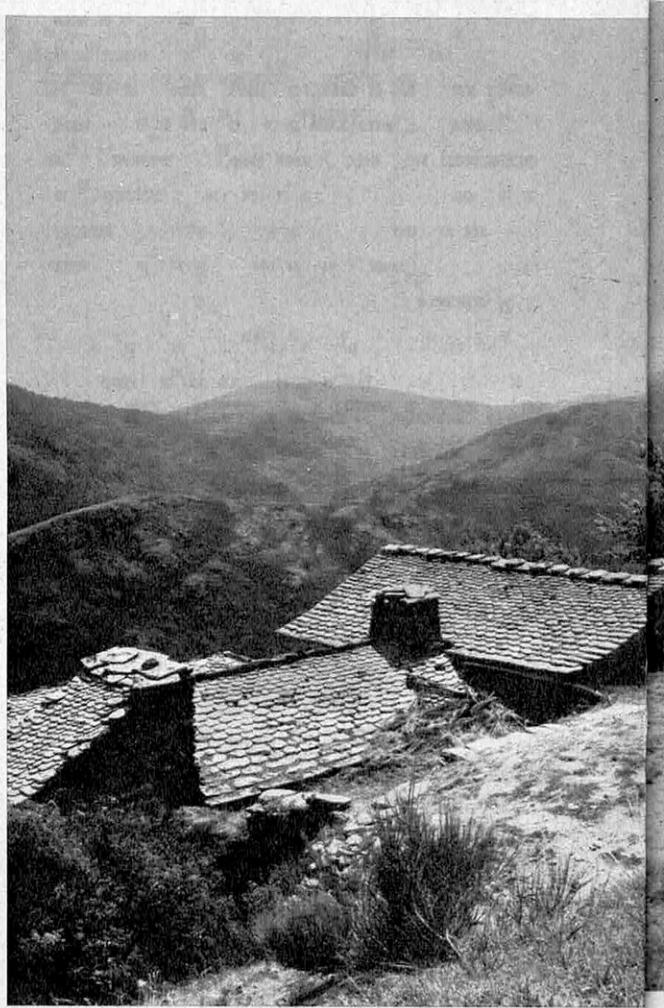
En ce qui concerne la France, les éléments d'information disponibles mènent l'auteur de ces lignes à deux conclusions principales.

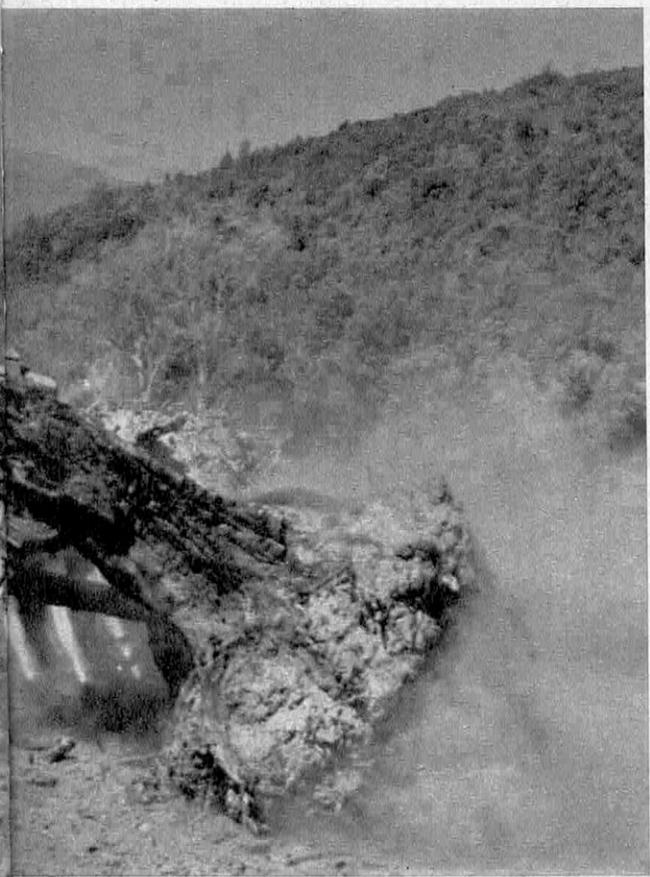
Du côté des pollutions et nuisances de toutes origines, pollution de l'air, de l'eau, des sols et des aliments, agressions par le bruit, accumulation et dispersion des déchets..., un certain nombre de progrès appréciables ont été enregistrés ici et là. Mais de nombreux échecs ont été subis par ailleurs, et bien qu'on ne puisse affirmer que la situation soit globalement catastrophique, de graves incertitudes subsistent dans chacun de ces domaines. L'évolution d'ensemble ne saurait donc être considérée comme rassurante. Rien n'interdit cependant de penser que, si une politique très énergique venait à être effectivement appliquée, la tendance ne



pourrait être retournée assez rapidement. Un contrôle et des sanctions efficaces dans le cadre des règlements existants, pourtant fréquemment inadaptés aux réalités présentes, constituerait un pas en avant considérable.

Quant aux ressources naturelles de ce pays, le problème numéro un, nous le répétons depuis dix ans, réside dans l'utilisation déplorable de l'espace national. Notre territoire, ses écosystèmes et ses paysages restent gérés de façon irrationnelle, ou plutôt en fonction d'une rationalité à courte vue et d'intérêts financiers qui ne tiennent généralement aucun compte des données de l'environnement. On le voit bien à propos de la gestion des eaux, qui a connu de sérieuses améliorations côté pollution, mais qui ignore la réalité écologique des bassins-versants : des sommes colossales sont dépensées pour construire de grands ouvrages de régularisation, mais l'on se désintéresse de l'altération du couvert végétal, des drainages abusifs de zones humides, des rectifications dangereuses de rivières, de l'imperméabilisation des sols dans les zones urbaines et de toutes les interventions qui dérèglent profondément le régime des cours d'eau.





Parc National des Cévennes.

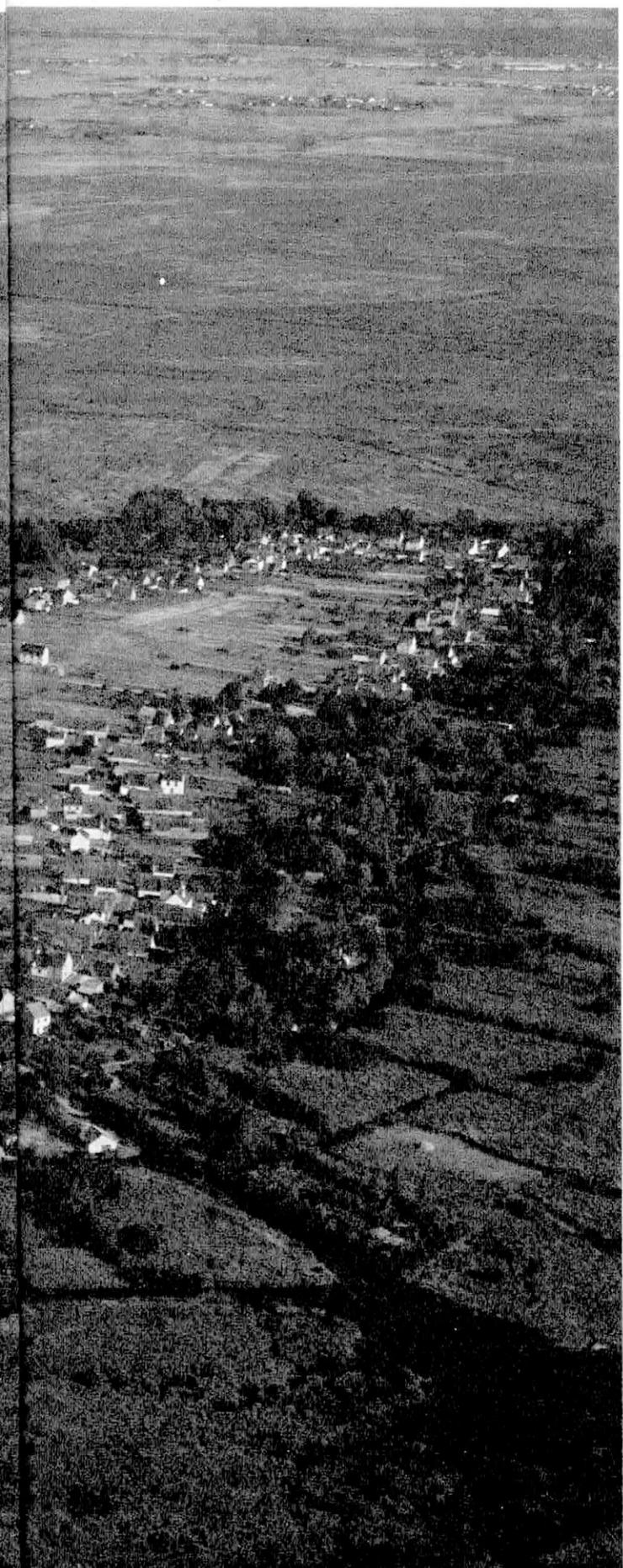
Sur un plan plus général, c'est l'avenir de notre « espace biologique » — l'espace non bâti — qui est en cause. L'évolution rapide des activités agricoles repose pour l'essentiel sur un transfert de technologies urbaines mal assimilées, qui font abstraction des processus naturels et sont responsables de dégradations importantes, relativement faciles à éviter. D'autre part, les espaces agricoles, forestiers et naturels sont l'objet d'une consommation anarchique croissante par les villes, les zones industrielles, les résidences secondaires et le tourisme, les carrières et sablières, les équipements de transports, les terrains militaires...

Si nous voulons voir naître un aménagement du territoire qui mérite ce nom, sur des bases à la fois scientifiques et humaines, il faudra savoir quelle part de « l'espace biologique » les Français acceptent de consacrer à ces diverses entreprises et comment. Va-t-on industrialiser l'embouchure de la Gironde par des implantations massives, et d'une manière aussi déplorable pour le milieu naturel que la région de Fos-sur-Mer - étang de Berre, par exemple ? Ces choix cruciaux qui interviendront dans les prochaines années devraient être le fruit d'une réflexion à tous les échelons de la gestion des affaires publiques, notamment au niveau de la commune et de la région. Réflexion qui ne concerne pas seulement quelques technocrates et notables, mais qui intéresse directement tous les citoyens. Le lecteur trouvera dans ce qui suit de nombreux éléments d'information, essentiels pour ce grand débat de la fin du XX<sup>e</sup> siècle.

En apprenant à balayer devant notre porte, sans doute commencerons-nous à mieux mesurer la nécessité de réconcilier l'homme et la nature à l'échelle de la Terre toute entière.

# ENVIRONNEMENT ET AMÉNAGEMENT DU TERRITOIRE





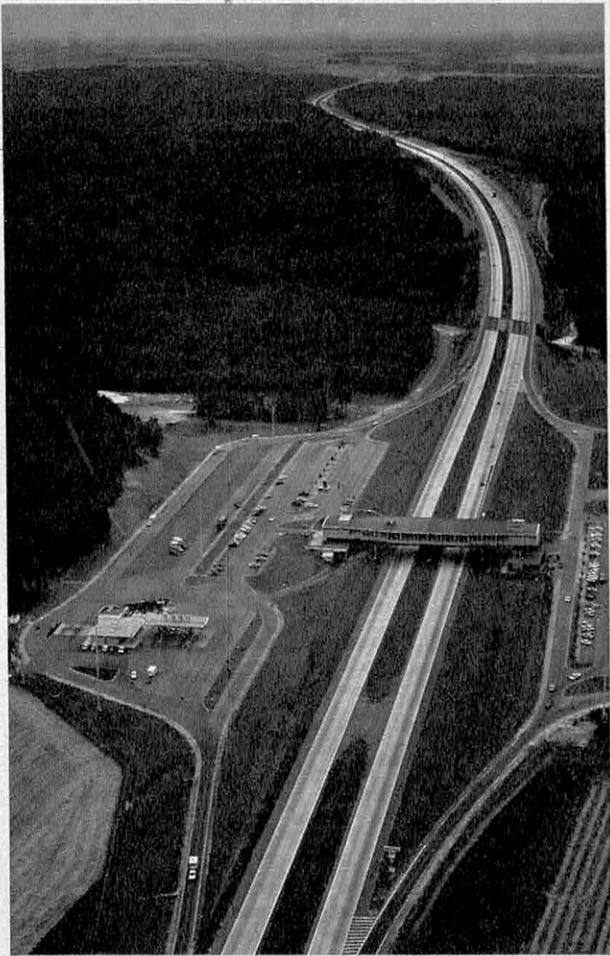
est un exemple de zone à sauvegarder.

*Le développement technologique, la poussée démographique, les multiples problèmes posés par les nuisances, les concepts de qualités de vie et d'espace, autant de raisons qui militent pour la mise en place d'une politique d'aménagement du territoire prenant en compte à la fois l'économie, l'écologie et l'environnement.*

On parle de plus en plus de planification écologique, de gestion biologique de l'espace naturel et humain. Quelle a été jusqu'à présent la part réellement prise par ces diverses disciplines dans le phénomène de décision ? Qu'en est-il aujourd'hui ? Que sera demain ? Autant de questions auxquelles nous essaierons de répondre en comparant les expériences étrangères et françaises.

Il paraît tout d'abord indispensable de définir les trois termes : **aménagement**, **écologie**, **environnement**, car ils font partie des mots « mythiques » dont notre siècle use et abuse, les détournant souvent de leur véritable sens.

**L'aménagement** est l'organisation de l'espace, de manière à mettre en valeur, par des équipements appropriés ou par des mises en réserves, les ressources naturelles, et à satisfaire les besoins des populations concernées. Cette notion est fort ancienne, et elle a été pour la première fois employée par les forestiers qui parlaient, et parlent toujours, de plans d'aménagement fixant, pour une période très longue, la conduite et le devenir de la forêt, en tenant compte du milieu, des besoins et de l'économie. Un bon aménagement représente un arbitrage entre des tendances variées d'utilisation des ressources et de l'espace. Il s'appuie nécessairement sur une planification à plus ou moins long terme, méthode qui consiste à choisir des objectifs et à proposer des moyens techniques et financiers pour y parvenir dans un ordre et des délais déterminés. L'aménagement, dans la majorité des cas, se doit de faire intervenir la notion, controversée encore à l'heure actuelle, de « zones » diffuses ou continues, ce qui possède l'extrême avantage de clarifier souvent des situations embrouillées et de



L'autoroute A 6, ou le saccage d'un milieu naturel.

permettre une meilleure prise en main du devenir du milieu considéré. L'aménagement, qu'il soit rural, urbain ou du territoire global, a ses écoles, ses penseurs et ses structures administratives. La France à cet égard, a reconnu depuis longtemps la valeur politique d'une telle notion en créant tout d'abord une Délégation à l'aménagement du territoire et à l'action régionale, puis un Ministère de l'aménagement du territoire, de l'équipement du logement et du tourisme. Il ne faut d'ailleurs pas oublier l'existence de plans à court terme permettant de fixer, pour une période déterminée, les orientations du développement.

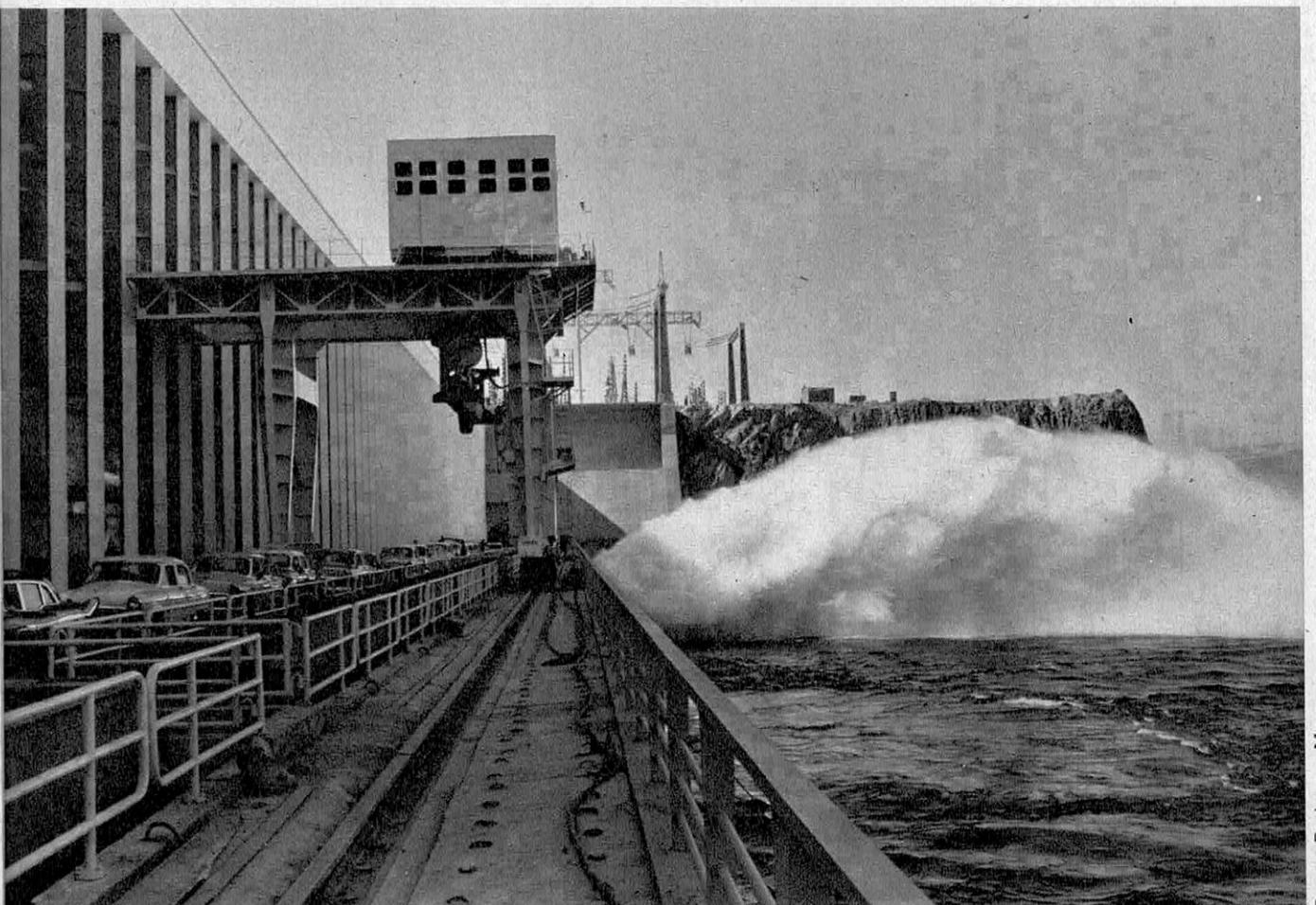
**L'écologie**, un terme bien à la mode, mais dont l'origine remonte assez loin, puisqu'il a été créé par le biologiste allemand Ernst Haeckel en 1866. Il vient de la juxtaposition de deux mots grecs et signifie la « science de la maison ». Selon Aguesse, « c'est la connaissance de l'économie de la nature, l'investigation de toutes les relations d'un animal avec son milieu inorganique et organique, incluant par dessus tout ses relations amicales et antagonistes avec ceux des animaux et des plantes avec lesquels il entre directement en contact » (« Les clefs de l'écologie »). Dans cette optique, l'écologie est donc une science

de naturaliste qui tente de synthétiser l'ensemble des disciplines d'histoire naturelle : géologie, minéralogie, botanique, zoologie... De nombreux spécialistes ont, depuis un siècle, tenté d'en donner des définitions plus restrictives ou plus larges. En fait, ce n'est qu'au cours des dix ans écoulés que l'on a vu apparaître une certaine uniformisation autour de deux écoles ; celle incluant l'Homme et ses activités dans le champ des préoccupations de l'écologiste, et celle continuant à faire des sciences naturelles globales. La première prise de position, qui semble prendre une part de plus en plus importante dans l'Université et dans les écoles, implique évidemment qu'aux sciences biologiques et de la terre, s'ajoutent des disciplines aussi variées que l'économie, la sociologie, le droit, l'ethnologie... Science-carrefour, l'écologie réclame alors la réalisation d'équipes interdisciplinaires réunissant différents « spécialistes » animés d'une même orientation de pensée globalisante et participative.

On peut distinguer actuellement l'écologie fondamentale, qui se préoccupe de la recherche pure dans les différents domaines sans aucun souci d'application concrète ; l'écologie appliquée, utilisant les résultats de la première en vue de procédures d'aménagement ; et l'écologie politique qui intègre à la prise de position des responsables les données recueillies dans les deux stades précédents. La prise de position des écologistes appliqués ne doit pas faire oublier la nécessité de poursuivre et de renforcer les études fondamentales dans lesquelles puissent les divers spécialistes préoccupés par la gestion biologique de l'espace naturel et humain.

Science biologique de synthèse, économie de la nature, l'écologie représente un instrument dynamique de planification qui doit s'appuyer sur un nouveau mode de pensée, « la conscience écologique ». « Il faut à notre civilisation matérialiste une philosophie : pourquoi l'écologie, « mode de pensée », ne serait-elle pas l'un des dogmes d'un humanisme moderne ? ». Ainsi s'exprime Pierre Aguesse, l'un des créateurs du courant écologique en France.

**Environnement**, encore un terme à la mode que tout un chacun utilise sans avoir pris la précaution d'en vérifier le sens exact. Fourre-tout, argument politique, notion scientifique très discutée, ce mot, il ne faut pas l'oublier, vient du vieux français et nous est revenu après un assez long séjour dans les pays anglo-saxons. Le Conseil international de la langue française en a donné la définition suivante, qui a le mérite de clarifier les esprits : « l'environnement représente, à un moment donné, l'ensemble des agents physiques, chimiques et biologiques et des facteurs sociaux susceptibles d'avoir un effet direct ou indirect, immédiat ou à terme, sur les êtres



Bruno Barbey - Magnum

*Le barrage d'Assouan : bienfait ou catastrophe, même au plan économique ? On peut s'interroger.*

**vivants et les activités humaines**. Objet de contestations sans nombre, l'environnement est aussi soumis, et cela de manière souvent sournoise, à la spéculation sans fin et à la pression de certains corps qui, par un raisonnement simpliste à court terme, y développent des structures plus ou moins inadaptées se traduisant par des nuisances. On parle ainsi de « qualité de l'environnement, qui est un état évalué en fonction de ses effets sur les êtres vivants et les biens ».

La mise à l'honneur de cette notion a déterminé l'apparition d'une politique de l'environnement selon laquelle une société humaine détermine et organise des actions visant à la sauvegarde et à l'amélioration du cadre de vie naturel et humain. Elle est directement guidée par des considérations d'ordre socio-logique, économique, et par l'expression des motivations, tant individuelles que collectives, exprimées par le corps social sous la forme de besoins, de désirs, ou d'aspirations. Elle s'appuie sur des textes législatifs harmonisés à différents niveaux, renforcés par des dispositions réglementaires d'application. L'éducation, l'information, l'animation et la concertation constituent, enfin, les moyens permettant de favoriser une meilleure prise de conscience des problèmes d'environnement, en

vue d'améliorer la qualité de la vie des divers usagers de l'espace global.

Après la Grande-Bretagne, le gouvernement français a mis en place une structure administrative, le Ministère de la protection de la nature et de l'environnement, dont les missions principales sont la coordination interministérielle et interdisciplinaire, l'information, la recherche et la gestion de certains espaces affectés à la sauvegarde du milieu. A côté des structures administratives, une place importante est dévolue aux associations privées de protection de la nature, dont certaines sont groupées au sein de la Fédération française des sociétés de protection de la nature (F.F.S.P.N.).

Il ressort de ce rapide exposé qu'un certain nombre de thèmes communs unissent les trois termes : aménagement, écologie et environnement. Il s'agit essentiellement :

— de la place que doit prendre l'Homme et de la recherche de son bien-être;

— de la nécessité d'une planification de l'espace aboutissant à une meilleure gestion du patrimoine naturel et humain;

— de la place nouvelle dévolue à l'écologie comme science de synthèse au sein des procédures d'aménagement du territoire et de sauvegarde de l'environnement;



*La nette vocation agricole de vastes zones du pourtour de Paris n'a pas empêché leur urbanisation.*

— de l'indispensable dialogue qui doit s'instaurer entre gestionnaires, scientifiques et usagers en vue d'une meilleure compréhension de notre environnement global.

## **LE PROCESSUS D'AMENAGEMENT ANCIENNE FORMULE**

A l'aurore de l'aménagement du territoire, il était classique de voir des décisions prises sans aucun recours aux spécialistes du milieu naturel et humain. Seules, les données d'ordre politique et économique étaient intégrées au processus de décision. Cette attitude s'appuyait sur la conception fausse que les aménageurs ou les politiques se faisaient des naturalistes. De nombreux exemples peuvent être cités tant en France qu'à l'étranger. Entre 1945 et 1970, les paysages et milieux biologiques ont subi des transformations dramatiques. On peut rappeler la célèbre « bataille de Fontainebleau » qui a mobilisé pendant dix ans les premiers protecteurs de la nature. Il s'agissait de la traversée du massif forestier par l'autoroute A 6, traversée qui devait, selon les biologistes, bouleverser l'équilibre

écologique global de la région. Malgré les protestations renouvelées de savants, de chercheurs et d'amis de la nature, l'Administration responsable obtint gain de cause, mettant uniquement en avant un point de vue économique et ignorant délibérément les données du milieu naturel. Il faut citer aussi les problèmes posés par les travaux connexes au remembrement en pays bocager qui, menés il y a quelques années avec une méconnaissance totale de l'écologie, ont abouti dans certains cas à des désastres au point de vue de la production agricole, de la destruction du paysage, de l'érosion et de la régularisation des crues. En Belgique, le pompage intensif de la nappe d'eau douce des dunes dans la région de la Panne a provoqué non seulement une forte salinité de cette nappe en été, mais aussi des suintements d'eaux saumâtres dans les Moers, générateurs de dégâts en milieu agricole. Il y a environ un siècle, la prairie nord-américaine était un milieu équilibré où évoluaient d'immenses hardes d'herbivores, les bisons, associés à d'autres espèces animales et végétales servant de nourriture aux tribus indiennes, Sioux et Cheyennes. La construction du chemin de

fer transcontinental, suivie de la colonisation, du développement des pâturages et de la monoculture du blé introduisirent un déséquilibre écologique grave. Dans le nord-est du Limbourg, les implantations industrielles hâtivement menées sans aucun souci écologique, provoquèrent la disparition de la lande à callunes qui maintenait le maigre sol balayé par les vents. Dix ans après, les dunes se soulevèrent, des pinèdes furent ensevelies sous 20 mètres d'arène, et plus d'un demi-millier d'hectares perdus pour la collectivité.

L'introduction malencontreuse d'espèces végétales ou animales inadaptées se traduit aussi, souvent, par des désastres mettant en cause l'équilibre économique. Il faudrait citer, à cet égard, le lapin en Australie, dont la venue aboutit à une telle modification des pâturages à moutons qu'il fallut au gouvernement dépenser des millions de livres pour l'éradiquer. L'introduction — en 1939 — au mépris de toutes les lois biologiques, du figuier de Barbarie dans le Queensland (comme matériau pour la fabrication des clôtures de pâturage) provoqua le développement d'un front dont la profondeur continue était de 400 à 600 kilomètres.

C'est seulement en 1959, à la suite de lâchers massifs de lépidoptères ravageurs, qu'on vint à bout de ce fléau. Il en fut de même pour la prolifération inattendue de la jacinthe d'eau originaire d'Amérique centrale, acclimatée à des fins ornementales dans les bassins du Congo. En Malaisie, une tentative d'éradication de la malaria a failli provoquer une épidémie de peste. En attaquant les moustiques par des aérosols, on avait décimé les cancrelats, avec, pour conséquence, par le jeu des chaînes alimentaires, la réduction du nombre des geckos, d'où la disparition d'une grande partie des chats ; les rats, n'étant plus chassés, se multiplièrent, ainsi que les poux porteurs de peste. Il existe des enchaînements encore plus complexes de causes et effets, comme ceux liés à la multiplication inconsidérée des grands aménagements hydrauliques, tel le barrage Nasser à Assouan. La mauvaise programmation de cet équipement, la méconnaissance des réalités écologiques régionales, le manque d'études préalables, ont provoqué d'une part l'effondrement de l'industrie de la sardine en Méditerranée ; d'autre part, l'extension dramatique de la bilharziose, qui frappe à travers le monde 114 millions d'individus. Le docteur Henry Van de Schalie pense d'ailleurs que l'extension de cette maladie pourrait dans les années à venir annuler la totalité des avantages économiques apportés à l'Egypte par la création du barrage. On pourrait, dans le même ordre d'idées, mentionner divers projets « planétaires » dont les effets écologiques sur la biosphère risqueraient de provoquer des cataclysmes mettant en cause notre survie. Il s'agit du projet russe de détourne-

ment de l'Ob, de l'édification sur l'Amazone d'un gigantesque barrage créant une mer intérieure dont la superficie serait le tiers de celle de la France, de l'utilisation des explosifs nucléaires pour creuser des canaux transcontinentaux (joignant le golfe d'Akaba à la Méditerranée), de la fusion « contrôlée » des calottes polaires en vue de modifier le climat de l'Arctique et par voie de conséquence celui de tout l'Hémisphère Nord. On peut se demander si, à ce niveau, l'Homme ne joue pas à « l'apprenti sorcier ».

Il arrive, dans certaines procédures d'aménagement du territoire, que les organismes « décideurs » aient recours aux compétences des naturalistes en leur réclamant de manière très vague des données sur la biologie du milieu. Plusieurs cas peuvent se présenter. Si le naturaliste consulté est un spécialiste étroit de certains problèmes, il va fournir des informations valables mais portant uniquement sur la matière qu'il étudie : botanique, zoologie, pédologie, géologie, microfaune et microflore, etc. On peut même, dans le cas de super-spécialisation, descendre beaucoup plus loin et arriver aux groupes, espèces ou sous-espèces. Le point de vue écologique est donc laissé de côté et la réponse fournie à l'aménageur ne le satisfait pas et ceci à juste raison. Un autre cas se présente lorsque l'écologiste consulté n'a pas communication précise des données du problème, ou est questionné d'une manière trop générale. Il ne peut fournir alors qu'un rapport peu circonstancié ne permettant pas une prise en compte globale des données « milieu naturel » dans la planification. Il arrive aussi que le temps laissé aux spécialistes n'excède pas six mois, alors qu'une analyse écologique sérieuse demanderait l'observation des faits pendant un ou deux cycles biologiques. Il n'est possible alors de fournir que des résultats statiques et parcellaires difficiles à exploiter et ne rendant pas compte de l'évolution possible des phénomènes.

Par ailleurs, les rapports fournis par des écologistes compétents ne sont pas toujours utilisés dans le processus de décision. Ils sont là comme « alibi », pour montrer que l'on a « pensé » au « milieu naturel ».

Il arrive enfin que les spécialistes des aménagements mènent eux-mêmes les études biologiques ou géologiques. N'ayant que peu de compétence dans ces domaines, ils utilisent, dans la majorité des cas, des éléments inadaptés, périmés ou trop généraux. Combien d'informations portant sur une parcelle d'un hectare ont été extraites d'une carte au 1/100 000 ? Combien de cartes pédologiques en vue d'aménagement ont été décalquées directement de la carte géologique ? Combien de synthèses géotechniques déduites de cartes stratigraphiques ne fournissant aucune information sur les qualités lithologiques des matériaux rencontrés ? Il en est de même de

certaines interprétations fantaisistes des cartes botaniques ou de la végétation.

Il faut citer aussi le nombre considérable d'idées reçues sur lesquelles la majorité du public non-spécialiste vit. Parmi celles-ci, la notion de plateau, par exemple, est toujours associée à une surface horizontale de qualité lithologique homogène. Or, dans quatre-vingt-dix pour cent des cas, il n'en est rien. Il suffit pour s'en convaincre d'aller faire un tour sur le « plateau de Brie ». Il est possible de constater, dans le domaine des sciences de la nature, la grande ignorance de tous ceux qui sont chargés d'une manière ou d'une autre de gérer le patrimoine commun.

## L'ECOLOGIE D'AMENAGEMENT

Quels que soient les problèmes auxquels sont confrontés les aménageurs et les planificateurs, quel que soit le milieu naturel et humain dans lequel ils sont appelés à travailler, ils ne peuvent se passer de connaissances écologiques approfondies portant sur l'ensemble de l'environnement. Il est de même indispensable qu'ils aient acquis par avance l'ensemble des facteurs socio-économiques, tels que les densités de population, les structures démographiques, etc. C'est à partir de ces données qu'ils peuvent orienter ou même imposer des décisions en vue d'aménagement à court, moyen et long terme.

Il est possible actuellement de distinguer trois attitudes face aux problèmes d'aménagement : l'écologie d'aménagement ; l'écologie intégrée d'aménagement ; la planification écologique.

L'écologie d'aménagement, comme son nom l'indique, correspond à la fourniture, par les divers scientifiques, de documents spécialisés portant sur une seule discipline. La forme prise est généralement la carte thématique qui constate, à un moment donné, un certain nombre de phénomènes naturels. Ce document est souvent accompagné d'un rapport descriptif qui ne laisse qu'une très faible part aux conclusions exploitable pour l'aménagement. L'intérêt de cette cartographie d'inventaire est multiple. Tout d'abord, du point de vue de la recherche fondamentale, de la vulgarisation et de l'enseignement, une carte bien faite et bien interprétée constitue une source souvent inépuisable de réflexions critiques. Ensuite, en ce qui concerne les multiples applications immédiates, les cartes apportent une information brute mais valable, souvent dispersée dans des centaines de publications spécialisées impénétrables pour le public non averti.

On peut rapidement faire l'inventaire de cette documentation en distinguant la cartographie du non vivant de celle du vivant.

— **La cartographie du non-vivant.** On rencontre tout d'abord les cartes des divers composants climatiques, qui concernent la pression atmosphérique, les vents, les courants, les précipitations, etc. Le Professeur Peguy, en France, réalise des cartes climatiques à trois échelles différentes qui permettent de se faire une idée précise de la combinaison réalisée entre ces multiples facteurs. Elles sont malheureusement trop peu nombreuses pour fournir une documentation complète pour l'ensemble du territoire français.

On trouve ensuite les diverses cartes géologiques, qui possèdent malheureusement deux graves défauts pour l'aménageur. Elles sont basées sur la stratigraphie et ne donnent que rarement des informations lithologiques exploitables directement par les non initiés. D'autre part, leurs rédacteurs sous-estiment encore souvent les formations superficielles.

La carte géomorphologique reste encore en Europe à l'état de projet, alors qu'aux Etats-Unis, elle a droit de cité au titre du milieu naturel. La carte pédologique est un peu plus avancée que la précédente, en particulier en Amérique et au Canada où elle est réalisée par un nombre impressionnant de spécialistes. Cependant, un effort certain a été fait dans ce domaine depuis les travaux du Professeur Duchaufour et surtout de Jamagne, qui a réalisé des cartes pédologiques au 1/25 000 directement utilisables par l'agriculteur : elles donnent une information sur la texture des différents horizons, l'utilisation du sol, la profondeur d'apparition d'une roche-mère compacte, la charge en calcaire et l'hydromorphie.

On trouve aussi un certain nombre de représentations pédologiques, qui permettent de fournir une documentation directement utilisable au niveau des plans d'occupation des sols et des plans d'aménagement ruraux.

— **La cartographie du vivant.** On trouve tout d'abord les cartes de la végétation créées par le Professeur Rey, de Toulouse. Elles traduisent avec une grande précision la distribution géographique des végétaux dans une région déterminée. Les informations qu'elles contiennent portent principalement sur le dynamisme de la végétation et sa physionomie. On peut, par une analyse précise et en utilisant les divers cartons thématiques qui lui sont associés, obtenir des renseignements sur l'évolution possible d'un paysage en face d'un certain type d'aménagement, sur les zones à mettre en réserve, sur les types de cultures et leur répartition. Un non spécialiste un peu entraîné à la possibilité de réaliser à partir de ces cartes des profils écologiques comparables aux coupes géologiques.

Les cartes des groupements végétaux, élaborées par le Professeur Emberger, présentent quant à elles, la composition botanique et la répartition spatiale des divers groupements

végétaux. Elles réclament pour leur interprétation le concours d'un spécialiste. D'autres cartes botaniques existent, par exemple celles portant sur la répartition mondiale ou régionale de différentes espèces forestières, ou bien les cartes parcellaires ou du tapis végétal. Elles sont très localisées et ne peuvent être utiles que dans un certain nombre de cas particuliers. Citons aussi la carte de l'Inventaire forestier national, indispensable à la connaissance du milieu forestier, des plantations et des espaces verts urbains.

Certains zoologistes, en particulier en milieu marin, ont mis au point des cartes de répartition faunistique ou de migrations qui pourraient être utilisées avec quelques avantages. Elles sont malheureusement trop peu nombreuses.

Nous venons de voir différents types de documents qui sont réalisées plus ou moins au niveau national d'une manière systématique. Il ne faut pas oublier non plus toutes les possibilités offertes par les travaux des naturalistes sur l'ensemble du territoire, soit à l'occasion des travaux fondamentaux, soit à l'occasion de demandes précises formulées par les décideurs. C'est le cas des cartes de végétation dessinées à l'occasion de l'im-

plantation de certaines villes nouvelles ou de grands travaux.

Face à cette masse impressionnante d'informations, l'attitude de l'aménageur est variée. Il peut n'utiliser qu'un seul type de carte, par exemple celle de la végétation, et en tirer des données de contraintes de sites, par exemple. Il peut aussi les rassembler et les superposer deux par deux ou totalement afin d'obtenir une vision plus « écologique » du milieu naturel considéré. Ces méthodes de superposition ont fait couler beaucoup d'encre et ne semblent pas encore au point pour déboucher sur des résultats concrets. Il semble d'ailleurs, dans l'état actuel des choses, que seuls des spécialistes peuvent effectuer avec efficacité ce travail.

Il ne faut pas oublier le rôle qu'est appelée à jouer dans ce type d'études la photo-identification et la photo-interprétation aérienne. Il est actuellement possible, à partir de clichés panchromatiques ou infra-rouges, couleurs et fausse couleurs, d'analyser, tant statiquement que dynamiquement, l'espace naturel du point de vue de l'écologie, de la géologie, de la pédologie, de la flore et de la faune. Le développement de la télédétection doit, dans les années à venir, apporter une aide pré-



Sarcelles : un exemple de colonisation de terres de cultures par les « grands ensembles ».



*La vallée et la baie de Somme sont au nombre des régions à préserver, même des activités de loisirs.*

cieuse aux planificateurs en leur permettant non seulement de connaître l'état actuel du patrimoine et humain, mais de prévoir son évolution possible à court et moyen terme.

### **L'ECOLOGIE INTEGREE D'AMENAGEMENT**

L'écologie intégrée d'aménagement est une doctrine beaucoup plus récente dont l'origine se trouve dans les grandes opérations américaines de lutte contre l'érosion, de développement énergétique ou d'extension urbaine. On peut citer le plan de développement hydroélectrique de la province du Labrador, la planification du Québec oriental, les études agraires en Tunisie du Nord, etc. Cette démarche, comme la précédente, s'appuie sur un inventaire de l'ensemble des ressources naturelles et humaines.

Cet inventaire se présente le plus souvent, sous la forme d'une cartographie thématique à échelle constante. Un exemple emprunté au Professeur Rey mérite d'être explicité. Il s'agit de l'enquête effectuée entre 1947 et 1948 sur les Landes de Gascogne en vue du réaménagement des zones incendiées. Des cartes des surfaces incendiées ont permis de situer l'ampleur des problèmes, ainsi d'ailleurs qu'une feuille rendant compte de l'explosion inhabituelle du criquet dans cette région. Des conditions météorologiques exceptionnelles n'étant pas étrangères au développement des

deux fléaux, l'équipe réalisa huit cartes sélectionnées faisant apparaître les caractères originaux du climat landais. Aussi instructives furent cinq cartes retracant l'évolution historique du peuplement végétal. L'importance des conditions de drainage déterminèrent la mise au point de deux cartes intégrées « végétation et drainage » et « relief et drainage ». Un autre groupe de documents consacrés à la répartition et à l'évolution des différents types de cultures montrait l'originalité du massif sableux des Landes par opposition à l'agriculture de bordure, viticole et céréalière. La dernière carte sélectionnée concernait la synthèse biogéographique réalisée à partir de ces divers documents, synthèse mettant en relief des types différents de restauration.

L'intégration bio-cartographique, préconisée à propos du bocage aturien par l'Ecole de Toulouse, marque une étape importante dans l'utilisation de l'écologie au service de l'aménagement. Il s'agissait de tenter une explication des paysages de bocage et d'en dégager la signification. On peut désigner cette méthode sous le nom de « synthèses cartographiques successives ». Elle consiste à reproduire l'aspect d'une carte exprimant un phénomène de synthèse, le tapis végétal par exemple, en superposant des cartes analytiques exprimant chacune l'un des facteurs écologiques supposés responsables de l'édition de ce système. Tant que l'on trouve

une ressemblance suffisante, on peut dire que les facteurs intégrés participent à l'explication ; si par contre la surimposition d'une nouvelle feuille modifie trop l'ensemble, le nouveau facteur n'agit pas dans le processus considéré.

Dans le cas du bocage aturien, on a élaboré à l'échelle du 1/100 000 une carte synthétique exprimant les différents types de paysages agraires ou forestiers, un jeu de cartes analytiques portant soit sur des phénomènes directement liés au bocage (morphologie, hydrographie, orientation des parcelles) soit sur des phénomènes complémentaires (vignes, urbanisme, etc.). Ce travail s'appuyait à la fois sur des prospections de terrains et sur une exploitation systématique de missions photographiques aériennes permettant des comparaisons à dix ans d'intervalle. La carte « intégrale » n'était pas lue, mais interprétée au niveau de chaque « ensemble chromatique homogène » correspondant en fait à des zones d'égale valeur écologique, donc à des zones d'égale valeur d'aménagement. Cette méthode avait l'avantage d'apporter un éclairage particulier sur certains facteurs agissant de manière préférentielle dans des zones particulières.

L'Ecole de Grenoble dirigée par le Professeur Ozenda a, de son côté, réalisé un certain nombre de synthèses écologiques intégrées qui méritent d'être examinées. Il s'agit de la carte d'environnement de Belley. Elle devait intégrer toutes les données du milieu naturel et celles du milieu humain, en vue d'appréhender, de la façon la plus synthétique possible, les interactions homme-milieu. Sa réalisation s'est déroulée en deux phases, tant sur le terrain que dans la réalisation cartographique : une consacrée au milieu naturel et une autre au milieu humain. L'analyse du milieu naturel reposait sur le découpage du territoire concerné en zones présentant une homogénéité de caractères écologiques et de potentiel biologique. En milieu forestier ou non perturbé, les séries et associations végétales sont à la base du découpage ; en milieu agricole, ce sont les modes d'utilisation du sol (cultures, assolements, tailles des parcelles, etc.). Cette cartographie permet une analyse précise des cultures et de leur évolution. Quant à l'impact de l'homme sur le milieu, il est représenté à partir d'un certain nombre de facteurs choisis pour leur valeur synthétique. Il s'agit par exemple de la densité de population et du pourcentage de population non agricole. On pourrait prendre aussi le degré d'industrialisation, les populations, la capacité d'accueil touristique. La comparaison des documents ainsi réalisés et leur synthèse permettent d'individualiser des unités écologiques au sein desquelles l'homme joue un rôle majeur.

Une dernière méthode d'écologie intégrée est pratiquée depuis de longues années par

le centre d'interprétation phyto-écologique de Montpellier en vue de la réalisation d'aménagements ponctuels ou globaux en France et à l'étranger. On part, cette fois, d'un diagnostic phyto-écologique considéré par les auteurs comme révélateur de l'état biologique du milieu étudié. Suivant la nature des structures écologiques considérées, certaines d'entre elles apparaissent comme plus ou moins significatives ou prépondérantes. Le C.I.P.E. a acquis l'impression que la végétation est douée du plus fort pouvoir d'intégration. En conséquence, c'est à l'inventaire approfondi de cette variable qu'il procède pour fournir une somme considérable d'informations sur le milieu. Ce diagnostic « phyto-écologique » aboutit à distinguer des unités synthétiques, les écosystèmes, que l'on doit étudier à tous les niveaux. Ces écosystèmes possèdent le double avantage d'apporter un cadre complémentaire d'études aux biologistes appliqués et un cadre cohérent d'aménagement. Cette méthode a été utilisée pour résoudre de multiples cas concrets, parmi lesquels l'aménagement d'une partie de la Tunisie, l'analyse de la Sologne et de la Loire moyenne. En ce qui concerne la Sologne, l'étude portait sur 500 000 hectares et avait pour principal objectif la mise en valeur agro-sylvo-pastorale. Elle a comporté, à partir de l'analyse d'une zone-test de 40 000 hectares, la réalisation d'un inventaire phyto-écologique accompagné d'un levé de plusieurs cartes thématiques au 1/10 000 portant sur l'occupation actuelle des terres, la phyto-écologie (relation entre groupes d'espèces végétales et conditions stationnelles par exemple), l'interprétation diagnostique de la cartographie pour les aménageurs. Cette dernière phase est très importante, car elle a permis de définir des unités écologiques de base en vue de la mise en valeur, de préciser les différentes modalités de l'aménagement hydraulique, de fournir les aptitudes à la mise en valeur agricole, pastorale, forestière et cynégétique, enfin de procéder à une caractérisation écologique globale permettant, en particulier, de mesurer « le taux de cicatrisation ». Cette dernière notion apporte un moyen d'apprécier l'impact d'une action humaine quelconque sur un certain milieu et le délai, soit de réparation soit au contraire de destruction de celui-ci. L'analyse de la Loire moyenne, menée de la même manière, a porté sur 750 000 hectares.

La notion de « sensibilité du milieu » aux interventions humaines tend de plus en plus à se répandre et elle fait même l'objet de recherches à Marseille-Lumigny au laboratoire du Professeur Molinier. Ce dernier a dressé, pour une zone de Provence et de la Côte d'Azur, une carte de sensibilité classant les diverses zones écologiques existantes suivant leur plus ou moins grande fragilité à l'égard des activités humaines : tourisme,

urbanisme, industrialisation, etc... Une part importante est faite aux dangers d'érosion et d'incendies de forêts.

Au Canada, la carte écologique intégrée concue par l'équipe de Jurdan mérite un examen attentif, bien qu'elle soit plus particulièrement consacrée aux zones sauvages. Au sein de l'équipe qui la réalise, on trouve un pédologue, un géomorphologue, un écologiste animal, un écologiste végétal et un forestier coordinateur. Ces spécialistes travaillent ensemble sur le terrain et au laboratoire. Les cartes écologiques fournies sont subdivisées en unités « iso-écologiques » comparables aux « zones homogènes » du C.I.P.E. de Montpellier. Ces unités sont caractérisées par leur unité de fonctionnement, de distribution et d'aspect. L'intégration telle qu'elle est réalisée comprend trois niveaux successifs. Le premier ou « phase écologique » est la portion de territoire caractérisée par une combinaison constante et uniforme de la végétation et du sol. Elle est traduite par une feuille au 1/10 000. Le « type écologique » constitue le second niveau mettant en jeu les liens unissant les chronoséquences de végétation et les séries de sols. L'échelle du 1/20 000 permet d'évaluer les productions biologiques, conformément aux divers critères de l'inventaire des terres du Canada. Enfin le « système écologique » est le dernier niveau d'intégration rendant compte des diverses combinaisons possibles, au 1/125 000, entre la topographie, les formations superficielles, les plans d'eau et les chronoséquences végétales. Le « système écologique » regroupe donc les évaluations faites au sein des différents niveaux écologiques et permet d'exprimer de manière précise l'attrait du paysage, le potentiel touristique et la faune. Une telle méthodologie multidisciplinaire et intégrée peut apporter énormément d'informations aux planificateurs : informations portant sur des zones profondément humanisées où il est très difficile de porter un jugement à priori sans intégrer la topographie, les caractères pédologiques, les formations superficielles, le drainage, les structures agraires, etc. Autre caractéristique de taille : c'est l'écologiste ou l'équipe écologique qui procède à l'évaluation du potentiel biologique et de sa dynamique. Cette idée est importante à retenir, car elle peut fréquemment apporter une solution à certains problèmes difficiles.

L'International Training Center de Delft, en Hollande, a aussi mis au point des procédés de synthèse écologique intégrée. Ils ont la particularité de s'appuyer en priorité sur les données géomorphologiques, qui constituent pour les chercheurs le révélateur d'un certain nombre de potentialités du sol. Les éléments ainsi recueillis sont intégrés à des analyses végétales, pédologiques, et des structures agraires, qui permettent la réalisation de

« plans du paysage » à des échelles variables. Ceux-ci débouchent sur la mise au point de mesures d'ordre législatif, tant au niveau de l'urbanisation que de l'agriculture. Cette notion de « plan de paysage » a été d'ailleurs reprise dans d'autres pays avec des acceptations qui l'éloignent parfois beaucoup de la conception hollandaise.

A l'Institut de Bad Godesberg, en République fédérale, une équipe de chercheurs, dont le Professeur Olschowy, mène actuellement des études portant sur l'écologie intégrée appliquée à l'aménagement. La méthode employée comprend deux phases, qui sont l'inventaire écologique global du territoire, suivi d'une estimation ou d'un diagnostic écologique en relation directe avec les soucis énoncés par les « décideurs ». Cette dernière phase doit nécessairement comprendre tous les éléments du paysage et ne peut être correctement effectuée que si l'on procède à une exploitation électronique des données. Ainsi, on évalue, d'une part les potentialités, d'autre part les dommages pouvant être causés.

La République fédérale élabore actuellement la carte de la végétation naturelle potentielle au 1/200 000, définissant région par région les vocations culturelles, mais aussi touristiques et paysagères, et parfois urbanistiques, des différents milieux concernés. Le procédé part de la méthode de superposition de différents jeux de « calques » analytiques sur une carte de base. Le Professeur Kiemstede de Berlin, de son côté, tente une évaluation des paysages naturels en vue de la pratique des activités de loisirs. Pour se faire, il calcule la bordure des forêts et des plans d'eau en mètre par kilomètre-carré. Au chiffre obtenu, est ajouté un « coefficient d'utilisation loisir » et un coefficient « relief » (avec dominante pente en particulier). La somme résultant de ces trois chiffres est ensuite multipliée par un coefficient « climat » pour fournir un indice « toutes valeurs », reflet des potentialités récréatives d'un milieu déterminé.

Ce tour d'horizon des techniques ou méthodes d'écologie intégrée a montré leur diversité. Elle a aussi mis en évidence l'importance que doivent revêtir les inventaires écologiques préalables, la pluridisciplinarité et le travail en équipe sur le terrain. La motivation de la plupart des auteurs est essentiellement écologique, chacun tentant, avec ses méthodes et son état d'esprit, de fournir un instrument de compréhension de l'espace directement utilisable par l'aménageur.

On peut toutefois se demander si cette démarche est totalement efficace et s'il ne serait pas préférable d'introduire, au sein du raisonnement d'intégration, plus de facteurs humains, économiques et politiques. C'est dans ce souci principal que la méthodologie de planification écologique a été inventée.

## LA PLANIFICATION ECOLOGIQUE

La planification écologique a vu le jour il y a quelques années en Amérique sous l'impulsion de chercheurs préoccupés par la détérioration accélérée de l'environnement et l'incapacité apparente ou réelle de certains planificateurs à résoudre le problème. C'est donc une attitude morale qui a déterminé la recherche menée par McHarg, Angus Hill, Philip Lewis, Steinitz et d'autres. Reprise et adaptée à la France par M. Falque, elle s'appuie sur deux postulats principaux. Le premier est que « la nature est un processus qui connaît des interactions et des possibilités pour l'Homme ; néanmoins, son utilisation se heurte à des limitations et même à des interdictions ». Ainsi sont opposées les transformations humaines sans limites et les modifications naturelles, très limitées dans l'espace et le temps. Ce postulat justifie le fait qu'avant toute planification, il est nécessaire d'évaluer les conditions écologiques du milieu et son dynamisme.

Le second postulat met en évidence la gratuité de certaines ressources naturelles : eau, air, cycles biogéochimiques, photosynthèse, destruction des déchets biodégradables, auto-épuration, etc... Notre civilisation technique doit être en mesure de reconnaître ces divers processus, de les évaluer tant quantitativement que qualitativement, et de les utiliser pour développer le bien-être de la communauté humaine. Le terme évaluer doit ici conserver tout son sens. Il ne s'agit pas de tenter de tout monétiser ou chiffrer, mais plutôt de quantifier ce qui est quantifiable et de rechercher des seuils pour ce qui est subjectif (la beauté du paysage, le besoin de vert et d'espace, etc.).

En effet, à vouloir tout chiffrer, on court le risque de ne pas rendre compte de la réalité écologique et humaine des problèmes étudiés.

L'écologiste et l'aménageur doivent travailler en communauté d'esprit, en équipe intégrée, pour rechercher le plan que la Nature avait mis au point bien avant eux. Ils imposent donc une méthodologie de mise en évidence de la nature, source de vie, plutôt qu'un a priori basé souvent sur des préoccupations socio-économiques et politiques. Avant d'avancer plus loin dans la description de la méthode, il convient de résigner la planification écologique par rapport à la planification économique à laquelle nous sommes actuellement habitués. Planification signifie en partie mise en évidence des différentes solutions socio-économiques et exploration de leurs coûts et de leurs avantages. La planification écologique introduit une nouvelle rationalisation qui, concurremment à la préoccupation socio-économico-politique, donne

l'occasion de fournir une image plus réelle de la société contemporaine.

La planification écologique met en jeu différentes étapes :

- délimitation précise de la zone d'étude ;
- préparation et interprétation de l'inventaire écologique ;
- inventaire économique ;
- établissement des critères de paysages ;
- établissement des critères de formes pour l'aménagement ;
- mise au point des outils permettant la réalisation du ou des plans.

La délimitation précise de la zone d'étude est importante, car elle donne la possibilité de fixer les objectifs de travail. Il est souhaitable cependant de pouvoir se cantonner dans des zones pouvant être cartographiées du 1/10 000 au 1/100 000. Le soin principal lors de cette phase est la caractérisation de « zones homogènes » ou « équipotentielles » déterminées à partir de critères uniquement naturels. La télé-détection et la photo-interprétation aérienne peuvent être, dans ce cas, d'une très grande utilité.

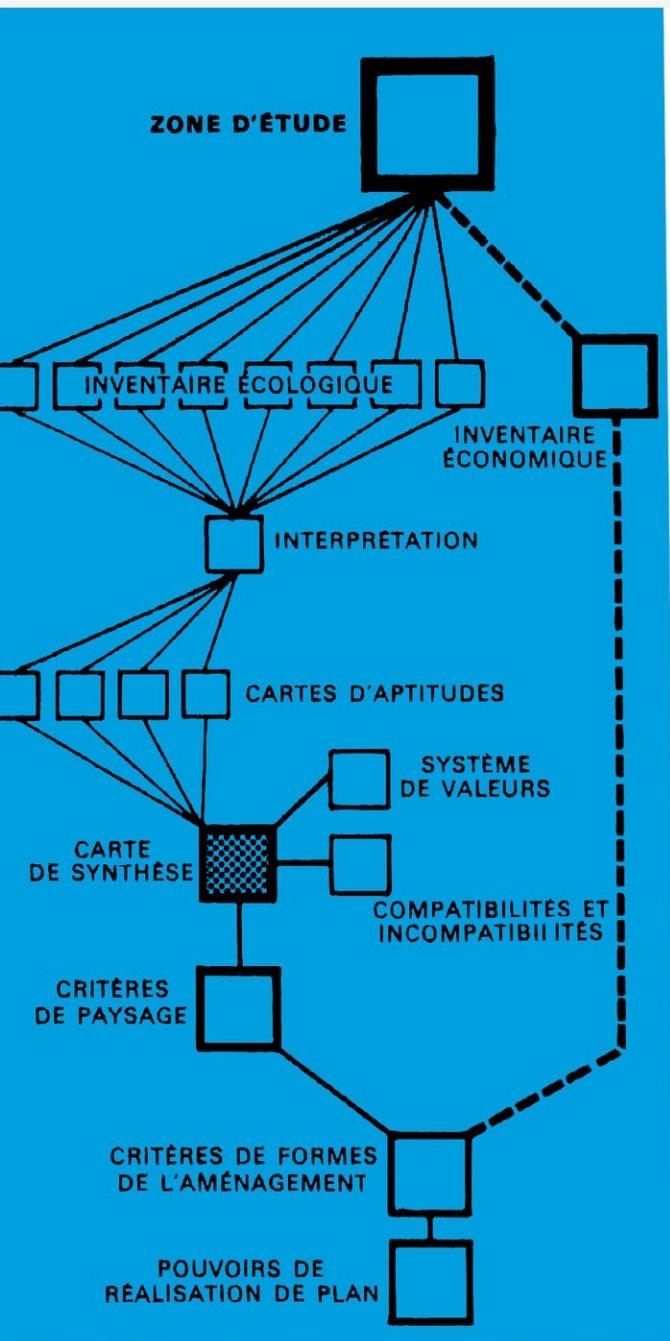
La seconde phase porte essentiellement sur l'inventaire écologique. Les caractéristiques ou facteurs du milieu naturel sont étudiés de manière séquentielle selon la progression suivante :

- Climatologie — géomorphologie — physiographie — hydrologie — pédologie — flore — faune — occupation des sols.

Cet ordre n'est pas quelconque, il est basé sur le fait que la compréhension de chaque phénomène implique nécessairement la connaissance des phénomènes précédents. Il faut insister sur l'indispensable précision de cet inventaire dont dépendra le devenir et la validité de la planification.

On procèdera ensuite à une interprétation des données en fonction d'une gamme pré-déterminée d'utilisations prospectives du sol : agriculture, conservation du paysage naturel, loisirs actifs, loisirs passifs, habitat aggloméré, habitat individuel, habitat résidentiel, activités industrielles, etc. Chaque donnée sera examinée en fonction de son effet positif, neutre ou négatif pour chaque utilisation du sol. Il sera dès lors possible d'adapter chaque caractéristique au problème particulier examiné. Parallèlement, on réalisera des « cartes des aptitudes intrinsèques » sur lesquelles seront indiquées les zones d'urbanisation, les ressources hydrauliques et hydrologiques, etc...

Il est possible, dans un désir d'évaluation prospective, de superposer les différentes cartes obtenues pour déterminer les usages possibles du sol. L'expérience et l'examen d'un certain nombre de cas concrets ont montré qu'une zone-témoin pouvait subir différents types d'utilisations. Il est donc indispensable, pour pouvoir arbitrer les conflits,



*Les étapes d'une planification écologique selon M. Falque. En page 21, le système de compatibilités pour l'établissement d'une carte de synthèse.*

d'adapter chaque caractéristique au problème particulier examiné. La superposition cartographique — visuelle ou à l'aide de l'ordinateur — de tous les critères favorables à un usage du sol donné en fera apparaître la localisation optimale.

Il est important aussi de faire apparaître par un moyen ou par un autre (M. Falque utilise une matrice), le degré de compatibilité entre les divers usages.

L'ensemble de ces procédures d'analyse aboutit en dernier ressort à la rédaction d'une « carte synthétique des aptitudes » visualisant au niveau de chaque zone homogène les différents usages compatibles du sol.

La troisième phase, menée parallèlement par l'économiste de l'équipe, tentera d'établir

avec le plus de précision possible l'évolution prévisible des besoins en espace dans la zone étudiée. Pour ce faire, le spécialiste utilisera des méthodes d'enquête tenant compte de la démographie, de l'emploi, et des revenus.

L'établissement de critères de paysages constitue la quatrième phase. On peut par exemple utiliser l'effet lisière, l'effet de barrière végétale, les espaces ouverts ou fermés ; les données fournies par l'œil du touriste, de l'écologue, du géographe ou du peintre...

L'établissement des critères de forme pour l'aménagement découle des facteurs écologiques, économiques et paysagers précédemment étudiés. Ces critères devront aller jusqu'à l'intégration de l'architecture dans les sites.

La dernière phase visera à mettre au point des outils diversifiés de réalisation du plan proposé. En effet, l'expérience prouve que l'on peut, en matière d'aménagement, dessiner de très belles épures qui ne seront suivies d aucun effet. Il est donc indispensable de procéder à une information des collectivités publiques ou privées et des usagers pour obtenir la mise en place d'un consensus qui sera l'agent moteur de la planification effective. D'autre part, qui dit planification dit invention de nouvelles structures législatives, administratives et politiques.

La méthode de planification écologique a été testée aux Etats-Unis, en particulier pour la vallée du Potomac, et en France pour l'établissement du SDAU de Toulon-Ouest, par Tarlet, Valleix et autres à partir de la méthode McHarg-Falque. Son utilisation systématique devrait se traduire au plan institutionnel et législatif. La séparation traditionnelle entre espace urbain et rural apparaît comme un non-sens écologique, car il existe — ne serait-ce qu'au niveau des charges touristiques ou des pollutions — des interactions qui appellent une politique globale d'aménagement. Il est donc capital de procéder à une redéfinition des circonscriptions administratives et territoriales, à une redistribution des responsabilités de décision et de gestion de l'espace. Cette remarque vise en particulier les problèmes posés par les relations entre Plans d'occupation des sols et Plans d'aménagement.

L'analyse économique, telle qu'elle est pratiquée actuellement, ne tient pas ou peu compte des valeurs non quantifiables telles que l'eau pure, l'air pur, le silence, le vert, l'espace, etc. Des groupes pluridisciplinaires de chercheurs, en particulier le Centre de gestion des ressources naturelles en France, à la suite de Bertrand de Jouvenel, militent pour l'intégration dans les Comptes de la nation des « coûts externes », liés aux pollutions et à la sauvegarde du patrimoine naturel et humain. La mise en place, auprès du Ministère de l'environnement, du Groupe

INTERCOMPATIBILITÉ DES USAGES DU SOL		(1)		(2)		(3)		CONSÉ-QUENCES	
								DETERRINANTS NATURELS	DETERRINANTS HUMAINS
CONTROLE DES EAUX	Aménagement de bassin versant								
	Barrage								
LOISIRS	Promenades automobile								
	Loisirs culturels								
	Loisirs généraux								
	Nature sauvage								
	Eau douce								
	Mer								
FORETS	Bois dur								
	Bois tendre non planté								
	Bois tendre planté								
AGRICULTURE	Pâturages								
	Cultures de plein champ								
	Plantes sarclées								
CENTRE DE VACANCES									
CARRIERES	Sable et gravier								
	Pierre et calcaire								
MINES	Terrils (charbon)								
	A ciel ouvert (charbon)								
	Souterraines (charbon)								
SERVICES									
INDUSTRIE									
SUBURBAIN									
URBAIN									
URBAIN									
SUBURBAIN									
INDUSTRIE									
SERVICES									
MINES									
CARRIERES									
CENTRE DE VACANCES									
AGRICULTURE									
FORETS									
LOISIRS									
CONTROLE DES EAUX	Barrage								
	Aménagement de bassin versant								

- Incompatible
- Peu compatible
- Assez compatible
- Compatible

(1) et (2)

- Mauvaises
- Médiocres
- Assez bonnes
- Bonnes

(3)

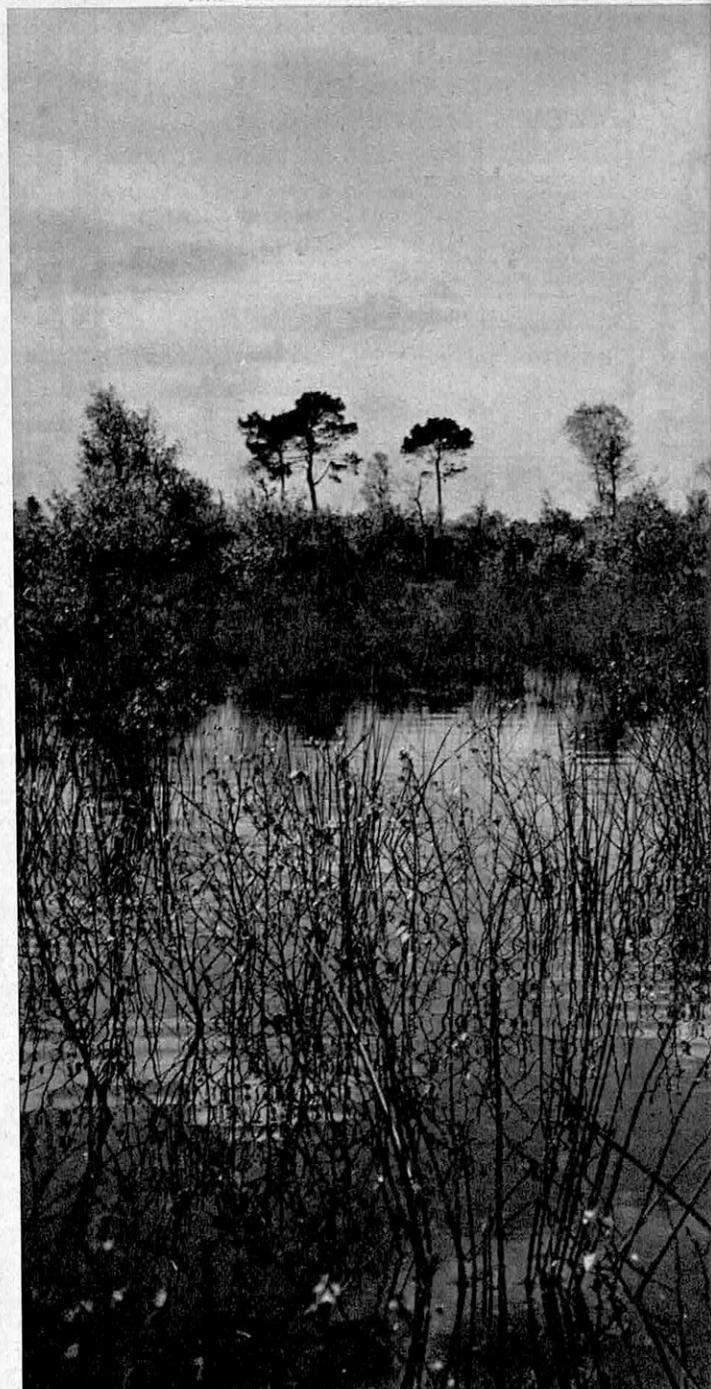
d'évaluation de l'environnement, va dans le même sens. Il importe d'ailleurs de souligner qu'il s'agit de quantifier ce qui est monétisable et de fixer des seuils pour ce qui n'est pas directement chiffrable.

Aux Etats-Unis, depuis 1969, l'équivalent de notre Ministère de l'équipement réclame que, dans toute demande de subventions, figure une « déclaration environnementale » analysant de manière détaillée les conséquences économiques et écologiques des projets d'aménagements. Cette attitude est significative et mérite d'être imitée, si on ne veut pas que le souci de l'environnement ne conduise à l'établissement d'un simple catalogue d'interdits. Il ne faut pas non plus que la planification écologique donne naissance à un trop grand nombre de choix. L'expérience prouve, en matière d'aménagement, que plus le nombre d'alternatives diminue, plus la prise en considération par les autorités administratives augmente.

L'analyse des conséquences institutionnelles de la planification écologique peut aller plus loin, comme l'a montré récemment M. Falque. Elle peut et doit aboutir à la naissance d'un « permis écologique » remplaçant le « permis de construire » traditionnel et fixant la « gamme d'utilisation optimale d'un espace donné », évaluant les contraintes du milieu naturel, déterminant le mode de gestion agricole, urbanistique, rural, touristique, de sauvegarde, etc. Cette nouvelle procédure aurait d'énormes répercussions sur la maîtrise des paysages ruraux et urbains.

Les conséquences juridiques de la planification écologique seront aussi très importantes, car elles détermineront une modification totale du droit foncier auquel nous sommes si attachés. On peut envisager, toujours avec M. Falque, la création d'un « cadastre écologique » qui fixerait les valeurs foncières en fonction des utilisations potentielles des sols. La mise en place, déjà esquissée par Philippe Saint-Marc dans son livre « Socialisation de la Nature », d'une procédure d'indemnisation des servitudes créées par les règlements de planification écologique serait indispensable, comme d'ailleurs la création de « contrats d'entretien » du paysage. Ces procédures existent déjà dans les Alpes pour l'entretien des pistes de ski et la lutte contre les avalanches.

Il faudrait encore envisager la possibilité de développer, auprès des collectivités publiques, les procédures d'acquisition de zones d'intérêt écologique, scientifique, historique, esthétique, ou des périmètres de protection de certaines zones à forte ressource en eau potable. On pourrait, à la limite, mettre en place une législation spéciale assortie d'un pouvoir de contrôle et de sanction en vue de renforcer les conclusions énoncées par la planification écologique. Mais il semble avant



*La mise en valeur de territoire tels que la Sologne implique une démarche fort prudente. Des inventaires très poussés sont indispensables.*

tout que la planification écologique réclame une révision de notre conception de l'espace et de notre politique foncière.

## **L'AVENIR DE LA PLANIFICATION ECOLOGIQUE**

On peut penser que la méthode de planification écologique McHarg-Falque verra son utilisation s'intensifier dans les procédures d'aménagement du territoire. Elle tient

compte, en effet, à la fois des données objectives et subjectives élaborées à partir de l'étude du patrimoine naturel et humain. Il semble cependant nécessaire, pour augmenter son efficacité et sa crédibilité auprès des « décideurs » et des autorités administratives, qu'elle tienne compte d'un certain nombre d'éléments complémentaires. Il s'agit d'abord de l'intégration plus approfondie des données humaines, au niveau en particulier des attitudes et des comportements face au milieu naturel. La sociologie, la médecine et plus particulièrement la psychiatrie, devront rejoindre, au sein des équipes pluridisciplinaires, les autres spécialités concernées. Des méthodes nouvelles d'évaluation des besoins subjectifs d'espace et de milieu naturel devront être mises au point.

De même, il est fondamental que les travaux entrepris actuellement au sein du CEGERNA et de la Commission évaluation de l'environnement soient développés et débouchent sur des données concrètes pouvant être intégrées aux analyses de planification écologique.

Une attention toute particulière devra être portée au développement des méthodes de communication entre spécialistes et non spécialistes, usagers et responsables administratifs. La mise à l'étude d'un langage commun devrait être l'objet primordial de toutes les recherches appliquées. Il en est de même des méthodes d'information à employer pour obtenir le consensus indispensable à la réalisation de procédures d'aménagement élaborées.

L'inventaire écologique préalable mérite toute l'attention des spécialistes, car il conditionne de manière souvent irrémédiable le bon déroulement des opérations. Diverses structures scientifiques et administratives s'y emploient, en particulier le Service de conservation de la nature du Muséum de Paris, qui œuvre dans le sens d'une uniformisation des méthodes sur le plan français. L'utilisation plus fréquente de la cartographie automatique et de la télé-détection, aérienne ou à partir de satellites, doit permettre, si elle est étroitement associée au travail de terrain, une plus grande finesse dans l'observation et l'analyse des phénomènes écologiques.

La mise en place obligatoire d'équipes interdisciplinaires rassemblant aménageurs, urbanistes, administrateurs, agronomes, forestiers, sociologues, écologistes, doit fournir l'occasion d'accélérer le développement d'une réelle planification écologique sur l'ensemble du territoire. La création de postes de « conseillers écologistes » auprès des aménageurs et des diverses administrations doit aller dans le même sens.

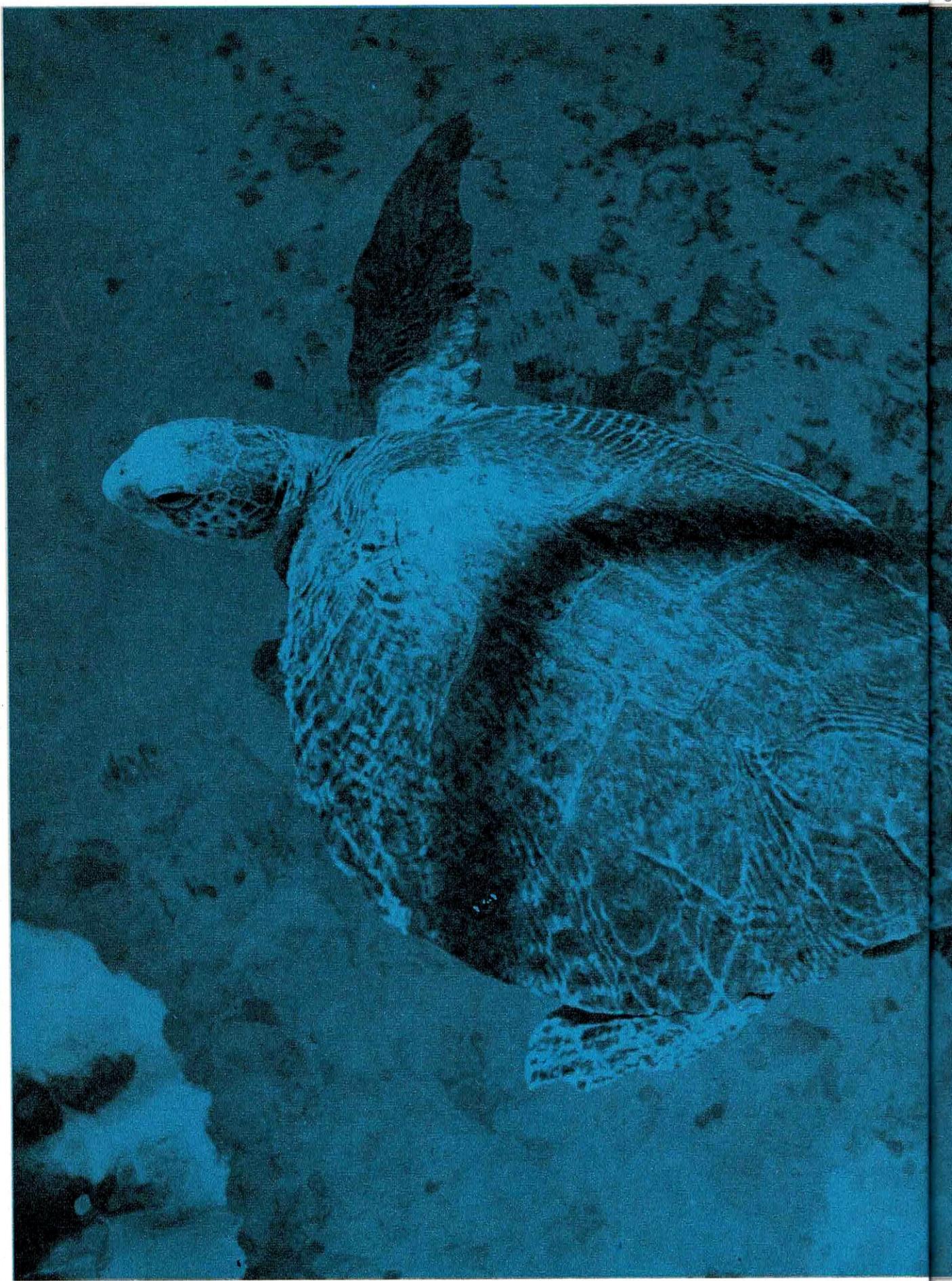
Il ne faut pas croire que la prise en compte de la planification écologique à tous les niveaux de décision, administratifs et politiques,

se fera sans heurts. Cette méthodologie, si elle paraît très logique pour un écologiste, soulève bien des problèmes au niveau institutionnel, législatif et philosophique. Son application réclame une remise en cause presque totale de certaines attitudes et manières de penser. Il s'agit en effet de substituer à la notion de nature consommable, don du ciel, celle de nature raisonnablement exploitable pour le bien-être de tous. A l'insouciance devra progressivement se substituer une attitude de responsabilité de chacun face au patrimoine naturel et humain qui nous entoure et dont nous faisons étroitement partie.

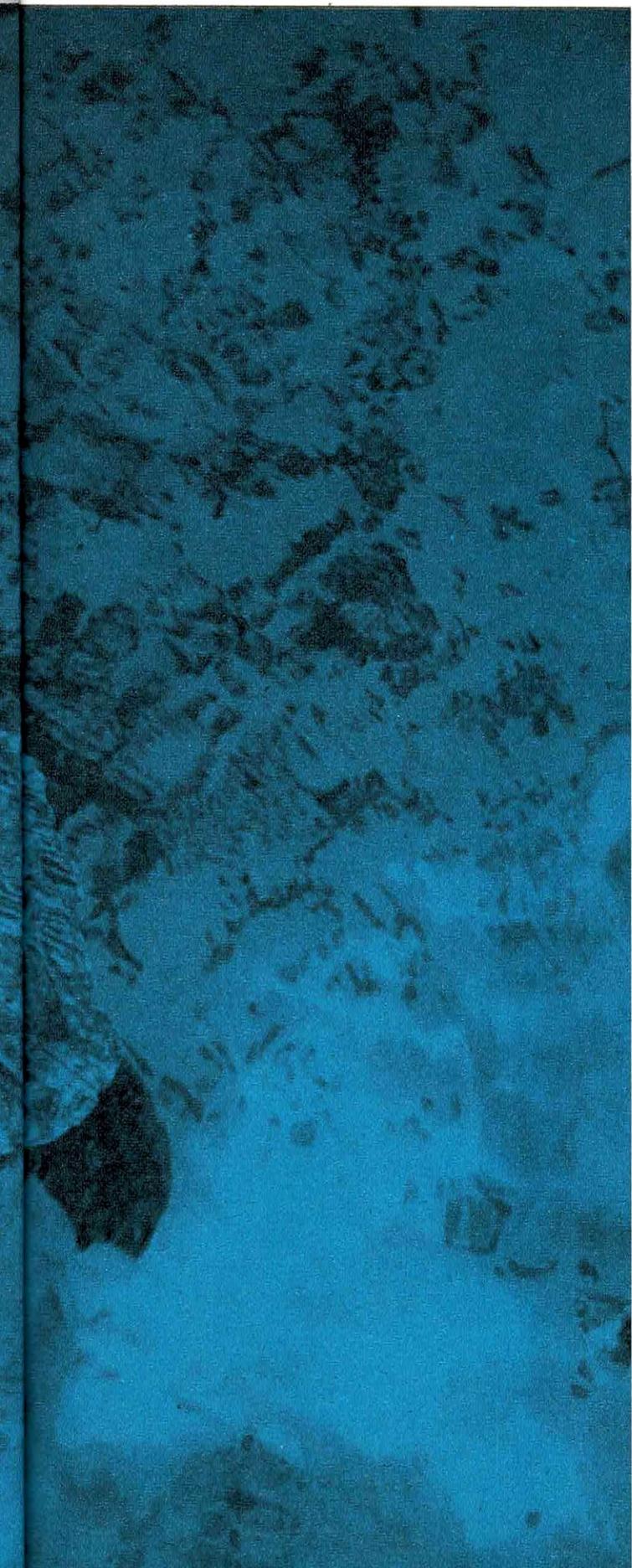
François LAPOIX

## BIBLIOGRAPHIE RAPIDE

- Avant que Nature meure — Jean Dorst, Ed. Delachaux et Niestlé 1972.*  
*Clefs pour l'Ecologie — Pierre Aguesse, Ed. Seghers.*  
*Strategy of Ecosystem Development — E. Odum, Science no 164, 1969.*  
*Méthodes d'étude quantitative de la végétation — M. Gounot, Masson 1969.*  
*Ecologie et Economie — J.P. Barde, Bulletin Société d'Ecologie 1 (3) 1970.*  
*Systems analysis in ecology, sous la direction de K.E.F. Watt, Academic Press 1966.*  
*Socialisation de la Nature — Ph. Saint-Marc — Stock.*  
*Design with Nature — I. McHarg, The Natural History Press, 1969.*  
*Perspectives en Ecologie humaine sous la direction de G.E. Bourgoignie — Ed. Universitaires 1972.*  
*Milieu et mode de vie — Options Méditerranéennes, 1973, no 13.*  
*Aménagement et Ecologie — L'Irrigant, revue de la Société du Canal de Provence no 59, 1972.*  
*Pédologie et Planification écologique — L'Irrigant no 60, 1973.*  
*Aménagement et Nature :*  
— 26. 1972-2 *Les inventaires de l'environnement*  
— 29. 1973-2 *Le prix de la qualité*  
— 30. 1973-3 *La valeur de l'environnement*  
*Aménagement et Nature — Compte rendu du colloque Ecologie et Environnement de décembre 1973 — Royaumont.*  
*Les Comptes de la Nature — Colloque du CEGERNA 1971. CEGERNA, 19, av. du Maine, Paris (XVe).*  
*La Science contre ses maîtres — C.J. Maestre, Grasset 1972.*  
*Ecologie et biocénétique — R. Molinier et P. Vignes, Delachaux et Niestlé 1971.*  
*Précis général des Nuisances — 4 tomes, Ed. Guy le Prat, Paris. 1971, 72, 73.*  
*Cartographie et photo-interprétation aériennes appliquées à l'Ecologie — F. Lapoix — 3<sup>e</sup> cycle d'Ecologie appliquée, Fac. des Sciences, Orléans la Source, 1971.*  
*L'environnement démythifié — Ch. Garnier-Expert, Mercure de France 1973.*  
*Evaluation de l'Environnement — Collection environnement, La Documentation française, Paris 1973.*



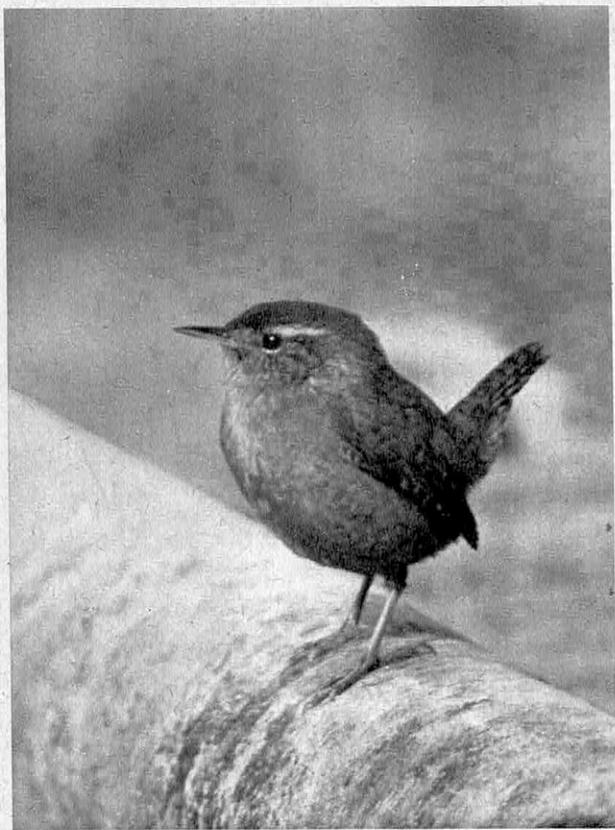
L'aménagement du littoral corse pourrait priver la tortue marine de certains de ses rares terrains de ponte en M



# DES ESPÈCES EN GRAND PÉRIL

*Urbanisation,  
aménagements agricoles,  
civilisation des loisirs,  
par tous ces moyens,  
le monde moderne  
s'en prend  
— directement ou non —  
à de multiples espèces  
animales et végétales dont  
certaines, en Europe,  
sont devenues rarissimes.*

**C**haque année, certaines aires de reproduction d'un oiseau rapace dont les effectifs ont terriblement décliné sont surveillées, de la ponte à l'envol des jeunes, c'est-à-dire pendant quelque neuf semaines. Ceux qui se relaient pour assurer ce guet sont des naturalistes de terrain à l'esprit militant. Il s'agit pour eux d'interdire l'accès de la falaise au flanc de laquelle, dans les premiers jours du printemps, un couple de faucons pèlerins a déposé sa ponte. Ces sentinelles risquent d'avoir affaire à des pilleurs de nids qui peuvent aussi bien convoiter les œufs que les jeunes de ce **Falco peregrinus** devenu trop rare.



Photos E. Duscher — Pitch

*Le troglodyte mignon niche dans le fouillis végétal.*

En effet, les uns et les autres trouvent preneurs à très bon prix. Bien des collectionneurs de coquilles, tout à leur passion, ont tendance à rechercher les pièces les moins courantes, celles-là mêmes qui deviendront de plus en plus difficiles à trouver et dont le cours, de ce fait, montera considérablement. L'esprit spéculatif l'emporte sur le plaisir de l'acquis scientifique.

Il faut savoir, pour évaluer ce danger qui s'ajoute à bien d'autres, que certains œufs d'espèces à jamais disparues, comme celui du grand pingouin exterminé au siècle dernier autour de l'Islande ou celui de l'aepyornis, autruche géante de Madagascar rayée bien avant de la liste des formes vivantes, trouvent acquéreurs (quand une pièce est disponible), à plusieurs millions de francs anciens. Des tarifs existent. Et tout ce qui devient malaisé à trouver est d'autant plus convoité.

Les grimpeurs-dénicheurs-trafiquants n'ont pas plus de mal à vendre les poussins de faucon pèlerin pris au nid — ceux qu'on appelle **niais** en langage fauconnier. Ils les cèdent à prix d'or à des irréductibles de la chasse au vol qui refusent égoïstement d'abandonner une pratique devenue anachronique du fait de la fragilité des effectifs encore présents à l'état libre. En France même, les tenants de la fauconnerie ont compris que leur rôle consistait désormais à rééduquer les rapaces blessés et à sauvegarder la liberté de ceux qui n'ont pas été exterminés.



*Le rouge-gorge devient familier en hiver.*

## LA MONTEE DES PERILS

Ce cas du faucon pèlerin n'est pas unique. Il mérite cependant d'être plus particulièrement développé, car il est exemplaire de la destruction de la faune sauvage et de la dégradation de la nature.

Il y a moins d'un siècle, cet oiseau au port si noble nichait au cœur des cités, dans les tours des cathédrales. A Rouen, cette présence fut longtemps considérée comme banale. Elle a été pareillement remarquée à Notre-Dame de Paris.

Pendant des années après que le **Falco peregrinus** eut abandonné les villes, les observateurs conservèrent l'embarras du choix pour aller admirer ses piqués foudroyants sans avoir besoin d'entreprendre un vrai voyage. Certaines falaises des boucles de la Seine, qui ne peuvent être prises pour des sites d'une extrême sauvagerie, demeuraient d'honnêtes lieux de reproduction du pèlerin. Pendant l'occupation allemande, alors que la chasse était interdite, sa relative prospérité se traduisit par une efficace régulation des populations de pies et d'étourneaux devenues, depuis lors, trop envahissantes.

Dès avant les années 50, la situation commence à se dégrader. Le phénomène ne va que s'accentuer pour de multiples raisons. Les chasseurs sont de plus en plus nombreux en France. Leurs effectifs passeront de 500 000 en 1900 et d'un million en 1939 à plus de deux



*Une fauvette grisette et sa nichée. Il s'agit encore d'une espèce affectionnant haies et buissons.*

millions. Trop d'entre eux, d'esprit peu partageux, voient dans les rapaces, comme dans tous les carnassiers, d'insupportables concurrents. Ils réclament et obtiennent une destruction de plus en plus forcenée des prétextes nuisibles. Des primes sont prévues pour encourager cette pratique qui se développera dans des proportions catastrophiques.

Le long des falaises du pays de Caux où les nidifications de faucon pèlerin étaient très rapprochées il y a moins de vingt ans, la persécution est encore accentuée à la demande des colombophiles qui réclament totale sécurité dans le ciel pour leurs pigeons voyageurs de compétition. Satisfaction leur a été donnée puisque ces aires des côtes de la Manche ont été complètement vidées de leurs occupants. Maintenant, d'aucuns se plaignent — et ce n'est pas un hasard — de ce que les goélands argentés foisonnent là-bas exagérément, aux dépens des couvées d'autres oiseaux.

### **DES SEQUELLES STERILISANTES**

Partout ailleurs, combien d'autres attentats commis ? En voici, moins directs, inconscients même, qui s'ajoutent aux dommages initiaux. C'est paradoxalement le goût du retour à la nature qui va aggraver le climat d'insécurité dont souffrent trop de couples de faucons pèlerins. Les varappeurs du dimanche sont à pied d'œuvre. Ils ne cherchent pas de nid dans leur escalade, mais s'ils font, par hasard,

une telle découverte, ils oublient trop souvent de se montrer circonspects. Que de nichées perturbées, voire condamnées, par une curiosité maladroite ! Un effort d'information soutenu est nécessaire pour convier à plus de prudence ces sportifs, et même certains passionnés de la chasse photographique.

On ne s'étonnera pas, face à une pareille évolution, que les couples rescapés s'en tiennent à des sites plus farouches, retirés, peu fréquentés, pour tenter de survivre. Sur tout le territoire d'un pays comme la France, ceux-ci ne se comptent même plus par centaines (il s'en faut), alors qu'ils furent des milliers. Dans les Ardennes belges, on s'est interrogé, cette année, sur le destin des tout derniers survivants dont la progéniture a fait l'objet, comme on peut le penser, d'audacieuses convoitises.

Suffit-il, pour que la pérennité de leur espèce soit sauvegardée, maintenant que tous les rapaces de France sont, en principe, légalement protégés, aux faucons pèlerins qui demeurent de se confiner dans certains endroits du « désert français » ? Non pas. Pour éviter de nouvelles pertes, les ornithologistes conscients se gardent bien de désigner les aires qu'ils ont repérées. Vont-ils organiser leur surveillance ? Cette précaution n'est pas forcément décisive, car une autre avanie, plus insidieuse, compromet le sort de **Falco peregrinus** et d'autres oiseaux qui effectuent une prédation à l'échelon supérieur.

Trop de pontes deviennent stériles du fait de l'accumulation d'insecticides organochlorés (DDT ou autres), renforcée de victime en consommateur tout au long de la chaîne alimentaire. Ainsi donc, des œufs à la coquille trop molle ne peuvent éclore, quand ils ne sont pas écrasés sous le poids de l'adulte qui couve. Ce phénomène de stérilité a pris des proportions alarmantes. On l'a vérifié à l'analyse en maints endroits, dans le Nouveau-Monde comme en Europe. Ce fut souvent même dans des habitats éloignés des zones de traitement agricole, d'Ecosse ou de Suède, par exemple.

Dans ces conditions, l'on comprend mieux que l'intervention des collecteurs de coquilles (une ponte complète ayant davantage de valeur) ou des ravisseurs de poussins, qui paraissait négligeable il y a trente ans, accélère l'élimination d'une catégorie avienne en recul constant sur une bonne partie de sa zone de distribution.

On discerne aussi pourquoi, faute de prédateurs supérieurs efficaces en nombre suffisant, se posent tant de problèmes généralement très mal réglés de « dépigeonnisation » et de « décorbeautisation », quand il n'est pas question de stopper la prolifération des sannons.

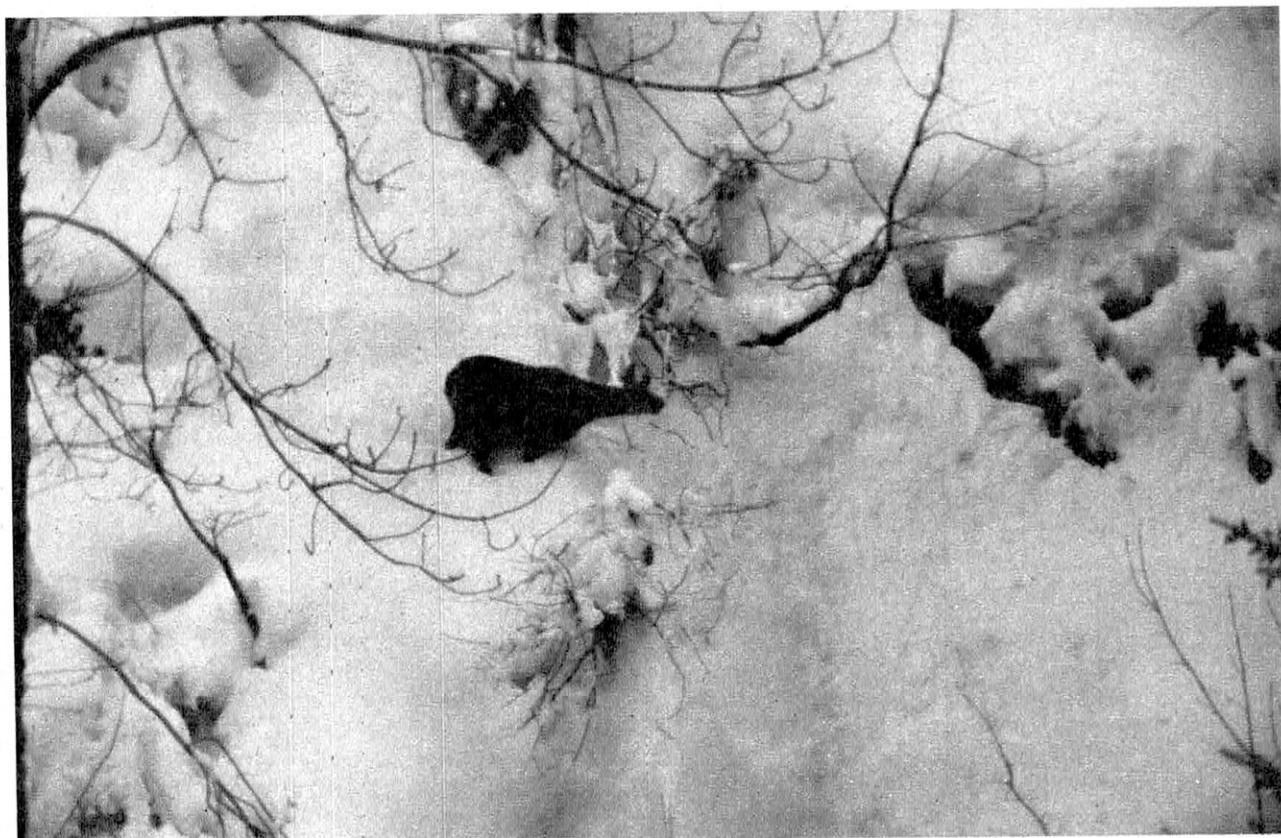
## CES RAPACES EN PERDITION

Cette persistance, dans la nature vivante, de pesticides organo-chlorés, malgré les sé-

vères restrictions qui ont été décidées dans de nombreux pays quant à leur emploi, porte préjudice à bien d'autres espèces en s'ajoutant aux menaces accessoires déjà évoquées. Le déclin, en Europe, du faucon lanier n'est pas moins préoccupant, et celui de l'élanion blanc à la minuscule population portugaise l'est davantage encore.

Un rapace piscivore comme le pygargue à queue blanche, intoxiqué principalement par les pesticides mercuriels qu'il ingère avec les poissons, ne niche plus nulle part en France et a presque complètement disparu de la zone méditerranéenne. Ses positions dans la Baltique se sont très affaiblies. Les dernières populations jugées saines se trouvent en Norvège. Le balbuzard n'est guère plus épargné par cette insistante intoxication.

D'une manière générale, tous les grands rapaces, gênés par des transformations qui atteignent souvent jusqu'à leur habitat, subissent une régression notable. Au rang des plus mal en point, on compte d'abord le gyptiate barbu, mangeur de peaux et d'os, qui n'est plus qu'un souvenir dans les Alpes, les Carpates, la Sardaigne, la Yougoslavie, et dont les positions pyrénéennes et macédoniennes sont loin d'être ce qu'elles furent. Le vautour moine, qui a disparu de Roumanie après avoir succombé dans l'Italie insulaire et continentale, conserve d'ultimes refuges en Espagne et dans la Grèce orientale. L'aigle impérial serait dans une position désespérée s'il n'avait trouvé un lieu de salut dans la



Le chamois est en partie protégé. Il vit normalement en groupe et son agilité est proverbiale.



*Ne pas déranger ! Un poussin d'aigle royal au nid.*

réserve espagnole de Coto Doñana. Partout ou presque, l'emploi d'appâts empoisonnés contre des animaux déclarés, avec plus ou moins de légèreté, malfaisants, aboutit au meurtre de leurs agents régulateurs qui sont déjà en nombre trop restreint.

Un autre « bec crochu » fort remarquable a perdu beaucoup de terrain malgré sa longévité et ses activités strictement nocturnes. Son déclin a été accéléré par les ravages de la myxomatose chez les lapins. Mais on doit aussi relever, pour son malheur comme pour celui d'autres oiseaux et mammifères de belle allure, que l'extension de la taxidermie à des fins décoratives provoque de fatals méfaits dans les rudes habitats de ce hibou géant. Et comme, en outre, dans sa saison faste, le grand-duc éprouve le besoin de se faire joliment entendre, c'est-à-dire repérer...

Le commerce des belles pièces naturalisées prend une importance telle qu'il faut maintenant tuer bien des bêtes (même, et surtout, protégées) pour les naturaliser et non plus les naturaliser parce qu'elles sont mortes.

Le pauvre grand-duc est également victime, dans les sites où il était jusqu'alors bien tranquille, des câbles de remonte-pente qui environnent les stations de sport d'hiver ultra-équipées. Il vient les heurter dans le plein élan de son vol duveteux. Et chaque fois, un tel choc le condamne.

Nous voyons mieux pourquoi l'idée de respecter intégralement un « tiers sauvage » dans les territoires encore à peu près préservés devient une revendication écologique impérieuse. Pour la Vanoise, hier, comme pour, cette année, la farouche vallée pyrénéenne

du Soussouéou, l'un des suprêmes refuges à ours, l'homme moderne se trouve en face de lourdes responsabilités. Il a à choisir entre une conquête matérielle absolue des espaces encore inoccupés, avec les dérèglements et les déséquilibres qui s'ensuivront, et un partage raisonnable avec les autres incarnations de la vie.

## POUR TANT D'INSECTES, MEME ALARME

Au point d'évolution où nous a fait parvenir l'ère industrielle, la pression humaine sur les milieux naturels existants doit avoir de strictes limites. Si la poule sultane subsiste à peine dans quelques marais de l'Espagne méridionale, c'est parce que des drainages ont été faits, de toutes parts, dans des conditions démesurées. Et si l'ibis falcinelle s'est à peu près complètement retiré de l'espace européen...

Assèchements et pollutions, avec leurs incidences sur la flore et sur toutes sortes d'espèces de petite taille faussent, d'une manière ou d'une autre, les conditions de vie des vertébrés. Exceptions qui confirment la règle, quelques oiseaux plus ou moins éboueurs comme les mouettes ou les milans noirs peuvent provisoirement se renforcer. Phénomène sans commune mesure avec les reculs de population provoqués par de systématiques arrachages de haies et arasements de talus. Expulsés le bénéfice crapaud comme la chouette chevêche consommatrice de rongeurs, la vipère avaleuse de campagnols comme les passereaux insectivores, pouillots, fauvettes, rouges-gorges, troglodytes, accenteurs-mouchets — et le hérisson comme la belette qui se servent aussi aux dépens du trotté-menu. Par la même occasion, sont anéantis des abris propices à des insectes entomophages, comme les coccinelles et les syrphes, et à des insectes pollinisateur des plus précieux.

Bien sûr, ces personnalités animales ne sont pas globalement menacées. Il n'empêche que, numériquement, elles se trouvent atteintes. Quant au milieu défiguré qui fut le leur, il est exposé à de bien fâcheux impondérables.

Cet exemple nous engage à mettre en évidence les dangers qui pèsent sur tant de bêtes de petite taille, principalement des invertébrés sur lesquels nous avons le tort de ne point nous pencher suffisamment. Tel est le plus souvent la lacune des méritoires ouvrages consacrés à ce problème des animaux en danger. La Fédération Française des Sociétés de Sciences Naturelles l'a en partie comblée avec l'édition d'une affiche (1) qui est

(1) 5 F l'affiche + 3,50 F de frais d'envoi, F.F.S.S.N.  
Laboratoire de B.V.A., 61, rue de Buffon, 75005 Paris.  
C.C.P. 893.23.



Certaines espèces végétales sont elles aussi en péril. C'est le cas du lis Martagon, en haute montagne.

un véritable cri d'alarme en faveur de la protection d'insectes fort menacés. Ils sont nombreux, en vérité.

Une fois de plus, le bouleversement des habitats, les applications effrénées de pesticides et la fringale des collectionneurs exploitée par d'actifs trafiquants se conjuguent dans ce gâchis. On frémît à la pensée que le carabe de Solier, proche parent du carabe doré, insecte de bon secours, risque de dis-

paraître consécutivement à l'approvisionnement de décoratifs cimetières de coléoptères. La razzia organisée aux dépens de lépidoptères réputés comme **Parnassius apollo** et **Parnassius phoebus** sur les prairies alpines, ou du papillon Thaïs butineur de bruyères, n'est pas moins impressionnante.

Reconnaissons que la protection du complexe univers des arthropodes est à promouvoir. Aussi faut-il applaudir à la récente mani-

festation en France d'un Office pour l'Information Entomologique (2) qui nous fait connaître quelques vérités jusqu'alors méprisées. En voici une : « Sans l'insecte, il n'y aurait qu'un nombre réduit d'espèces d'oiseaux, moins de poissons, peu de fleurs, très peu de graines, très peu de fruits. » Cela mérite qu'on y réfléchisse enfin. Bien peu s'y astreignent. Et ce n'est surtout pas le cas des trafiquants d'Histoire Naturelle de toutes nationalités qui ont trouvé un autre sujet d'exploitation éhontée avec le magnifique papillon Isabelle, dans ses étroites localisations haut-alpines. On revend le couple 160 francs nouveaux. C'est dire que la récolte des chevilles va bon train dans les pins des vallées du Queyras !

## **DES FLEURS COMME DES MAMMIFERES**

Dévastation, pillage, empoisonnement... Pour des satisfactions immédiates, trop de nos contemporains font bon marché des nécessaires harmonies de la nature. Il faut, à ce propos, souligner que nombre d'expressions du patrimoine végétal sont également en péril. Une autre affiche éditée par la Fédération Française des Sociétés de Sciences Naturelles est venue rappeler que des plantes comme le lis Martagon et ce sabot de Vénus dont la pollinisation et la fécondation sont effectuées par l'entreprise des insectes deviennent particulièrement vulnérables. Elles méritent le plein respect.

Des pays comme la Suisse ont réalisé des campagnes d'information très accusées en faveur de la sauvegarde des illustrations les plus nobles et les plus fragiles de la beauté florale : jamais de cueillette ! Ces campagnes méritent d'être étendues à toute l'Europe, dans l'intérêt général. Encore faut-il pouvoir convaincre certains maniaques de l'aménagement à outrance que la destruction de stations botaniques d'une originalité exceptionnelle accompagnerait la dénaturation, en vue d'y installer la culture du maïs, de territoires réputés, comme le Ried d'Alsace, pour leur subtile irrigation. Et qu'il importe de ne porter irrémédiablement atteinte à aucune des disponibilités de la nature... En attendant, l'on a constaté l'extinction progressive de l'Osmonde royale des milieux palustres où elle figurait.

Notre civilisation est parvenue à un carrefour. L'homme moderne, s'il ne veut pas s'aliéner, doit se résoudre à ne plus déborder sans cesse sur ce qui a été appelé le **territoire des autres**. C'est un problème démographique qui est posé, étant entendu que l'équilibre entre espèces animales et végétales n'est qu'un leurre si les populations humaines ne cessent

de se propager avec des exigences grandissantes.

Fort curieusement, l'Europe, dont la faune est loin d'être la plus variée du monde, apparaît, pour l'instant, comme le continent qui possède le moins d'espèces tragiquement menacées. Un seul félidé, le lynx pardelle d'Espagne, est dans ce cas. Mais un petit fauve similaire a disparu des Alpes françaises et helvétiques peu avant la grande guerre. L'ours brun a été éliminé, à la même période, de l'ensemble du massif alpin. Ses positions pyrénéennes se détériorent insensiblement. Il reste toutefois moins étrillé dans d'autres secteurs européens des Carpates, du massif scandinave, des Balkans, qui sont placés, pour une bonne part, sous surveillance scientifique. Le loup non plus ne peut, à proprement parler, être considéré comme éliminé totalement de l'espace européen, encore qu'il occupe



Parc de la Vanoise.

*Le sabot de Vénus : s'abstenir de le cueillir.*

des zones reliques dont il lui est dangereux de s'éloigner. Mais si l'on en venait à vouloir civiliser ces ultimes habitats...

## **JUSQU'A QUEL POINT CROIRE AU MIRACLE ?**

N'est-il pas miraculeux qu'aucune grande espèce de mammifère européen n'ait été an-

(2) O.P.I.E., B.P. 121, 78003 Versailles Cedex.



*L'Osmonde royale,  
une grande  
fougère  
de plus  
en plus rare  
dans les  
bois humides  
et  
les marais.*

nihilée depuis l'exécution, quelque part en Pologne, du dernier aurochs au début du XVII<sup>e</sup> siècle ? On doit pourtant émettre les pires craintes pour les quelques cerfs de marais corsos qui survivent, puisque les lieux de leur existence sont pratiquement sacrifiés pour des édifications d'intérêt touristique. Il convient également de rappeler que deux sauvetages n'ont été réussis qu'en extremis. L'un concerne le bison dit de Lithuanie dont le principal troupeau reconstitué vit dans la forêt polonaise de Biélowieza. L'autre intéresse le bouquetin *Capra ibex* qui échappa à une disparition définitive grâce à la création de la réserve italienne du Grand-Paradis devenue, par la suite, Parc National. Les effectifs heureusement reconstitués ont pu être peu à peu répartis dans des zones européennes de montagne où les bouquetins avaient été précédemment tués jusqu'au dernier.

La loutre, qui s'est tristement raréfiée, réclame d'appréciables ménagements pour reprendre un petit peu du terrain perdu au bord des eaux. Des réintroductions du castor méritent d'être judicieusement poursuivies sur des bras de rivière tranquilles où ses interventions peuvent avoir quelque avantage pour la régulation du cours.

Si les introductions d'espèces nouvelles sont généralement redoutables, les réintroductions peuvent être bénéfiques quand elles ont été étudiées sur des données écologiques solides. Le cas du Parc National suisse où les cerfs sont devenus trop nombreux par rapport aux ressources disponibles, faute d'ennemis naturels pour les contenir dans leur milieu, a donné à réfléchir. L'incomparable naturaliste de terrain qu'est Robert Hainard a élaboré un plan de réimplantation du lynx pour rétablir un équilibre compromis. Il est même pensable que des loups puissent reprendre place profi-

tablement au cœur de vastes massifs forestiers assez riches pour les retenir.

Beaucoup trop d'erreurs ont été commises et se commettent encore. Les tentatives de rééquilibrage sont parfois malaisées. Mais il faut éviter d'enregistrer des désertions sans remède. Le ferons-nous pour le phoque moine, dont les lieux de reproduction en Méditerranée sont devenus de moins en moins fréquentables pour lui depuis que la navigation de plaisance se répand, dans l'irrespect des plus discrètes cavernes marines ? Certains prétendent que c'est par sa faute si le poisson devient plus difficile à pêcher ! Saurons-nous de même sauvegarder les lieux de ponte connus, ne serait-ce qu'en Corse, des tortues marines menacées de congédier par les accapareurs de rivages aménageables ?

Cette mer qui nous entoure et dont nous attendons beaucoup trop est aussi celle qui risque de nous condamner durement, à force d'être à la fois avilie et surexploitée. La guerre de la morue au large de l'Islande, comme celle de la langouste, s'est produite parce qu'il est désormais trop d'écumeurs des ressources vivantes par rapport à l'importance de ces dernières. Le sort des fameux harengs de la Baltique se discute. Et des hommes se sont élevés pour que plusieurs espèces de baleine et quelques autres cétacés des plus menacés ne soient pas criminellement anéantis.

Pierre PELLERIN

#### Quelques livres :

- *Avant que nature meure*, par Jean Dorst. Ed. Delachaux et Niestlé.
- *Les animaux sauvages en voie de disparition dans le monde*, par Richard Fitter. Ed. Arthaud.
- *La vie sauvage en sursis*, par James Fischer, Noël Simon, Jack Vincent. Ed. Delachaux et Niestlé.
- *Les animaux en voie de disparition*, par Paul-Henry Plantain. Libr. Hachette/Jeunesse Albums.
- *Les animaux en péril*, par François de La Grange. Fernand Nathan, édit.

# **L'Ecole qui construira votre avenir comme électronicien comme informaticien**

**quel que soit votre niveau d'instruction générale**

Cette **École**, qui depuis sa fondation en 1919 a fourni le plus de Techniciens aux Administrations et aux Firmes Industrielles et qui a formé à ce jour plus de 100.000 élèves

est la **PREMIÈRE DE FRANCE**

Les différentes préparations sont assurées en **COURS DU JOUR**

Admission en classes préparatoires.

Enseignement général de la 6<sup>e</sup> à la sortie de la 3<sup>e</sup>.

**ÉLECTRONIQUE** : enseignement à tous niveaux (du dépanneur à l'ingénieur). **CAP - BEP - BAC - BTS - Officier radio de la Marine Marchande.**

**INFORMATIQUE** : préparation au **CAP - Fi et BAC Informatique. Programmeur.**

## **BOURSES D'ÉTAT**

Pensions et Foyers

## **RECYCLAGE et FORMATION PERMANENTE**

Bureau de placement contrôlé par le Ministère du Travail

De nombreuses préparations-Electronique et Informatique - se font également par **CORRESPONDANCE** (enseignement à distance) avec travaux pratiques chez soi et stage à l'**École**.



R.P.E. - Cliché CSF - Hermil

## **ÉCOLE CENTRALE des Techniciens DE L'ÉLECTRONIQUE**

Cours du jour reconnus par l'Etat  
12, RUE DE LA LUNE, PARIS 2<sup>e</sup> • TEL : 236 78 82  
• Etablissement privé

**B  
O  
N**

à découper ou à recopier

Veuillez me documenter gratuitement et me faire parvenir votre Guide des Carrières N°  
(envoi également sur simple appel téléphonique)

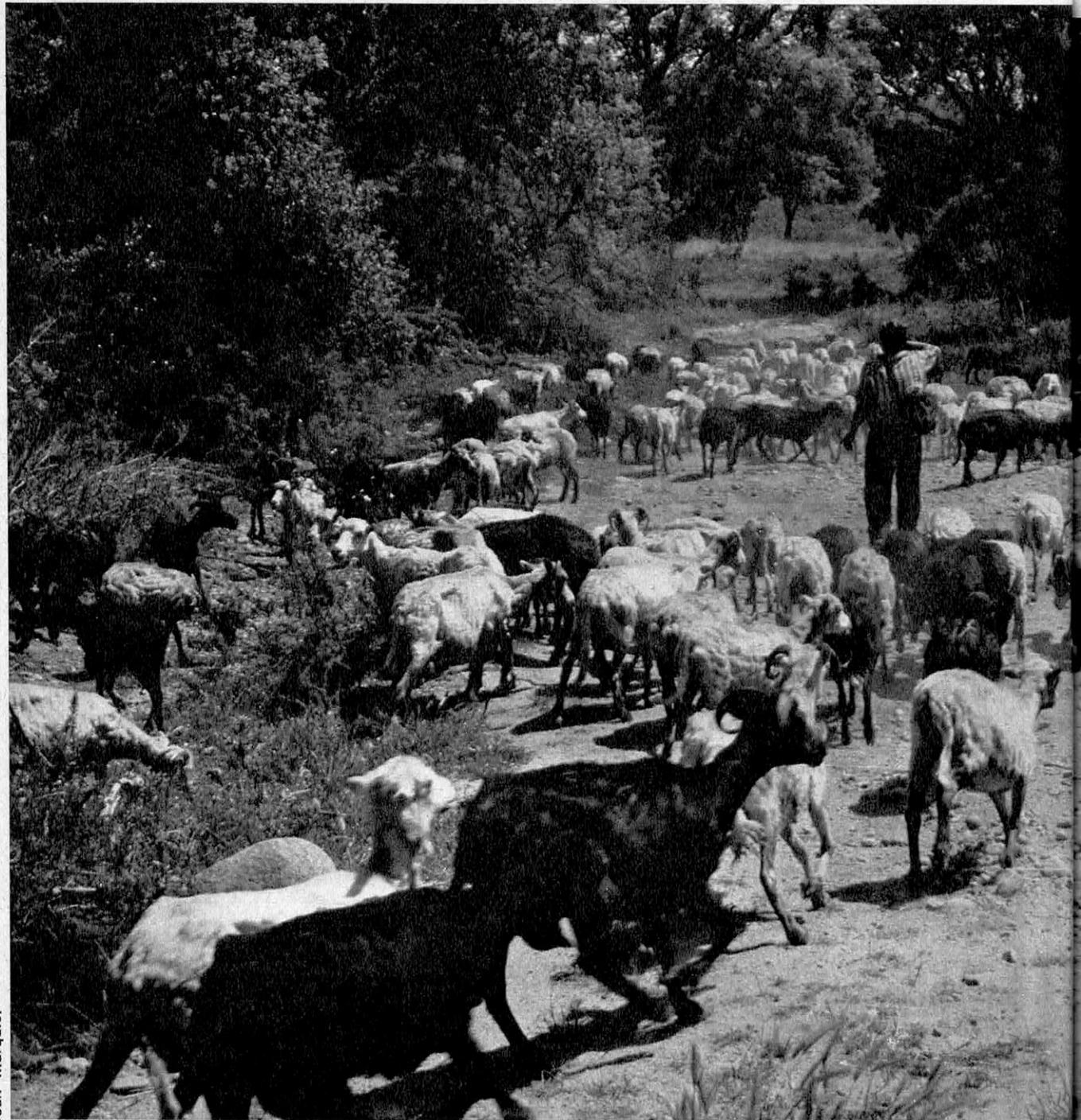
44 SV

Nom \_\_\_\_\_

Adresse \_\_\_\_\_

Correspondant exclusif MAROC : IEA, 212 Bd Zerkouni • Casablanca

# PRÉSERVER LES TERRES



Jean Marquis.

*Sols et paysages naturels ont toujours été victimes des pâtres et des agriculteurs. Les ravages opérés par les*

# S AGRICOLES



chèvres en pays méditerranéen ne se comptent plus.

---

*Après d'autres,  
notre civilisation sera-t-elle  
victime des soins  
insuffisants apportés à la  
conservation des sols  
cultivables? L'état de  
dégradation auquel on est  
parvenu, par un abus de  
pratiques agricoles mal  
adaptées, peut le laisser  
craindre.*

---

Soit qu'il ait livré le couvert végétal à la dent ou au piétinement de troupeaux trop nombreux ; soit qu'il l'ait attaqué, à la hache ou par le feu, pour s'ouvrir des terres de culture ou de pâture ; soit qu'il ait négligé de restituer aux terres, ou qu'il l'ait mal fait, les résidus organiques après consommation des récoltes ; soit qu'il ait abusé de l'irrigation ; soit pour bien d'autres raisons, telles que les exigences de la guerre, l'homme, depuis des temps immémoriaux, a ravagé les terres fertiles dont il tirait sa subsistance. Ainsi se sont installés ces déserts ou semi-déserts qui occupent désormais de vastes espaces méditerranéens, africains et asiatiques.

Les études écologiques les plus récentes confirment, en ce domaine, les conclusions que l'on peut tirer de la contemplation des vestiges de civilisations anciennes qui émergent encore de ces espaces ravagés. La destruction des terres fertiles apparaît donc en fait, tragiquement, et pour d'immenses étendues, comme inhérente à l'occupation agricole des sols par la plupart des peuples qui nous ont précédés.

Si le terme d'**érosion**, par lequel on désigne le phénomène, a des racines profondes dans le langage comme dans le comportement des

humains, les temps actuels en alourdissent et développent la signification, et c'est ce qui doit tout particulièrement retenir notre attention ici.

D'une part, le phénomène de dévastation voit, de nos jours, ses méfaits multipliés, en raison de l'accroissement de puissance et de la diversification des matériels agricoles. S'y ajoute la stérilisation insensée de vastes espaces, pris souvent parmi les plus fertiles, pour les besoins d'une urbanisation galopante, en vue de la construction d'usines et de centres commerciaux, de l'établissement d'aires d'atterrissement pour avions, de la construction d'autoroutes ou de l'aménagement de zones réservées aux loisirs.

Ce phénomène de base se complique de celui des pollutions, qui résultent, entre autres causes, des nouvelles méthodes de culture, de lutte contre les ennemis des plantes et des élevages, de nourriture et de traitement thérapeutique du bétail. La destruction de l'humus favorise une érosion cachée des fertilisants, notamment des oligo-éléments. Il en résulte des carences qui compromettent la vitalité des êtres vivants, depuis le sol jusqu'à l'homme.

En outre, la population planétaire s'accroît suivant une courbe exponentielle, ce qui provoque un développement des besoins d'autant plus net que le niveau de vie s'élève plus rapidement.

Ces différentes évolutions, en surajoutant leurs effets, risquent de nous acculer, en l'état actuel des méthodes agricoles, dans une tragique impasse. En 100 ans, quelque 300 millions d'hectares, dont on aurait maintenant grand besoin, ont été stérilisés ou réduits à un état de fertilité si médiocre que l'homme ne peut plus y trouver les éléments propices à son développement harmonieux. Les Amériques et l'Afrique demeurent littéralement rongées par le mal de l'érosion. En Algérie, en Egypte et de nombreux autres pays, la surface des terres annuellement détruites correspond, par une étrange contradiction, à la surface de terres nouvelles qu'il faudrait mettre en culture pour nourrir l'excédent annuel de population.

Des nations aussi privilégiées que la France ne sont pas épargnées. Les conséquences de l'arrachage intensif des haies et de l'arase-ment inconsidéré des talus s'y font partout sentir, aggravant les effets de la rupture générale des assoulements, du développement de la monoculture et des élevages industriels. L'interdiction faite par plusieurs pays à l'entrée de produits agricoles venant de France, accusés d'être toxiques (entre autres, des pommes par l'Allemagne, des fromages par les Etats-Unis), a attiré l'attention sur les excès de traitements pesticides dans l'agriculture française.

Par ailleurs, l'analyse révèle une intoxica-tion fréquente, par les pesticides et les ni-

trites et nitrates, des eaux que boit le bétail, voire l'homme.

Une foule de toxiques remontent ainsi dans la chaîne alimentaire jusqu'au consommateur humain. (N'a-t-on pas trouvé jusqu'à 16 ppm de poisons divers dans le lait maternel ?). Le développement des arthroses et des arthrites, la perte des dents dès les jeunes années, l'in-capacité de plus en plus fréquente dans laquelle sont les mères d'allaiter leurs enfants, les multiples troubles de la nutrition, sont, à notre avis, des signes irrécusables de la mul-tiplication des carences dans l'alimentation humaine, notamment celle des Français, en raison de mauvaises pratiques agricoles.

Cependant, s'il est arrivé à un point critique, un tel mal n'est pas sans remède. L'his-toire, à l'opposé de ses témoignages de destruc-tion de brillantes civilisations, apporte aussi ceux de la pérennité des peuples qui ont su préserver leurs terres. La France, héritière des Gaules, se classe au nombre des pays qui, jusqu'ici, avaient maintenu la terre en état de fertilité durable, grâce à quoi elle a franchi plusieurs millénaires.

## **LES SOLS : DES MILIEUX BIOLOGIQUES**

Quelles sont donc, d'une part, les causes de la mort des sols et, à l'opposé, les conditions de leur survie ? Pour comprendre d'où viennent, soit cette pérennité, soit cette destruc-tion des terres fertiles, il faut savoir comment s'y entretient la vie, comment en particulier, se construit ou se détruit un sol vivant, c'est-à-dire le sol fertile.

Une visite à la forêt, mieux qu'à tout autre formation végétale, va nous apporter les élé-ments d'une réponse. Il n'est, dans ce cas, que de suivre la destinée d'une feuille qui tombe pour être au fait des phénomènes complexes qui vont fournir les éléments de reconstitution du sol vivant.

Une première observation, la loupe ou le microscope aidant, nous révélerait que ce sol noirâtre sur lequel la feuille vient de tomber est le siège d'une association très perfectionnée d'êtres vivants. Parmi ceux-ci, une faune terricole diversifiée de rongeurs, d'insecti-vores et d'insectes, de fourmis, d'acariens, de collemboles, de nématodes... Tout un peuple d'animaux qui vivent des racines, des rési-dus de végétaux, des matières excrémen-tielles et des cadavres d'animaux, ou même qui s'entre-dévorent, ainsi, par exemple, de la taupe à l'égard de la courtillière ou du ver blanc ou gris.

Viennent à la suite, pour diviser et digérer les restes, l'immense et insatiable multitude des vers de terre puis, prenant le relais, l'in-finité des micro-organismes : protozoaires, algues, champignons, actinomycètes, bacté-ries. Parmi ces micro-organismes, certains interviennent à un moment propice pour



Albert Justin.



*L'agriculture industrielle risque de conduire à la stérilisation ou à la destruction des sols agricoles.*

arrêter la dégradation en éléments simples et reconstituer les multiples éléments plus ou moins complexes dont les végétaux ont besoin. Des luttes incessantes s'opèrent, en outre, entre les diverses populations microbiennes, pour assurer l'équilibre du milieu et, en définitive, la santé du sol et des végétaux.

Que la feuille morte tombe sur ce sol et de maillon en maillon, elle sera ainsi divisée de plus en plus menu, malaxée, digérée, décomposée.

Comme nous l'avons vu, il se produit au passage un phénomène remarquable qui consiste à conserver dans le sol, sous une forme appropriée aux besoins futurs des végétaux, une partie des produits de la décomposition.

Cette partie mise en réserve, c'est l'**humus**, lequel donne sa couleur noire au terreau forestier.

Le même processus de transformation se produit dans la prairie ou dans le champ, avec les éléments organiques qui tombent sur le sol. Végétaux morts, cadavres et déjections d'animaux, viennent grossir les résidus cachés que laissent les racines et les différents groupes d'êtres vivants dans le sol.

Mais ici, quelque chose d'anormal peut se produire et porter atteinte au processus naturel, à savoir un prélevement massif par l'homme de la plus grande partie des végétaux que le sol a nourris, soit qu'il les destine à sa consommation ou à celle des ani-

maux, soit encore à ses industries. Ce prélevement est à l'origine des problèmes que nous avons à résoudre pour l'entretien de la fertilité des sols agricoles.

## DES FEUILLES AUX RACINES : UN LABORATOIRE

Cette feuille dont nous avons suivi les avatars après qu'elle se fût détachée de l'arbre, avait, durant sa brève existence, rempli une fonction essentielle.

Outre celle d'évaporateur de l'eau des solutions nourricières que contient la sève, elle avait été le siège de cette fonction dont toute la vie planétaire dépend, la **fonction chlorophyllienne**. Autrement dit, grâce à la multitude de ses chloroplastes utilisant l'énergie lumineuse du soleil, elle avait contribué à la fixation du carbone de l'air, tiré du gaz carbonique. Par là, elle mettait à la disposition du végétal l'énergie dont il a besoin pour vivre et se développer ; à la disposition du végétal, mais aussi, par le canal des herbivores, à la disposition de tous les êtres vivants, l'homme y compris.

On retient de ceci que l'intensité de la vie planétaire est fonction de l'importance et de l'activité du tapis végétal : arbres, herbes, mousses, lichens, algues marines, etc., et que le premier des capteurs d'énergie solaire, c'est le végétal. Mais cette fonction est elle-même liée à une série d'autres.

Il n'est pas de vie sans protéines, donc sans azote. Abandonnant le « laboratoire feuillu », descendons aux racines de la plante. Nous constatons qu'un grand nombre de végétaux, les conifères, les chênes, les noisetiers, avec leurs mycorhizes (longs filaments vivant en symbiose avec les racines), les légumineuses avec leurs rhizobiums (nodosités sur les racines) ont cette remarquable faculté de pouvoir fixer l'azote de l'air. Ainsi la plante peut édifier ses protéines. Cette possibilité ne représente même qu'une partie de la réalité naturelle, la captation de l'azote étant aussi le fait des bactéries aérobies du sol (clostridiums, azotobacters), suivant un mécanisme complexe.

Pour accéder à l'azote, il faut de l'air. Pour que la cellule puisse se constituer, il faut de l'eau. Pour que les racines puissent disposer de ces deux « matériaux », des canaux de circulation sont indispensables dans le sol.

Or, un sol minéral est compact. Il ne devient perméable que grâce à l'humus. Celui-ci a, entre autres propriétés, celle de structurer le sol, d'en faire, en combinaison avec les minéraux, des grumeaux perméables à l'air et à l'eau. Le sol est spongieux, capable d'accumuler l'eau, mais sans que celle-ci puisse y stagner et risquer d'asphyxier le sol. En association avec le tapis végétal, cette propriété est un facteur de rétention de l'eau en cas de grande pluie ou de fonte de neiges.

Il a pu être calculé que cette retenue d'eau,



L'arrachage inconsidéré des haies peut conduire à des résultats catastrophiques. En témoigne, dans les Côtes du nord, le monument au 100 000e hectare remembré, noyé dans les eaux de ruissellement.

pour le bassin de la Garonne (quelque 100 000 km<sup>2</sup>) et à raison d'une augmentation de 1 % de la teneur en humus des sols, pouvait atteindre 1 milliard de m<sup>3</sup>, soit le volume d'une grande crue du fleuve.

Là ne s'arrête pas la deuxième série de fonctions. Rappelons que le sol vivant, que structure l'humus, est le siège de multiples actions et interactions microbiennes assurant la nourriture des plantes, assainissant le terrain organique, créant un milieu favorable à la vie du végétal ou, en cas de carences, défavorable à celle-ci. Ces phénomènes complexes s'établissent en tenant compte de la nature et de l'action spécifique du végétal sur le sol considéré, chaque végétal créant sa « maison », avec plus ou moins d'ampleur et de rigueur suivant sa compatibilité avec le sol où il est implanté. Dans le sol vivant ainsi aménagé, chaque radicelle mobilise, par des sécrétions particulières, toute une série de micro-organismes. Elle constitue par là un cercle d'assistants qui répondent à ses appels et l'aident à disposer des éléments nutritifs dont elle a besoin.

## **LES PHENOMENES D'EROSION ET D'APPAUVRISSEMENT**

D'un bout à l'autre des activités qui s'étendent de la décomposition des résidus végétaux et animaux à l'élaboration des éléments nécessaires aux vies de demain, nous voyons le microbe à l'œuvre. Pour qu'il en soit ainsi, il faut cependant que, d'une part, ce sol vivant, si parfaitement organisé, reste en place, et que, d'autre part, il reçoive une nourriture suffisante pour assurer l'existence de tous les êtres qui y vivent.

Lorsque le sol est découvert et qu'il pleut avec violence, chaque goutte d'eau fait sur celui-ci l'effet d'une petite bombe. Un fragile cratère se forme, dont l'eau qui ruisselle emporte les matériaux, et d'autant plus activement que la pente est plus grande. Lors de la sécheresse, c'est le vent qui intervient, soulevant une poussière qu'il emporte souvent très loin du lieu où elle a été arrachée. Ce double phénomène aboutit à l'**érosion**, dont les effets sont d'autant plus intenses que la terre a perdu la structure grumeleuse que lui donne l'humus.

Dans la nature à l'état libre, la forêt, avec ses arbres, ses herbes, son tapis de mousse, la prairie avec son herbe, et l'humus qu'elles entretiennent l'une et l'autre, assurent la protection du sol. En **agriculture**, en revanche, le danger d'érosion est permanent chaque fois que le sol est découvert, par exemple entre deux récoltes. Il s'aggrave quand l'humus disparaît. La première difficulté que l'agriculteur doit vaincre, c'est d'éviter autant qu'il se peut la mise à nu du sol, la seconde étant de conserver au sol sa structure, d'entretenir l'humus, bref de **nourrir** la terre.

Bien d'autres difficultés subsistent qui tiennent à la diversité des lieux et des climats. Ces difficultés, l'homme de la terre les a rencontrées de tous les temps, mais l'agriculture moderne les multiplie. D'une part, les techniques de monoculture, de culture sans bétail, d'élevage industriel, ont pour effet de rendre plus difficile la restitution des déchets organiques. Elles sont, d'autre part, sources de pollutions dont il faut bien saisir le processus.

Lorsque le paysan vivait sur sa terre en économie fermée, les restes des végétaux, enrichis de déjections animales, étaient rendus aux sols de culture. Tant que cette restitution fut convenable, les sols ont perduré de génération en génération et gardé, sans artifice chimique, leur vitalité protectrice.

Avec la croissance des villes, les produits de la terre s'en sont allés au-delà des zones de restitution. Il se créa ainsi une fracture dans la chaîne de vie. Suivant la recommandation des techniciens, notre agriculture a cru pouvoir, alors, remplacer la restitution coûteuse et compliquée des résidus organiques par l'apport plus facile d'engrais minéraux.

D'étape en étape, on a vu s'accroître les distances entre la terre et les lieux de consommation, augmenter les prélevements organiques au long de la chaîne, le bétail disparaître, la monoculture arbustive s'étendre, les élevages se concentrer, les assolements se rompre, le brûlage de la paille s'étendre sur toutes les plaines à céréales.

Hormis les résidus des racines, on en est arrivé à une restitution exclusivement minérale, constituée, en outre, par des engrains de plus en plus solubles. La vie des sols s'est affaiblie dans de telles proportions qu'elle ne peut plus jouer son rôle. Les sols, déshumifiés, se sont peu à peu colmatés. Ainsi en est-il advenu de millions d'hectares dans un pays comme la France.

La réponse a tout d'abord été un accroissement massif des doses d'engrais, de plus en plus mal utilisés par les sols devenus inertes. Les eaux de ruissellement, et parfois celles d'infiltration, se firent le véhicule des engrains inutilisés, que nous avons dits toxiques à la fois pour la vie aquatique, pour le bétail, et pour l'homme.

Avec la vie des sols s'est affaiblie la vitalité des plantes, transformées, dégradées dans leurs constitution. Devenues plus fragiles elles subissent les attaques d'ennemis de plus en plus redoutables et de plus en plus variés. Pour lutter, il faut user de produits de plus en plus nocifs. On en est même venu à agir par le canal de la sève qu'on empoisonne pour tuer l'insecte (insecticides systémiques), à compléter les traitements appliqués aux végétaux par celui des sols, voire à les stériliser. Il faut dès lors préserver les animaux, dont le forçage accroît la fragilité. Les fu-



Jean Marquis

miers, à leur tour, se carencent et deviennent souvent nocifs.

On en est à ce stade et, malgré les efforts entrepris vers une plus grande sélectivité des poisons, chaque nouveau fertilisant tombe dans des sols de moins en moins vivants, chaque nouvelle nourriture est distribuée à des animaux toujours plus fragiles, chaque nouveau traitement alourdit les charges toxiques, accélère les carences et, en conséquence, les attaques des ennemis des élevages et des cultures... On est entré dans un véritable cercle vicieux.

## **ROMPRE LE CERCLE**

Pour en sortir, on ne saurait plus longtemps assimiler le sol à un support minéral dans lequel on introduit un compte donné d'engrais minéraux et chimiques, avec la certitude d'en tirer une production déterminée d'avance, ni traiter les animaux comme des usines. Un retour au respect des lois de la vie s'impose. En agriculture, cela signifie retour au respect des équilibres naturels, c'est-à-dire à cette juste répartition, qui fut empirique mais qui pourrait s'améliorer par la connaissance écologique, des espaces agricoles en bois, prairies et cultures, assortis de haies, d'étangs s'il y a lieu, et complétée par de judicieux assolements. Ceux-ci ont entre autres pour effet de rompre le cycle de reproduction des insectes nuisibles. C'est aussi le retour à l'entretien délibéré de l'humus, qui exige qu'une part suffisante du produit de la terre lui soit restituée et que les fermentations du sol soient entretenues. C'est encore le retour à une **polyculture**, englobant nécessairement l'élevage d'animaux capables, par leurs déjections, de fournir au sol le levain dont il a besoin.

Le mot-clé, le sésame, reste en tout cas l'**humus**. Il faut y insister d'autant plus vigoureusement que le mot a disparu du langage général, et même du langage agricole.

En Beauce, autrefois (et il en était de même en de nombreuses régions de France et d'Europe), toute la vie du domaine était organisée pour la production de la plus grande quantité possible de fumier, et du meilleur, étant entendu que tout le reste était donné par surcroît.

Cette préoccupation était parfaitement en accord avec le jeu naturel.

**L'agriculteur : un cultivateur de microbes !** Quelle autre phrase également riche de sens et de promesses que celle-ci, car le microbe est à la base de l'entretien de la vie, alors que tous nos efforts conduisent — à tous les niveaux — à le détruire comme le pire de nos ennemis.

Nous avons donc à veiller au développement de la vie microbienne. Et c'est là le premier des rôles que doit jouer l'agriculteur

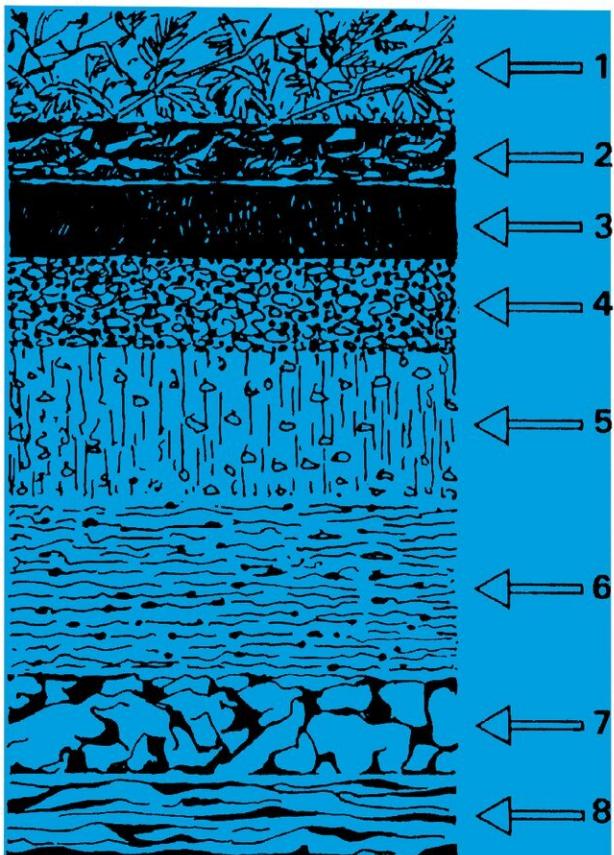
de demain. Le moyen, demain comme hier : le fumier bien fait, le compost. Son allié : l'animal, grâce à ses déjections. Parmi les animaux d'élevage, une catégorie essentielle : les ruminants, que complètent les équidés.

Ceci ne peut se faire que si le levain est produit près de la terre de culture, et c'est pourquoi le terme de **polyculture**, qui suppose la ferme peuplée d'animaux, a une si haute signification. Les solutions se défont quand la concentration urbaine détruit une trop grande part des résidus et des matériaux du compost.

Pour conserver les sols, compte tenu de l'évolution des techniques et de la croissance des populations, c'est donc, en vérité un **saut en avant qu'il faut faire**, en vue d'exercer un choix entre les découvertes pour assurer l'évolution harmonieuse de l'homme.

Et c'est pourquoi nous invitons les uns et les autres, en conclusion de nos propres recherches et de celles de ceux qui donnent la prééminence à l'entretien de la vie sur le rendement et le profit, à l'élaboration d'une nouvelle synthèse, une « **recherche de nouveaux itinéraires de progrès** ».

Pour étayer ces dires, des milliers d'exem-



*Le sol d'une forêt est le plus typique du point de vue de la dégradation des déchets organiques : 1) Herbes et mousses vivantes protégeant le sol ; 2) Résidus végétaux en voie de décomposition ; 3) Couche brune très riche en humus ; 4) Terre végétale ; 5) Couche avec traces d'humus ; 6) Couche sans humus ; 7) Accumulation sur la roche-mère (8) d'acides humiques.*



*Il est rare aujourd'hui que les déchets organiques provenant des étables soient restitués aux terres.*

bles pourraient être donnés. Nous en avons cité et commenté ailleurs de nombreux, et admettons volontiers qu'ils ne sont pas transposables en tous lieux, du fait même de la diversité des situations<sup>(1)</sup>. Tels qu'ils se présentent, ils sont néanmoins les indices de possibilités de renouvellement des méthodes de l'agriculture dite moderne, conçue en partant d'une connaissance trop limitée des sols. Liebig lui-même, protagoniste de la fertilisation minérale, n'est-il pas revenu, à la fin de sa vie, sur certaines de ses affirmations antérieures ?

Voici par exemple, un éleveur<sup>(2)</sup> possédant un beau domaine de 180 ha, bien équilibré en forêts, en prés et cultures. Les terres, des boulbènes très lourdes, y ont été appauvries par leur longue exploitation à l'état de vignobles. Dans cette région, les pluies sont loin d'être bien réparties et nous ne sommes pas dans un climat très humide. Cependant, le maître du domaine, associant les données de la tradition à celles de l'ultime agriculture respectueuse de la vie, a réussi en quelque dix ans, grâce à une politique judicieuse de l'humus, à y installer un pâturage de plein air permanent. Le résultat est un troupeau d'environ 160 têtes de bovins (race Blonde d'Aquitaine) **que l'on vient admirer du monde entier**.

L'état de santé de ce troupeau se traduit par une réduction des frais de vétérinaire au 1/10 du taux qu'ils atteignent dans les élevages modernes, et par une exportation importante d'animaux de reproduction, expédiés partout.

La production de viande, qui est le but recherché, y atteint d'ailleurs des niveaux records pour cette région ingrate. Quiconque a pratiqué l'élevage sait quelles difficultés il faut vaincre pour obtenir pareil résultat.

Voici un second exemple, en cette même région<sup>(1)</sup> déshumifiée par des siècles d'agriculture difficile. Un groupe de producteurs de blé, faisant porter l'effort sur la fumure organique, a démontré la possibilité d'obtenir, sans engrains solubles, sans pesticides et sans herbicides :

- des récoltes propres, sans mauvaises herbes ;
- de rendement plus élevé de quelque 10 à 20 % en moyenne que celles des agriculteurs qui suivent les méthodes chimiques (30 % de plus que la moyenne départementale en 1972) ;
- des récoltes de moindre prix de revient, de quelque 15 à 20 %, en raison de la suppression des traitements de protection ;
- enfin, selon le but principal recherché, des récoltes de plus haute qualité, ce que confirme l'analyse et que reconnaissent lesache-

(1) « Une nouvelle Route de l'Espérance ».

(2) Domaine Saint-Michel, propriétaire-éleveur, Christian de Monbrison (Tarn-et-Garonne).

(1) Groupement Syndical du Gers « C.G.P.A.S. » à Lombez-32.

teurs, notamment étrangers, qui n'ont pas hésité à les surpayer...

Un troisième exemple est celui d'un verger en Touraine, qui ne reçoit depuis 1937 d'autre fumure qu'un paillis sans cesse renouvelé. La récolte y est la plus abondante de toutes celles que nous avons observées en cette région. Elle est obtenue avec un minimum de traitements (traitements d'hiver, peu toxiques de surcroît). Les fruits font prime auprès des acheteurs et le producteur les écoute avec une extrême facilité<sup>(2)</sup>.

Aucun des producteurs que nous venons de citer ne donne dans le passisme. Tous font appel à des matériels agricoles perfectionnés.

Prenons le cas de l'éleveur. Quiconque lui rendra visite constatera qu'il tient à jour un livre généalogique, qu'il utilise des engrains bien équilibrés et bien adaptés et qu'il dispose de tout un matériel moderne. Ce qui est en jeu est une nouvelle conception de l'agriculture. En l'occurrence, où la technique ne saurait être considérée comme une fin en soi.

## REPENSER NOTRE MONDE

Pour obtenir une étable, un domaine sains et en équilibre dans le temps, pour obtenir un vin sans chimie, une récolte de bon aloi, propice à la santé, il faut mettre en jeu des **qualités d'intuition, de service et d'amour**, une capacité d'intégration à la nature qui étaient le propre des paysanneries de vieille souche.

On redécouvre, par exemple, que l'amour porté au bétail est aussi important pour son rendement que le perfectionnement de la nourriture. Citerons-nous le cas, certes extrême, de la fermière, qui, d'avoir repris en mains la conduite de son étable en place d'un vacher brutal, a fait remonter la production de lait de 40 %, tout en réalisant une économie de nourriture.

On peut dire ainsi que la conservation des sols est un problème humain. Il faut tout d'abord faire montre d'un nouveau **civisme**. L'entretien de l'humus implique que l'on réserve volontairement une part de la récolte pour préserver la fertilité des sols. Or, une telle opération ne donne de fruit qu'à long terme, au bout de 5, 10, 20, 50, voire 100 ans et, donc, au bénéfice d'autres générations.

Il est autrement facile, et moins coûteux à court terme — pour le prix minuscule d'une allumette —, de faire brûler la paille au bout du champ que de la faire passer sous les bêtes à l'étable, afin d'en faire du fumier qui coûtera argent et peine à ramener au champ.

Cette mise en réserve pose donc un grave problème de conscience. Mais elle pose simultanément une question de droit et de filiation. L'expérience millénaire établit que ce report d'une part des productions ne s'exerce

avec sûreté que si le domaine doit être transmis à un descendant ou assimilé.

Les formes de coopération sont elles-mêmes en cause. Le besoin moderne de loisirs, de temps de formation, de voyages, l'obligation de la réduction des frais techniques par une utilisation en commun de certains matériels, la nécessité d'une meilleure répartition des tâches, d'une assistance scientifique et technique permanente, etc. imposent le retour à des associations d'entraide et à la mise sur pied de groupes communautaires capables d'imposer une discipline à leurs ressortissants.

Dans de telles voies, l'amour porté au prochain se découvre de nouvelles formes qui passent par le service de la vie, en la circonsistance par les soins délibérément prodigues à la terre afin qu'elle donne les meilleurs produits.

C'étaient là des capacités d'hier, dont la mise en œuvre, en conjugaison avec les plus récentes découvertes scientifiques, permettrait aujourd'hui de changer beaucoup de choses.

S'il est vrai que l'on doit remanier les plans comptables et sans doute en réduire l'importance, l'homme, par contre, reprenant racine dans la terre qu'il aura maintenue vivante, y retrouvera sa sécurité, son énergie et son espérance.

Ainsi, la conservation des sols pose-t-elle, en définitive, un problème complexe de renouvellement de la civilisation.

André BIRRE



Jean Marquis.

*(2) Verger des Fondettes, près Tours. Levéque, producteur.*

# La forêt et l'environnement

La forêt est la plus évoluée et la plus élaborée des formations naturelles établies sur notre planète. C'est aussi l'une des plus fécondes et celle qui influence le plus directement notre environnement.

Les forêts du globe occupent 28 % des terres émergées et couvrent ainsi le 1/10 de la surface terrestre. Elles élaborent 45 % de la production totale de matière organique et les 3/4 de la production organique des terres émergées. Leur rendement est d'ailleurs particulièrement élevé : 0,33 % de l'énergie solaire qu'elles reçoivent sont convertis en matières organiques contre 0,10 % pour les prairies et 0,25 % pour les cultures. Les forêts tropicales détiennent, avec certains estuaires, un record de productivité : 60 à 90 tonnes de matière sèche par hectare et par an.

Pour leur part, les forêts françaises produisent de 5 à 14 tonnes de matière sèche par hectare et par an. Le tiers correspond à du bois, soit, pour l'ensemble du pays, 40 millions de mètres cubes de plus chaque année.

Par assimilation chlorophyllienne, la forêt tropicale fixe annuellement un à deux kilogrammes de carbone par mètre-carré, soit 10 à 20 tonnes par hectare. Dans le cas de la forêt française, on atteint seulement 300 g/m<sup>2</sup>/an, ou 3 tonnes à l'hectare. Un hectare de hêtres adultes absorbe cinq fois plus de gaz carbonique que le même en prairie.

Sur les 700 milliards de tonnes de carbone contenues dans l'atmosphère terrestre sous la forme de

gaz carbonique, les forêts du globe en fixent chaque année de 20 à 40 milliards de tonnes. Celles de France, 50 millions de tonnes. Par kilomètre carré, une forêt équatoriale dégage 10 tonnes d'oxygène par jour, soit 36 tonnes par hectare et par an. Une forêt des zones tempérées produit de 1 à 3 tonnes d'oxygène par kilomètre carré et par jour, soit 4 à 10 tonnes par hectare et par an, c'est-à-dire deux fois plus qu'un hectare de prairie. Le phytoplancton océanique ne fournit que 0,5 tonne d'oxygène par jour et par km<sup>2</sup>.

A remarquer que si le bilan est nettement positif pour une forêt des zones tempérées où l'exploitation exporte l'essentiel de la production organique, il n'en est pas de même dans la forêt équatoriale où la décomposition sur le sol des matières organiques va remobiliser l'oxygène. Les forêts françaises produiraient donc de l'ordre de 100 millions de tonnes d'oxygène par an.

En ce qui concerne l'eau, un hêtre en évapore en été 250 litres par jour. Un hectare de hêtres de 120 ans évapore 50 000 litres par jour, soit de 5 000 à 10 000 m<sup>3</sup> par an.

## LA FORET ET LE CLIMAT

Il existe un micro-climat forestier, plus doux, plus humide et plus régulier que le climat des espaces découverts. Il facilite l'existence des êtres vivants qui s'y abritent. Il a des effets à courte distance, en particulier par le freinage du vent à une distance équivalente à plusieurs fois la hauteur des

arbres (phénomène important en pays sableux ou limoneux) et par une augmentation sensible de l'humidité atmosphérique.

Il règne une incertitude quant aux influences exercées par les massifs forestiers sur le climat local et, à plus forte raison, sur le climat régional.

On constate cependant dans les zones boisées :

- un abaissement de la température perceptible jusqu'à une altitude de 1 000 mètres à l'aplomb du massif forestier. Il est causé par une importante absorption de l'énergie calorifique pour l'évapotranspiration du feuillage ;
- une augmentation de l'humidité de l'air ;
- une augmentation de la pluviosité due à l'émission par le couvert de particules catalytiques.

Ainsi, nombre de nuages de pluie traversent la Beauce sans précipiter, alors que les régions boisées qui bordent la plaine sont très arrosées ; la campagne berrichonne aujourd'hui déboisée semble jouir d'un climat plus sec que jadis ; en établissant un quadrillage boisé dans la plaine céréalière d'Ukraine, les Soviétiques ont obtenu une augmentation notable des précipitations, avec, paraît-il, un rendement de céréales doublé.

## LA FORET ET LE SOL

La forêt est par excellence le creuset où s'élabore le sol. Le volume du sol y est cinq fois plus élevé que dans une prairie. Elle en est aussi la protection idéale, l'abritant du soleil et du choc des gouttes de pluie, brisant l'action



d'érosion du vent, amortissant les effets du gel et du dégel, le fixant de ses racines.

Le défrichement abusif d'un terrain en pente déclenche toujours un processus d'érosion accélérée. Des expériences réalisées aux Etats-Unis (au Texas et au Missouri) sur des pentes de 8 à 9 %, on tire qu'il faut à l'érosion, pour décapier 20 cm de sol arable :

- 21 ans sous des cultures de coton ;
- 50 ans sous du maïs ;
- 15 000 ans sous des friches non cultivées ;
- 25 000 ans sous des prairies ;
- 170 000 ans sous une forêt.

Dans le bassin de la Durance, la dégradation par érosion torrentielle passe de 1,5 à 450 tonnes par km<sup>2</sup> avec la disparition du couvert forestier ; le Fleuve Jaune draîne des millions de tonnes de terres dans les régions déboisées et les dépose dans la grande plaine du nord ; dans le Sud-Ouest des Etats-Unis, des déboisements systématiques suivis de monoculture ont entraîné le décapage du limon fertile sur des milliers d'hectares.

En montagne, la forêt est la meilleure protection contre les avalanches et les spécialistes de la restauration des terrains montagnards l'ont prouvé. Protégeant le manteau neigeux du vent et des variations brutales de la température, fixant, par ses troncs, la neige au sol, la forêt est le piège à neige idéal. La fonte de la neige y est d'ailleurs deux fois plus lente que sur le sol dénudé. On ne peut que

constater, par exemple, les multiples avalanches déclenchées vers 1930 dans le Tyrol par suite de coupes rases imprudentes.

Le déboisement abusif des pentes est cause de crues et de glissements de terrains. Les inondations par la Seine en 1955, la catastrophe de Florence en 1966, sont en relation directe avec le déboisement des hautes vallées. Glissements de terrains, coulées de boue, ponts emportés sont devenus le lot de la Californie, de l'Afrique du Nord et du Midi de la France.

## LA FORET ET LE REGIME DES EAUX

Cent grammes de mousse desséchées absorbent 2,5 litres d'eau, les mousses éparses sur un hectare de forêt freinent l'écoulement de plus de 450 m<sup>3</sup> d'eau.

Sur la même surface d'un hectare, les arbres pompant annuellement de 7000 à 9 000 m<sup>3</sup> d'eau dans le sol, la forêt se comporte au total comme une immense éponge naturelle absorbant le surplus d'eau et le redistribuant de façon mesurée.

La forêt réduit le ruissellement de façon notable. Elle facilite l'infiltration des eaux de pluie qui s'écoulent le long des troncs, s'insinuent par les multiples canaux dus au pourrissement des racines ou au travail des animaux du sol et vont alimenter les nappes souterraines. La forêt assure ainsi un meilleur étalement des crues. Dans les régions intertropicales où alternent périodes de pluies abondantes et périodes sèches, le rôle régulateur de la forêt est fondamental.

On remarque d'ailleurs que les sources sont plus abondantes, plus pures et de débit plus régulier dans les régions forestières. Au contraire, les déforestations rapides, en Afrique du Nord, dans les Cévennes ou en Haute-Provence ont perturbé le régime des eaux.

## LA FORET COMME FILTRE NATUREL

Une futaie de hêtres de 1 hectare retient par an, dans son feuillage, 80 tonnes de poussières (un hectare d'épicéas, 30 tonnes). Les poussières fixées par le feuillage sont entraînées au sol par les pluies.

La même futaie de 1 hectare est capable d'épurer complètement un air pollué contenant 100 microgrammes d'anhydride sulfureux, qui la traverserait à faible vitesse. On respire 40 % de moins de fumées et 2/3 de moins d'anhydrite sulfureux dans le bois de Boulogne que dans le 16<sup>e</sup> arrondissement voisin. Très rugueux, le couvert forestier (de même que les bosquets, rideaux d'arbres, haies, etc.), crée des turbulences facilitant la dispersion des polluants. Le rôle de filtre s'exerce aussi à l'égard du bruit. Un écran forestier peut réduire celui-ci de 10 dB par mètre d'épaisseur.

## DES ZONES DE LOISIRS PRIVILEGIEES

La forêt demeure un lieu de loisirs et de détente de plus en plus sollicité. Les forêts de la région parisienne reçoivent chaque année six fois plus de visiteurs que tous les monuments et autres curiosités de la région. Les Parisiens passent 57 millions de

journées par an en forêt, chiffre avoisinant celui des entrées dans les cinémas de la capitale. On remarque aussi que la publicité immobilière associe toujours le concept de forêt ou d'arbres aux réalisations qu'elle vante.

## LA DEFORESTATION

De 1882 à 1952, 1,9 milliard d'hectares, soit 36,8 % de la surface totale des forêts, ont été déboisés de façon définitive dans le monde entier. Sur les 365 millions d'hectares de la forêt primitive aux Etats-Unis, il en reste 260. Le nombre des espèces y a régressé des 3/4. Le Brésil a déjà perdu la moitié de son manteau forestier initial.

Chaque année, au Nigeria, 250 000 hectares de forêts sont défrichés pour être livrés à la monoculture, puis rapidement abandonnés. A Madagascar, sur une superficie totale de 58 millions d'hectares, 53 millions sont aujourd'hui livrés à une érosion accélérée du fait d'interventions humaines abusives. Les taux de boisement sont, à l'heure actuelle, de 9 % pour la Chine, 10 % pour l'Afrique, 18 % pour l'Inde, 28 % pour l'Asie.

## LE DEBOISEMENT EN EUROPE

Au fil des siècles, l'Europe a perdu les 2/3 de sa forêt d'origine. U.R.S.S. exclue, elle compte encore 138 millions d'hectares de forêts, soient 1/8 de sa superficie. Depuis un siècle, en Europe occidentale, le taux de boisement a connu une légère augmentation.

Les taux de boisement actuels sont de 3,5 % pour l'Italie, de 5 % pour la Grande-Bretagne, de 6 % pour la Hollande, de 52 % pour la Suède. La Grèce a régressé d'un taux de 65 à 15 % actuellement. Nous verrons plus loin en détail le cas de la France. En 1968, à l'intérieur de la Communauté, près de 61 000 hectares de forêts ont été anéantis par des incendies. Cette même année, 400 000 hectares en Europe étaient soumis à des pollutions fluorées et soufrées, la perte de production étant évaluée à un million de m<sup>3</sup>.

## UNE CRISE MONDIALE DU BOIS

Entre 1950 et 1960, la consommation de bois s'est élevée de 38 %. On estime que le rythme d'augmentation dépassera 20 % tous les dix ans pour les années qui viennent. En 1936, la France utilisait deux millions de m<sup>3</sup> de bois pour les transformer en pâte à papier. En 1973, cette demande dépassait 6 millions de m<sup>3</sup>. Un grand quotidien consomme, par an, 400 hectares de forêt. En 1975, il manquera 70 millions de m<sup>3</sup> de bois sur le marché européen. En l'an 2000, les besoins de l'Europe élargie seront de 500 millions de m<sup>3</sup> pour une récolte maximum envisageable de 400 millions. L'actuelle production des forêts françaises est de 25 millions de m<sup>3</sup> (17,5 millions de m<sup>3</sup> de bois d'œuvre, 7,6 millions de m<sup>3</sup> de bois d'industrie). En l'an 2000, la demande atteindra 40 millions de m<sup>3</sup>. Pour y faire face il conviendrait d'aménager l'ensemble de nos forêts et de reboiser 2 300 000 hecta-

res, c'est-à-dire d'accélérer à 80 000 hectares par an la cadence du reboisement.

## LE CAS DE LA FRANCE

A l'époque de Vercingétorix, 60 % du territoire français actuel étaient recouverts de forêts. En 1810, celles-ci n'occupaient plus que 8 millions d'hectares, soit moins de 15 % du territoire. Le couvert forestier a nettement progressé depuis. D'après les premiers résultats de l'inventaire forestier global, qui sera achevé en 1978, il atteindrait 26 %, soit 14,8 millions d'hectares. L'Office national des forêts gère, en France, quatre millions d'hectares ; 1,4 million de propriétés privées se partagent — par ailleurs — 2,4 millions d'hectares. Ce morcellement est excessif et justifie des efforts de regroupement. Car 59 % des surfaces boisées ont moins de 50 hectares, et sont donc mal adaptées à une gestion rationnelle.

Depuis la création en 1946 du Fonds national fores-

tier, le taux de reboisement est de 5 % par an, soit 50 000 à 60 000 hectares. Depuis 1947, cela a fourni 1,5 million d'hectares, dont 75 % en forêt privée et, pour l'essentiel, en résineux. La répartition des essences est d'ailleurs passée de 80 % de feuillus et 20 % de résineux au début du siècle, à 60 % de feuillus et 40 % de résineux en 1973.

Le cas de la région parisienne est alarmant. En un siècle, 15 000 hectares de forêts ont disparu dans un rayon de 20 km autour de Paris. De 1965 à 1970 seulement, 1 900 hectares ont été défrichés. L'hectare de forêt est, il est vrai, celui qui coûte le moins cher à exproprier.

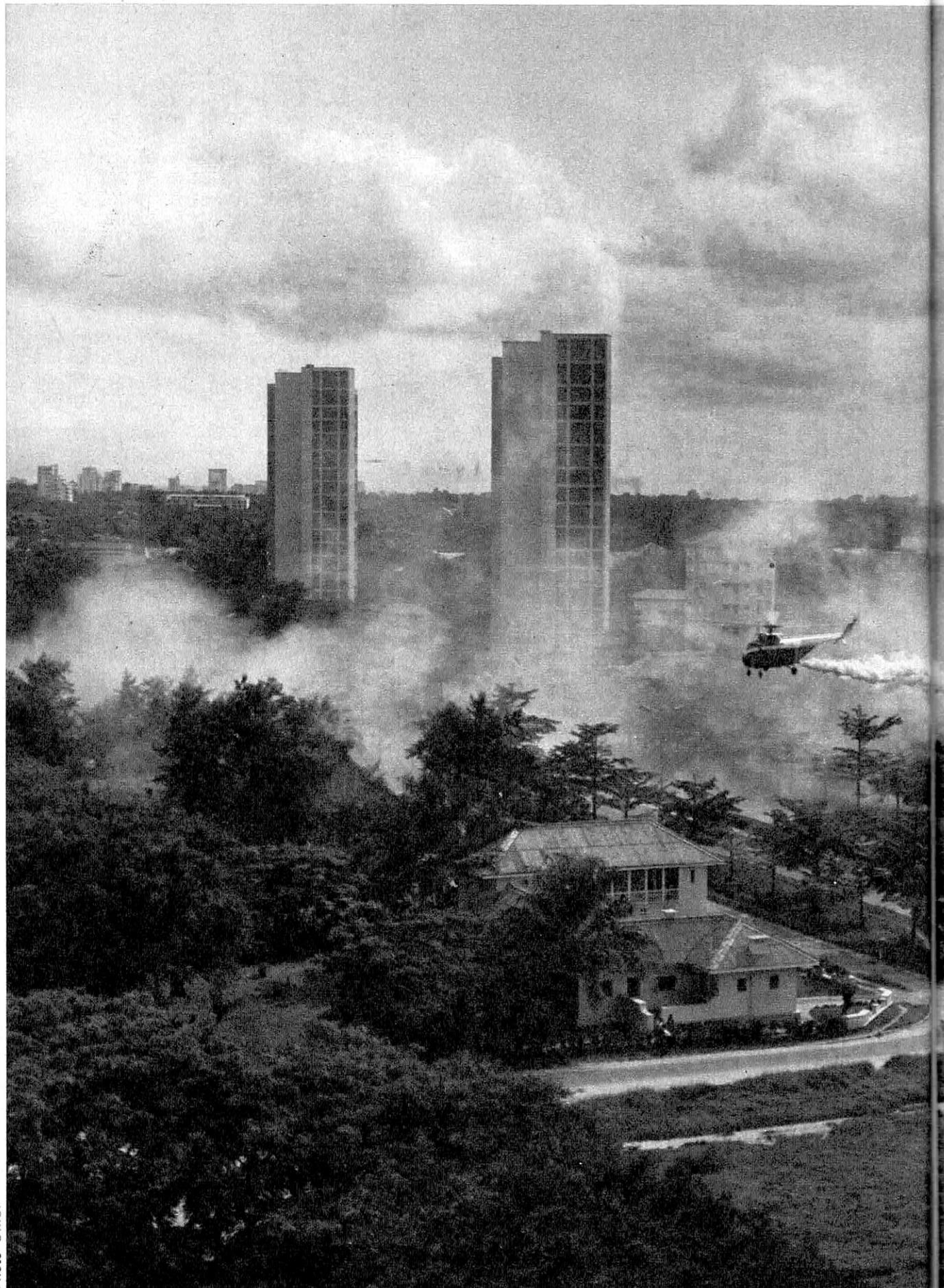
Rapportés aux 60 000 hectares reboisés chaque année en France, les pertes s'établissent ainsi :

- 10 000 hectares défrichés ;
  - 35 000 hectares détruits par des incendies.
- Et, en 1972, 150 000 hectares de la forêt des Maures ont été ravagés par la cochenille *Matsococcus*.

Bernard FISCHESSER



J.-P. Bonnin.



# **UN UNIVERS EMPOISONNÉ ?**

*La monoculture, établie au mépris des équilibres biologiques, est à l'origine de pratiques agricoles qui menacent aujourd'hui la santé humaine. L'élevage industriel des espèces domestiques aboutit lui aussi à l'empoisonnement de la chaîne alimentaire.*

**N**ier l'apport considérable de la chimie dans la lutte contre la faim serait absurde. Tout comme il est absurde de nier que les méthodes d'agriculture intensive risquent de conduire la planète à la désertification.

A l'origine de ce problème est la monoculture, qui a entraîné une irrésistible déviation des méthodes agricoles. Par la sélection d'espèces végétales résistantes et prolifiques,



*sultat incontestable à l'actif de la chimie.*

dans un souci de rentabilité au mépris du milieu naturel, agronomes et chimistes en sont arrivés à oublier des faits essentiels : que le sol influe sur la végétation et que celle-ci influe sur la faune ; que, si l'on perturbe un seul de ces éléments, l'on peut briser la chaîne nutritionnelle naturelle dans laquelle chaque maillon sert de nourriture à l'autre, jusqu'à l'extrême du système, où nous nous trouvons concernés.

En modifiant la biocénose (1) jusque-là stable d'un territoire, la moindre intervention peut être immédiatement catastrophique. C'est ainsi qu'on a vu disparaître des prédateurs naturels en Europe tels que le renard et les becs crochus. Disparition des prédateurs, déséquilibre du milieu naturel, croissance accélérée d'espèces sélectionnées menée jusqu'à épuisement du sol, de nouvelles conditions écologiques se trouvaient ainsi créées, spécialement favorables à diverses espèces de ravageurs phytophages. D'où intervention de tout l'arsenal chimique des pesticides, herbicides, etc. C'est ainsi qu'a débuté la pollution de la chaîne alimentaire.

## L'ENGRAIS MAL DOSE

Sans présenter de traces de toxiques bien caractéristiques, les aliments qui arrivent sur notre table peuvent être gravement carencés en oligo-éléments, ou contenir des résidus d'engrais dont les teneurs en nitrates — en particulier, mais non exclusivement — sont susceptibles d'entraîner des intoxications graves.

L'origine des carences peut être très diverse, mais relève toujours d'une méconnaissance des réactions sol-plante aux engrains dont ils sont submergés. C'est ainsi qu'un chaulage brutal et un excès d'engrais potassique seraient à l'origine de carences en manganèse. Le mauvais équilibre potassium-magnésium des plantes serait à la source de cancers, l'absence de ce même magnésium étant responsable de la tétanie d'herbage qui décime les étables. On a pu également constater que la teneur en vitamine B2 des plantes, et des légumineuses en acides aminés essentiels, décroît avec l'apport d'engrais azotés.

Ces mêmes produits chimiques provoquent, selon Claude Aubert, des mutations chez les bactéries symbiotiques des racines. Elles perdraient leurs caractéristiques morphologiques et physiologiques et deviendraient incapables de remplir leurs fonctions. Ces bactéries ont pourtant des rôles essentiels :

— elles synthétisent la matière vivante, décomposent la matière organique et assurent la fixation de l'azote dans le sol ;

— elles produisent des acides qui solubilisent les roches et réduisent ou oxydent certains ions (comme le fer ou le manganèse) ; elles assurent, ainsi, la bonne nutrition des plantes, lorsqu'on laisse celles-ci puiser dans le sol les éléments minéraux qui leur sont nécessaires.

Les nitrificateurs, en particulier, sont détruits par un apport massif de produits phytosanitaires, ce qui oblige les agriculteurs à compenser par la chimie la perte d'éléments vivants dans le sol.

L'agriculture chimique joue aussi au rebours de l'action des bactéries sur les éléments minéraux du sol. Les bactéries ne peuvent s'attaquer aux composés stables (à base de chlore, brome, etc.), répandus par les agriculteurs.

Les bactéries du sol ne sont pas seules touchées par le recours massif aux produits chimiques. On a peine à trouver encore quelques vers de terre, dont la fonction est d'aérer le sol en digérant la matière organique. Rares sont ceux qui ont échappé au massacre et servent encore de nourriture aux oiseaux des champs, considérablement affaiblis par les multiples opérations de remembrement.

Toute comparable est la toxicité des herbicides dont la fonction est de détruire ou de retarder la croissance des plantes parasites (advantices), entrant en compétition avec les plantes cultivées. Si une telle intervention peut être nécessaire pour des champs cultivés industriellement, elle est nuisible aux prairies où la raréfaction des espèces sauvages au profit des graminées appauvrit les fourrages, qu'il faudra ensuite rééquilibrer en éléments minéraux et en antibiotiques. Il est même absurde d'en traiter les abords des haies ou le bord des routes, qui servent encore de refuge à une avifaune de plus en plus menacée. Il est prouvé par exemple que la stérilisation de la femelle du **col vert** a résulté des aspersions massives de « Daldorff » dans les années 60. C'est un des faits qui justifient le cri d'alarme de Rachel Carson dans « Le Printemps Silencieux », ouvrage taxé d'exagération à sa parution, mais bien dépassé aujourd'hui.

## L'HECATOMBE DES LIEVRES

La volonté de supprimer les ravageurs des cultures a donné naissance à tout un arsenal de bouillies et de pulvérisations, où la multiplicité des traitements spécialisés (plus de 50) n'a d'égal que leur toxicité maintenant universellement reconnue. Les plus dangereux, et les plus répandus, sont les insecticides organiques de synthèse, fabriqués à bas prix à l'échelle industrielle.

Ils agissent soit par contact (le D.D.T. pénètre la cuticule des insectes comme si elle n'existe pas), soit par voie digestive ou res-

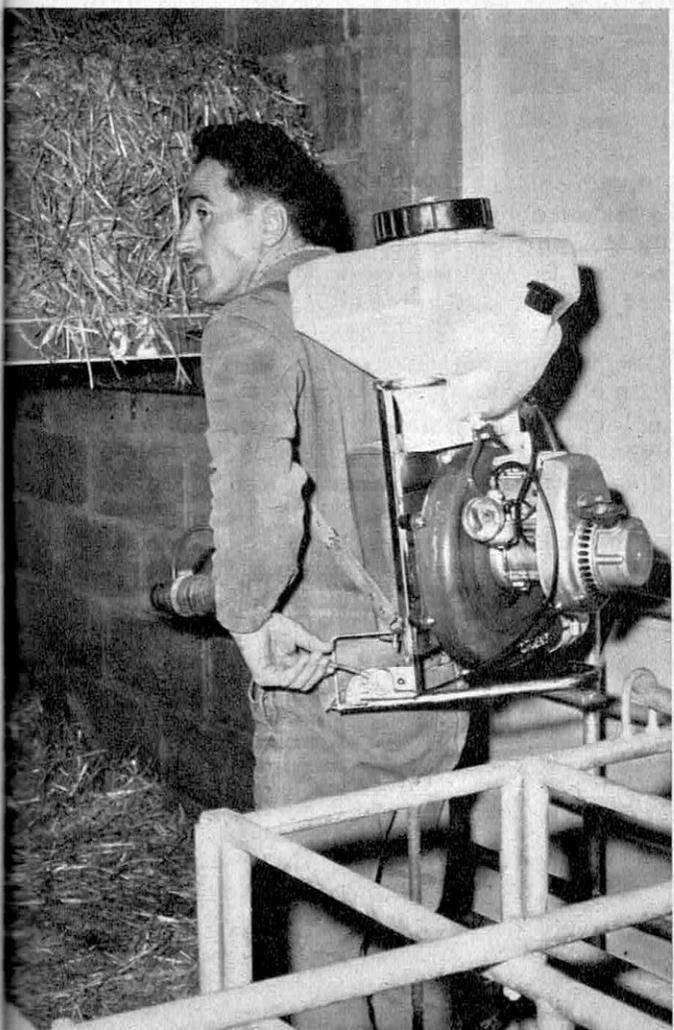
(1) Ensemble des animaux et des végétaux vivant dans les mêmes conditions de milieu et de voisinage.

piratoire. Mais s'ils sont nuisibles aux insectes qu'ils sont censés détruire, leur action n'est pas sélective. Ils détruisent indistinctement tous les insectes des surfaces traitées, et même un peu mieux les insectes utiles que les autres. En effet les entomophages (carnivores) sont beaucoup plus sensibles que les ravageurs des plantes (phytophages) et se reproduisent plus lentement. Le phénomène de résistance qui se produit face aux traitements permet d'ailleurs aux ravageurs de développer des colonies plus nombreuses face à des colonies de prédateurs affaiblies. On cite fréquemment le cas d'une punaise, parasite du cafetier, qui, traitée au D.D.T., s'est mise à proliférer tandis que son prédateur était complètement anéanti. Il se crée à ces occasions une sélection de mutants résistants, apparemment préadaptés aux traitements par pesticides et dont l'organisme secrète ses propres enzymes de détoxification. Le D.D.T. et le H.C.H. (hexachlorocyclohexane) sont particulièrement sensibles à ces transformations. Les produits organophosphorés résistent mieux à la neutralisation, mais au prix de traitements toujours plus massifs.

Le D.D.T. ayant été interdit depuis une dizaine d'années, les successeurs se sont présentés nombreux. Dieldrine, heptachlore, parathion, malathion, comptent parmi ces « foudres de guerre » qui n'épargnent pas plus les colonies de prédateurs que la faune traditionnelle des zones traitées. Jean Dorst cite un traitement contre les hannetons par le H.C.H. qui a détruit 48 % des espèces de diptères, 21 % des hyménoptères, 14 % des coléoptères, 15 % des hémiptères et 2 % des papillons de la zone concernée. Dans un lac de Californie, Clear Lake, un traitement appliqué contre les larves de moustique a été retrouvé concentré en doses mortelles par les espèces piscivores. C'est ainsi que la population est passée de 1 000 couples de grèbes occidentaux à 30, la chaîne de concentration des pesticides jouant depuis les organismes planctoniques jusqu'aux poissons du lac, proies des oiseaux aquatiques.

Il a fallu de même attendre la destruction de 20 000 ruches dans la Région parisienne pour que soit interdit le traitement par des produits toxiques des champs de colza qu'elles butinaient.

Dans les forêts et les champs d'Europe et d'Amérique, c'est l'hécatombe des lièvres, des opossums, des ragondins et des écureuils. Dans ces cas précis, la toxicité ne vient pas de l'aspersion, mais de l'imprégnation en toxiques (insecticides ou pesticides) des proies ou cadavres dont ces espèces se nourrissent. Stickel citait ainsi, en 1968, le cas d'un héron bihoreau trouvé mort dans le Massachusetts, dont le cadavre bourré de D.D.T. et de son dérivé le D.D.E. empoisonnait les insectes qui tentaient de s'en nourrir.



Photos Albert Justin.

Traitement des vergers, désinfection des étables : des pratiques aux répercussions mal connues.



Albert Justin.

Dans un élevage de taureaux, en Normandie, en route pour la promenade des détenus...

## OU COMMENCE LA TOXICITE INDIRECTE ?

La toxicité n'est pas toujours aussi facilement décelable. Les laboratoires font essentiellement des recherches sur la toxicité aiguë, celle susceptible de tuer 50 % du lot de rats d'expérience. Mais l'établissement de la toxicité à long terme nécessite des années d'expériences. Les produits phytosanitaires sont donc, le plus souvent, commercialisés sans que la preuve formelle de leur inocuité ait été établie. Quitte à être, comme le D.D.T. ou la dieldrine, retirés du commerce après quelques années. Encore, ces mesures ne tiennent-elles pas compte de la rémanence des produits, dont les résidus persistent en forte concentration dans le sol, réduisant le rendement des récoltes, auand ils ne rendent pas impossible — c'est le cas des herbicides sélectifs — la culture d'autres végétaux que ceux qu'ils étaient censés protéger.

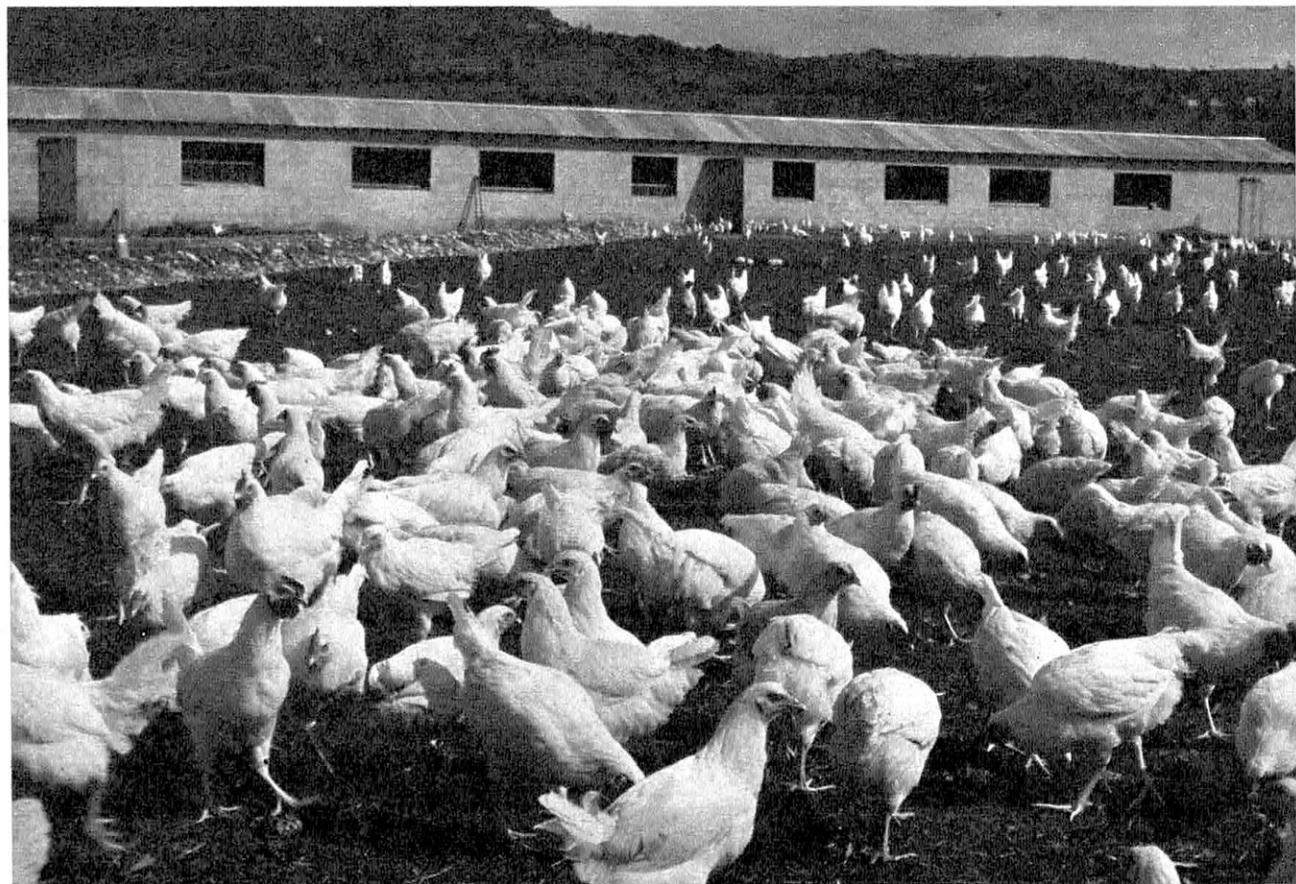
Ces résidus entraînés par le vent ou les pluies se retrouvent souvent loin des lieux où ils ont été appliqués.

Il semble impossible actuellement d'analyser un quelconque produit de la chaîne alimentaire sans y déceler des traces plus ou moins importantes de D.D.T. et de résidus organochlorés ou phosphorés. Les tests de laboratoires les signalent à la périphérie des tubercules, dans les épluchures de carottes, etc.

Au niveau du blé, le son est particulièrement apte à concentrer les résidus. On trouve ainsi deux fois plus de malathion dans le gros son que dans la mouture ordinaire de blé. Par contre, on n'en retrouve plus qu'un dixième dans la farine. Mais le son sert de pitance aux bovins et nous revient par le biais de la viande et des produits laitiers.

Le D.D.T. s'accumule dans les graisses qui peuvent le concentrer de 100 à 150 fois. Ainsi la **dose journalière admissible** (D.J.A.), prise comme point de repère de la toxicité, est peu significative puisqu'il est impossible d'établir une relation de cause à effet entre une ingestion répétée de particules de résidus et, des années après, l'apparition de lésions graves du foie ou de troubles circulatoires. On sait simplement que le chlordane (à 2,5 parties par million ou ppm), le D.D.T. (5 ppm), l'aldrine et la dieldrine (0,5 ppm) provoquent à court terme des lésions irréversibles du foie chez le rat et la souris. On sait aussi qu'un jeune veau, nourri du lait d'une mère ayant absorbé de la dieldrine avec sa ration alimentaire, est pris 6 à 8 semaines plus tard de troubles nerveux qui peuvent aller jusqu'à la convulsion.

Les hygiénistes pensent en outre que le DDT a un léger pouvoir cancérogène chez l'homme, qu'il est cause de stérilité chez les faisans et les poules, et qu'on lui doit d'une façon certaine la fragilité excessive de la co-



Albert Justin.

*Encore l'univers concentrationnaire. Mais c'est surtout le régime des volailles qui parfois, inquiète.*



Jean Marquis.

*Suite de l'épisode précédent : chaîne à poulets...*

quille des œufs. Il diminue en effet la sécrétion des œstrogènes chez la poule, inhibant par là la mise en réserve du calcium et son transfert des os vers la coquille. Les œufs sont rendus plus petits, plus fragiles, et de nombreuses couvées stériles.

Quant aux insecticides organo-phosphorés, ils seraient responsables, en provoquant la démyélinisation des nerfs, de certaines scléroses en plaque. Si la preuve formelle ne peut en être apportée, c'est que certains des pesticides de synthèse qui détruisent la myéline chez les oiseaux et chez l'homme ne le font pas chez les animaux d'expérience.

La preuve de la toxicité des traitements agricoles est donc difficile à faire, et quand elle est faite, le mal est souvent irréparable. Les adversaires de l'emploi inconditionnel de la chimie en agriculture s'accordent néanmoins sur le fait que les produits utilisés, ainsi que les procédés de l'élevage industriel, ont une part de responsabilité dans les maladies dites de civilisation : maladies cardio-vasculaires, maladies du système nerveux, diabète, et peut-être cancer...

## **LES ABERRATIONS DE L'ELEVAGE INDUSTRIEL**

Si l'herbe vierge est rare, les industriels ont découvert une compensation à la mauvaise

**nutrition d'un bétail concentré dans les élevages-pilotes : le sac alimentaire antibiosupplémenté.** Il s'agit d'un haut nutriment d'herbes aux vitamines de synthèse et aux antibiotiques (ou de tourteaux d'arachide épicés de divers pesticides et insecticides). Il vise à compenser, par un doping savamment entretenu de la naissance à la mort, la vitalité perdue d'un bétail qui ne voit jamais le jour.

Conditionné à être ce que nous en exigeons, sevré de vitamines B 12, gavé d'un régime volontairement carencé en fer mais aseptisé au chloramphénicol blanchissant, le veau acquiert dans son étable sans lumière une viande pâle totalement déminéralisée. Qu'importe si le chloramphénicol était le seul médicament authentiquement efficace contre la fièvre typhoïde...

En élevage, le résultat de ces pratiques, dégénérescence des fibres musculaires et perturbations de l'équilibre neuro-endocrinien, conduisent à la multiplication des myopathies métaboliques, dominante pathologique chez les veaux, les agneaux, les porcs, voire les poulets.

Les poules, en particulier, ne sont plus que des machines à transformer la matière première — l'aliment industriel — en produit fini — l'œuf. Leur durée de vie programmée est de un an : juste ce qu'il faut pour que l'exploitation entretenue 24 heures sur 24 dans un jour artificiel soit rentable.

Quant aux antibiotiques et aux œstrogènes de synthèse interdits en France par une loi récente, ils circulent en liberté dans les campagnes, à la disposition des paysans désireux de se passer de l'avis d'un vétérinaire.

Ajoutons à cela les multiples traitements assainissants des étables (revêtements anti-parasitaires incorporés aux peintures, plaquettes de dichlorvos vendues chez les droguistes), et les multiples fumigations ou pulvérisation de pesticides destinées à protéger les grains ou les fourrages contre les insectes et les rongeurs.

Ce cocktail de produits chimiques, dont les actions se conjuguent, se contrarient ou se cumulent, n'est pas sans soulever l'inquiétude des hygiénistes de la nutrition, qui ont déjà établi un certain nombre de faits.

- Les insecticides passent du fourrage au pis de la vache, perturbant la santé du veau, et se retrouvent dans tous les sous-produits du lait. Un kilo de beurre peut contenir de 1 à 4 mg d'insecticide chloré (D.J.A. 2,5 mg).

- On cite le cas de poulets qui n'ont pu être consommés à la suite d'un traitement du poulailler aux insecticides.

- Un gramme d'antibiotiques par kilo de fourrage passe dans le corps de la bête à raison de 0,5 à 3 g par kilo de poids vif. En résulte pour l'homme une désensibilisation excessive aux traitements par antibiotiques ou

au contraire un risque d'allergie. Certaines bactéries deviennent si résistantes aux antibiotiques qu'il faut plus d'un million et demi d'unité de pénicilline là où l'on employait autrefois des doses de 50 000.

- On a établi aussi que la tétracycline employée couramment dans les sacs alimentaires modifie la métabolisation du calcium, causant des troubles dentaires et osseux chez les jeunes enfants.

- Les œstrogènes ont été si fréquemment dénoncés par les vétérinaires et les consommateurs que leurs résidus visibles ont pratiquement disparu de la viande. Mais les œstrogènes liquides ne laissent pas de traces, et puisqu'on en vend en France... On pense qu'il ont un effet féminisant sur les organes génitaux masculins, un effet perturbant sur le développement sexuel de l'embryon humain et un effet cancérogène, par le diéthylstilbestrol utilisé à très forte dose dans de nombreux produits.

Voici de quels aliments les apprentis-sorciers que nous sommes font leur plat de résistance biquotidien. Or, l'O.M.S. précise qu'il faudra encore près de 15 ans pour savoir quelles maladies naissent vraiment de l'utilisation répétée des antibiotiques, des hormones de synthèse, aussi bien que des multiples résidus de l'agriculture.

## LA LUTTE RATIONNELLE

La chimie s'avérant d'un emploi délicat, on tente aujourd'hui de revenir, à la suite des savants et des écologistes, au maintien des milieux naturels survivants. Il s'agirait de ralentir le développement de la monoculture et de conserver le maximum de réserves naturelles où la présence de l'homme serait imperceptible. On pourrait, pour le moins, revenir à un milieu de prairies semi-naturelles où les écosystèmes seraient préservés, alternant avec de vastes surfaces cultivées en mono ou polyculture. Dans ces zones, pourrait se développer une lutte biologique — ou intégrée — contre les ravageurs des cultures.

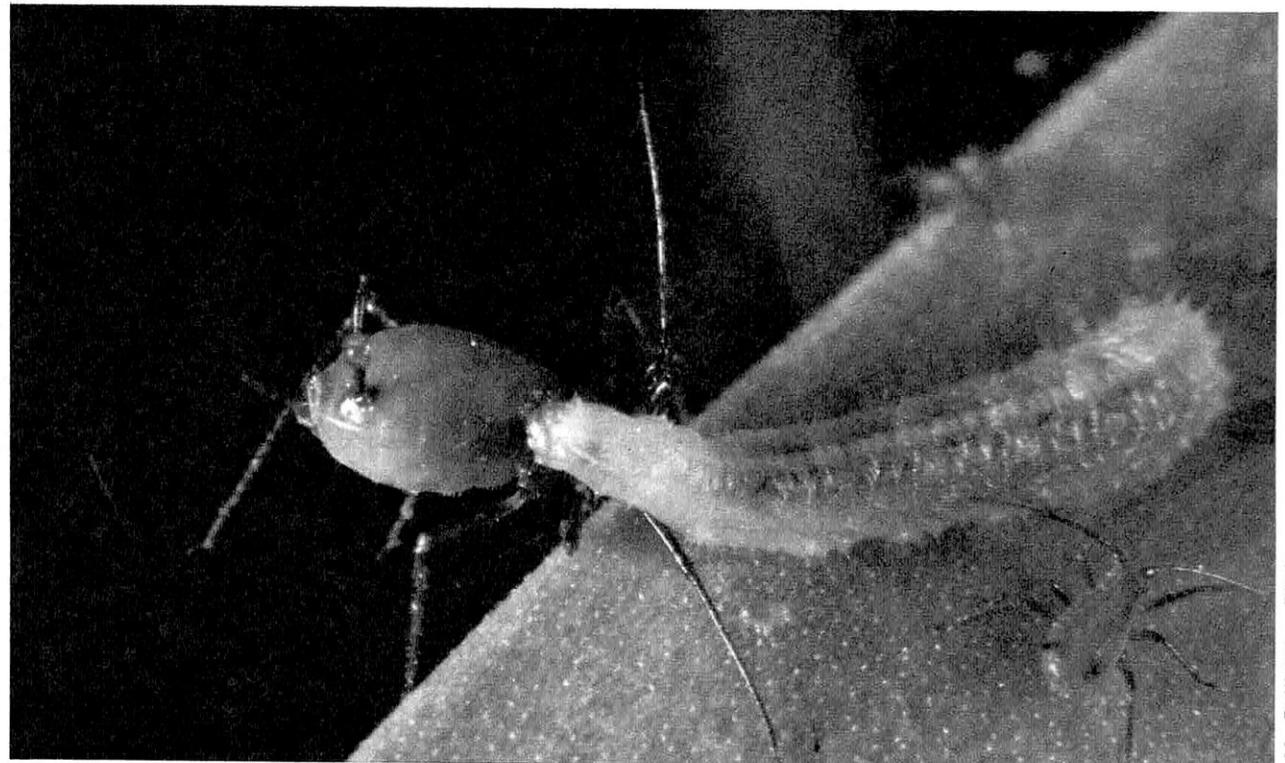
L'idée de la lutte biologique n'est pas neuve. Expérimentée depuis des décennies sur des espaces restreints, elle a fait, au cours de ces dernières années, l'objet d'applications systématiques en Afrique et en Amérique du Sud.

La base de la lutte biologique consiste à déterminer, dans un milieu donné, les lois de l'évolution des diverses communautés biologiques, afin de lancer contre les ravageurs des cultures une cohorte disciplinée de leurs ennemis naturels. Ainsi, l'innocente coccinelle se révèle un dangereux compagnon pour le puceron. Ainsi, les colonies de fourmies transplantées en Italie ont exercé des ravages chez la chenille processionnaire du pin.

Il ne s'agit pas d'aboutir à une éradica-



*En diverses régions, les insectes pollinisateurs ont été décimés par l'épandage de pesticides.*



M. Bellieud - Pitch.

*Des aides naturelles : les insectes carnivores, telle cette larve de syrphe dévorant un puceron.*

tion des parasites des végétaux, mais de maintenir un équilibre entre parasites et prédateurs, de telle sorte que les premiers ne puissent s'épanouir librement.

La bonne technique est, dans la plupart des cas, de déplacer l'entomophage hors de son terrain de chasse habituel, afin de l'éloigner de ses ennemis naturels et de multiplier son efficacité. Mais ce jeu où l'on manipule les cycles de la vie ne va pas sans aléas. Il faut éviter une action de l'insecte carnivore transplanté sur d'autres auxiliaires indigènes. Il faut aussi le placer dans des conditions climatiques qui favorisent son développement. Et une différence de température de quelques degrés peut parfois paralyser l'action d'un insecte exilé.

Devant de telles difficultés, on peut être conduit à faire recours aux organismes pathogènes, qui font l'objet d'un programme d'études lancé par l'INRA (Institut national de la recherche agronomique) en 1966. On a alors le choix entre plusieurs types d'auxiliaires :

- les champignons, qui engendrent des mycoses chez les insectes ;
- les bactéries, capables de provoquer, par leur multiplication, des septicémies ou des troubles mortels de la nutrition ;
- les virus, dont plusieurs centaines d'espèces peuvent affecter les insectes : utilisée pour la première fois en 1917 en Tchécoslovaquie, cette méthode gagne du terrain. On l'a employée contre des larves, les tenthredines, qui dévorent les feuilles des conifères, et, en France, contre la piéride du chou et la chenille processionnaire du pin.

Dans un autre domaine, le piégeage sexuel des insectes parasites des cultures a connu des développements, en particulier en France en 1973. Attirés par une capsule libérant une hormone sexuelle femelle, les mâles sont capturés et détruits. Cette méthode sert surtout à déterminer avec précision la période de reproduction du parasite, ce qui permet de diminuer de façon notable le nombre des traitements.

La chimie conserve son mot à dire dans la lutte en question. Des techniques modernes en cours d'expérimentation servent d'introduction à la lutte intégrée. On a mis au point des « insectifuges » qui repoussent les ravageurs des cultures, comme on a créé des espèces végétales qui résistent à leurs attaques.

Une étape prochaine pourra être la mise au point de produits de synthèse s'attaquant exclusivement aux parasites tout en laissant s'épanouir leurs ennemis naturels. Il s'agit d'abord de calculer un seuil de tolérance de la culture à protéger pour chacun des prédateurs, et de n'intervenir par la chimie que pour maintenir les colonies indésirables au-dessous du seuil ainsi défini. Le choix du pesticide se fait alors en fonction d'une nocivité minimale pour les ennemis naturels du prédateur.

Dans tous les cas, il s'agit donc d'interventions spécifiques, fonction des plantes à protéger, des espèces à contrôler, etc. Dans un pays comme la France, où on relève tant de microclimats, la lutte intégrée ainsi conduite ne pourrait relever que d'agronomes hautement spécialisés.

**Irène ANDRIEU**

## *L'agrobiologie: pour une politique de la terre*

Il existe des paysans heureux, amoureux de leurs terres et de leurs bêtes, et qui s'épanouissent dans des fermes vertes visitées par des consommateurs assoiffés de produits de qualité. Ils s'intitulent eux-mêmes agriculteurs biologiques. Biologiques parce que, même pour les moins puristes d'entre eux, aucun élément de la chimie de synthèse n'entre jamais dans la préparation des sols, et que, quelles que soit les méthodes employées, la relation naturelle sol-plante est toujours privilégiée.

Les pionniers de la méthode furent Rudolph Steiner et son disciple le Dr Pfeiffer, qui mirent, au point, voici quelques décennies la méthode dite « biodynamique ». Pour certains observateurs, une telle technique relevait des mystères de l'alchimie, puisqu'on y emploie des termes aussi barbares pour des oreilles occidentales que « bio-rythmes », ou « influence lunaire ». Albert Howard, pionnier second venu, a été le théoricien des deux méthodes les plus répandues actuellement : l'agriculture biologique et l'organo-biologique.

Le principe est le même, et seules les méthodes de nutrition du sol diffèrent d'un cas à l'autre. Les micro-organismes jouant un rôle essentiel dans la relation sol-plante d'une terre équilibrée, on leur donne les éléments insolubles qu'ils transforment en substances assimilables par les plantes. Cette fertilisation se fait en priorité par des apports organiques (mulching, engrains verts, compost, fumier, résidus divers de la ferme, où

tout est ainsi recyclé) et minéraux, qui varient selon les écoles. Chacune des écoles se proclame seule détentrice de la vérité et les fervents du retour à la terre ont bien des difficultés (à leurs débuts) à choisir entre les algues indispensables (maërl ou lithothamme) de Lemaire-Boucher, et les roches toutes puissantes (granite, basalte, etc.) de Müller.

Le compost, c'est l'affaire, pour qu'une exploitation soit rentable, des vaches : l'étable voisine donc avec des prairies naturelles où les herbicides sont évidemment exclus et où elles paissent l'été. La polyculture permet d'associer des plantes qui s'influencent favorablement, pour lutter contre l'épuisement des sols. Pour que l'activité de ces derniers se maintienne, il faut avant tout respecter les besoins biologiques des bactéries aérobies et anaérobies : le labourage est donc interdit, le cultivateur se contentant de griffer la terre pour l'aérer et l'aménager sans bouleverser sa structure.

Quant à la lutte contre les parasites, c'est d'abord affaire de défense naturelle des plantes. Une espèce résistante, bien adaptée au climat, et dont la croissance n'est pas forcée, rend généralement inutile toute

intervention antiparasitaire. Si cette dernière s'avère indispensable, Claude Aubert, agronome théoricien de Nature et Progrès, cite un certain nombre de produits à base de plantes (pyrètre, roténone, purin d'orties, décoction de prêle), etc., qui jouent contre les phytopathages (en colonies beaucoup plus restreintes que dans l'agrochimie) le rôle de pesticides. Le travail de la terre est donc facilité, même si au moment de la levée des herbes, qu'il faut souvent arracher à la main, on doit faire appel à un renfort de main-d'œuvre.

Pourquoi, dans ces conditions, les produits de l'agriculture biologique sont-ils aussi chers ? Parce que les circuits de distribution ne sont pas organisés, et aussi parce que l'agriculteur « biologique » a tendance à mépriser le citadin pollueur, responsable de son propre malheur écologique. Parce que, aussi, il n'existe pratiquement pas en France de grandes exploitations appliquant ces méthodes, comme celles dont la notoriété grandit aux U.S.A.

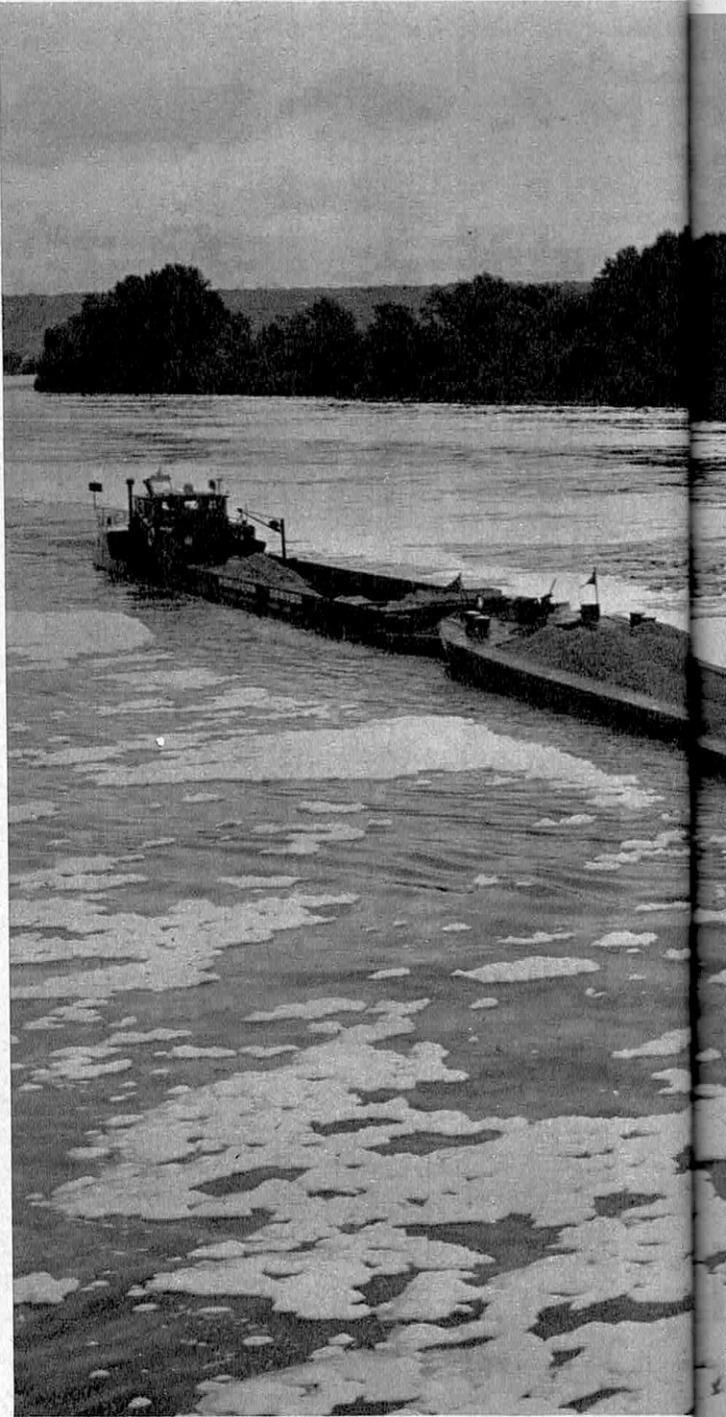
L.I.N.R.A., préoccupé de qualité biologique, ne semble guère intéressé par les expériences qui se multiplient en Bretagne, dans le Massif central et les Pyrénées. Les quelque 20 000 agriculteurs reconvertis depuis une vingtaine d'années à l'agrobiologie ne font, semble-t-il, pas le poids face à la chimie, pour prouver qu'il existe une agriculture authentiquement non polluante, tout aussi capable de nourrir les masses que l'agriculture officielle, et rentable.

I.A.

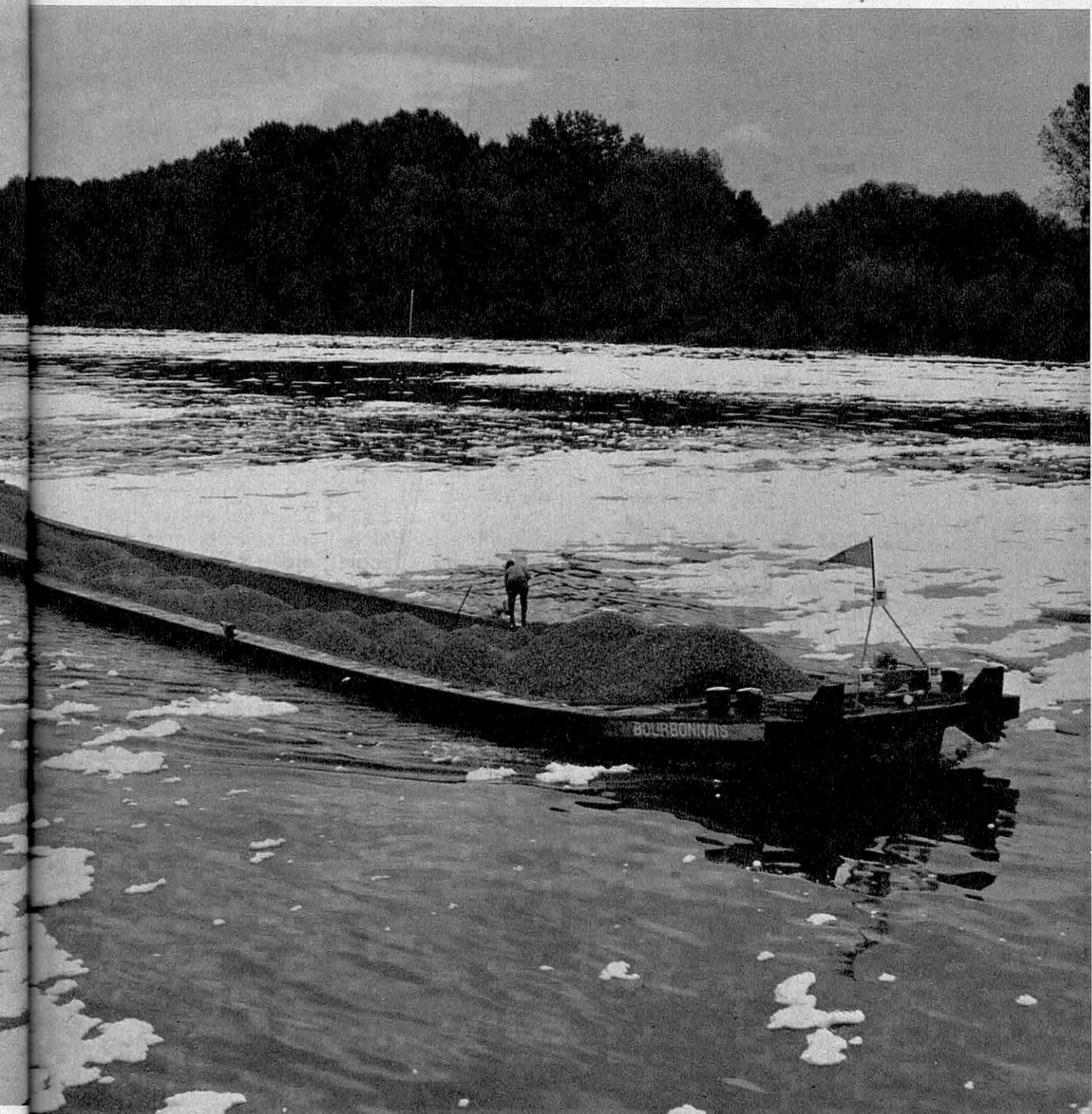


# LA POLLUTION DES EAUX

*Même si les prévisions gouvernementales peuvent paraître un peu optimistes, on ne peut que se réjouir de l'effort entrepris en France pour l'épuration des eaux souillées par les industries et la vie des grandes concentrations humaines.*



**P**eut-on encore paraphraser Mac Mahon et son célèbre « Que d'eau, que d'eau ! » ? Cet élément fondamental de la nature qu'est l'eau viendra-t-il, au même titre que l'air, à manquer ? La récente sécheresse des pays du Sahel apporte, d'une certaine manière, un argument de poids à l'idée d'une limite des ressources en eau. Mais si ce désastre a pu frapper certains, il a le désavantage de s'être produit trop loin pour préoccuper vraiment les esprits dans nos contrées au climat plus tempéré. Toutefois, une prise de conscience se précise, et l'on peut dire à présent, avec Bertrand de Jouvenel, que notre civilisation émerge de son enfance.



Malgré un bilan quantitatif positif, la pluie apportant plus de 40 milliards de m<sup>3</sup> d'eau par an en moyenne en France (170 milliards de m<sup>3</sup> s'écoulent par les fleuves, les rivières et les nappes) alors que la consommation annuelle n'est encore que de 25 milliards de m<sup>3</sup>, le gaspillage n'est plus de mise.

Pourquoi en est-on arrivé à cette prudence, qui a entraîné la définition de politiques et la mise en place de moyens de gestion des ressources en eau, tant en France que dans la plupart des pays industrialisés ?

Au siècle dernier, le problème essentiel était d'augmenter, parallèlement à leur développement, l'alimentation en eau des villes.

Mais, les progrès de la science aidant, la notion des maladies transmises par l'eau s'est imposée. Cela a conduit à rendre indispensable la construction de systèmes de captation, de traitement, et de distribution de l'eau. Partant de là, la gestion de l'eau s'est considérablement élargie, pour rassembler aujourd'hui des activités fort diverses.

Ainsi, le développement de l'énergie nucléaire, qui doit prendre une part croissante dans la satisfaction de nos besoins, ne va pas sans poser de nombreux problèmes. Les centrales nucléaires consomment énormément d'eau pour leur réfrigération et l'eau chaude ainsi rejetée peut éléver de façon apprécia-

ble la température des lacs et des cours d'eau, ce qui, naturellement, nuit à la flore et à la faune aquatique.

Comme le note un récent rapport de l'O.C.D.E. (Organisation de coopération et de développement économiques), « la gestion de l'eau n'est plus un domaine où on peut se contenter de commander à la nature ». Le spécialiste d'aujourd'hui se trouve confronté à un système complexe d'interactions et de réactions, où la définition des multiples objectifs, le recours à une gamme étendue de moyens, la protection du milieu et la satisfaction des besoins des divers groupes sociaux sont inextricablement liés.

Dans un tel contexte, donc, la plupart des pays industrialisés ont mis sur pied des organismes et édicté des lois destinés à protéger les eaux. En France cette protection est répressive, préventive, et dotée de moyens financiers depuis la création de six agences de bassin à la fin de l'année 1964. En percevant des redevances dont elles fixent elles-mêmes les taux, ces agences se dotent des moyens d'inciter les industriels et les collectivités locales à prendre des mesures contre les pollutions. Les sommes obtenues sont en effet distribuées sous forme d'aides accordées

à ceux qui décident de s'équiper de façon efficace. A titre indicatif, le VI<sup>e</sup> Plan prévoit, pour la période 1972-1976, le doublement des redevances perçues par rapport à la période 1967-1971.

L'incitation est aussi le fait de l'Etat. Ainsi, le F.I.A.N.E. (Fonds d'intervention et d'action pour la nature et l'environnement) peut intervenir pour soutenir des procédés originaux. Mais il existe également des aides par la participation aux risques ou par des prêts.

## QUANTITE, MAIS AUSSI QUALITE

Cette logistique tente de répondre à des besoins à la fois quantitatifs et qualitatifs. Sur le premier point, la France n'a pas affaire, dans l'ensemble, à des problèmes graves. La Compagnie générale des eaux a estimé à 15 milliards de m<sup>3</sup> par an la quantité utilisée en France à des fins industrielles. Ce chiffre représente environ 43 % de la consommation globale française ; 34 % sont utilisés par l'agriculture ; 14 % par les équipements collectifs (hôpitaux, écoles, etc.) ; 9 %, enfin, par les installations domestiques.

Première consommatrice d'eau et, facilement accusée n° 1, l'industrie a à faire face à

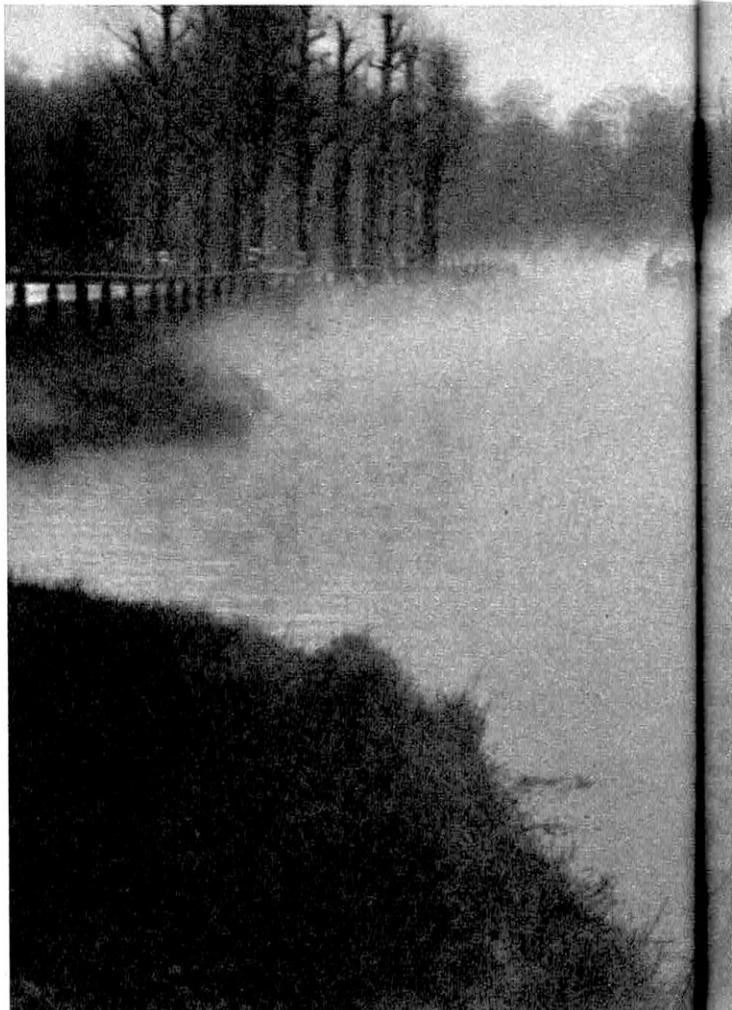
### *Un exemple de recyclage*

Une opération anti-pollution utilisant un procédé de recyclage a été menée à bien à l'usine de panneaux de fibre de bois Isorel à Casteljaloux. Il s'agit donc de la fermeture des circuits d'eau afin de supprimer tout rejet polluant.

Le recyclage présente des avantages certains qu'il est bon de rappeler : économie d'eau naturelle ; récupération, dans ce cas, des fibres perdues dans les effluents et des produits chimiques entrant dans le processus de fabrication ; suppression de la clarification des eaux résiduaires ainsi que de leur traitement biologique ; enfin, dernier avantage et non des moindres, suppression des taxes sur les rejets.

La mise en œuvre d'un tel procédé n'est pas sans poser des problèmes : l'eau recyclée un grand nombre de fois se charge de matières colloïdales, ce qui peut nuire à la production ; de même, la teneur en sels accentue la corrosion des conduites.

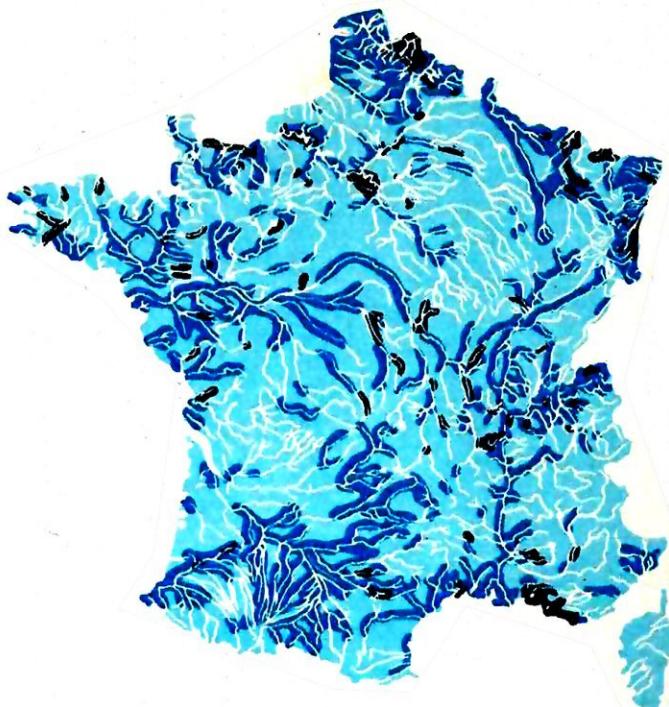
L'usine de Casteljaloux semble avoir résolu tous ces problèmes. Plusieurs entreprises étrangères sont d'ailleurs disposées à obtenir la licence de son procédé.



Il ne s'agit pas du Styx, mais de la Deule, dans le



forte pollution minérale  
 minéralisation  
 faible minéralisation



forte pollution organique  
 pollution organique  
 faible pollution organique (cas accidentels)

*L'état de santé de nos rivières, tel qu'il s'établissait en 1971, d'après 1 200 points de prélèvement.*



Jean Marquis

*secteur de Lens. Pollution thermique résultant du rejet d'eaux de refroidissement par les usines.*

des problèmes de dépollution forts complexes. Nous essaierons de les dégager, en faisant pratiquement abstraction des incidences des grandes concentrations urbaines.

L'eau réalise dans l'industrie, un certain nombre de fonctions élémentaires. D'après les responsables de la société Degrémont, spécialisée dans les problèmes de l'eau, la classification la plus claire est la suivante :

— **production d'énergie par vaporisation.** C'est le fait des centrales classiques ou nucléaires, qui réclament des eaux de bonne qualité ;

— **transport de calories.** On trouve cette fonction dans la condensation des vapeurs, le refroidissement des fluides ou des machines, qui nécessitent souvent des débits importants. Il est donc fait appel à des eaux de qualité moyenne ;

— **transports de matières premières** ou de déchets (les betteraves en sucrerie par exemple) ;

— **fabrication de produits** (papeteries ou industries alimentaires par exemple). Dans ce cas, la qualité des eaux utilisées doit souvent répondre à des normes strictes ;

— **rincage de pièces ou de produits.** Pour de tels travaux (traitements de surfaces, industries alimentaires, etc.), on exige les qualités de l'eau potable, parfois la stérilité absolue, ou encore une déminéralisation totale ;

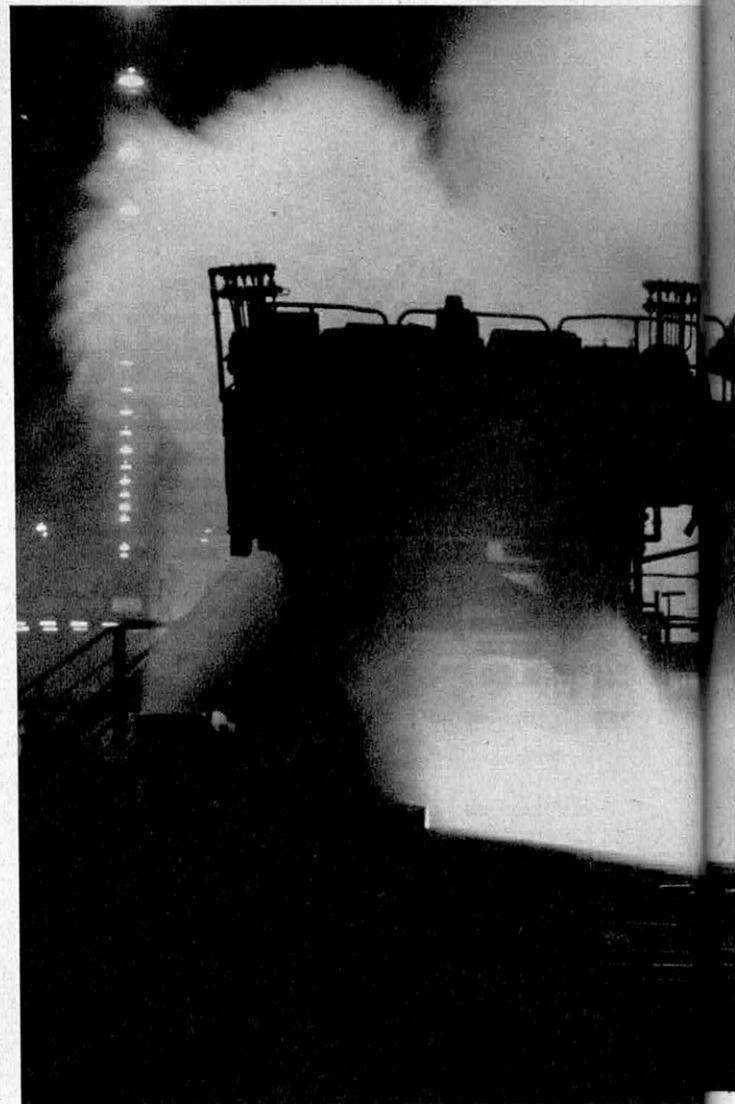
— **extinction** de produits incandescents.

A ces principales fonctions, il convient d'en ajouter d'autres, comme le lavage des gaz, utilisé en particulier en métallurgie, la préparation de bains (galvanoplastie, électrophorèse...), le conditionnement de l'air, etc.

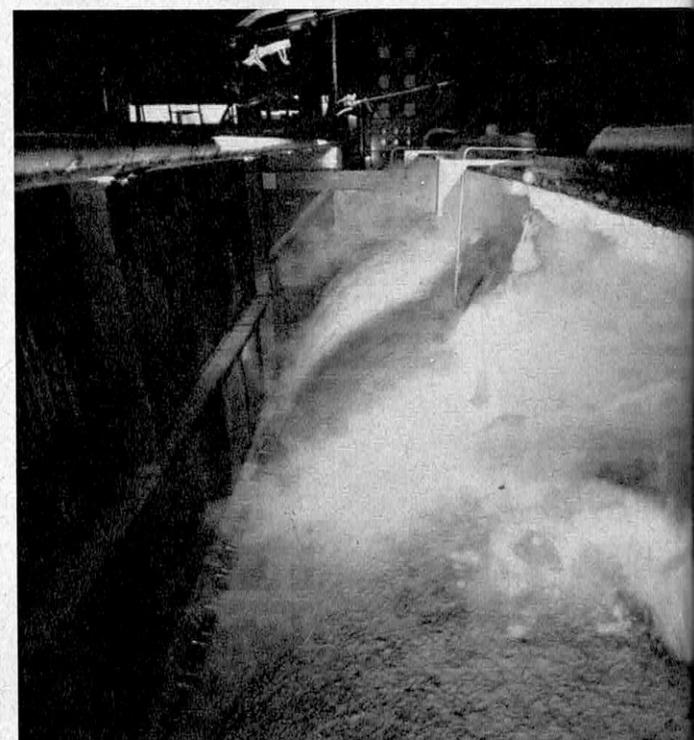
Cette variété des utilisations de l'eau dans l'industrie permet de comprendre que celle-ci en consomme beaucoup. A titre indicatif, il faut environ 200 m<sup>3</sup> d'eau pour élaborer une tonne d'acier et entre 50 et 300 m<sup>3</sup> pour une tonne de papier.

L'augmentation des besoins a incité l'Administration à prendre des mesures pour que l'industrie utilise presque exclusivement les eaux de surface, c'est-à-dire l'eau des rivières, des lacs et même des pluies. Les eaux souterraines de bonne qualité ne sont, en effet, pas très abondantes en France et doivent être réservées de plus en plus aux usages domestiques. Comme les industriels ne sont pas toujours enclins à faire appel aux eaux superficielles, les agences de bassin ont fixé une redevance plus importante pour les pompes dans les nappes souterraines.

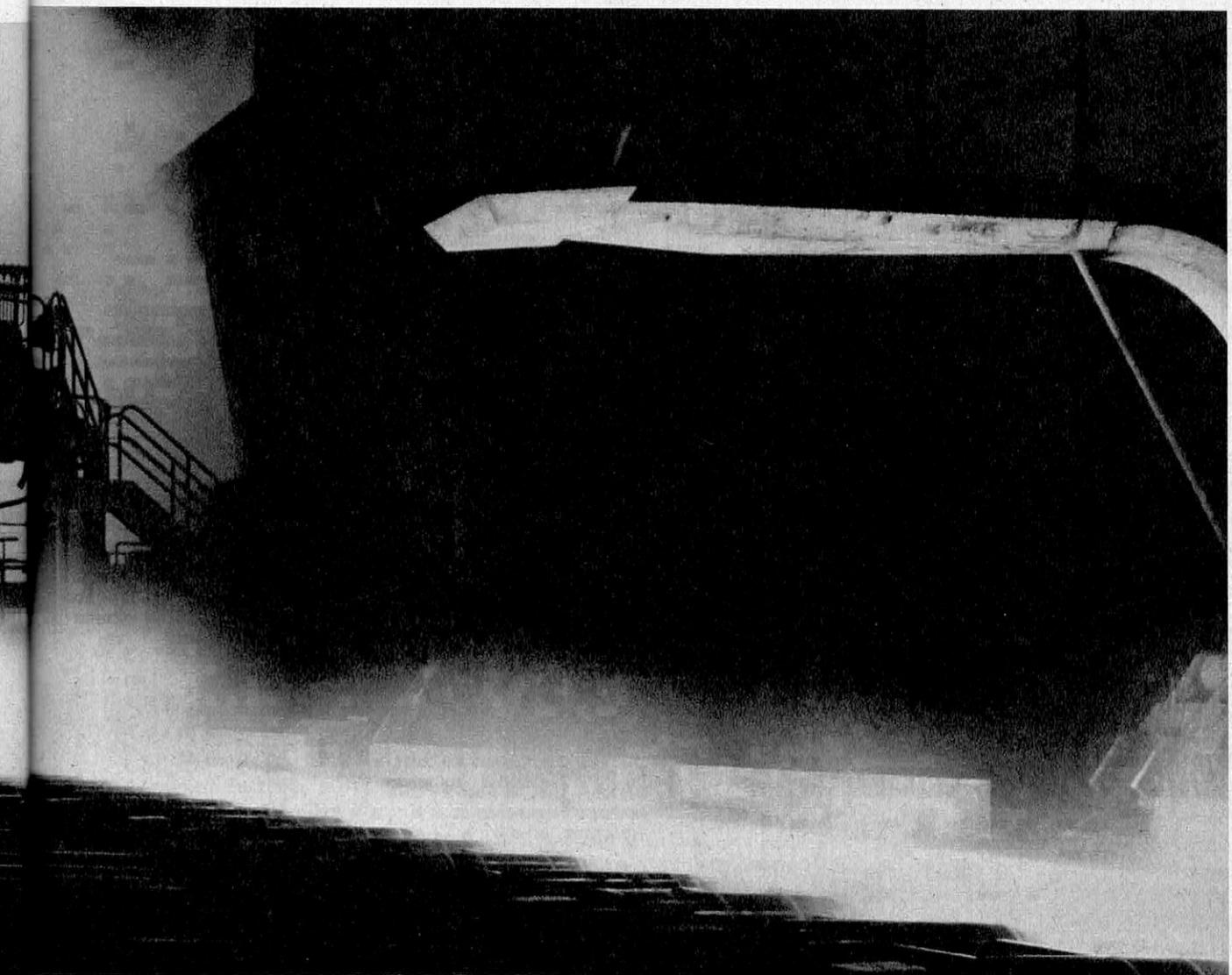
La réserve des industriels peut s'expliquer par la pollution plus grande des eaux superficielles, conduisant souvent à des traitements préliminaires. Plus précisément, ces eaux présentent des caractéristiques variables de température (suivant les saisons), de salinité (suivant les sols et les rejets en amont), de pollution organique et physique par les matières de suspension. Il en va autrement pour les



De gros consommateurs : la sidérurgie — refroidissement



La Cellulose du Pin



des tôles à la sortie du laminoir — ; l'industrie papetière — lavage de la pâte de cellulose — ; l'agriculture.



Jean Marquis

eaux de nappe, qui présentent l'avantage d'une assez bonne constance de température et de salinité.

Pour l'industriel, le problème de la pollution des eaux n'est donc pas seulement à prendre en compte au niveau des rejets, mais également à l'approvisionnement. Ce double problème peut conduire à l'adoption de solutions particulières, réutilisation ou recyclage de l'eau. Ces pratiques ont aussi le mérite de diminuer les redevances, tant pour le prélèvement que pour les rejets. La réutilisation et le recyclage permettent, en tout état de cause, de répondre à l'accroissement des besoins en eau de bonne qualité.

Selon les spécialistes de Degrémont, la réutilisation consiste en l'**emploi de l'eau en circuit ouvert à deux fonctions successives et différentes, avec éventuellement une phase intermédiaire de reprise ou de traitement**. On peut imaginer, ainsi, la reprise des eaux résiduaires provenant de sanitaires et de laboratoires, pour être envoyées après traitement comme appoint à des circuits de refroidissement.

Le recyclage, quant à lui, consiste à réutiliser indéfiniment la même eau pour une même fonction. L'exemple le plus répandu est le refroidissement en circuit fermé.

La pratique du recyclage est une mesure hautement économique. Ainsi, les unités de traitement de pétrole brut utilisent cent fois moins d'eau à la tonne de produit traité qu'il y a vingt ans. De même, certaines papeteries n'utilisent plus que 30 m<sup>3</sup> d'eau à la tonne de papier alors que beaucoup d'autres font encore appel à plus de 150 m<sup>3</sup> par tonne. Toutefois, les techniques de réutilisation ou de recyclage ne résolvent pas totalement, il s'en faut, les problèmes de pollution. Souvent, cette pollution résulte de la perte dans les effluents d'une partie de la production.

## **DES INSTALLATIONS VETUSTES**

On peut envisager trois grandes catégories de polluants. La première comprend des substances assez aisément biodégradables (les déchets organiques en particulier, sucres, protéines, phénols, etc.). Si la teneur en oxygène des eaux est normale, elles peuvent être décomposées sans trop de difficultés. Tout dépend des quantités en jeu.

La seconde catégorie se compose de substances qui ne sont pas ou très peu dégradables. Certaines sont assez peu nuisibles tant que leur concentration reste faible. Le chlorure de sodium en est un exemple. D'autres sont très nocives, même à faible teneur : produits chimiques en général, composés organochlorés, sels de métaux lourds... Ces produits peuvent s'accumuler dans les organismes vivants et donner lieu à des concentrations dangereuses dans la chaîne alimentaire.

Il convient d'ajouter certains micro-organismes (virus, bactéries, etc.) particulièrement résistants dans les eaux et présentant un danger direct pour l'homme.

La troisième catégorie correspond aux substances utilisées comme fertilisants (les produits phosphatés ou azotés principalement). Elles sont toujours présentes à faibles doses dans les eaux, mais, lorsque leur concentration augmente, elles peuvent provoquer des phénomènes d'eutrophisation dont il est question par ailleurs dans ce numéro. Disons seulement qu'il s'agit d'une croissance extraordinaire de variétés particulières d'algues microscopiques sous l'effet des fertilisants. En se multipliant à un rythme démesuré, elles produisent dans les eaux une quantité importante de matières organiques qui conduit à une désoxygénéation rapide.

La plus grande partie des charges polluantes (qu'elles soient urbaines, industrielles ou agricoles) atteignant les eaux naturelles pourraient être en général assez facilement interceptées et traitées dans des stations d'épuration. Cependant, d'après les spécialistes de l'O.C.D.E., l'épuration des eaux usées est, dans l'ensemble des pays membres de l'Organisation, très insuffisante : « **la plus grande partie des eaux usées, industrielles et domestiques, est directement rejetée dans les eaux naturelles sans aucun traitement** ». L'O.C.D.E. remarque que le taux des effluents réellement traités est voisin de 0 % dans plusieurs pays et qu'il dépasse rarement 50 %, la moyenne pouvant se situer entre 20 et 30 %.

Encore plus déplorable est la proportion importante de stations d'épuration fonctionnant de façon insuffisante. Leur efficacité réelle sur une année entière ne dépasse souvent pas 50 % de leur efficacité théorique, et parfois moins. La gestion incorrecte, la vétusté des installations et leur surcharge en sont causes, mais aussi l'empoisonnement de l'épuration biologique par des substances d'origine industrielle.

Ces considérations générales concernant les pays membres de l'O.C.D.E. méritent d'être regardées de plus près en ce qui concerne la France. Le ministère de la Protection de la nature et de l'environnement a récemment fait le bilan de l'action des agences de bassin, organes pilotes de la politique gouvernementale dans le domaine de l'eau.

Tenant compte des objectifs du VI<sup>e</sup> Plan, les agences se sont fixé pour objectif prioritaire de doubler entre 1970 et 1975 le rythme des réalisations anti-pollution, tant pour les collectivités locales que pour les industries.

A propos du tableau p. 66, il faut remarquer que les aides de l'Etat s'ajoutent aux aides des agences dans le cas des collectivités locales, mais non dans le cas des industries.



Phoque moine. Ses aires de reproduction sont compromises en Méditerranée.

## PROGRAMME D'INTERVENTION DES AGENCES DE BASSIN

Ouvrages des collectivités locales	1969-1972	1972-1976
Montant des travaux	350 MF/an	500 MF/an
Montant de l'aide	91 MF/an	150 MF/an
Taux moyen d'aide	26 %	30 %
Équipement des industries	1969-1972	1972-1976
Coût total des équipements	85 MF/an	160 MF/an
Montant des aides	39 MF/an	82 MF/an
Taux moyen d'aide	46 %	51 %

MF : million de francs.

Le programme 1972/1976 reprend les opérations prévues au titre de l'année 1972 du programme précédent.

### UN OPTIMISME EXCESSIF ?

A la fin de l'année 1972, les agences avaient aidé à construire ou à moderniser 2 240 stations d'épuration de collectivités locales. Au 1<sup>er</sup> janvier 1969, il n'existeit encore que 1 500 de ces stations en France. Depuis la fin 1964, date de création des agences, le montant global de leurs aides aux collectivités s'élève à 536 millions de francs. En ce qui concerne les établissements industriels, 575 ouvrages avaient été réalisés à la fin de 1972 avec le concours des agences. Le montant correspondant est de l'ordre de 285 millions de francs.

En fait, d'après les responsables de l'administration concernée, il ressort que les engagements ont tendance à dépasser les prévisions. Et l'on ajoute : « les résultats globaux obtenus jusqu'à présent permettent d'affirmer que la pollution chronique des eaux en France n'augmentera plus ».

A l'appui de cette affirmation, se trouvent les arguments suivants : « l'accroissement annuel brut de la pollution urbaine a été au cours du VI<sup>e</sup> Plan estimé de 1,4 à 1,7 millions d'équivalents-habitants selon le taux de ratrapage du réseau d'égouts. Or, l'élimination de la pollution correspondant aux engagements des agences a, au cours des dernières années, largement dépassé les prévisions. Ainsi, la pollution urbaine qui sera épurée par la réalisation d'ouvrages financés en 1972 par les agences peut être estimée à plus de 5 millions d'équivalents-habitants ».

Si la logique de la démonstration paraît implacable, on ne saurait rejeter entièrement le fait que les travaux préparatoires au VI<sup>e</sup> Plan n'ont pas donné lieu à une analyse très poussée des problèmes de pollution et de leur évolution. Chacun reconnaît la sous-évaluation des objectifs. Dans ces conditions, si

le bilan est positif, ce qui n'est guère contestable, il le sera certainement avec une moins grande ampleur qu'il n'était prévu.

En ce qui concerne les pollutions d'origine industrielle, on a estimé leur accroissement annuel brut à environ 2 millions d'équivalents habitants.

Toutes ces prévisions ne sont, de toutes façons, que théoriques. Elles supposent une efficacité des stations d'épuration à 100 %. Ce n'est évidemment pas le cas. Toutefois, même avec une efficacité moyenne ne dépassant pas 70 %, les spécialistes du ministère de l'Environnement estiment que la pollution éliminée sera supérieure à l'accroissement annuel brut, aussi bien pour la pollution urbaine que pour la pollution industrielle.

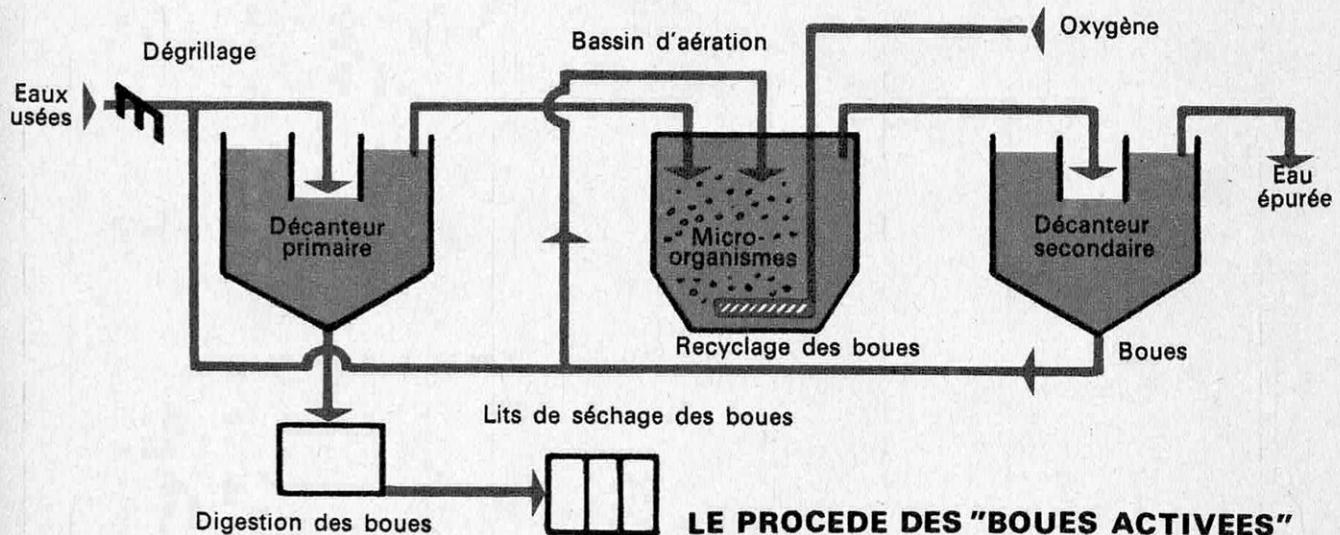
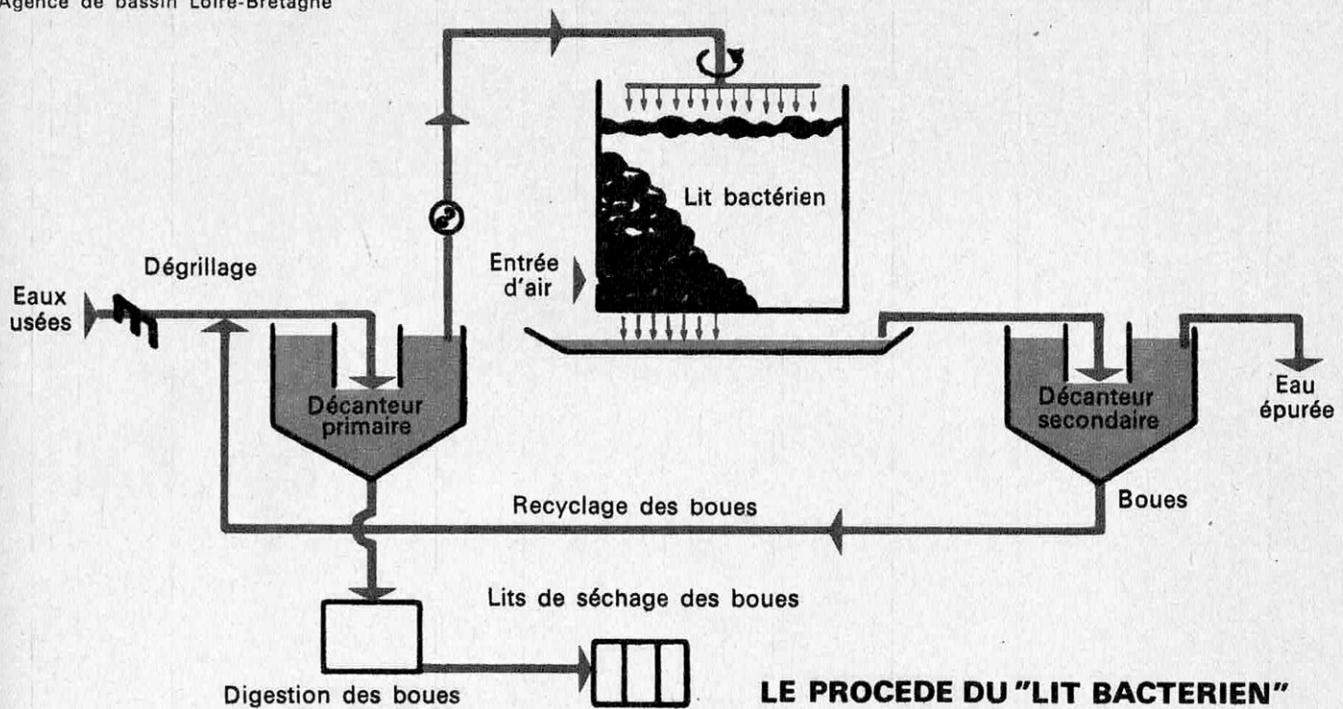
Des objectifs globaux ont été plusieurs fois précisés au cours de l'année dernière. Rappelons les propos de M. Messmer à l'occasion de la célébration du deuxième anniversaire du ministère de l'Environnement : « nous voulons obtenir, à partir de 1975, la

### L'épuration des eaux résiduaires

Les eaux résiduaires sont des milieux complexes pour lesquels la mise en œuvre de plusieurs procédés est nécessaire pour obtenir une épuration complète. Parallèlement aux méthodes biologiques, les méthodes physico-chimiques se développent de plus en plus et s'avèrent souvent très efficaces.

L'élimination des produits insolubles des effluents constitue déjà une dépollution importante. La pollution dissoute est elle-même transformée par des traitements biologiques ou chimiques en parties insolubles que l'on peut séparer. Les procédés physiques interviennent alors (filtres, décanteurs, décantation accélérée ou centrifugation). Dans certains cas, on peut être amené à utiliser les procédés de flottation ou d'électro-flottation (les insolubles se rassemblent en surface par l'action de bulles d'air).

Un des principaux problèmes de l'épuration se situe au niveau des boues finales. Grâce à l'ensemble des méthodes précédentes, le volume de ces boues est très réduit et l'eau subsistant est de meilleure qualité. Un procédé récent utilise la propriété des membranes semi-perméables qui, sous l'influence d'une pression extérieure, laissent passer l'eau presque pure et retiennent les particules solides. On remarquera que cette technique ne fait appel à aucun réactif chimique.



*Deux procédés d'épuration biologique largement utilisés dans les cas de pollution courante.*

décroissance de la pollution des eaux, pour aboutir en 1977 à une diminution d'un quart des pollutions déversées».

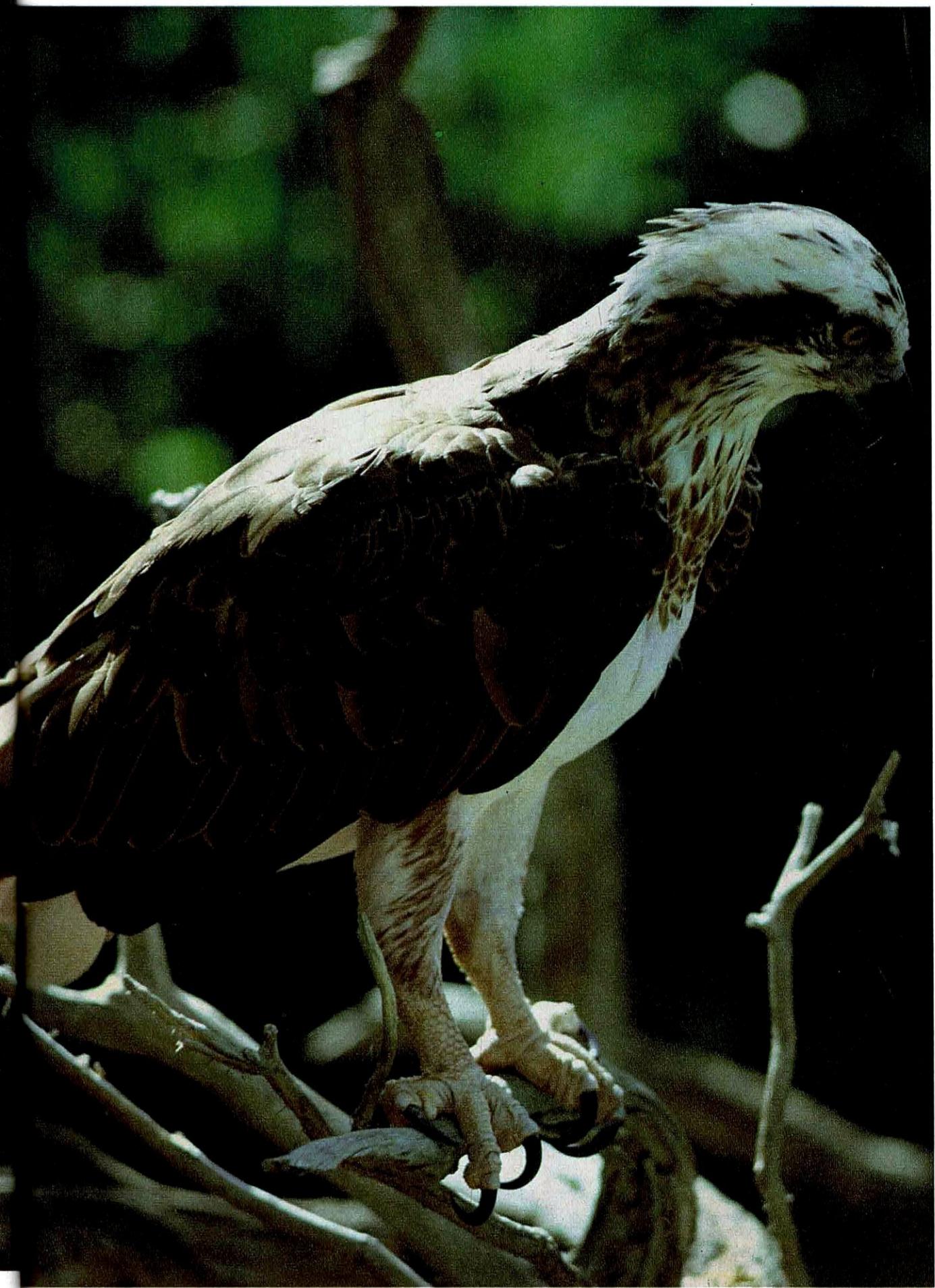
Dans l'ordre des choses, rappelons que, suite à la loi sur l'eau du 16 décembre 1964, un inventaire avait été réalisé par un groupe de travail interministériel. Pour la première fois, on disposait ainsi de données cohérentes sur le degré de pollution des eaux superficielles. La première campagne de mesures, en 1971, portait sur 1 200 points de prélèvement répartis sur 525 rivières. Les mesures obtenues en juillet 1973 s'établissaient au nombre de 220 000. Sur cette base, l'évolution de la qualité des eaux sera observée en permanence sur une centaine de points. En outre, un réseau automatique de surveillance de la pol-

lution est mis en place. Une nouvelle campagne de mesures doit être organisée en 1976. A noter que le public peut prendre connaissance de la situation en consultant les fichiers mis à sa disposition au siège de chaque agence de bassin.

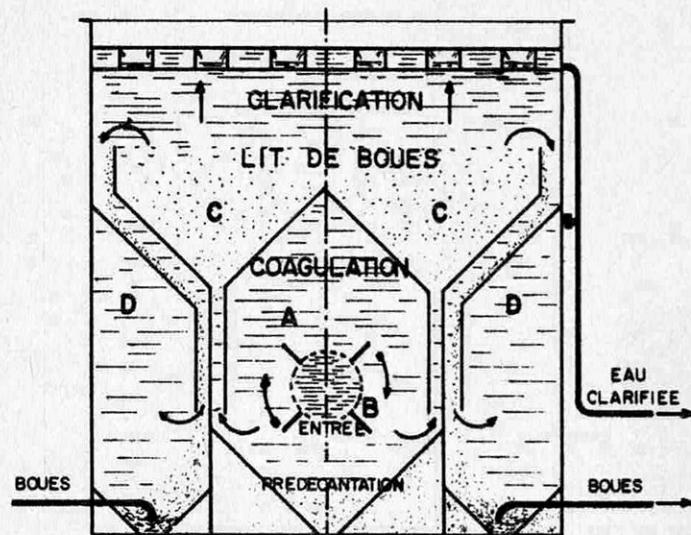
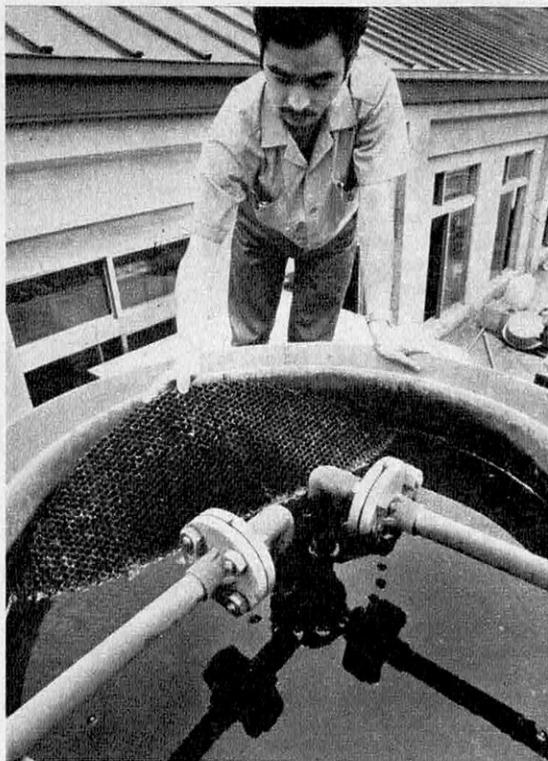
Parallèlement à cette opération dont l'impact sur le grand public est certain, d'autres initiatives ont été ou vont être encouragées. Ainsi des expériences pilotes, mettant en œuvre des « technologies propres » sont aidées par les agences (voir encadrés). Retenons l'exemple de l'usine de la Cellulose d'Aquitaine à Saint-Gaudens qui, pour blanchir les pâtes, a substitué aux procédés chimiques polluants un procédé nouveau à l'oxygène. Autre exemple, la Rochette-Cenpa



Elanion blanc. Ce rapace des régions chaudes risque de n'être bientôt qu'un souvenir..

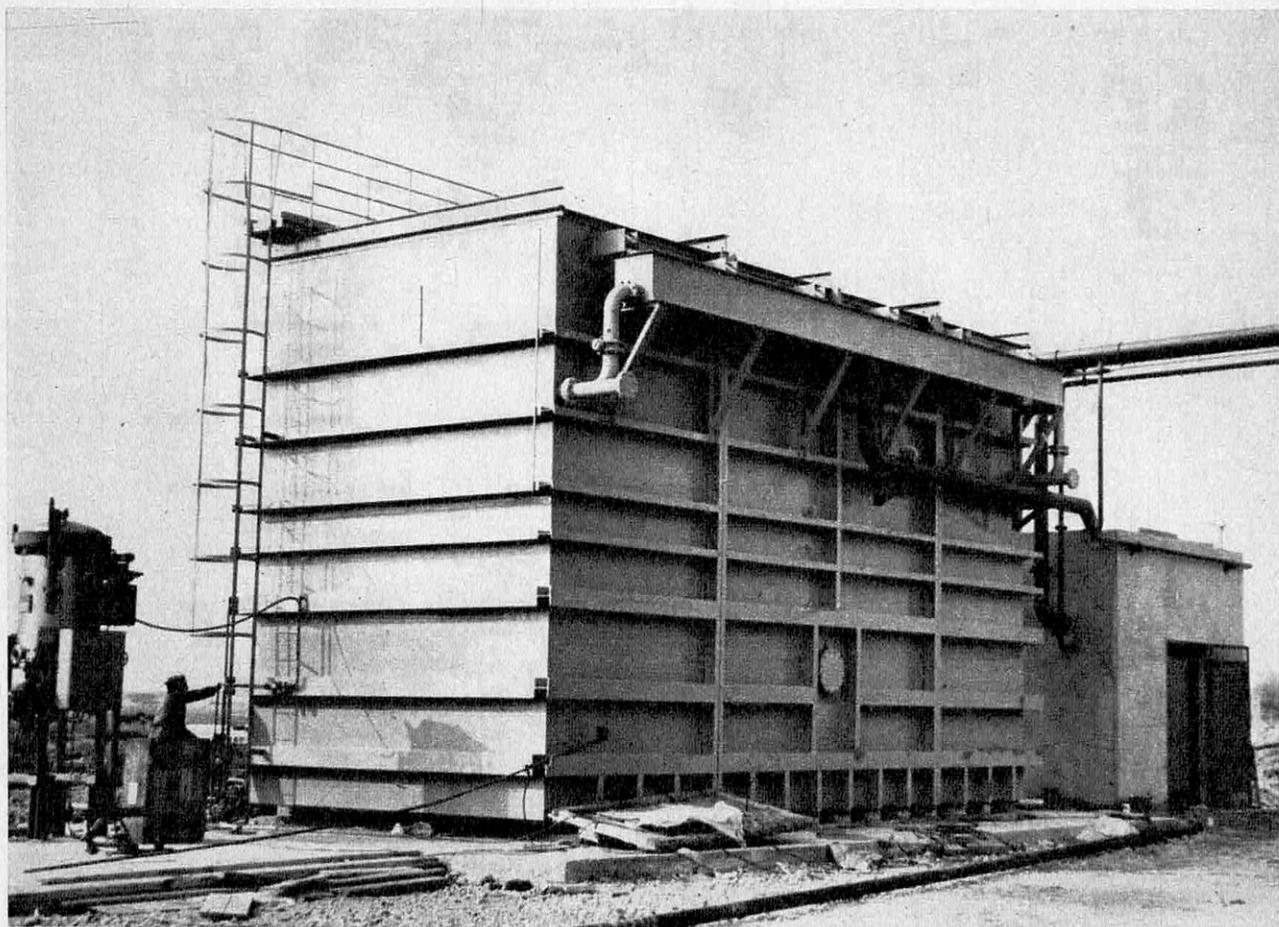


Balbuzard fluviatile (sorte d'aigle pêcheur). Son menu l'expose à une intoxication par le mercure.



*Les activités antipollution sont, au Japon, intenses. Les procédés biologiques d'épuration des eaux y sont à l'honneur. Mais la fragilité des colonies bactériennes exige une surveillance constante.*

*Une unité Seclar pour le traitement des effluents industriels. Elle assure flocculation par réactifs chimiques, décantation des boues et élimination de celles-ci. En bas de page, une unité 200 m<sup>3</sup>/h.*





*Les pétroliers ont mis au point des techniques originales pour l'élimination des résidus huileux.*

à Venizel, qui fabrique du carton pour les emballages, a adopté un procédé au monosulfate d'ammonium permettant une combustion plus facile de ses liqueurs noires.

Autre initiative, les contrats de branche. Il s'agit de la signature de contrats entre l'Etat et une branche industrielle pour réduire la pollution selon des échéances précises. Actuellement, deux secteurs industriels sont concernés, les fabriques de pâte à papier et les sucreries. D'autres sont à l'étude : le la-

vage de la laine, les distilleries, les féculeries.

Enfin, retenons l'opération « 1 000 stations », lancée au début de l'été dernier par M. Poujade, ministre de l'Environnement. Le but de ce concours, ouvert aux entreprises françaises et étrangères, est d'apporter une certaine standardisation des stations d'épuration et un abaissement de leur coût en provoquant des commandes groupées.

J.-P. BRICOUR



Lynx commun d'Europe. Ce « loup-cervier » a complètement disparu du territoire français.



Bouquetin des Alpes. Il a été sauvé in extremis de l'extermination grâce à l'Italie.

# *Une pollution caractéristique des lacs : l'eutrophisation*

Alain Perceval.



*Le lac d'Annecy, victime en premier lieu de l'urbanisation locale.*

Comme tous les réservoirs d'eau utilisables et utilisés par l'homme, comme les rivières et les océans, les lacs sont soumis à une pollution commune à l'élément eau qu'ils contiennent. Dans le cas des lacs, cependant, un phénomène supplémentaire vient se greffer qui ne laisse pas d'inquiéter : l'eutrophisation. Ce processus, qui consiste en un développement pathologique des algues contenues dans l'eau, correspond à une rupture du cycle écologique.

## **LA RUPTURE DU CYCLE ECOLOGIQUE**

Le lac est en effet alimenté par les matières

minérales qui proviennent de l'action naturelle d'érosion et de percolation des eaux dans les sols non cultivés. Il l'est aussi par les matières apportées, directement ou non, par l'homme : eaux résiduaires domestiques et industrielles ; pertes de fertilisants agricoles ; résidus liquides et solides des élevages ; polluants atmosphériques ramenés au sol par les précipitations. Une partie des éléments qui les constituent — phosphore, azote, oligo-éléments, vitamines et substances de croissance — jouent le rôle de fertilisants vis-à-vis des végétaux aquatiques, et en particulier des algues microscopiques.

Dans les conditions normales, ces dernières se dé-

veloppent et se reproduisent en empruntant l'oxygène de l'eau, l'azote et les phosphates en provenance des composés en dissolution, enfin, le carbone contenu dans le gaz carbonique de l'air. La faune aquatique de base composée de très petits animalcules qui consomment ces algues, est elle-même la proie des poissons. Les bactéries de la décomposition font finalement repasser les déchets organiques à l'état de produits inorganiques, qui sont l'acide carbonique, les nitrates et les phosphates. C'est-à-dire que le cycle est bouclé.

Sa rupture, provoquée par l'accélération du déversement d'effluents domestiques et industriels, va entraîner l'eutrophisation. Les algues, dans ce cas, se développent plus vite que la faune aquatique ne peut les absorber. Elles meurent, sédimentent et pourrissent, avec une importante consommation d'oxygène dissous nécessaire à la transformation de l'organique en inorganique. Cet appel d'oxygène, appelé DBO (Demande Biologique d'Oxygène) se fait au détriment de la faune, qui disparaît. Mais plus la faune disparaît, plus la flore se développe... et meurt faute de consommateurs. La rupture du cycle écologique a donc une double conséquence : disparition du poisson et prolifération des algues sur toute la surface de l'eau et sur les plages.

L'exemple du lac Erié, aux Etats-Unis, symbolise

tous les dommages qu'entraîne l'eutrophisation. En dix ans, presque toutes les plages ont dû être fermées : les eaux, jadis claires, se chargent de dépôts noirâtres ; les esturgeons ont pratiquement disparu — un million de livres pêchées en 1900 contre 4 000 en 1964 —, tout comme les brochets, au profit d'espèces résistantes comme les carpes, les perches ou les poissons-chats.

### L'EXEMPLE DU LAC D'ANNECY

Bien que la pollution des lacs français n'ait pas encore atteint le degré caractéristique du lac Erié, de nombreux travaux visant à les protéger de l'eutrophisation sont entrepris. C'est en particulier le cas des lacs situés dans la région de Thonon.

En collaboration avec des laboratoires suisses, l'INRA (Institut National de la Recherche Agronomique), grâce à une évaluation par le carbone radioactif de la production « primaire », celle des algues, a pu quantifier l'intensité des phénomènes d'eutrophisation du lac Léman.

Après une série d'études statistiques, le lac de Nantua vient d'être protégé contre une partie des apports polluants d'origine domestique.

Mais les recherches et les travaux les plus avancés l'ont été au lac d'Annecy. Les résultats déjà obtenus sont fort encourageants.

Les sources de pollution recensées en 1970, y sont

multiples. Le premier élément perturbateur, c'est la population humaine, par l'intermédiaire des effluents domestiques qui, d'une part, consomment l'oxygène dissous dans le lac pour leur oxydation ; d'autre part, apportent une masse considérable de phosphore et d'azote : respectivement 3 et 10 g par jour et par habitant pour une population autochtone de 80 000 habitants à laquelle s'ajoutent en été 35 000 touristes. Autres éléments perturbateurs : les fertilisants agricoles. Ils sont évalués annuellement, dans la région, à 48 tonnes d'azote et 101 tonnes de phosphore. Néanmoins, la totalité n'est pas entraînée vers le lac : le phosphore n'est entraîné que par l'érosion, tandis que l'azote, qui se présente sous forme soluble, voit son passage dans l'eau facilité. La production de déchets animaux — des bovins, en particulier — est estimée équivalente à celle d'une population de 75 000 habitants. Cependant, un élevage traditionnel très dispersé réduit les apports au lac dans des proportions importantes. Les industries laitières, enfin, semblent rejeter des eaux résiduaires insuffisamment épurées, tandis que les autres activités industrielles ne paraissent pas avoir un rôle important dans la mesure où elles se situent en dehors du bassin versant du lac...

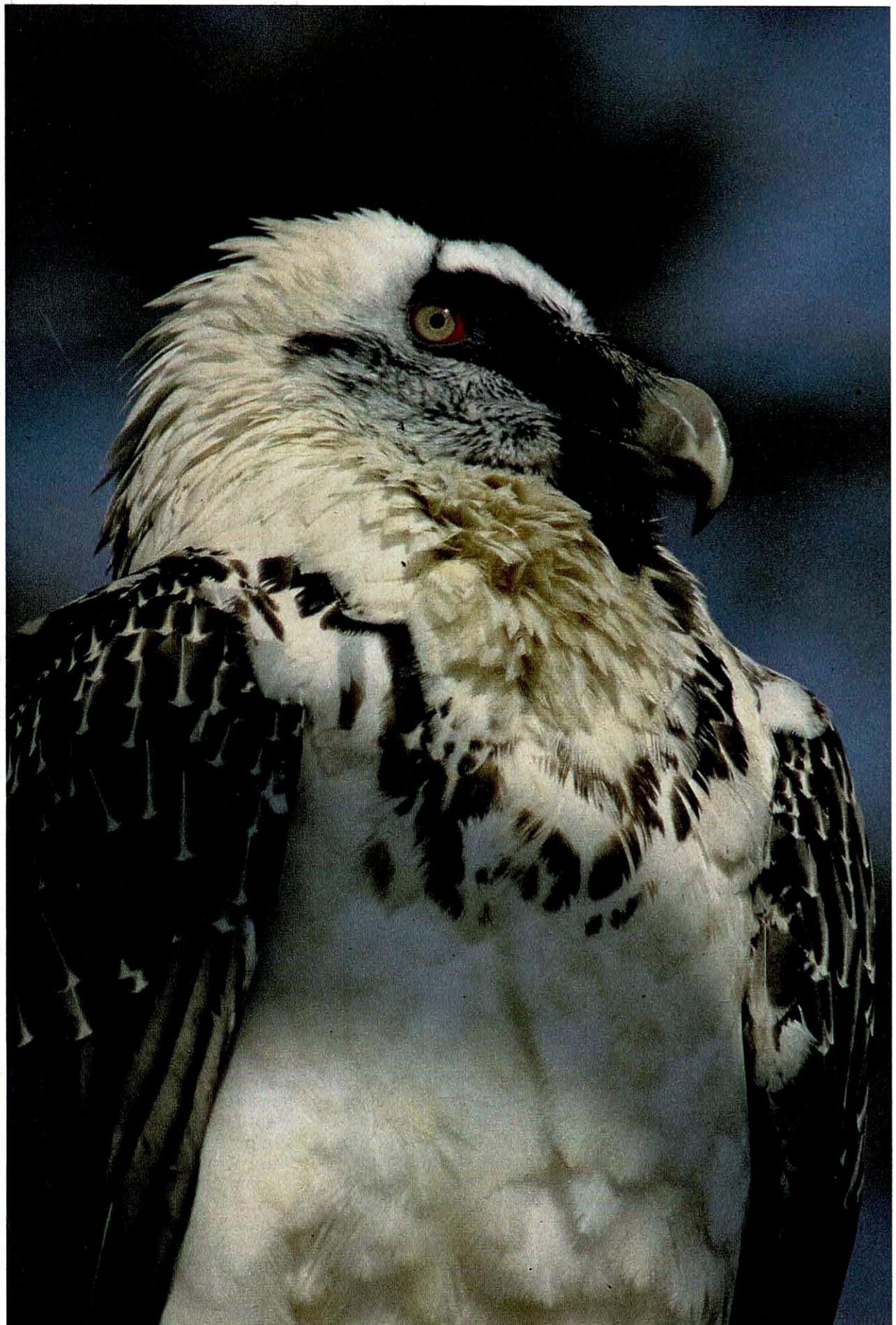
Les capacités d'autoépuration du lac apparaissent insuffisantes, la construction d'un égout périphéri-

que fut envisagée dès 1951. Dans un premier temps, une station d'épuration fut construite. Puis ce fut, progressivement, à partir de 1957, la pose du collecteur. La rive nord, la plus peuplée, fut bientôt protégée et le taux de raccordement de la population qui atteignait 63,6 %, en 1971 devrait être de 100 % en 1975. En même temps, la collecte et le traitement des ordures ménagères sont réalisées de telle façon qu'à l'achèvement des travaux, les 9/10 de la pollution domestique antérieure devraient être éliminés.

Les résultats apparaissent d'ores et déjà satisfaisants et justifient pleinement les investissements de 90 millions de francs qui auront été nécessaires. C'est ainsi qu'entre 1967 et 1970, la transparence moyenne de l'eau est passée de 5,86 à 6,48 m. Le phosphore soluble, présent dans 24 % des échantillons prélevés en 1968, n'a pu être détecté que dans 12 % des échantillons en 1970. Enfin, depuis 1967, le nombre des examens bactériologiques défavorables est passé de 24 à moins de 10 %.

Si les mesures prises ont ainsi permis, dans le cas du lac d'Annecy, de réduire la pollution, c'est peut-être parce que la dégradation constatée n'était pas encore suffisamment avancée. Il n'en est malheureusement pas toujours de même. Encore une fois, l'adage « mieux vaut prévenir que guérir » se vérifie.

G. S.



Gypaète barbu. Ce grand rapace charognard a beaucoup régressé dans les Pyrénées.



Faucon pèlerin. Jadis très répandu en France, il a été décimé en de multiples circonstances.



# ÉPURER L'ATMOSPHÈRE

---

*En France, la lutte contre les pollutions atmosphériques est essentiellement réglementaire et repose sur une juridiction déjà ancienne. Des résultats importants ont été acquis au cours des dernières années, et la crise de l'énergie pourrait contribuer à accélérer le mouvement.*

---

**L**a pollution atmosphérique peut être définie comme la présence, dans l'air, de produits pouvant créer des gênes pour le bien-être des hommes ou provoquer des effets toxiques sur les êtres humains, les plantes, et les matériaux.

Comme bien d'autres pollutions, elle résulte du développement des activités humaines et a paru longtemps la rançon de l'expansion économique. Mais, depuis quelques années, le malaise des populations grandit à son propos. Le spectacle qu'offrent des pays très industrialisés comme les Etats-Unis ou le Japon n'est, il est vrai, pas rassurant. En France, la pollution de l'air n'a pas encore atteint le même niveau, mais les populations, surtout celles des villes, s'inquiètent.

Derrière une revendication simple, celle de l'air pur, se cachent néanmoins des problèmes complexes que même les spécialistes sont encore loin de maîtriser totalement.

## LES SOURCES DE POLLUTION

Si on laisse de côté la pollution due aux automobiles, les principales sources de pollution atmosphérique sont les combustions industrielles et domestiques (chauffage en particulier) et, d'autre part, divers processus industriels.

Au niveau des processus spécifiques qu'elles emploient, on peut citer, parmi les industries les plus polluantes :

— la sidérurgie, qui émet des poussières et du gaz sulfureux ;

— les cokeries, qui rejettent des particules de charbon et des produits gazeux dont certains sont malodorants ;

— les convertisseurs à oxygène pur et leurs fumées roussies, qui contiennent de fines particules d'oxyde de fer ;

— l'industrie de l'aluminium, qui souille l'atmosphère de fluorures, provenant de la cryolithie utilisée comme fondant pour l'électrolyse de l'alumine.

— l'industrie chimique, qui émet une grande variété de polluants : oxydes d'azote, gaz sulfureux, etc.

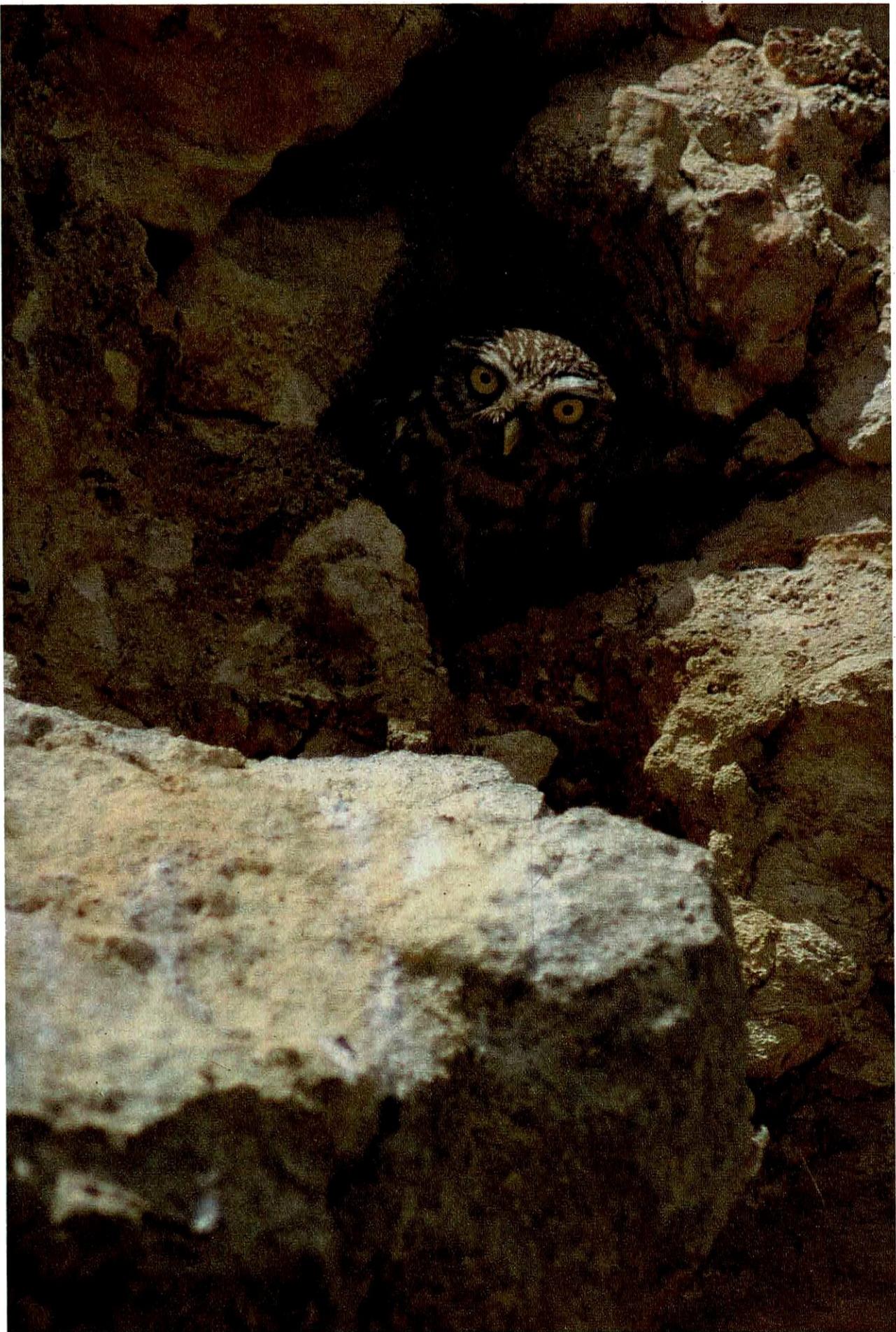
— les cimenteries, à chaque étape de la fabrication, libèrent des poussières : poussières de matière crue ou poussières de ciment ;

— les raffineries de pétrole et les usines de pâte à papier émettent des substances malodorantes (mercaptans...).

La pollution due aux combustions banales, industrielles ou non, de matériaux solides, liquides ou gazeux, est constituée surtout de



Grand Duc. Le plus grand des rapaces nocturnes a souffert de la raréfaction des lapins.



Chouette chevêche. Ses habitats se trouvent réduits du fait de la disparition des haies.



Lutter contre les pollutions atmosphériques suppose d'abord des moyens de mesures de la situation actuelle et de son évolution. Le département

gaz sulfureux, d'oxydes d'azote, d'oxyde de carbone et de particules (cendres volantes ou imbrûlés solides). Le gaz sulfureux provient du soufre contenu dans le combustible.

### **MESURER LA POLLUTION**

Il est à peu près impossible de chiffrer exactement les tonnages de chacun des polluants produits. Quelques évaluations ont été faites. Ainsi, en France, les émissions de gaz sulfureux, compte non tenu des combustions pures, se seraient élevées à 150 000 tonnes en 1970. Elles proviennent surtout du complexe de Lacq et des usines d'acide sulfurique.

Plus intéressant est de mesurer des niveaux de pollution. Mais c'est une opération extrêmement délicate en raison des teneurs très faibles (qui peuvent n'en être pas moins toxiques) des polluants dispersés dans l'air.

De telles mesures sont tout de même indispensables pour servir de base à une réglementation. A l'heure actuelle, les résultats sont parfois discutables. Les appareils de mesure n'atteignent pas la précision désirée et la manière de prélever les échantillons intervient pour beaucoup.

des recherches du Central Electricity Generating Board anglais a mis au point le Lidar, système laser mesurant la turbidité de l'atmosphère.

En général, les teneurs en polluants sont exprimées en microgrammes par mètre-cube d'air ou en parties par million (ppm). On estime, par exemple, qu'un travailleur en bonne santé peut supporter pendant huit heures de travail quotidien 5 ppm de gaz sulfureux, 50 ppm d'oxyde de carbone et 5 ppm d'oxydes d'azote.

Dans les agglomérations ou autour des établissements industriels, l'installation de réseaux de mesure est en cours. Dans la région parisienne, dont le niveau de pollution est fort préoccupant, plusieurs laboratoires sont à l'œuvre. Malgré une augmentation nette de la consommation totale d'énergie, on y a pourtant noté — depuis 1962 — une diminution de la pollution.

### **LES EFFETS DES POLLUANTS**

Scientifiquement, on connaît encore mal les relations existant entre la présence de tel composé et les effets enregistrés. Les recherches se poursuivent pour déterminer avec précision les effets des polluants sur la santé humaine et les seuils à ne pas dépasser. On travail quotidien, 5 ppm de gaz sulfureux,

toxiques existent, non seulement pour l'homme, mais pour la flore, la faune, et les matériaux.

Les effets sur l'homme sont de deux sortes : effets toxiques se manifestant à plus ou moins long terme ; effets « nuisants », qui sont surtout sources d'inconfort.

Dans l'état actuel des connaissances, on ne peut affirmer qu'une maladie donnée doive être attribuée à la présence dans l'air de tel corps et à elle seule. Mais on ne doute pas de ce que la pollution favorise un certain nombre de maladies, en particulier des voies respiratoires : bronchite chronique, emphysème, asthme, cancers broncho-pulmonaires...

Sur les végétaux, l'effet le plus courant est l'apparition de nécroses sur les feuilles et les fruits. Il est attribuable au gaz sulfureux et aux composés fluorés. Les dommages occasionnés par ces deux types de composés ne se manifestent d'ailleurs pas de la même manière.

Les dégâts du gaz sulfureux apparaissent à partir d'un seuil qui dépend des conditions météorologiques et de la nature du végétal. Dès que le niveau de polluant est retombé au-dessous du seuil, les effets cessent de se développer.

Les effets du fluor sont, au contraire, cumulatifs. Même si le niveau du polluant s'abaisse, l'attaque du végétal se poursuit.

En France, la pollution soufrée est particulièrement sensible dans la région de Lacq. Le gaz naturel y contient à peu près 15 % d'hydrogène sulfuré. Les traitements de désulfuration se traduisent par le rejet dans l'atmosphère de 300 à 400 tonnes de gaz sulfureux par jour. Lorsque les conditions météorologiques sont défavorables, les dégâts sur la végétation peuvent être importants. Dans ce cas, on applique un plan de réduction de la production.

La pollution fluorée sévit essentiellement autour des usines d'aluminium. La cryolithe, fondant utilisé pour la séparation de l'aluminium par électrolyse, contient du fluor. Il se retrouve dans l'atmosphère sous forme de fluorures et d'acide fluorhydrique. La plupart des usines, implantées dans les vallées montagnardes, sont anciennes. Beaucoup ne disposent pas de systèmes d'épuration des fumées. Les arbres fruitiers, la vigne et les résineux sont particulièrement sensibles à l'action de ce fluor.

La pollution de l'atmosphère a une incidence certaine sur la tenue des matériaux. Façades salies ou altérées, toitures corro-dées — cette corrosion étant aggravée par l'humidité —, autant de pertes qui peuvent faire l'objet d'estimations assez précises.

Parmi les effets de la pollution atmosphérique, on ne saurait négliger ceux d'ordre psychologique. Les gênes occasionnées sont de plus en plus mal supportées. En particu-

lier les retombées de poussières auprès de certaines usines (cimenteries, fonderies...), les odeurs près des usines de pâte à papier, des tanneries, raffineries de pétrole, ateliers de torréfaction du café...

Toutes ces nuisances menacent, à la limite, l'industrie elle-même. Sous la pression de l'opinion publique, la législation s'élaborer ou se durcit.

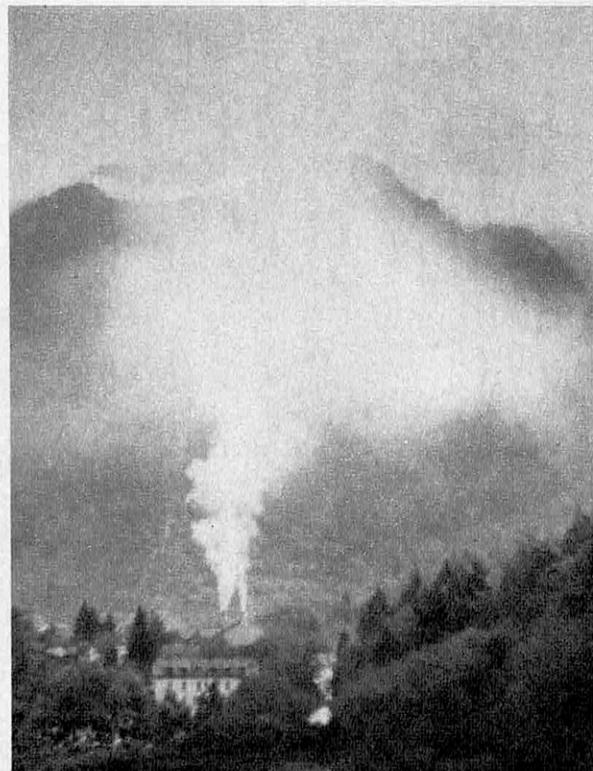
## LE CADRE REGLEMENTAIRE

Depuis février 1971, la lutte contre les pollutions dépend d'un Ministre délégué auprès du Premier ministre, chargé de la protection de la nature et de l'environnement. Alors que, pour l'eau, l'action de l'administration est originale et diversifiée, elle est, pour l'air, essentiellement réglementaire.

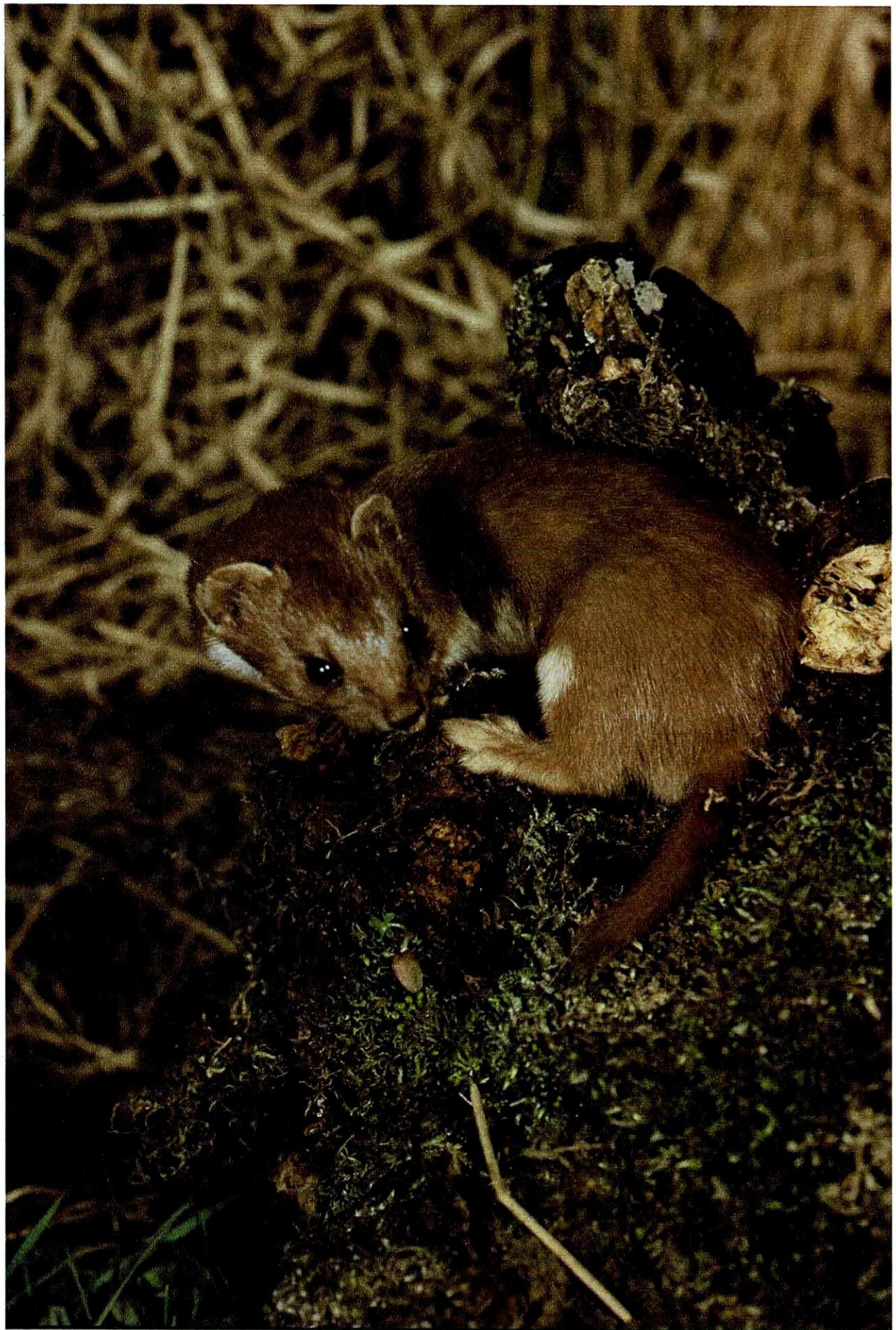
Cette réglementation ne date pas d'aujourd'hui. Elle repose sur la loi du 19 décembre 1917, visant les établissements industriels en ce qui concerne l'ensemble des nuisances. Cette loi classe les établissements industriels en trois catégories. Ceux des deux premières ne peuvent être mis en service sans autorisation préfectorale.

Les établissements de la première catégorie doivent être éloignés des zones d'habitation. Ceux de la seconde peuvent être bâties en zone urbaine moyennant un certain nombre de précautions. Dans la troisième catégorie se placent des établissements n'offrant pas

suite page 86



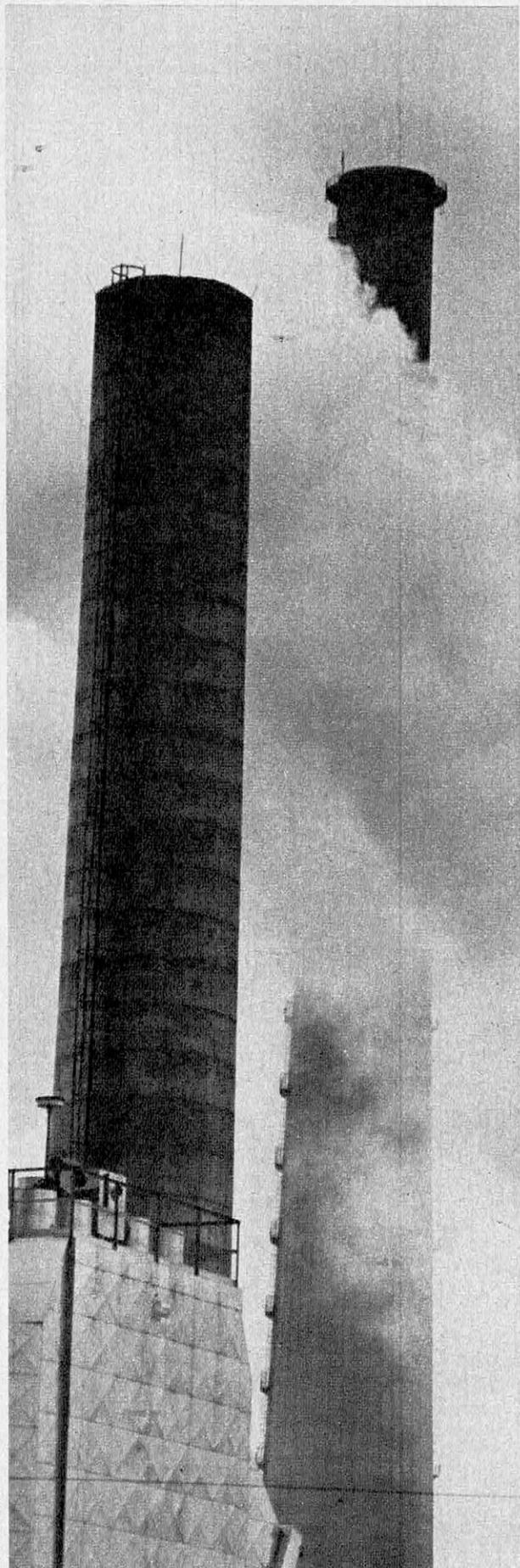
Installées dans les vallées montagnardes, les vieilles usines de production d'aluminium libèrent des composés du fluor provenant des bains d'électrolyse. Ils provoquent de notables dégâts.



Belette. Un petit carnassier qui contribue à la limitation des rongeurs.



Hérisson d'Europe. Auxiliaire précieux de l'agriculture, il paie tribut au remembrement.



*Les hautes cheminées des centrales électriques nouvelles facilitent la dispersion des polluants.*

d'inconvénients graves et soumis seulement à des règles générales.

La loi de 1917 a été complétée, au fil des années, par la loi-cadre d'août 1961, qui concerne l'ensemble des sources de pollution atmosphérique. Accompagnée d'un décret (de 1964) et de quatre arrêtés (de 1967), elle fixe les conditions d'interdiction ou d'émission réglementée de divers polluants.

Depuis 1968, les contrôles sont effectués par des ingénieurs des Mines. Bénéficiant d'une telle assistance technique, les préfets ont tout pouvoir pour réglementer.

Pour les industries très polluantes, des normes nationales ont été établies. Il existe ainsi une réglementation de la hauteur des cheminées, assurant une dispersion améliorée des déchets dans l'atmosphère.

Des commissions mixtes comprenant des représentants de l'Administration, des industriels et des spécialistes du matériel anti-pollution ont aussi établi des instructions pour diverses branches (cimenteries, incinération des résidus urbains, fonderies...). Ces instructions sont applicables dans l'immédiat aux installations nouvelles, avec fixation d'un calendrier pour les autres.

Beaucoup reste à faire pour que tous ces textes acquièrent la souplesse souhaitable. Chaque branche industrielle a ses problèmes propres et la définition des objectifs techniques n'est pas facilitée.

Réglementaire et répressive, l'action de l'Administration n'est cependant pas d'une sévérité draconienne. Les peines prévues sont relativement faibles, des amendes de 400 à 2 000 F. Une procédure administrative peut toutefois aboutir à interrompre le fonctionnement d'une usine en infraction, voire à la fermeture d'un établissement trop insalubre.

Dans le domaine de la pollution de l'air, il semble bien que les pollueurs soient les payeurs. Les aides de l'Etat sont très limitées. Le FIANE peut tout au plus participer à quelques actions de caractère expérimental ou à l'implantation de réseaux de mesure.

### **L'INDUSTRIE EPURE SES EFFLUENTS**

Améliorer dans un délai raisonnable l'environnement industriel implique la construction d'usines propres et, en même temps, l'amélioration des usines anciennes. Ces dernières sont souvent les plus polluantes, et pour deux raisons. La première, que le matériel anti-pollution n'existe pas à l'époque où ces usines furent construites ; la seconde, que la production était souvent affectée d'un rendement faible, aboutissant à une pollution exagérée. On peut espérer que la pollution due aux vieilles usines disparaîtra pour cette raison même de moindre rentabilité, qui les pousse, naturellement, à disparaître.

Avec les installations plus récentes, l'équipement en matériel anti-pollution de plus en

plus perfectionné contribue à améliorer la situation. Mais une telle action ne suffit pas. Il faut avant tout produire moins de pollution. C'est donc au stade de la conception d'une usine que doit, au même titre que le paramètre rentabilité, être intégré le paramètre environnement.

Des usines propres existent déjà, et dans une branche industrielle mal réputée, la cimenterie. Dans les installations récentes, d'énormes progrès ont été accomplis. Dans ce cas, la pollution résultait de la perte dans les effluents — sous forme de poussières — d'une partie de la production, évaluée à 0,5 %. Pour la France, cela représentait près de 100 000 tonnes par an. Le modèle actuel est fourni par la cimenterie de Port-La-Nouvelle, installée dans une région viticole et touristique. Cette usine a reçu le prix du Conseil supérieur des établissements classés. En raison de l'implantation dans cette région particulière, les normes de 150 mg de poussières au m<sup>3</sup> en marche normale ont dû être resserrées. Aux divers stades de la production, le dépoussiérage fait appel à des pulvérisations d'eau, électrofiltres etc. Dans le cas

*Il existe différentes techniques de désulfuration des fuels. L'une d'elle, éprouvée mais coûteuse, fait appel à un four Claus pour la récupération*

de la cimenterie de Port-la-Nouvelle, c'est au total 12 % des investissements totaux qui ont été consacrés à la lutte contre les nuisances (poussières, bruit, protection des eaux...).

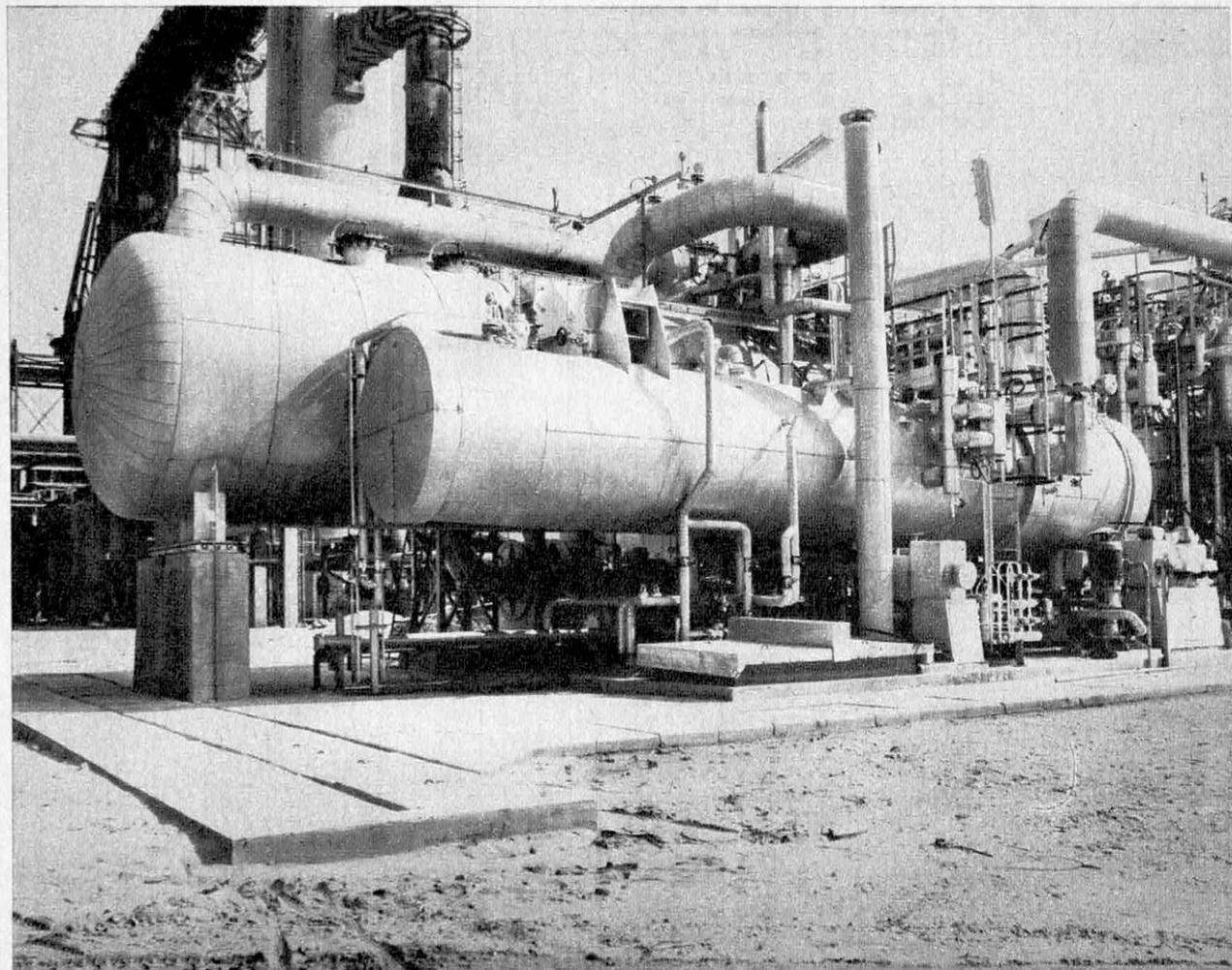
## LES COMBUSTIONS

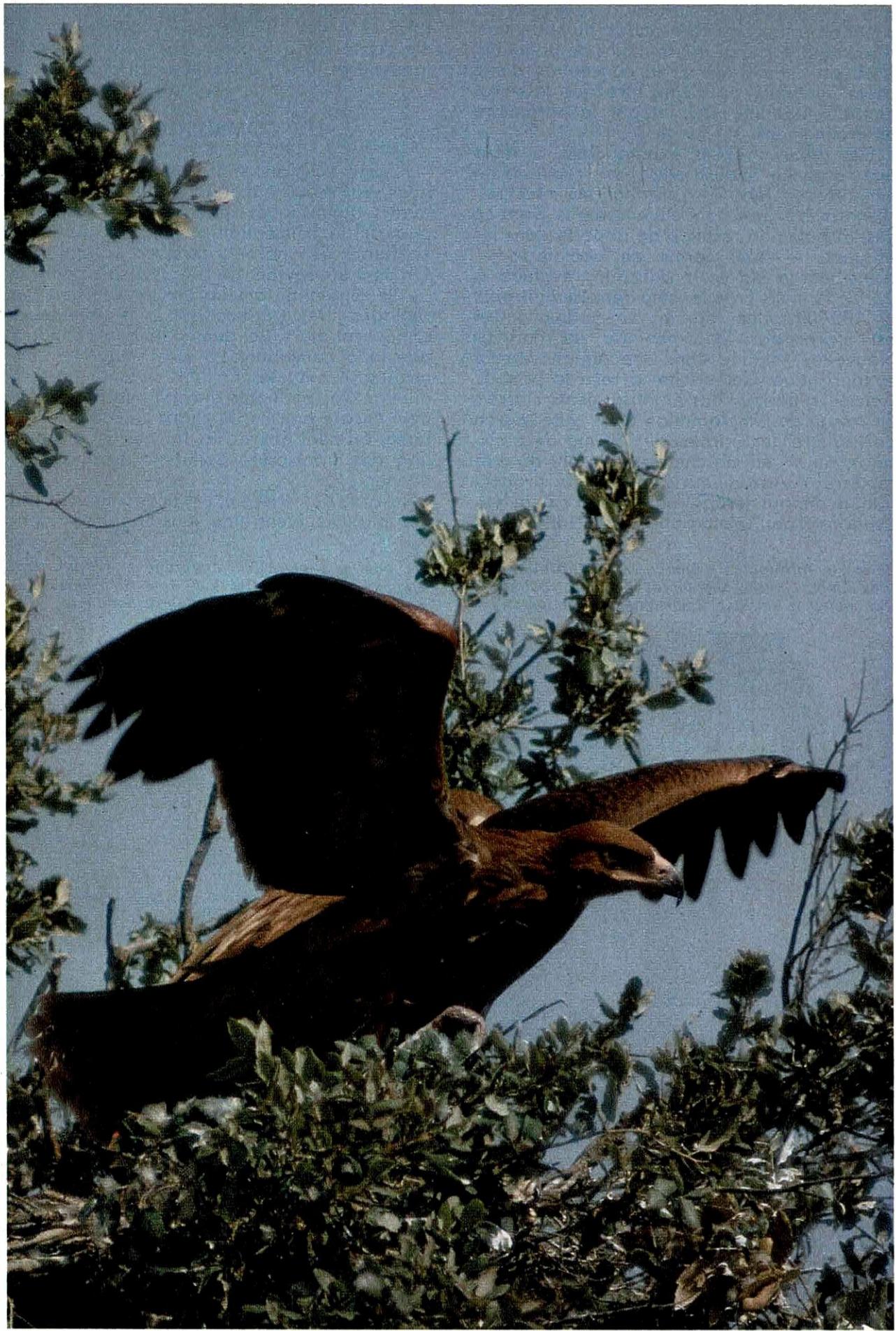
Plusieurs actions sont possibles pour diminuer, voire supprimer la pollution due aux foyers domestiques ou industriels. On peut agir sur la conception même des appareils, en fixant des normes rendues obligatoires. On peut les équiper de dispositifs de contrôle ou de régulation améliorant la précision des réglages. Des vérifications plus fréquentes s'imposent alors, qui demandent un abondant personnel compétent. La construction de cheminées plus hautes facilite, pour sa part, la dilution des polluants dans l'atmosphère. On peut encore agir sur le choix du combustible. Enfin, on peut épurer les fumées de combustion des principaux polluants qu'elles contiennent.

La crise de l'énergie, et l'économie de combustible qu'elle entraîne, joue également dans

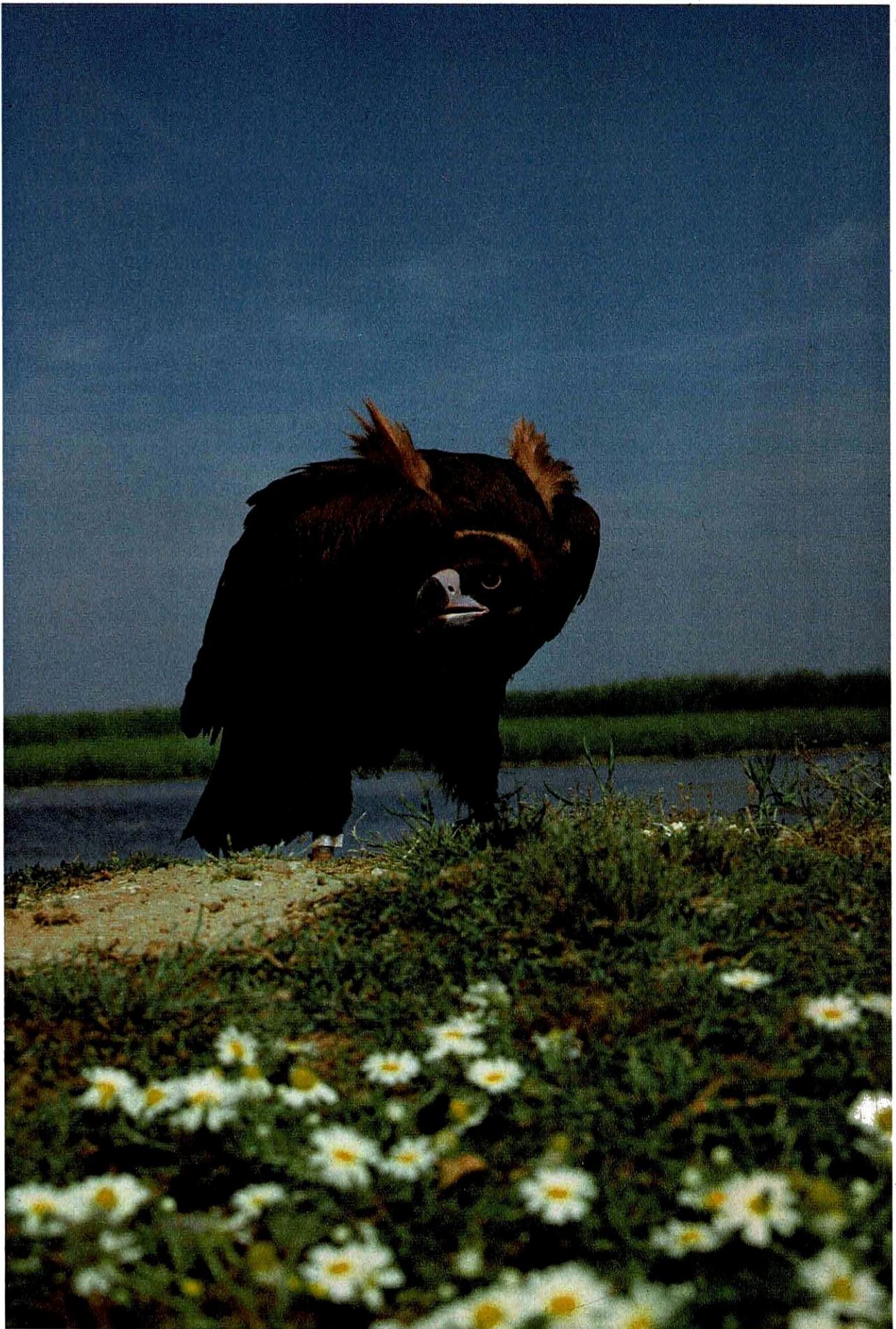
**suite page 90**

*du soufre à partir de l'hydrogène sulfuré. On voit ici une unité Claus à Petit-Couronne. On imagine les investissements correspondants.*





Aigle impérial. Il survit en Europe dans la réserve espagnole de Coto Doñana.



Vautour moine. Il a à peu près disparu des montagnes d'Europe méridionale.

le sens d'une diminution de la pollution.

Le soufre contenu dans le combustible pose un problème particulier et conduit à choisir judicieusement l'emplacement d'une installation de grande puissance, d'une centrale thermique par exemple. Il faut aussi disposer de stocks de combustible à basse teneur en soufre, utilisé quand les conditions météorologiques sont défavorables. Dans la région parisienne, les combustibles peu sulfureux sont utilisés en permanence.

Les besoins en énergie sont tels qu'on ne peut toujours faire appel à des fuels extraits de pétrole brut pauvre en soufre (comme celui d'Afrique du Nord). On est donc amené à prendre en considération diverses techniques de désulfuration, soit en amont, au niveau des combustibles, soit en aval, pour les gaz de combustion.

## LES TECHNIQUES DE DESULFURATION

La désulfuration des fumées semble d'autant plus intéressante qu'elle est appliquée à grande échelle. Pour l'instant, les centrales qui l'utilisent ne dépassent guère 150 MW. Mais on envisage des installations de désulfuration pour des centrales géantes, de plusieurs milliers de MW.

L'épuration atteint par ces procédés 90 %, et le coût de la tonne de soufre enlevé est d'autant plus bas que les fumées sont plus chargées en gaz sulfureux et que la centrale est plus grande.

Il existe déjà plusieurs installations plus ou moins pilotes en Allemagne, aux Etats-Unis, au Japon et, en France, dans le complexe industriel de Lacq. En 1975, un groupe de 250 MW ainsi équipé sera mis en service à Martigues.

Quatre procédés principaux sont envisagés :

- un procédé à sec, avec injection d'un solide pulvérulent directement dans la chaudière et qui réagit avec le gaz. Ce procédé conduit à des stockages de déchets abondants (sulfate de chaux) ;

- un procédé à catalyse, dans lequel le gaz sulfureux est oxydé en anhydride sulfurique. Par lavage, on récupère de l'acide sulfurique. Une usine-pilote, aux Etats-Unis, utilise cette technique relativement coûteuse ;

- un procédé par absorption du gaz sulfureux sur du charbon actif ou du bioxyde de manganèse. Par régénération de l'absorbant, on recueille un effluent riche en gaz sulfureux, que l'on dirige vers une unité de production d'acide sulfurique ;

- un procédé de lavage des fumées par de la magnésie.

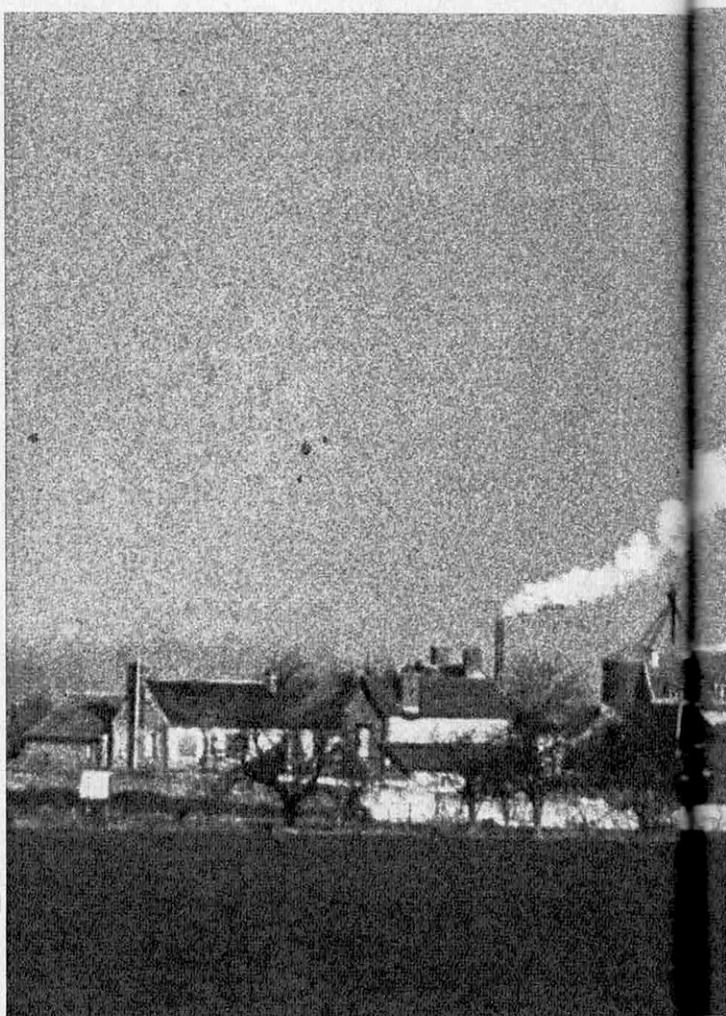
La désulfuration des fumées présente des avantages : efficacité ; élimination conjointe d'une partie des oxydes d'azote ; mise sur le marché de résidus riches en soufre. Elle pré-

sente aussi des inconvénients. Technique de dépollution « aval », elle ne met pas à l'abri d'accidents graves résultant d'une panne. Les unités de désulfuration réclament d'ailleurs de la place et ne peuvent toujours être intégrées à des installations anciennes. Quant aux problèmes liés à la corrosion des installations, ils ne sont pas tous résolus. Enfin, ces procédés de désulfuration aboutissent au stockage de déchets importants, voire à des « transferts » de pollution : éliminer les déchets contenus dans les fumées ne doit pas amener à polluer les eaux utilisées pour leur lavage. La récupération du soufre contenu dans les effluents pourrait aussi aboutir à perturber le marché de ce produit dans le cours des années 80.

Ainsi, on a souvent intérêt à localiser le processus d'épuration à la source, c'est-à-dire à épurer directement les combustibles. La teneur en soufre du pétrole brut et des fuels industriels varie avec leur origine. Elle est faible, comme nous l'avons vu, pour les produits venant d'Afrique du Nord (0,35 %). Elle est nettement plus élevée pour les produits du Moyen-Orient (2,6 à 4 %).

La désulfuration des fuels passe par divers procédés. Dans la distillation directe, le sou-

*Les gênes occasionnées par les fumées ne sont pas*



fre est transformé en hydrogène sulfuré par un traitement catalytique à l'hydrogène. Récupéré par lavage, l'hydrogène sulfuré est transformé en soufre dans un four Claus. Il s'agit d'unités coûteuses et délicates. Un procédé français, de l'Institut français du pétrole, permet d'éviter ce recours. Il est à l'essai dans une unité pilote. Les techniques de distillation directe aboutissent à une teneur en soufre abaissée à 1 %. Il serait très coûteux de descendre plus bas.

La distillation indirecte est un procédé ancien, qui travaille sous vide. Les performances sont au total assez faibles. Des unités importantes ont été construites au Venezuela, dans les Caraïbes, au Japon.

En fait, dans l'avenir, désulfuration à la source et épuration des fumées pourraient aller de pair. On ne saurait en tout cas faire appel à des cheminées de plus en plus hautes, coûteuses et inesthétiques, et dont l'efficacité n'est d'ailleurs que relative. Si elles réduisent la teneur de l'air en soufre au voisinage de la centrale, elles transportent la pollution dans des régions plus éloignées. L'acidification des lacs scandinaves serait ainsi provoquée par des polluants d'origine lointaine.

réservees à la Ruhr. Avec un vent dominant « favorable », de petites agglomérations ne sont pas épargnées.

## UNE PRISE DE CONSCIENCE COLLECTIVE

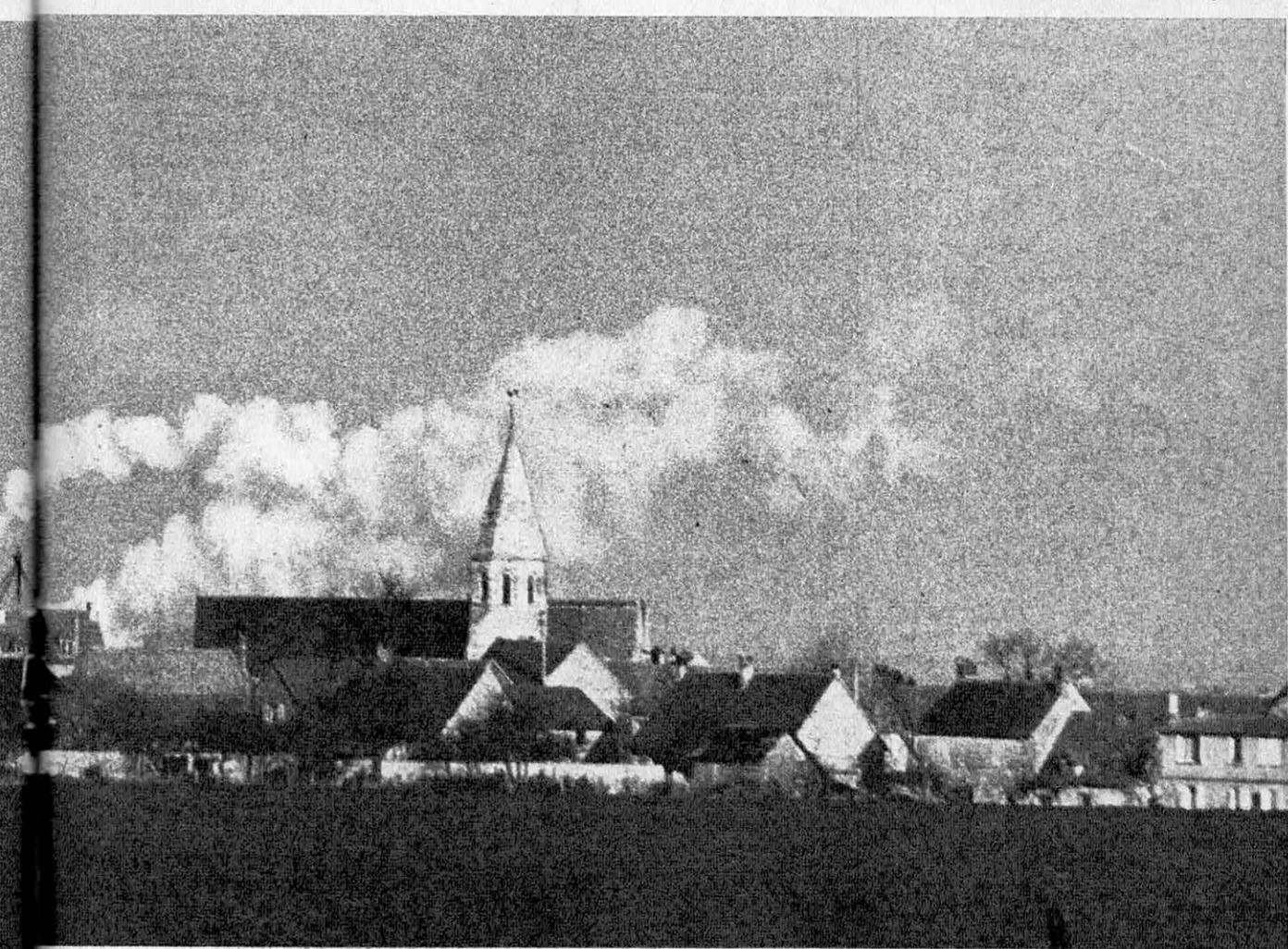
La lutte contre la pollution atmosphérique exige un véritable changement d'esprit. Il s'agit avant tout d'éviter un gaspillage général. La crise de l'énergie peut, en un sens, aider à cette prise de conscience.

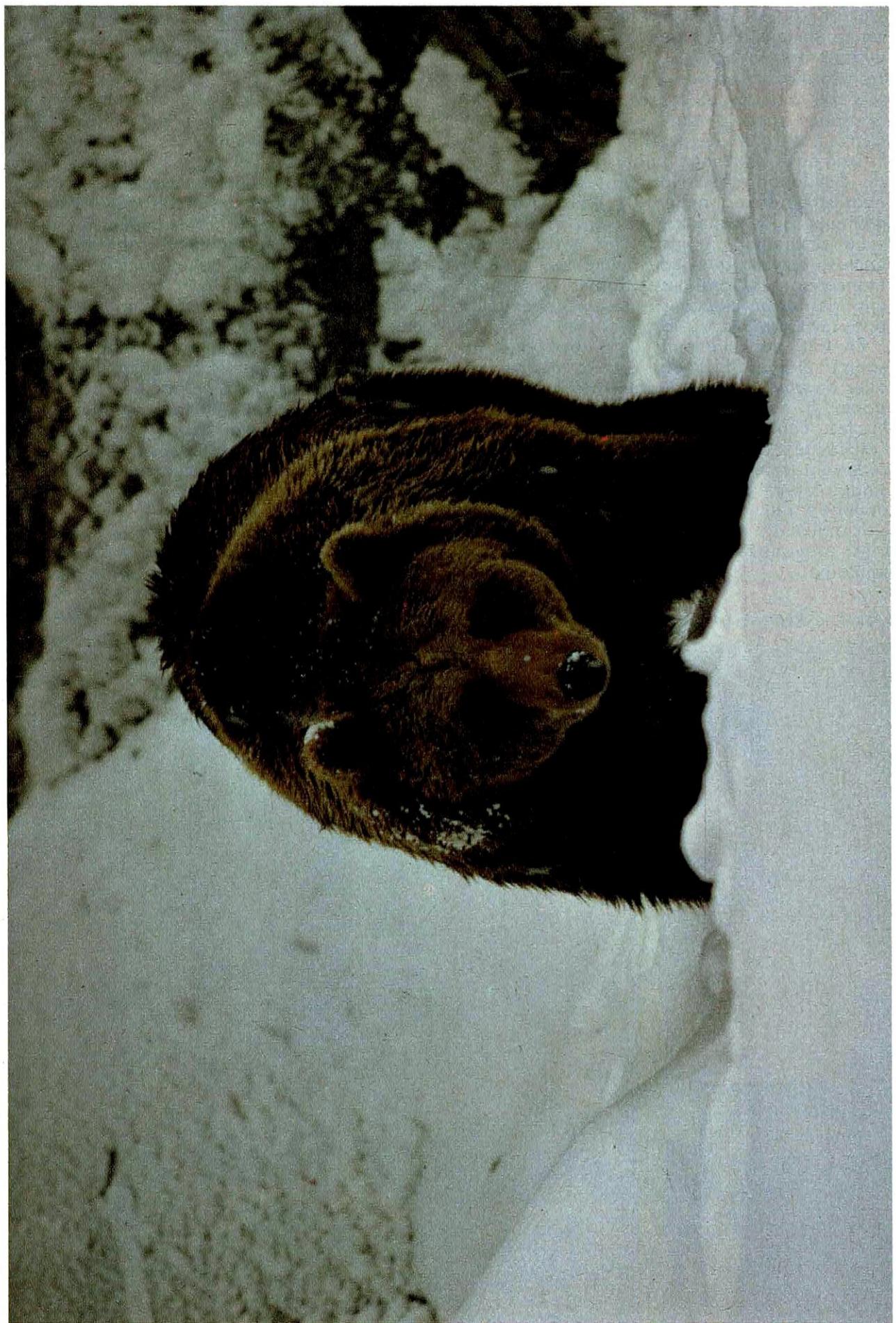
Des installations de chauffage domestique mieux conçues, avec un isolement thermique systématique des bâtiments, aboutiraient à une large économie de combustible. On l'a estimée à quelque 25 %.

Notre société industrielle, uniquement soucieuse d'abondance, a trop longtemps négligé ses aspects négatifs. De multiples industries sont encore sales, bruyantes, insalubres.

La revendication d'un meilleur cadre de vie, formulée un peu partout, menace en fait l'industrie elle-même. Les exemples d'industries « rejetées » par telle ou telle région sont significatifs. La lutte contre les pollutions, de l'air en particulier, est donc de l'intérêt bien compris des industriels.

Marie-Jeanne HUSSET





Ours brun d'Europe. *De nouvelles menaces pèsent sur lui dans les Pyrénées françaises.*



Loup. Son action prédatrice garantirait la santé des populations d'ongulés protégées.

# CONCENTRATIONS HUMAINES



# ANNES ET ENVIRONNEMENT



*L'urbanisation galopante des quinze ou vingt dernières années a trop souvent abouti à des monstruosités. L'intention gouvernementale de favoriser les villes moyennes vient, dans un tel contexte, fort à propos.*

À des rythmes divers selon les pays et leur niveau d'évolution, la civilisation mondiale a conduit à des concentrations humaines de plus en plus importantes. Phénomène déjà ancien, mais incroyablement accéléré aujourd'hui. Le processus, tel qu'il est apparu en Europe, est connu. Il serait trop long et hors de notre propos d'en retracer l'histoire. Rappelons simplement qu'entre 1950 et 1960, la population urbaine mondiale s'est accrue de 35 %. En France, selon le Comité national d'aménagement du territoire, la proportion des citadins passera de 64 % en 1962 à 73 % en 1985 et à 77 % en l'an 2000.

Comme le fait remarquer l'urbaniste Jean-Bernard Perrin (1) : « **l'idée de concentration est toujours mêlée aux facteurs qui sont à l'origine de la naissance ou du développement des villes** ». Mises à part quelques conséquences fâcheuses célèbres, comme l'évacuation des eaux usées de la Rome Antique ou les embarras de Paris contés par Boileau, cette concentration semble avoir présenté jusqu'au XIX<sup>e</sup> siècle plus d'avantages que d'inconvénients : plus grande liberté individuelle, large choix d'emplois, impôts moins élevés, confort matériel et stimulants intellectuels supérieurs, multiplicité des établissements d'en-

(1) *Nuisances dues aux activités urbaines. Bibliothèque de l'Environnement*, Ed. Guy Le Prat, 1973.



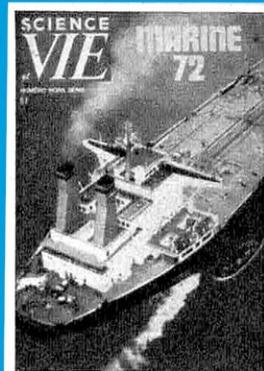
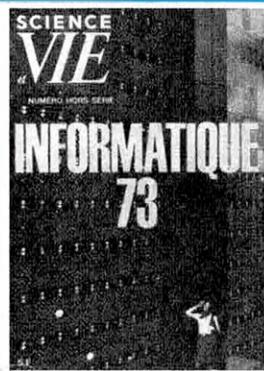
Poule sultane. La « valorisation » de certaines zones humides lui est fort préjudiciable.

# Une véritable encyclopédie du savoir, les numéros hors-série de

Pour vous aider à retrouver nos principaux sujets, nous les avons classés par ordre numérique. Vous pourrez ainsi, soit compléter votre collection, soit commander les volumes qui vous intéressent à l'aide du bon spécial qui figure ci-dessous.

**SCIENCE  
VIE**  
*et*

N° 45 Médecine-Chirurgie  
 N° 46 Habitation  
 N° 48 Auto 1959/60  
 N° 52 Auto 1960/61  
 N° 54 Aviation 1961  
 N° 55 Énergie  
 N° 58 Auto 1961/62  
 N° 57 Photo-Cinéma  
 N° 62 Week-End 1963  
 N° 64 Auto 1963/64  
 N° 65 Radio-Télévision  
 N° 66 Photo-Cinéma  
 N° 68 Auto 1964/65  
 N° 69 L'Automatisme  
 N° 70 Aviation 1965  
 N° 71 Auto 1965/66  
 N° 73 Les Chemins de Fer 1966  
 N° 74 Habitation  
 N° 75 Photo-Cinéma  
 N° 76 Auto 1966/67  
 N° 78 Aviation 1967  
 N° 79 Auto 1967/68  
 N° 80 Photo-Cinéma  
 N° 81 Télévision



N° 83 Transport Aérien  
 N° 85 Les Greffes  
 N° 87 1969 Aviation 1969  
 N° 89 1969 L'Automobile 1969/70  
 N° 90 1970 Photo-Ciné 1970  
 N° 91 1970 Navigation de plaisance  
 N° 93 1970 Auto 1970/71  
 N° 95 1971 Aviation 1971  
 N° 96 1971 L'Automobile 71  
 N° 97 1971 Photo-cinéma 72  
 N° 98 1972 Marine 72  
 N° 99 1972 Diététique  
 N° 100 1972 Auto-Moto 73  
 N° 101 1972 Photo Ciné Son  
 N° 102 Informatique 73  
 N° 103 Aviation 73  
 N° 104 Auto-Moto 74  
 N° 105 Hi-Fi 74

## COMPLÉTEZ VOTRE COLLECTION

De nombreux lecteurs désireux de compléter leur collection ne parviennent pas à trouver les numéros manquants. Ceux-ci sont disponibles à notre service de vente et leur seront expédiés à réception de leur commande accompagnée du règlement. Écrire à :

**SCIENCE & VIE « PROMOTION 1 », 5, rue de La Baume - PARIS 8<sup>e</sup> - tél. 266.36.20**

Nom : .....

Adresse : .....

Numéros demandés : .....

Ci-joint mon règlement : F .....

(F 6.- par numéro, plus 10 % du montant de la commande pour frais d'envoi).

Chèque bancaire

Chèque postal  
(CCP 32.826-31 La Source)

Mandat-lettre

A L'ORDRE DE EXCELSIOR-PUBLICATIONS

Aucun envoi ne pourra être fait contre remboursement.  
(à découper ou à recopier)

seignement, des lieux culturels, des commerces, en un mot des échanges.

Les phénomènes ont aujourd'hui changé d'échelle. En 1974, plus de 800 millions de personnes vivent dans des agglomérations de plus de 200 000 habitants. Le nombre de concentrations urbaines (parfois rebaptisées conurbations) de plus d'un million d'habitants est passé d'une quarantaine à la fin de la Deuxième Guerre mondiale à près de 130 aujourd'hui. Encore faudrait-il établir une distinction entre ces villes : le nombre n'est pas un critère d'estimation suffisant, il faut y ajouter la notion de densité (il y a 25 000 habitants au km<sup>2</sup> à Paris, mais 250 000 à Calcutta).

Urbanistes, architectes, planificateurs, s'accordent à reconnaître que la croissance boulimique des villes a précipité leur déchéance : elles sont devenues invivables. Par leur démesure. Par leur mépris de l'homme. Par leurs nuisances aussi, car le gigantisme urbain empêche l'auto-épuration du milieu naturel et la dilution des pollutions. Ce qui explique, s'il en est besoin, pourquoi les concentrations humaines sont aujourd'hui remises en cause. D'autant plus que les dépenses par habitant pour leur entretien sont d'autant plus élevées que les villes sont plus peuplées. Ainsi, pour une ville de 50 000 à 100 000 habitants, une augmentation de la population de 1 % entraîne des dépenses accrues de 2,43 % ; entre 100 000 et 200 000 habitants, de 3,39 % et, au-delà de 200 000, de 4,51 %.

## UN ESPACE « PEAU DE CHAGRIN »

Au-delà du simple « coût », la concentration urbaine a des effets aussi multiples que négligés. En ce qui concerne les incidences de la vie urbaine sur l'homme, nous sommes, à ce jour, relativement familiarisés avec la criminalité, la carence éducative et la pathologie physique. Ces divers aspects sont directement liés au problème de l'espace, constatation faite notamment par le sociologue Chombart de Lauwe, lequel relève « dès que l'espace disponible par personne devient inférieur à 8 ou 10 m<sup>2</sup>, le nombre de cas pathologiques (physiques ou sociaux) est doublé ». Thème que l'on retrouve sous un énoncé différent chez Abraham Moles, professeur de psychologie sociale, dans son essai de théorème sur la pollution (2) : « la pollution croît proportionnellement à la densité sociale et à la densité d'événements ».

Il est certain que le processus de détérioration de l'espace vient au tout premier rang des nuisances dues aux concentrations urbaines.

Dans son analyse (3) Philippe Saint-Marc observe « aggravés par une civilisation maté-

rialiste, libérale et urbanisée à l'excès, l'encombrement de la terre et la nocivité des déchets infligent à l'homme sept grandes nuisances : la pollution de l'air, la pollution de l'eau, le bruit, l'accumulation de déchets solides, la disparition des espaces verts, l'enfissement, l'éloignement de la nature. Les quatre premières sont d'origine industrielle, les trois dernières d'origine spatiale ».

Si l'on peut techniquement espérer résoudre ou réduire les quatre premières, comme on le lira par ailleurs dans ce numéro, les trois dernières posent des problèmes plus complexes.

Emportée par le triple mouvement d'expansion de la population, de l'économie, des loisirs, la société (sous tous les cieux) a un besoin grandissant d'un espace dont l'occupation devient, sans cesse, plus dense. D'ici un siècle, si le taux actuel de croissance démographique se maintient, il ne restera plus que 3 000 m<sup>2</sup> de terres (déserts et forêts compris) par habitant du globe, et, d'ici six siècles, 1 m<sup>2</sup> ! En Allemagne fédérale, par exemple, 260 km<sup>2</sup> de terres sont digérés chaque année par l'urbanisation, l'industrialisation et les routes. Chaque fois que la Californie gagne 1 000 habitants, elle recouvre 96 hectares de terre de béton (4). En 1960, 1,2 million d'hectares de terres cultivées avaient déjà été affectés à d'autres fins qu'agricoles et l'on prévoit qu'en l'an 2020, ce chiffre atteindra 5,2 millions d'hectares, soit la moitié des terres arables de cet état américain.

Il n'est d'ailleurs que d'observer le développement anarchique de l'habitat de loisirs pour s'inquiéter de cette boulimie d'espace : on construit n'importe quoi, n'importe où, n'importe comment. Chacun veut habiter au bord des champs de neige ou les pieds dans l'eau. Chaque année, en Grande-Bretagne, les loisirs réclament cinq kilomètres de côtes supplémentaires (soit 1/1 000). Sur les 70 km du littoral qui va de Gênes à la frontière française, il ne reste que 900 m de plages libres. On retrouve cette évolution dramatique, à des degrés divers, dans tous les pays développés et même, avec une moindre amplitude, dans les pays en voie de développement.

Devant la pénurie d'espace qui menace l'humanité, avec des répercussions indirectes par trop négligées, à savoir la diminution des surfaces cultivables, il paraît aujourd'hui vital de mettre sur pied une organisation mondiale de l'espace, faute de quoi la famine qui frappe le Sahel ne fera plus figure d'exception.

« L'habitat en hauteur s'impose aux pays surpeuplés comme les Pays-Bas s'ils veulent conserver, au siècle prochain, un minimum

(2) *Psychologie de l'espace*. Ed. Casterman, 1972.

(3) *Socialisation de la Nature*. Ed. Stock, 1971.

(4) Erlich : *Population, ressources, environnement*. Ed. Fayard, 1972.



Le piéton sera-t-il encore longtemps toléré ?

d'agriculture » écrit René Dumont<sup>(5)</sup>. Mais aux autres pays aussi. Et la prolifération de maisons individuelles et de résidences secondaires, à laquelle nous assistons aujourd'hui en France, est un luxe qui ne saurait longtemps être encouragé. A l'inverse, il est vrai que l'habitat vertical, la densification, s'ils permettent un moindre gaspillage, impliquent, comme nous l'avons vu plus haut, une aggravation sensible des nuisances.

## UN EQUILIBRE PRECAIRE

Un certain nombre de problèmes de pollution tels que ceux qui résultent des retombées radioactives, de l'utilisation d'engrais, d'insecticides, de mercure, ne sont pas d'origine urbaine. Il est vrai néanmoins que les degrés de pollution que subira un individu dépendront pour une bonne part des dimensions et de la densité démographique de la ville où il réside. En fait, « les causes de toute une série de phénomènes qui nous préoccupent aujourd'hui, comme les pollutions, les nuisances, les rebuts, les dégradations du paysage, ne sont pas tant l'explosion de la démographie, de l'industrialisation, de l'urbanisation, de la consommation, que l'implosion des limites de stabilité du système<sup>(6)</sup>. Si, en effet, le milieu urbain dispose de mécanismes régulateurs qui lui permettent de réagir aux variations des conditions internes et externes et de rétablir ses équilibres fondamentaux, il est évident que ces mécanismes ne peuvent jouer que dans certaines limites. Et on connaît encore assez mal l'interaction — et la complémentarité — des différentes nuisances ainsi que celles dont l'accroissement inattendu mettra en danger le délicat équilibre du système.

On oublie trop souvent, par exemple, les perturbations occasionnées par les concentrations saisonnières, qui posent de délicats problèmes de disponibilités des ressources en eau comme de destruction des déchets. A Paris, la consommation en eau est de 350 litres par jour et par habitant contre 50 dans les campagnes, et la production de déchets est supérieure à 1 kg contre 0,5 en moyenne. Les petites villes estivales qui voient, du jour au lendemain, leur population multipliée par 10 ou 50, ne parviennent généralement pas à maintenir un équilibre déjà précaire.

Ce qui caractérise, aussi, les problèmes de pollution en site urbain, c'est souvent la diversité des polluants rejetés et surtout la complexité imprévisible des réactions physico-chimiques pouvant intervenir en atmosphère libre lorsqu'il y a présence simultanée de divers polluants, avec ou sans intervention de facteurs atmosphériques courants tels que l'insolation, l'eau sous forme de vapeur, ou l'eau condensée. Le smog lacrymogène de

(5) *L'utopie ou la mort*. Ed. du Seuil, 1973.

(6) In « Environnement et vie quotidienne des citadins ». Cahier 27 de l'I.A.U.R.P., 1972.

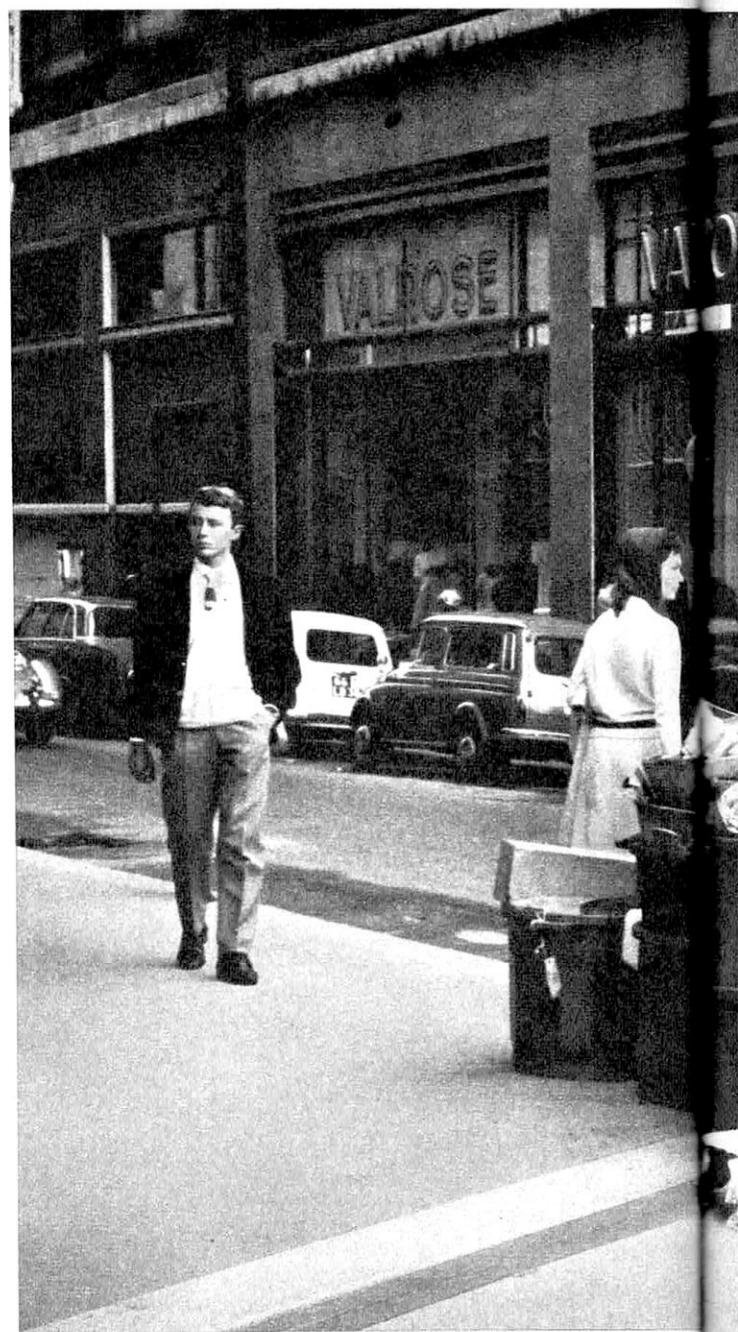
Los Angeles, par exemple, est formé *in situ* dans l'atmosphère grâce à la présence simultanée ou successive de plusieurs polluants de base (anhydride sulfureux, vapeurs d'hydrocarbures, oxydes d'azote) avec action sélective du rayonnement solaire de courte longueur d'onde.

Mais le smog (contraction de **smoke**, fumée, et de **fog**, brouillard) n'est pas l'apanage des grandes villes, même si ces faits ont surtout été enregistrés à Los Angeles, Londres et, plus récemment Lyon. Certaines régions, dont les bords de mer, y sont prédisposées. En zone urbaine, la multiplicité des foyers domestiques ou le trafic dans les voies de circulation complique singulièrement les méthodes de calcul des concentrations de polluants. Si autrefois, on estimait de 30 à 50 % la part des foyers domestiques dans la pollution par l'anhydride sulfureux, celle-ci aurait tendance à diminuer à 25-35 %, le chauffage individuel utilisant de plus en plus le gaz, l'électricité, ou des fuels légers, à moins qu'il ne soit remplacé par le chauffage urbain.

Ces phénomènes de pollution atmosphérique ne peuvent être quantifiés avec précision. Ils doivent, au moins, être pris en compte globalement dans la programmation de nouvelles agglomérations ou même pour le simple changement apporté au relief par la construction de tours ou de tout autre volume.

Toutefois les interactions avec la cinématique des vents dominants ne devront pas être seules retenues, des échanges thermiques importants intervenant en effet entre le milieu urbain et l'atmosphère. M. L. Facy, ingénieur général de la météorologie, a relevé que, dans l'hypothèse d'une industrialisation et d'une urbanisation à grande échelle, les paramètres météorologiques peuvent, par rapport au site avant urbanisation, varier comme suit<sup>(7)</sup> :

- nébulosité générale : + 5 à + 10 % ;
- brouillards ou brumes
  - en hiver : + 10 à + 100 % (selon pollution et température),
  - en été : + 30 % ;
- précipitations globales : + 5 à + 10 %
  - jours de pluie (moins de 1 mm) : + 10 %,
  - compris entre 1 et 5 mm : + 10 % ;
- chutes de neige
  - ( $t^{\circ}\text{C} > -3^{\circ}\text{C}$ ) : - 5 %,
  - ( $t^{\circ}\text{C} < -3^{\circ}\text{C}$ ) : + 5 % ;
- humidité relative
  - hiver : - 2 %,
  - été : - 8 % ;
- radiation solaire (effet de la turbidité)
  - globale : - 15 à - 20 %,
  - U.V. hiver : - 30 %,
  - U.V. été : - 5 à - 10 %,
  - Insolation : - 5 à - 15 % ;



*Les grandes concentrations urbaines : de vastes*

● température

- moyenne annuelle : + 0,5 °C à + 1,5 °C,
- minima d'hiver : + 1 °C à + 3 °C.

De nombreux effets écologiques viennent s'ajouter à ce tableau : les conditions d'écoulement des pluies d'orage, les variations thermiques et d'éclairement dues aux effets radiatifs des chaussées et des murs d'immeubles, etc.

C'est donc, avec les grandes concentrations urbaines, à de véritables microclimats que nous avons affaire. Leurs effets peuvent être observés par chacun. Tout le monde a pu observer que les arbres sont en fleurs plus tôt à Paris qu'en banlieue, mais aussi qu'il y pleut davantage...

(7) L. Facy, *Nuisances dues aux activités urbaines*, op. cit.



*machines dont l'entretien requiert une foule de services. Qu'un maillon craque et l'ensemble tourne au chaos.*

## MENACES SUR LA SANTE

Au travers de toutes les analyses statistiques, il apparaît que la pollution atmosphérique s'ajoute aux autres nuisances, comme le bruit et l'entassement, pour faire d'une ville comme Paris, par exemple, « une machine à faire des malades ». En effet les statistiques médicales démontrent que les citadins habitant les grandes villes sont plus « sujets et vulnérables à la maladie » que les personnes qui respirent l'atmosphère plus pure des régions rurales. Barry Commoner écrit à ce sujet<sup>(8)</sup> que « l'exposition à l'air pollué

des villes a pour effet d'aggraver la toux, d'augmenter la fréquence des refroidissements et autres maladies respiratoires, d'enrayer les canaux où circule l'air de la respiration, qu'elle est à l'origine de nombreux cas d'emphysème, de bronchites, de cancers pulmonaires, d'asthme, d'irritation des yeux et d'accidents cardiovasculaires ».

Le Département de la santé de Washington a constaté pour sa part que la fréquence des cas de cancer du poumon dans les plus grandes villes (un million d'habitants) est à peu près de 37 % plus élevée que dans les villes ayant une population moindre. M. Higgins a, quant à lui, montré qu'en Angleterre, le taux de bronchites chroniques chez

(8) L'encerclement. Ed. du Seuil, 1973.



*Des îlots d'un calme très relatif... Quant à la verdure, sa présence est le plus souvent symbolique.*

les hommes de 40 à 60 ans est de 13 % dans les grandes villes, contre 6 % dans les petites villes et les zones rurales.

Le bruit tient une place de choix parmi les fauteurs de trouble en zones urbaines. Si la gêne qu'il entraîne est difficile à quantifier par des mesures physiques précises, on considère néanmoins que les bruits excessifs de la rue sont la cause de 80 % des migraines, de 52 % des troubles de la mémoire. En France, dans les hôpitaux psychiatriques, un malade sur cinq a perdu la raison à cause du bruit. Selon un savant australien, le Dr Griffith, le bruit entrerait pour 30 % dans le vieillissement des citadins dont il abrégerait la durée de vie de huit à douze ans. Outre-Manche, un homme sur quatre et une femme sur trois atteints de névroses le sont à cause du bruit. C'est sans doute l'une des nuisances les plus perturbantes pour le psychisme du citadin, et du reste perçue comme telle, avec le manque d'espace et l'entassement<sup>(9)</sup>. Et c'est un mal ancien, puisque, déjà, Jules César avait interdit aux chars de circuler à Rome, la nuit.

Notre confrère Fortune estime que, dans les villes américaines, le « volume » du bruit a doublé en dix ans. En France, le seul accroissement de la circulation parisienne prévu entre 1969 et 1985 (+ 55 % en zones



*Quand les rares espaces verts se font dépotoirs...*

<sup>(9)</sup> Edward T. Hall, *La dimension cachée*, Ed. du Seuil, 1971.

denses et + 20 % dans le Paris intra-muros) entraînera une élévation du niveau sonore de 2 décibels. Ce chiffre peut paraître faible, mais sachant qu'à tout moment nous sommes proches du taux critique<sup>(10)</sup>, là encore la santé des citadins est menacée.

## L'ENNEMI PUBLIC NUMERO 1

Un certain effort semble devoir être entrepris en France, puisqu'un label acoustique est maintenant décerné aux immeubles nouvelle-

(10) La Commission d'étude du bruit au ministère de la Santé publique et de la Sécurité sociale estime que les niveaux de bruit ne devraient pas dépasser 45 à 50 dBA dans les pièces d'activités diurnes. L'affaiblissement des niveaux de bruit à travers les façades est habituellement de l'ordre de 7 dBA fenêtres ouvertes, de 15 dBA fenêtres fermées. Il conviendrait donc que le niveau moyen ne dépasse pas 60 dBA en façade des habitations. Dans les villes, on rencontre couramment 70 dBA. Par ailleurs, on ne saurait négliger les « crêtes » de bruit (l'unité dBA fait intervenir la sensibilité différente de l'oreille aux diverses fréquences).

ment construits. Par ailleurs l'acoustique des bâtiments commence à être enseignée, malheureusement pas encore systématiquement, aux ingénieurs, architectes, etc. On ne peut que s'en féliciter, car si l'urbanisme actuel ne tient pas suffisamment compte des nuisances en général, il ne se préoccupe guère, en particulier, du bruit. Les immeubles anciens étaient lovés autour d'une cour intérieure sur laquelle donnaient généralement les chambres à coucher, alors que l'urbanisme moderne implante des immeubles-barres, ou des tours ouvertes à tous les bruits, sans même considérer que le niveau sonore diminue avec l'éloignement et l'orientation des habitations par rapport aux voies de circulation.

Car il ressort en fin de compte que la véritable nuisance pour les concentrations humaines, c'est l'automobile. Non seulement elle pollue l'atmosphère, consomme de grosses quantités d'oxygène (les 250 millions

## Le Vaudreuil : les nuisances au banc d'essai

Compte tenu de toutes les informations existantes, tant sur la mort de la ville que sur celle de son environnement, l'expérience des « villes nouvelles » aurait dû offrir un ferment d'espérance quant à l'avenir des concentrations urbaines. Il n'en est généralement rien, à l'exception, sans doute, de la ville nouvelle du Vaudreuil, située à 25 km de Rouen dans la vallée de la Basse-Seine.

Elle devra accueillir entre 100 000 et 150 000 habitants d'ici à la fin du siècle. L'un des objectifs fixés était de constituer « une opération pilote d'urbanisme ayant valeur de modèle national ». Il fut donc proposé de réaliser une véritable ville plutôt qu'un grand ensemble plus ou moins amélioré, de favoriser au maximum la superposition et l'intégration des différentes fonctions urbaines, de réintégrer nombre d'emplois — y compris industriels — dans les quartiers, de ne pas considérer la ville comme un produit fini, mais plutôt comme un devenir, de faciliter la participation réelle des habitants à la conception de leur cadre de vie, d'introduire une grande souplesse dans les méthodes et procédés de construction pour permettre à la ville d'évoluer selon ses besoins.

Pour ce faire, de nouvelles méthodes ont été testées, notamment dans le domaine des relations avec les habitants, dans celui de la construction, mais aussi de l'étude des nuisances. Le Vaudreuil a ainsi été choisi par le gouvernement pour une étude détaillée de toutes les mesures aptes à maintenir les nuisances

urbaines à un niveau aussi bas que possible.

Il ne s'agit pas, comme on l'a trop facilement dit, de faire du Vaudreuil « une ville sans pollution », mais, d'une part, de profiter de sa construction pour une réflexion synthétique sur toutes les questions relatives aux nuisances urbaines, notamment dans leurs rapports avec les formes de l'urbanisation. Il s'agit, d'autre part, d'étudier et d'expérimenter en vraie grandeur différentes mesures concrètes, techniques ou réglementaires, capables d'être ensuite généralisées en France, voire à l'étranger.

Sans doute ne veut-on pas transformer les futurs habitants du Vaudreuil en cobayes. Mais, grâce aux études réalisées par la D.G.R.S.T. sur « la prévention anti-nuisances dans la ville », certaines recommandations ont pu être faites sur le site, la circulation, l'industrie, l'habitat. Un bilan complet du climat, de l'atmosphère, de la végétation, de l'eau, a aussi été dressé.

Des principes ont pu être formulés qui concernent les bruits engendrés par les différents engins de transports, le type des réseaux, le mode de chauffage le moins polluant, l'implantation d'écrans végétaux entre zones industrielles et secteurs d'habitat et de loisirs, enfin l'association des habitants à l'opération, notamment dans le cadre des activités d'enseignement.

Le Vaudreuil : une expérience à suivre. Qu'elle ne fasse pas, pour autant, oublier les autres villes.

d'automobiles du monde entier consomment autant d'oxygène que toute la population de la terre !), et gêne par son bruit, mais encore, véritable « **termite du XX<sup>e</sup> siècle** », elle consomme chaque jour un peu plus d'espace pour circuler ou pour stationner... Selon Barbara Ward, à Los Angeles, l'une des villes les plus polluées du monde avec Tokyo, « **60 à 70 % de l'espace urbain est consacré aux voitures** ». C'est pour elles que l'on rase des arbres, que l'on taille des forêts, que l'on recouvre les canaux et rivières, que l'on crée des autoroutes, des radiales, des pénétrantes, des voies express, des périphériques, des super-périphériques et, pourquoi pas, des super super-périphériques... Aux pollutions sonores et atmosphériques s'ajoute une véritable pollution visuelle de l'espace (trottoirs envahis et souillés, harmonie des lieux urbains perturbée, sites historiques parasités). En même temps, l'automobile sert de véhicule à de multiples déchets. N'est-ce pas elle, par exemple, qui porte, avec 300 000 promeneurs, quelque 2 500 tonnes de détritus au bois de Meudon, près de Paris ?

## **FEU LES ESPACES VERTS**

Chacun sait, sans pour autant passer pour partisan du retour à la nature et se faire disciple de Jean-Jacques Rousseau, combien les parcs, les lacs artificiels, lorsqu'ils sont intégrés dans le tissu urbain à une échelle significative, viennent modifier et tempérer les effets d'une urbanisation démesurée. Ils ont une action diversifiée sur la pollution en favorisant des circulations locales, des échanges atmosphériques avec les zones bâties avoisinantes, en neutralisant certains polluants gazeux, et en capturant poussières et aérosols (11). Ils jouent aussi un rôle esthétique et psychologique, voire même en officiant comme écrans anti-bruit (bien que l'importance de ce rôle ne doive pas être exagérée).

En la matière, la France ne jouit pas d'une position privilégiée. En un siècle, la forêt de Saint-Germain a été amputée de 1 000 hectares, celle de Bondy du double : au total plus de 15 000 hectares de forêts ont été sacrifiés dans la seule région parisienne. Tous les ans, chaque Français perd 14 m<sup>2</sup> de forêts, ce qui correspond à une régression annuelle de 0,5 %.

Il n'est que de comparer la superficie d'espaces verts par habitant en Europe pour se convaincre de la carence de notre politique en la matière : alors que l'on compte 1,3 m<sup>2</sup> d'espaces verts par habitant à Paris, 0,35 à Toulouse, 2,4 à Lyon, 4 à Strasbourg, 5 à Nantes, 6 à Grenoble, il y en a 9 à Londres et à Rome, 13 à Berlin, 25 à Vienne. Mar-

seille qui a autant d'habitants qu'Amsterdam, Rotterdam, Cologne et Dortmund, offre sept fois moins d'espaces verts qu'Amsterdam, quatorze fois moins que Rotterdam, 43 fois moins que Cologne et 60 fois moins que Dortmund.

A Paris, si l'on excepte les cimetières (« **Honneur à cette ville qui donne plus d'oxygène à ses morts qu'à ses vivants** », disait Giraudoux) et de maigres squares sur dalles de parkings, les créations de nouveaux espaces verts sont quasiment inexistantes et de toutes manières insuffisantes pour combler le dramatique déficit que nous connaissons. Dans quelques années, les Parisiens pourront faire comme les habitants de Tokyo : aller se réoxygénérer au distributeur automatique.

La couronne verte, que Londres a su préserver et renforcer, a sauté en éclats autour de Paris sous la pression des promoteurs. Et la politique des zones dites de discontinuité, préconisée par le Schéma directeur de la région parisienne, risque fort de n'être qu'une politique de réserves foncières à long terme... ou destinées à de futurs aéroports.

Tandis que les mouvements de nuit ont été pratiquement interdits sur les principaux aéroports internationaux, les riverains d'Orly continuent à vivre au rythme des décollages et des atterrissages. Lorsqu'on construit de nouveaux aéroports, les précautions prises pour éviter les constructions dans les zones de nuisances situées à proximité, comme à Roissy-Charles-de-Gaulle ou à Lyon-Satolas, ne sont pas assez rigoureuses...

Ce rapide survol des nuisances liées aux concentrations humaines paraît finalement bien sombre. Songeons à ce « dôme de boue atmosphérique » que l'on aperçoit au-dessus des villes : il s'agit d'un voile permanent d'air vicié en stagnation, chargé de gouttelettes d'acide sulfurique en suspension, d'oxyde de carbone, de benzopyrène, d'anhydride formique et de poussières, qui empêche la réfraction normale des rayons du soleil. Et pourtant, si l'on a l'impression qu'avec un peu de bonne volonté, les U.V. pourraient passer, on sent de la même manière qu'un grand nombre de remèdes sont à portée de la main. Techniques certes. Humains aussi. Même s'ils doivent passer par une éducation du citadin.

Celui-ci est d'ailleurs de moins en moins prêt à accepter la détérioration de son cadre de vie : il a commencé à protester pour la qualité de son logement et de son environnement, pour la qualité des transports en commun, pour la qualité architecturale et son insertion dans l'environnement. Une expérience comme celle qui doit se dérouler à la ville nouvelle du Vaudreuil, ville propre par excellence, devrait à ce titre être riche d'enseignements. Souhaitons simplement qu'il ne soit pas trop tard.

Pour conclure, nous emprunterons à un rapport de la D.G.R.S.T. (Délégation générale

(11) 25 000 tonnes d'anhydride sulfureux retombent chaque année sur Paris, dont chaque hectare reçoit plus de 100 kilos de poussières.

à la recherche scientifique et technique) sur le Vaudreuil, le propos de son introduction : « les autorités responsables, qu'elles soient nationales, régionales ou locales, doivent se convaincre qu'il ne suffit pas de posséder un terrain, des crédits, et un architecte pour décider de la modification et de l'expansion d'un quartier d'habitation ou encore pour décider de la création d'une ville nouvelle, mais qu'il leur faut prendre en priorité l'avis d'une com-

mission d'experts des sciences de l'environnement, comprenant des spécialistes de la pollution de l'air, de celle des eaux, de l'hydrologie, des nuisances acoustiques, des servitudes urbaines, ainsi que des urbanistes, écologistes, sociologues, médecins, architectes, ingénieurs et industriels concernés. »

On pourrait même y ajouter les habitants...

Jean AUDOUIN

## *Des îlots pour piétons*



J.-P. Bonnin

Alors que, dans la ville, l'homme est chaque jour moins à sa place, que les trottoirs lui sont âprement disputés par les voitures, que des équipements vieillots et mal adaptés (fontaines Wallace, colonnes Morice) ou dérisoires (abris-bus) lui sont seuls offerts, on s'efforce parfois de lui réservrer quelques mètres carrés où il puisse retrouver « l'échelle humaine ». Cette thérapeutique partielle correspond aux espaces et rues-piétons. Ces espaces artificiels privilégiés, proté-

gés de l'agression automobile n'ont hélas le plus souvent que valeur d'alibi. C'est tout au moins l'impression qui prévaut en France, où, à l'exception de Rouen et de Grenoble, les essais tentés sont d'une surprenante timidité.

Tel n'est pas le cas, pour ne citer que les exemples les plus connus, à Copenhague, Zurich, Genève, Rome, Sienne, Bologne, Florence, Pérouse, Milan, Munich, Düsseldorf, Cologne, Londres, Amsterdam, Tokyo, New York...

# *La maison écologique de l'Université de Cambridge*

En Angleterre, on ne prend pas à la légère les problèmes énergétiques ou écologiques. Dans un état d'esprit quelque peu artisanal, et du reste assez typique, des centres de recherches et des universités mettent en branle toute une série de projets portant sur l'utilisation rationnelle de l'énergie, l'utilisation de forces énergétiques naturelles inépuisables, l'économie maximum des matériaux, le recyclage dans tous les domaines de la vie domestique, l'harmonisation entre l'habitat et l'environnement.

Ces projets deviennent assez vite des expériences soigneusement organisées que les services gouvernementaux n'hésitent pas à financer, convaincus qu'ils sont de l'importance des problèmes.

Une des expériences les plus intéressantes en ce sens est celle en cours de réalisation à l'Université de Cambridge: la maison « autonome ».

Il faut bien souligner qu'il ne s'agit pas d'une expérience théorique de quelques fanatiques de l'environnement, ou inspirés par des considérations contestataires. La maison autonome pourrait être le prototype d'un nouveau genre d'unité d'habitation suburbaine et rurale.

L'idée, au départ, était une question : Peut-on libérer l'habitat de la contrainte des services publics, gaz,

électricité, voirie, eau, chauffage, etc... ?

Quand on envisage de construire de nouveaux logements, il faut choisir un terrain, un emplacement susceptible d'être relié facilement aux services publics. Donc, ou bien l'on doit construire à proximité de logements pré-existants (d'où prolifération tentaculaire classique), ou bien il faut consacrer des sommes considérables à l'installation des services. Ces contraintes obligent souvent à construire sur de bonnes terres de cultures.

S'il est possible de construire des « maisons autonomes », n'importe quel terrain conviendrait. Les habitations pourraient, au besoin, être dispersées et plus facilement intégrées au cadre naturel. Elles seraient plus économiques, n'entraîneraient pratiquement aucune pollution, ne contribuerait pas à l'épuisement du capital énergétique.

La seule manière d'évaluer la fiabilité de « la maison autonome » est de la construire et d'y habiter. Avec l'aide financière du Département de l'environnement et du Conseil de la recherche scientifique de Grande-Bretagne, c'est ce qu'un groupe de chercheurs va entreprendre sous l'égide de l'Université de Cambridge.

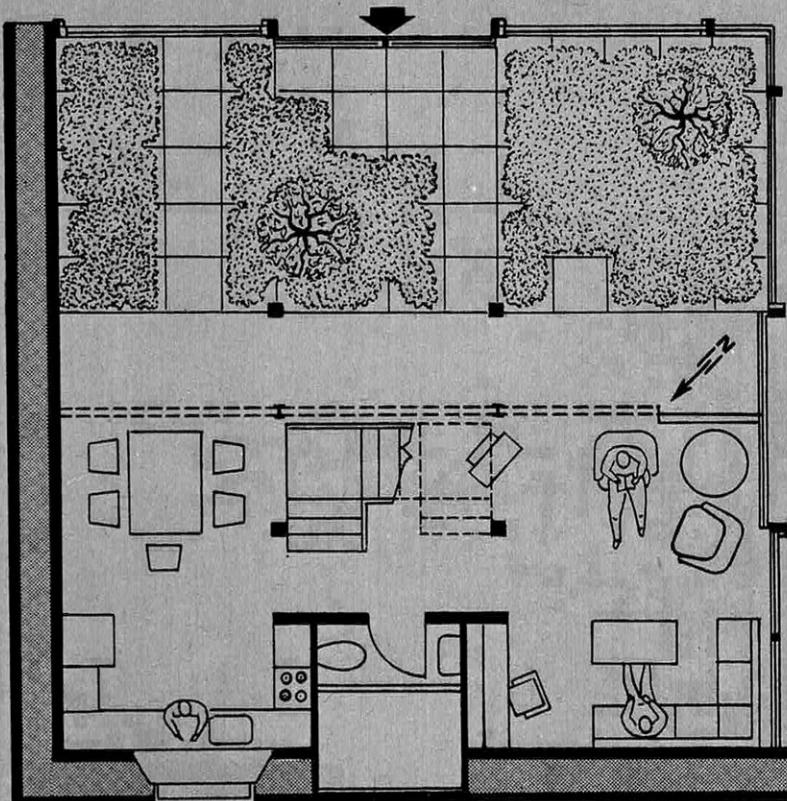
Le Directeur de l'expérience est un architecte, M. Alexander Pike. En compa-

gnie d'un physicien, d'un ingénieur et d'un chimiste, il va s'installer dans « la maison autonome » quand elle sera terminée, probablement à l'automne prochain.

La maison « autonome » de Cambridge exige des techniques de construction inusitées et l'emploi de matériaux originaux. Elle soumettra d'ailleurs ses habitants à un style de vie inhabituel qui, dit, M. Pike, « ne doit pas nous inquiéter, car il est évident déjà que notre mode de vie conventionnel est voué à être bouleversé à l'avenir sous l'effet des contraintes imposées par le surpeuplement et l'épuisement des ressources ».

La maison « autonome » comprend en sous-sol un bac spécial où seront accumulés tous les déchets, solides ou liquides, produits par les habitants (y compris sans doute quelques animaux). La fermentation de ce bouillon de cultures fournira du méthane utilisé par les appareils de cuisine.

La structure proprement dite de la maison sera constituée essentiellement par une « enveloppe » à l'intérieur de laquelle les volumes seront variables, afin que l'aération, la ventilation, le chauffage, l'isolation thermique, puissent être adaptés aux saisons et aux conditions atmosphériques. L'enveloppe consiste en quatre murs extérieurs. Deux de ces murs, exposés au Nord, seront construits



avec la terre provenant de l'excavation du bac souterrain. Les deux autres murs, exposés au Sud, seront en verre spécial admettant le maximum de rayonnement solaire vers l'intérieur tout en limitant les déperditions calorifiques vers l'extérieur. La maison n'aura qu'un étage. Le rez-de-chaussée sera divisé en deux zones distinctes : une zone d'habitation et une sorte de jardin ou de serre dont la valeur ornementale restera secondaire, son rôle primordial étant de contribuer au renouvellement de l'air intérieur. Les plantations de ce « poumon » seront étudiées en vue de cette fonction. Les échanges aériens entre l'intérieur et l'extérieur doivent être réduits au minimum. Les systèmes de conditionnement d'air sont exclus, car ils exigent trop d'énergie électrique.

Théoriquement, il est possible d'emmagerer la chaleur du rayonnement solaire dans des « accumulateurs » (par exemple des masses liquides ou des graviers) thermiquement isolés, et même d'utiliser en hiver la chaleur accumulée pendant l'été. C'est là un des problèmes à la solution desquels « la maison autonome » servira de banc d'essais.

La zone d'habitation et le « poumon » peuvent être à volonté séparés ou intégrés grâce à des parois mobiles. Les murs de terre sur la face nord de la maison serviront, eux aussi, d'accumulateurs de chaleur.

Des pompes de chaleur ont déjà été essayées en Grande-Bretagne (Le Festival Hall, à Londres, a été chauffé en partie, à ses débuts, grâce à la chaleur latente des eaux de la Tamise).

se). Des pompes de chaleur utilisant cette fois la chaleur du sous-sol contribueront au chauffage de la « maison autonome ». Le rendement des pompes de chaleur est pour l'instant inéconomique, mais M. Pike prévoit que l'expérience de la maison « autonome » permettra de les rationaliser. On obtient déjà un rendement de 1 kW par 12 m<sup>2</sup>.

Ensuite se pose le problème de l'eau. Ici, la seule source d'eau sera la pluie (pas de problème en Grande-Bretagne...).

Pour minimiser la capacité des réservoirs, tous les points d'eau seront munis de robinets à diffusion (en somme, des douches en miniature). Lors d'un simple lavage des mains, les trois quarts de l'eau sortant du robinet passent en pure perte dans les égouts ! un robinet diffuseur garantit une économie d'eau d'environ 75 %. Après usage, toutes les eaux domestiques seront recyclées ou dirigées vers le bac de fermentation où elles contribueront à la fabrication du méthane.

Pour faire fonctionner les différents systèmes qui équipent la maison « autonome », on disposera de deux sources d'énergie électrique : des batteries de cellules solaires et des éoliennes à pas variable installées sur le toit. Ces systèmes fourniront assez d'énergie pour l'éclairage, l'alimentation des pompes, de quelques robots ménagers, d'un poste de radio et d'une télévision.

**Louis Bloncourt**



# SOCIÉTÉS INDUSTRIELLES ET DÉCHETS SOLIDES

*L'élévation du niveau de vie et du volume de la consommation, l'évolution de la qualité des biens consommés, l'explosion des industries de l'emballage et du conditionnement, tout cet ensemble de facteurs a amené, au cours des dernières années, un accroissement considérable du volume des déchets solides et une modification de leurs caractéristiques.*

**A**tous les stades de la vie d'un produit, de la matière première à la consommation, il y a production de déchets solides. Bertrand de Jouvenel a pu écrire : « tout ce qui entre dans le processus économique est destiné à en sortir comme déchet, plus ou moins vite, mais irrévocablement. De l'arbre abattu à la corbeille à papier en passant par le journal, le parcours est rapide. Il est seulement plus lent de la mine de fer au tas de ferraille en passant par l'automobile ».

On produit des déchets dans tous les secteurs d'activité. Dans le secteur primaire (agriculture et élevage, industries extractives) ; dans le secteur secondaire — les activités de transformation ; au niveau de la distribution, des services, etc.

Les déchets de la vie domestique ne sont pas les moindres. Ces « ordures ménagères »

ont même fait l'objet d'une définition au Journal officiel. Pour mesurer toute l'importance du problème, on doit rappeler que les cinquante millions d'habitants de notre pays produisent, quotidiennement, 35 000 tonnes d'ordures ménagères (déchets solides de la vie familiale ; nettoyage des voies publiques, bâtiments publics, marchés ; certains déchets de commerce, des bureaux et des industries). Cela fait, par an, 11 millions de tonnes...

Si on se réfère à la production quotidienne, un peu plus du tiers seulement, 15 000 tonnes environ, sont tout à fait fermentescibles. C'est le résultat d'un très grand bouleversement qualitatif enregistré récemment. On a pu, dans l'ensemble, noter depuis quelques années :

- une augmentation de la production ;
- une diminution de la teneur en fermentescibles ;
- une augmentation de la teneur en matériaux combustibles, papiers et cartons notamment ;
- un abaissement de la teneur en verre ;
- un abaissement du taux d'humidité ;
- une très nette diminution de la densité moyenne ;
- une élévation du pouvoir calorifique global ;
- l'apparition de produits élaborés de la société de consommation (appareils ménagers, récepteurs TV...).

Ce changement des caractéristiques — évolution qui se maintiendra vraisemblablement au cours de la décennie prochaine — a une double influence. Il faut, d'une part, mettre en œuvre, pour la résorption de ces déchets, une plus grande quantité de matériels. Il faut, d'autre part, faire recours à des techniques nouvelles.

En ce qui concerne les meubles, appareils ménagers, etc., que de nos jours, les circuits commerciaux ne récupèrent plus, on assiste

depuis quelques années à l'organisation d'une collecte séparée. Selon certaines enquêtes, la production de ces déchets encombrants atteindrait 1,5 millions de mètres cube par an pour la France.

## **DES SUPERMARCHES AUX STERILES DE MINERAIS**

Le problème des résidus des circuits de distribution a pris, avec les techniques nouvelles de conditionnement et de manutention, une dimension nouvelle. En 1972, les « grandes surfaces » (hypermarchés, supermarchés, superettes...) ont produit en France 200 000 tonnes d'emballages en carton et 50 000 tonnes d'emballages en bois. On estime, au total, de 1 500 000 à 2 000 000 tonnes la production annuelle des déchets « commerciaux ».

Les déchets industriels sont, en ce qui concerne les quantités produites, encore très mal connus. Les enquêtes réalisées à ce jour fournissent une évaluation de 11 millions de tonnes par an pour l'ensemble de la France.

D'autres enquêtes conduisent à des valeurs de la production supérieures à 1 tonne par emploi et par an.

On distingue au moins trois catégories de déchets industriels. La première rassemble des produits toxiques ou dangereux : huiles et solvants usés ; goudrons ; bains usés de teinture ou de traitement des métaux ; boues di-

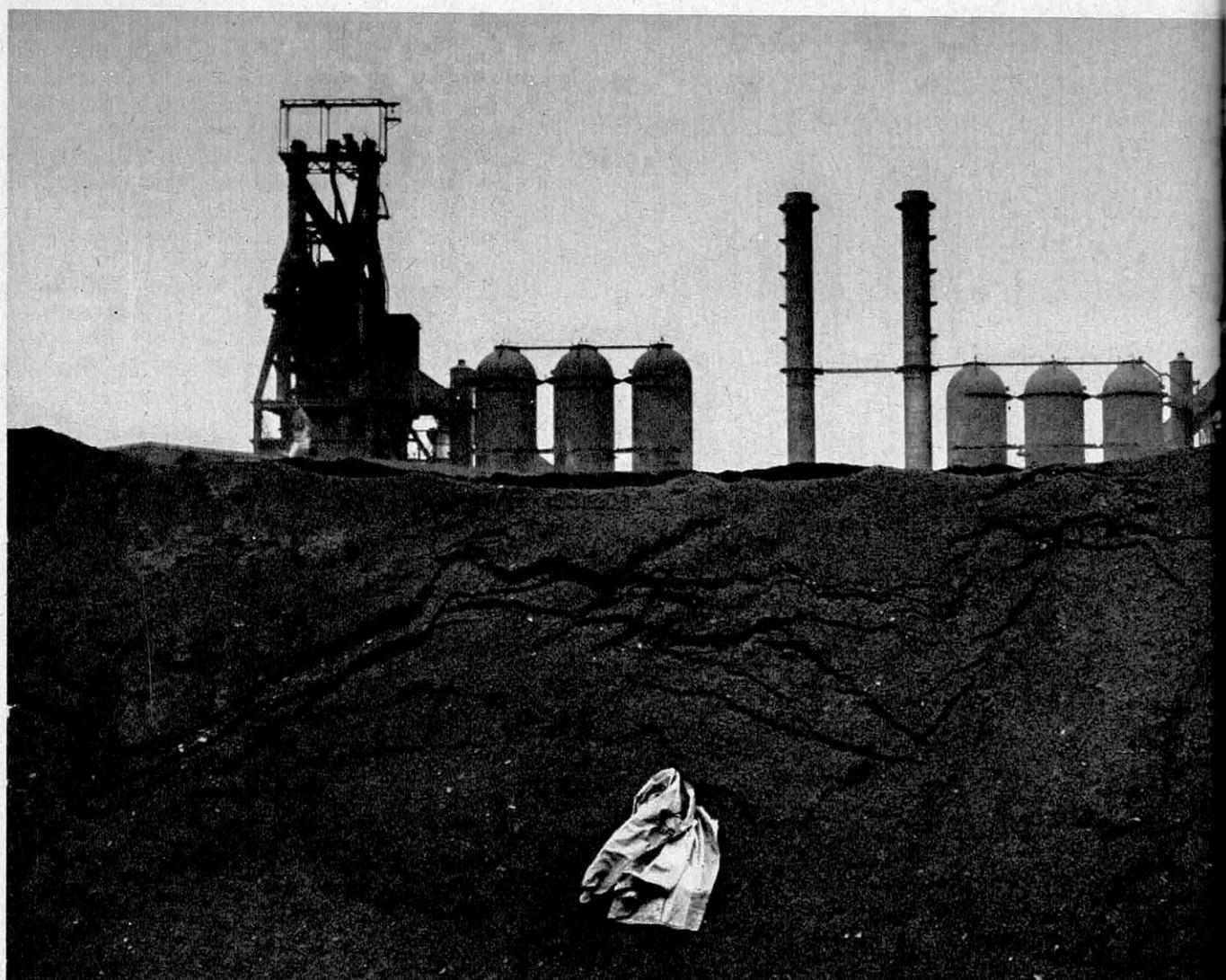
## **QU'EST-CE QU'UN DECHET ?**

On considère comme déchet tout matériau rejeté aux cours d'activités humaines, commerciales ou industrielles, qui ne possède au moment et à l'endroit de sa production :

- ni valeur marchande ;
- ni état convenable pour une valorisation éventuelle.

Ceci, compte tenu :

- soit des connaissances technologiques ;
- soit des conditions économiques du moment (définition proposée par le groupe de travail « déchets solides » réuni à l'initiative du ministère de l'Environnement).



*La nature de certains déchets industriels n'a pas changé depuis un siècle, mais les quantités produites posent*



Trouver des solutions pour les plastiques...



un problème de plus en plus grave.

verses, etc. Leur élimination pose de très graves problèmes. A l'heure actuelle, dans plusieurs régions industrialisées de France, de nombreuses expériences sont en cours et une véritable industrie du traitement est en train de se développer.

Une deuxième catégorie correspond aux déchets combustibles ou fermentescibles. La troisième porte sur des matériaux inertes (stériles de minerais, laitiers de fonderie, déblais).

On pourrait ajouter une quatrième catégorie, assimilable aux ordures ménagères (emballages, chiffons...).

A propos de la troisième catégorie, on peut noter que les activités du bâtiment et des travaux publics sont responsables d'énormes quantités de déblais et de gravats. Dans la seule région parisienne, on estime à 11 millions de mètres cube la production annuelle.

L'agriculture est à l'origine d'énormes tonnages, dont l'évacuation pose des problèmes de plus en plus difficiles. On peut en dire autant des vieilles voitures, dont 800 000 environ sont à éliminer chaque année. Leur nombre pourrait atteindre 1 000 000 en 1976 et 1 500 000 en 1985. Il faut aussi, actuellement, se débarrasser chaque année de 25 millions de vieux pneus...

Il ne faut pas oublier, dans des secteurs d'activités très divers, les problèmes posés par l'élimination des résidus de traitement des effluents liquides. Les boues produites par les stations d'épuration connaissent un très fort accroissement de volume. La production annuelle des stations d'épuration urbaines semble être de l'ordre de 12 millions de mètres cube par an. Il s'agit de boues à 98 % d'eau, soit 240 000 tonnes de matières sèches. Les stations de traitement industrielles ont une production encore plus importante. On pense que si tous les effluents liquides étaient traités, on aurait finalement à éliminer 76 millions de mètres cube de boues liquides, ou 1,5 million de tonnes de matière sèche.

Pour nous résumer, le Groupe d'études pour l'élimination des résidus solides estime aux quantités suivantes la production de déchets en France en 1972 :

Ordure ménagère : 11 millions t ;  
Déchets « commerciaux » : 1 à 2 millions t ;  
Déchets industriels : 11 millions t ;  
Industries extractives : 117 millions t ;  
Pneumatiques usagés : 347 000 t ;  
Véhicules hors d'usage : 800 000.

## TRAITER UN DECHET

Autrefois, on se contentait de sacrifier une portion de terrain pour y entasser les ordures en vrac, en infligeant aux populations tous les désagréments de telles « décharges ». L'augmentation des quantités produites, le

phénomène urbain, les exigences de l'hygiène et d'un meilleur cadre de vie rendent aujourd'hui ces solutions inacceptables.

Un véritable traitement s'impose. Traiter un déchet, c'est, aujourd'hui, assurer sa réinsertion, soit dans le milieu naturel, soit dans le circuit économique — dans des conditions de rentabilité acceptables —, et selon des moyens convenables au plan de l'hygiène et du bien-être. Au cours de ces dernières années, on a pu observer une évolution dans la « philosophie » du traitement. A l'idée de transformation en un produit susceptible de retourner sans trop d'inconvénients dans le milieu naturel, on tend à substituer celle d'utilisation. Il s'agit d'une authentique valorisation des déchets.

Un certain nombre de réflexions sont à prendre en compte à propos de ces nouvelles tendances :

- Les déchets peuvent être considérés comme des sources d'énergie ou de matières premières. On a pu dire, récemment, que 85 % d'entre eux pourraient ainsi être recyclés, conduisant à un apport complémentaire de 15 % seulement en matières premières. Ces remarques viennent à propos, dans le contexte actuel de crise de l'énergie et de menace sur les approvisionnements en matières premières.

- Les transformations que l'on fait subir aux déchets ne doivent pas être à la source de nouvelles pollutions. Il faut, autrement dit, éviter les **transferts de pollution**.

- Les transformations doivent être mises en œuvre au moindre coût, mais le coût global devrait intégrer des valeurs encore difficilement quantifiables : hygiène, bien-être des populations, esthétique, et les coûts sociaux entraînés par les atteintes au paysage, à l'air, à l'eau ou au sol.

- L'approche du problème doit être glo-

bale. Toute solution particulière doit s'intégrer dans un vaste ensemble, inspiré du souci de protéger la nature et l'environnement. Le **bilan total nuisances**, qui intègre l'ensemble des pollutions liées à un produit depuis sa conception jusqu'à son élimination est une approche des plus intéressantes.

## DES DECHARGES CONTROLEES AUX UTILISATIONS AGRICOLES

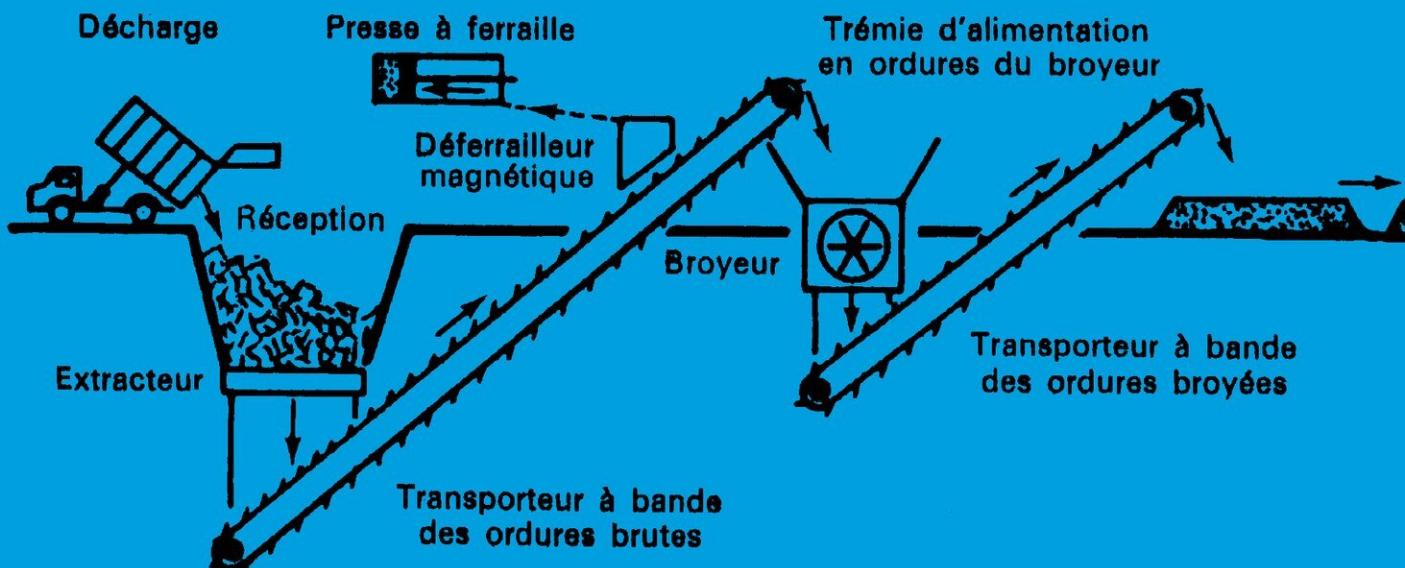
Une décharge est dite **contrôlée** lorsqu'on a pris des dispositions pour que l'épaisseur du dépôt, sa compacité et son recouvrement par une couche de terre permettent de réaliser les conditions d'une fermentation aérobiose rapide. Cet aménagement doit en même temps être défavorable à la reproduction des

### LE MARCHÉ DU COMPOST EN FRANCE

Une enquête menée auprès de 33 usines de compostage dont les constructeurs sont regroupés au sein de l'A.E.R.C. (Association pour l'étude et la recherche sur le compostage) a montré qu'elles avaient commercialisé, en 1971 et 1972, les tonnages suivants :

	1971	1972
Viticulture . . . . .	175 000 t	200 532 t
Horticulture . . . . .	21 000 t	20 703 t
Maraîchage . . . . .	12 000 t	16 994 t
Arboriculture . . . . .	15 000 t	7 027 t
Pépinières . . . . .	14 000 t	3 660 t
Grande culture . . . . .	31 000 t	25 984 t
Champignons . . . . .	43 000 t	56 859 t
Cultures diverses, espaces verts, terrains de sport . . . . .	10 000 t	
	321 000 t	331 759 t

(pour 33 usines sur 60 existant en France)



insectes et à la subsistance des rats. La décharge contrôlée évite les inconvénients classiques pour l'hygiène, l'aspect, le confort du voisinage. L'allure de la décharge est celle d'un chantier de terrassement qui se couvre rapidement de végétation.

Au bout de quelques mois, les matières organiques des ordures ménagères sont transformées en une sorte de terreau, à l'exception de certaines matières cellulosiques dont la fermentation est beaucoup plus lente.

Dans la pratique, la réalisation d'une décharge contrôlée comporte des difficultés. Il s'agit, comme nous l'avons vu, d'un véritable chantier de terrassement, avec toutes les sujétions que cela comporte. En outre, un risque majeur est la contamination des nappes souterraines par les eaux d'infiltration ayant traversé la masse des déchets. Aussi, l'ouverture d'une décharge contrôlée doit-elle faire l'objet d'une enquête hydrogéologique. Celle-ci peut conduire à l'élargissement du périmètre de protection de la décharge.

L'établissement de ces décharges a des avantages indirects. Il permet l'utilisation de certains terrains par ailleurs sans intérêt (excavations, dépressions naturelles, terrains inondables) et leur valorisation à des fins d'urbanisme. La technique pose des problèmes complexes, mais est riche de promesses. Elle pourrait porter non seulement sur les ordures ménagères, mais aussi sur certains déchets industriels. Diverses réalisations sont à l'étude, y compris en site urbain pour l'aménagement de parcs.

Lorsqu'elles sont entassées, les ordures ménagères, qui contiennent pour partie des matières organiques, ont tendance à fermenter. On peut orienter cette fermentation de façon telle que :

— les matières organiques se transforment

en minéraux et en matériaux humiques, sans passer par des stades susceptibles d'amener des nuisances ;

— la chaleur dégagée par l'oxydation des matières organiques détruit les microbes pathogènes qui peuvent se trouver dans les ordures.

Ce processus de transformation des déchets en un **compost** utilisable par les agriculteurs relève de l'activité de bactéries et de champignons vivant en symbiose. Le détail des réactions est très complexe et encore mal élucidé. L'apport du compost aux terres est néanmoins tout à fait comparable à celui du fumier : apport de matières organiques, constitution d'un humus stabilisateur, etc.

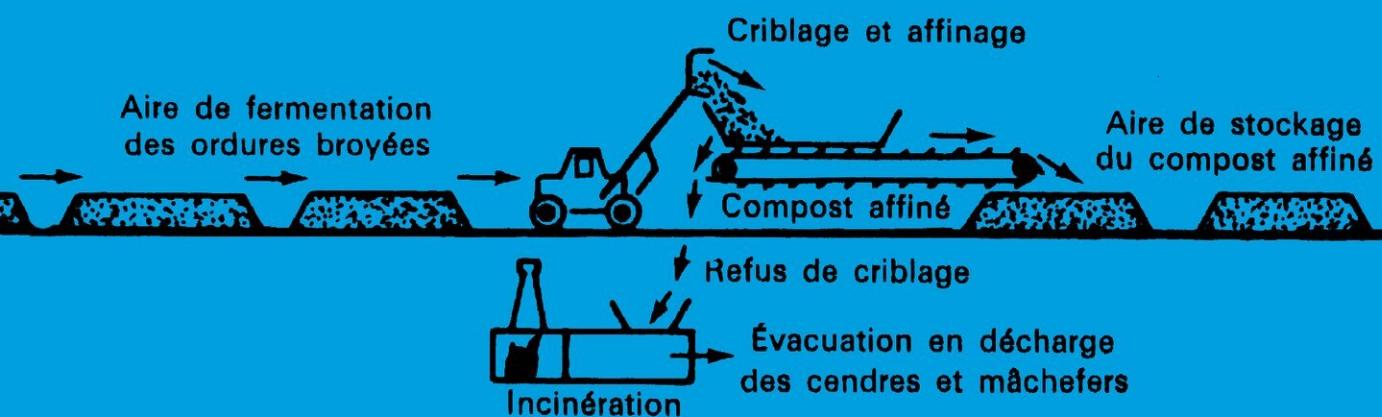
Sur le plan écologique, la solution est séduisante, puisqu'elle permet la régénération de sols dégradés par les activités agricoles. Mais, au cours des années récentes, les difficultés de commercialisation du compost ont été importantes. Même si les besoins des terres en matières organiques, périodiquement évoqués, peuvent laisser penser qu'il sera bientôt nécessaire d'y mettre le prix, le compostage ne connaît plus le développement qu'il avait il y a quelques années.

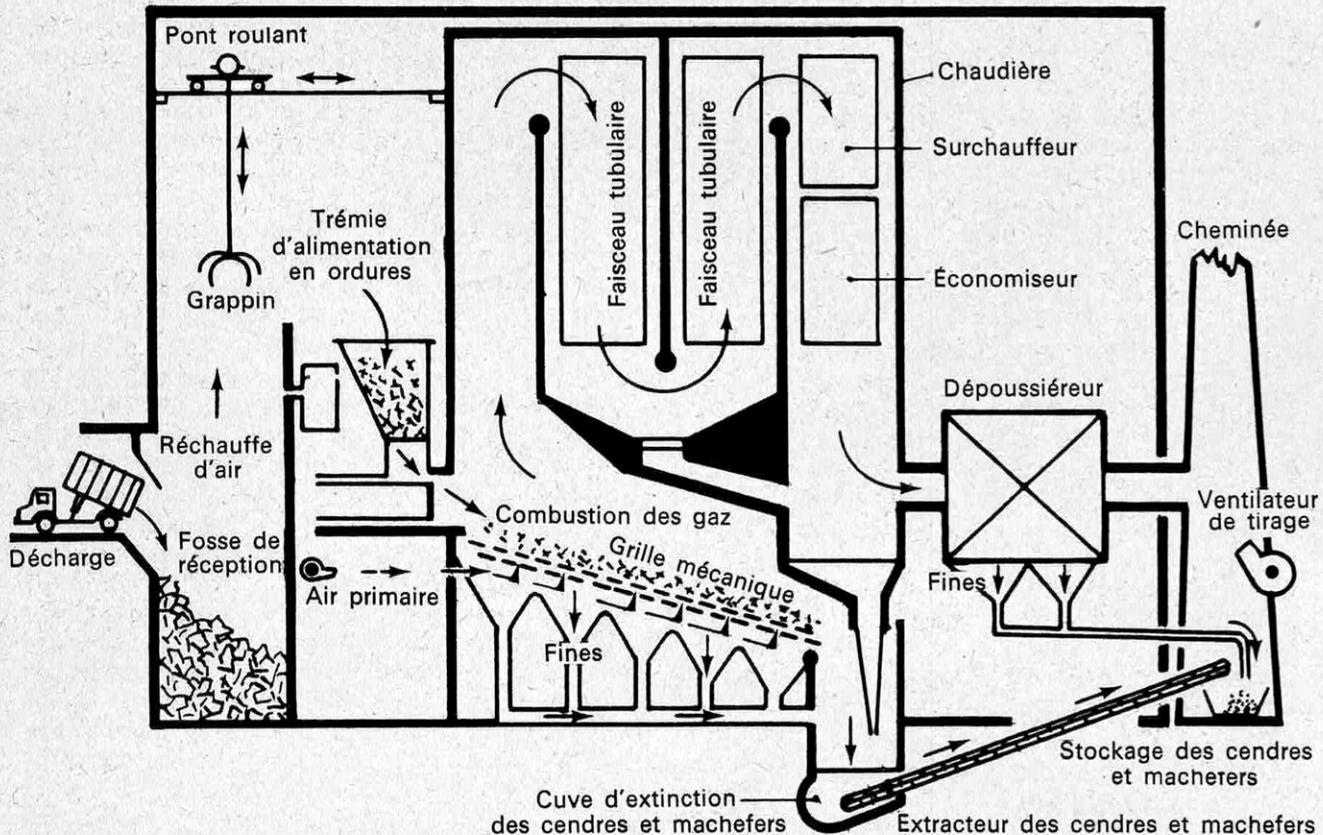
## UNE SOLUTION RADICALE : L'INCINERATION

La matière la plus radicale de se débarrasser des déchets est de les brûler, mais cette technique n'a pas que des avantages. Elle produit des tonnages importants de mâchefers. Elle nécessite des installations importantes et est donc onéreuse.

Les ordures constituent un combustible plutôt pauvre, à haute teneur en humidité et très hétérogène. Pour qu'elles brûlent convenablement, il faut :

— les présécher sur une sole ou une grille





UNE USINE D'INCINÉRATION AVEC RÉCUPÉRATION DE CHALEUR.

spéciale en utilisant le rayonnement du four d'incinération ou les gaz chauds produits par la combustion ;

- les homogénéiser par brassage au moyen de grilles mobiles ;
- assurer une ventilation convenable pour une combustion complète et pour le refroidissement des grilles ;
- disposer de grilles de grande surface permettant une incinération en couche mince ;
- épurer des fumées très chargées en poussières.

Pour rentabiliser le procédé, on est tenté de vendre la chaleur produite par la combustion. Mais cette démarche exige une grande prudence dans l'évaluation des quantités de chaleur susceptibles d'être récupérées. L'économie du projet en dépend. Il faut, de toutes façons, ne pas perdre de vue : qu'une usine d'incinération sert d'abord à détruire les ordures ; que les ordures ménagères sont un combustible très particulier, qui doit être utilisé dans les 48 heures et dont le faible pouvoir calorifique et l'hétérogénéité s'adaptent mal à des variations d'allure de la combustion ; qu'un four d'incinération peut difficilement être asservi à des variations importantes de la demande extérieure en chaleur.

La rentabilité d'une production d'électricité à partir de la combustion des déchets est, en particulier, assez problématique. Il convient de rappeler qu'une thermie coûte à peu près autant qu'un kilowatt-heure et qu'il faut plu-

## LE MARCHE DE LA RECUPERATION EN FRANCE EN 1971

• **Les ferrailles** : 4,8 millions de tonnes ont été récupérées. 5,5 millions de tonnes ont été recyclées à l'intérieur des entreprises.

Ces chiffres sont à rapprocher d'une production d'acier de 22,4 millions de tonnes.

• **Le cuivre** : 144 600 tonnes ont été recyclées, pour une consommation de cuivre vierge de 254 000 tonnes.

• **L'aluminium** : 126 300 tonnes ont été recyclées, par rapport à une consommation de métal vierge de 375 000 tonnes.

• **Le verre** : 270 000 tonnes ont été récupérées, contre une production totale de 1 500 000 tonnes.

• **Les papiers cartons** : 1 400 000 tonnes ont été recyclées, correspondant à un taux de récupération de 28 % et un taux d'utilisation de 33 % (les pâtes vierges représentant 2 800 000 tonnes).

sieurs thermies pour produire un kWh. Dans ces conditions, le chauffage urbain représente un meilleur client, en particulier dans le cas des grands ensembles dotés d'une chaufferie centrale. Les installations collectives de production d'eau chaude sanitaire permettent de récupérer la chaleur des déchets même en été. On peut souvent, dans de tels cas, créer un complexe incinération des déchets —

chaufferie urbaine conduisant à des prix d'installation et de fonctionnement intéressants.

Un certain nombre d'usines d'incinération avec récupération de chaleur ont été construites ces dernières années (Issy-les-Moulineaux, Evry II pour la région parisienne ; Lyon, Rouen, Rennes, Toulouse, Besançon, Angers, Lille, Mulhouse, Strasbourg, Grenoble pour le reste de la France).

L'élimination de certains déchets, matières plastiques et plus particulièrement chlorure de polyvinyle, peut néanmoins poser des problèmes de rejets toxiques à l'atmosphère. Les usines d'incinération utilisent déjà les dépossiéreurs les plus perfectionnés. Des systèmes de traitement des gaz, pour le captage de l'acide chlorhydrique surtout, sont en cours d'expérimentation.

On a aussi pensé à traiter au même endroit eaux usées et ordures ménagères. Outre des économies évidentes d'exploitation, il y a là sources d'idées pour des traitements nouveaux. Des projets sont en cours de réalisation à Dieppe, Brive, Deauville, Chambéry...

## LA RECUPERATION DE MATIERES PREMIERES

Fourniture de matières organiques à l'agriculture, récupération de la chaleur produite par l'incinération sont deux modes importants de valorisation des déchets. Un autre mode est appelé à connaître un grand développement. Il s'agit de l'extraction de matières premières.

L'équilibre entre l'utilisation des ressources naturelles et celle de matériaux de récupération s'établit, évidemment, en fonction des coûts d'obtention de matériaux vierges (extraction, transport, fabrication...) par rapport à celui des techniques de récupération. Cet équilibre est très instable et il sera nécessaire de régulariser le marché si on veut que l'industrie de la récupération connaisse un plein développement.

Déjà, il s'agit d'une véritable industrie, qui occupe en France 35 000 personnes, avec un chiffre d'affaires de 6 milliards de francs. Elle porte largement sur les déchets commerciaux (invendus de presse, emballages...) mais assez peu sur ordures ménagères. Pour ces dernières, sur 11 millions de tonnes, on trouve 4 millions de tonnes de papiers et cartons, 800 000 tonnes de verre, 500 000 tonnes de métaux, 400 000 de matières plastiques.

L'exemple du papier est démonstratif. Une tonne de fibres de papier récupérées remplace une tonne de bois ou épargne 0,4 hectare de forêt. En 1972, près d'un million et demi de tonnes de papier ont été ainsi récupérées, représentant l'équivalent de 600 000 hectares de forêts. De tels chiffres laissent rêveurs, et l'on a pu dire, à juste titre, que les déchets urbains sont devenus de véritables

massifs de matière cellulosique très comparables à des massifs forestiers.

Le Bureau de recherches géologiques et minières (B.R.G.M.) développe, pour sa part, des techniques de valorisation des matériaux contenus dans les machefers d'incinération. Les teneurs en certains produits, métaux en particulier, peuvent y être supérieures à celles de minerais considérés comme riches.

Voici donc les déchets promus au rang de gites métallifères. Mais le problème de la récupération est en fait celui du tri. Le tri manuel des ordures « brutes » n'a pas donné les résultats qu'on escomptait, ni les tentatives de collecte sélective, au moins en France. Dans divers pays étrangers, les résultats sont meilleurs. En Suède, par exemple, les ménagères se prêtent à une collecte sélective, par les municipalités, des papiers (journaux, revues...) d'une part, des emballages en verre et du métal d'autre part. Le papier est retraité sans difficultés, tandis que le reste est broyé et trié magnétiquement en trois catégories (verre, aluminium, fer).

La non-collaboration des habitants incite à la mise au point de méthodes de tri automatique. Aux Etats-Unis, en particulier, des installations pilotes fonctionnent déjà. Citons les procédés du **Bureau of Mines**, des Sociétés SIRA et Black Clawson. En Europe, la ville de Rome s'est dotée d'une installation exemplaire, traitant 700 tonnes de déchets par jour. Un tri mécanique réalise la séparation du papier (20 %) et des matières organiques (25 %), qui sont transformées en aliment pour le bétail. En France, une usine-pilote est à l'étude en région parisienne.

D'autres techniques de récupération sont basées sur la pyrolyse, c'est-à-dire la carbonisation des déchets par la chaleur, mais en l'absence d'oxygène. On obtient ainsi des résidus charbonneux, des condensats liquides, et un gaz combustible susceptible d'assurer « l'autonomie thermique » de l'opération. Une installation pilote a fonctionné plusieurs mois dans la région de Rouen.

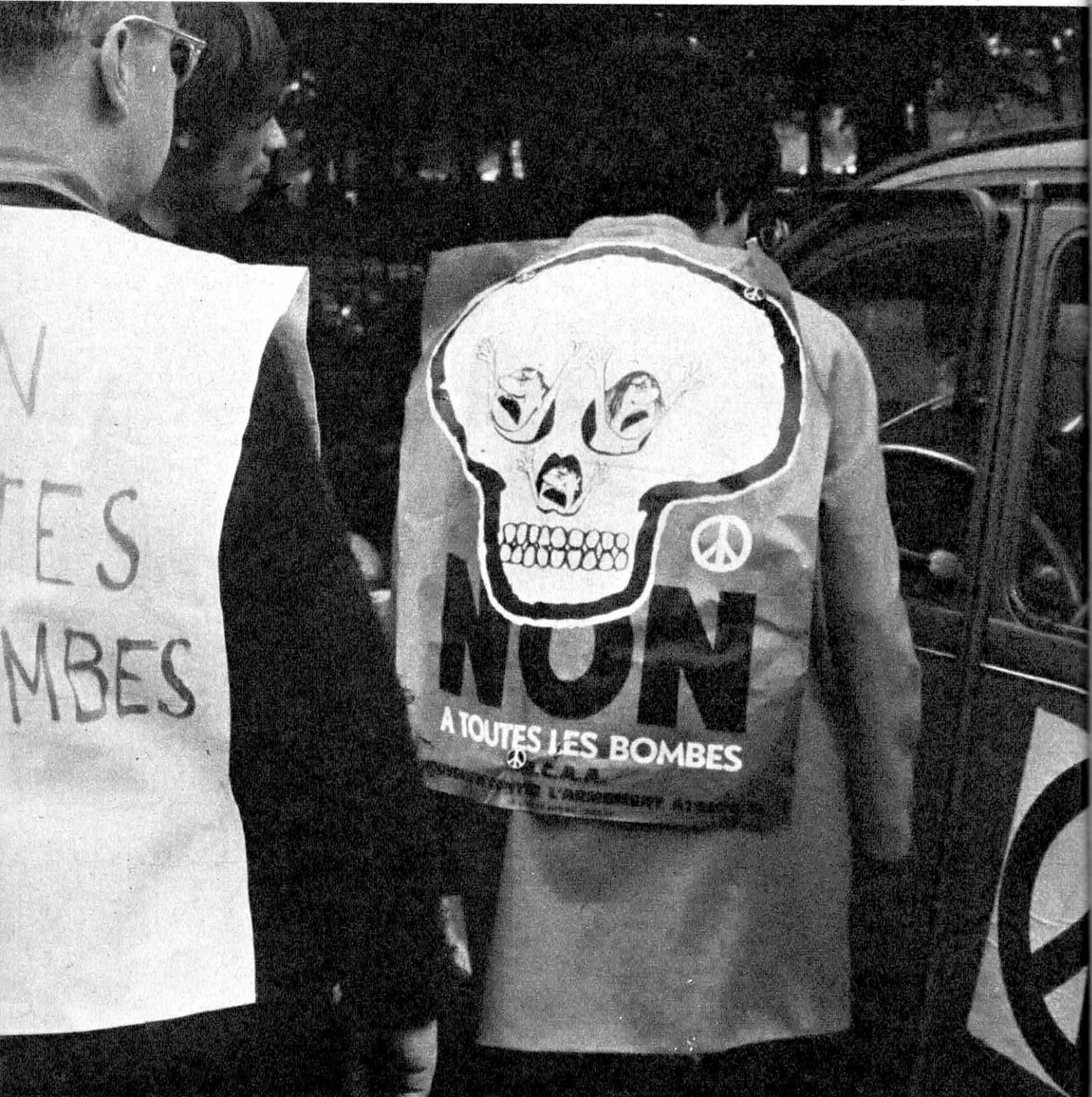
Jean MAZODIER



J.-P. Bonnin.

# ÉNERGIE NUCLÉAIRE ET ENVIRONNEMENT

J. Windenberger — Rapho.



*Armement nucléaire, centrales nucléaires, un amalgame qu'on peut espérer injustifié...*

*Frappée de péché originel par les bombardements d'Hiroshima et de Nagasaki, l'énergie nucléaire a eu un certain mal à se frayer un chemin parmi les sources d'énergie « civiles ».*

*En dépit des multiples précautions prises pour l'installation des centrales électriques nucléaires, quelques accidents graves ont d'ailleurs eu de quoi troubler l'opinion publique.*

**F**l'eau exterminateur ou source de vie, l'énergie nucléaire suscite l'un ou l'autre de ces qualificatifs pourtant parfaitement antinomiques. Ses partisans et ses adversaires s'affrontent avec une violence qui n'a aucun équivalent dans les controverses opposant habituellement, en matière de pollution, écologistes et déprédateurs — supposés ou réels. Certes, les risques qui s'attachent à l'utilisation même pacifique de la fission de l'atome sont mortels. Mais, on peut en dire autant de bien d'autres risques. En matière d'incendie ou de circulation automobile, le nombre de morts quotidiennement enregistré aurait de quoi provoquer la levée en masse des hommes et des femmes épris de sécurité.

Deux raisons principales expliquent, en fait, la sensibilisation des esprits lorsqu'il est question de l'atome. D'une part, il s'agit d'une force un peu mystérieuse, dont on mesure mal les conséquences. Ces fameux rayonnements ionisants, on ne les voit pas, on ne les sent pas, et on ne connaît pas très bien leurs effets sur l'organisme. D'autre part, et c'est peut-être le point essentiel, l'énergie nucléaire s'est d'abord manifestée aux yeux du public comme la plus destructive machine de guerre que le monde ait connue.

Pourtant, et c'est l'aspect paradoxal de la controverse, les conséquences dramatiques des bombardements nucléaires américains sur le Japon en 1945 ont certainement contribué, chez les partisans de l'utilisation de l'énergie nucléaire, à faire prendre des mesures de protection draconiennes, inconnues jusqu'alors dans aucun domaine. Si les pacifistes le reconnaissent, ils n'en estiment pas moins que ces précautions sont encore insuffisantes. Dans ces conditions, le débat demeurera encore longtemps ouvert.

## **UNE ORIGINE ENTACHEE PAR LA GUERRE**

Les centaines de milliers de victimes des bombardements d'Hiroshima et de Nagasaki ont, pendant près de huit ans — jusqu'au début de 1953 — détourné l'attention des retombées radioactives dues aux explosions nu-

cléaires. Les habitants des deux villes japonaises avaient surtout été tués et blessés par l'explosion même des bombes. Les conséquences de la radioactivité émise furent alors négligées.

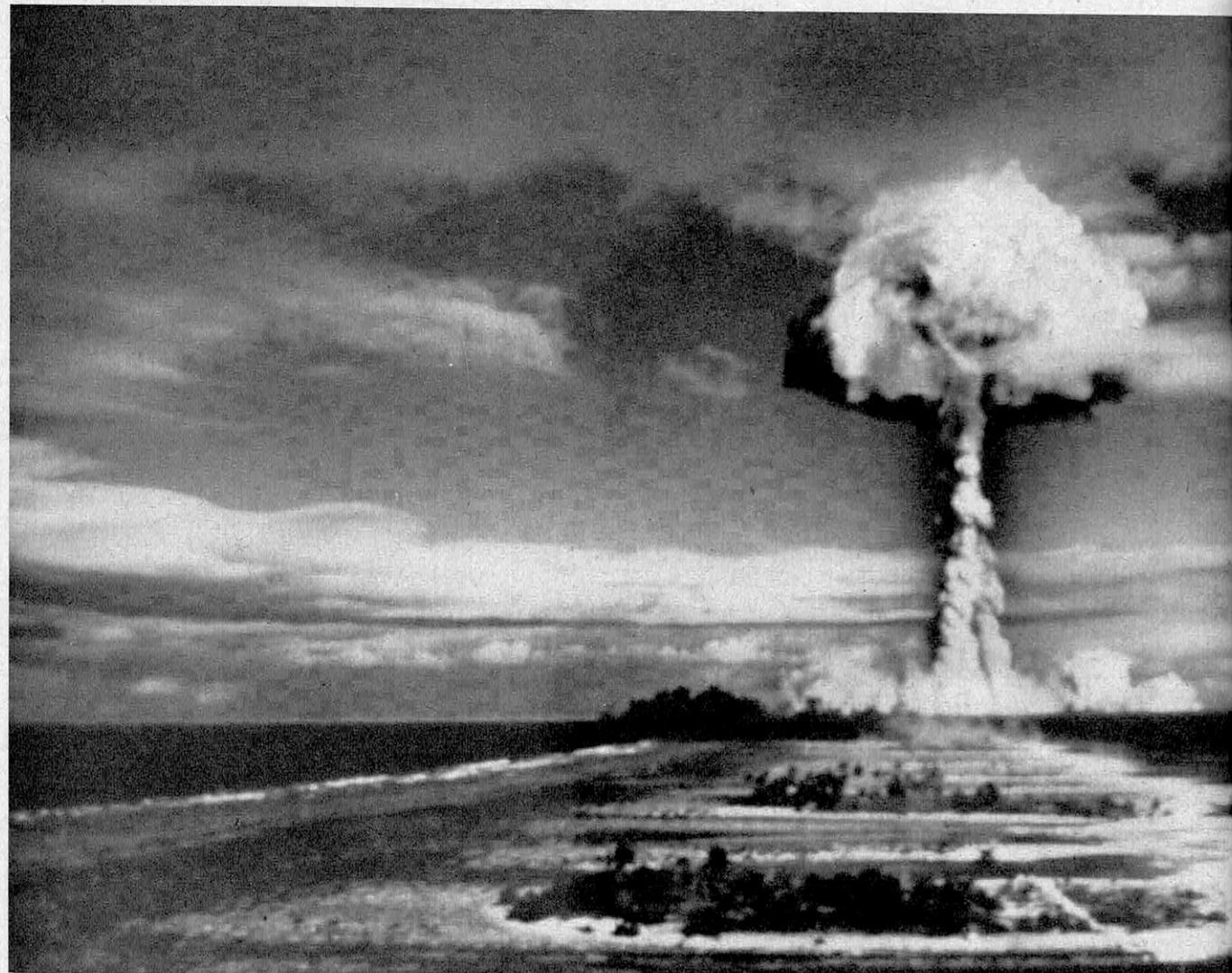
C'est pourquoi les atomistes qui poursuivirent les expériences se contentèrent de réaliser leurs explosions dans des zones désertiques. Et, effectivement, en dehors d'un secteur délimité ayant pour centre le point de l'explosion, aucun taux anormal de radioactivité n'était relevé. Jusqu'au 26 avril 1953.

Ce jour-là, une violente averse s'abat sur New York. Les physiciens qui, au laboratoire, procèdent à des contrôles de routine des variations de la radioactivité s'inquiètent : une forte croissance apparaît. Les émissions libérées par les explosions nucléaires dans le désert du Nevada avaient frappé, entraînées par les nuages, des zones urbaines situées à plusieurs milliers de kilomètres de là.

La Commission américaine de l'énergie atomique s'empressa de rassurer les inquiets : les retombées se produisaient très lentement ; le taux de radioactivité pouvant atteindre un individu ne dépassait pas d'une manière sensible celui émis par l'uranium présent dans la nature et par les rayons cosmiques en provenance de l'espace ; enfin, ces radiations, incapables de pénétrer profondément dans le corps, avaient peu de chances d'être dommageables... Tous les arguments avancés étaient vrais. Mais en partie seulement. Ils ne tenaient pas compte d'une retombée particulièrement nocive, celle du strontium 90...

Le strontium, élément chimique tout à fait inoffensif dans les conditions normales, est associé dans la nature à un autre élément, le calcium. Absorbé dans le sol par les végétaux, il finit par entrer dans la composition du corps humain. L'isotope 90 du strontium, qui suit le même cycle, est très dangereux. S'il ne pénètre qu'une très faible épaisseur de tissus, il ne s'en accumule pas moins autour des cellules osseuses, qu'il soumet à ses radiations.

Dans l'état actuel des connaissances scientifiques, on ne sait pas encore très bien expliquer le mouvement et le cycle des retombées qui font, par exemple, que la région de Milan



Mururoa, campagne d'été 1971...

détient le record mondial pour le taux de strontium 90 dans le lait. Quant aux conséquences réelles de sa présence dans l'organisme, on ne peut prévoir ce qu'il en adviendra dans plusieurs générations. Quelques études statistiques comparées permettent tout juste d'avancer des hypothèses.

C'est ainsi que la Commission scientifique des Nations Unies sur les effets des radiations atomiques estimait que, jusqu'en 1958, il y aurait eu de 2 500 à 100 000 malformations génétiques graves dans le monde dues aux essais nucléaires. La revue américaine « *Scientist and Citizen* », de son côté, évaluait les dommages, jusqu'en 1963, à 5 000 naissances anormales aux Etats-Unis et 86 000 dans le monde. Arthur Tamplin, un des plus célèbres champions de la lutte antinucléaire et qui appartient à un laboratoire californien de la Commission de l'énergie atomique américaine, est encore plus pessimiste. Selon lui, le nombre de décès d'enfants dus aux essais nucléaires se serait élevé, jusqu'en 1970, à 4 000.

Le traité d'interdiction des essais nucléaires dans l'atmosphère, qui date de 1963, a sans aucun doute réduit les dangers. Barry Commoner, biologiste américain considéré comme le maître à penser des écologistes contemporains, estime que si les expériences s'étaient poursuivies, les effets de la diffusion du strontium 90 auraient été 8 à 10 fois plus lourds qu'ils ne le sont. Il faut néanmoins souligner qu'à l'heure présente, la France et la Chine n'ont toujours pas adhéré au traité et que leurs essais constituent une source non tarie de retombées radioactives nocives.

## **UNE CENTRALE NUCLEAIRE N'EST PAS UNE BOMBE, MAIS...**

Si la menace des retombées radioactives provoquées par l'explosion des bombes semble ainsi s'estomper, les craintes se sont reportées vers l'utilisation pacifique de l'énergie nucléaire, essentiellement vers les centrales de production d'électricité qui en sont la principale application.



Ces centrales pourraient à priori s'avérer dangereuses pour trois raisons : éventualité de transformation du réacteur en bombe ; émission de rayonnements ionisants et contamination de l'environnement ; échauffement des sources extérieures de refroidissement, en particulier les rivières.

La possibilité de voir un réacteur exploser comme une bombe atomique est pratiquement exclue. Les adversaires de l'énergie nucléaire n'invoquent d'ailleurs plus, depuis bien des années, cet argument. Si le principe d'émission de l'énergie est le même dans le cas de la bombe et dans celui d'un réacteur, le combustible utilisé et les moyens mis en œuvre sont très différents.

La fission nucléaire, c'est, rappelons-le, l'éclatement d'un noyau lourd d'uranium (uranium 235) sous le choc d'un neutron. Avec trois conséquences : émission d'énergie sous forme de chaleur ; libération de nouveaux neutrons (2,5 par choc « primaire ») ; production de noyaux plus légers. Les neutrons libérés s'attaquent à leur tour à d'autres noyaux lourds et les réactions se poursuivent

en s'amplifiant, d'où l'expression de « réaction en chaîne ».

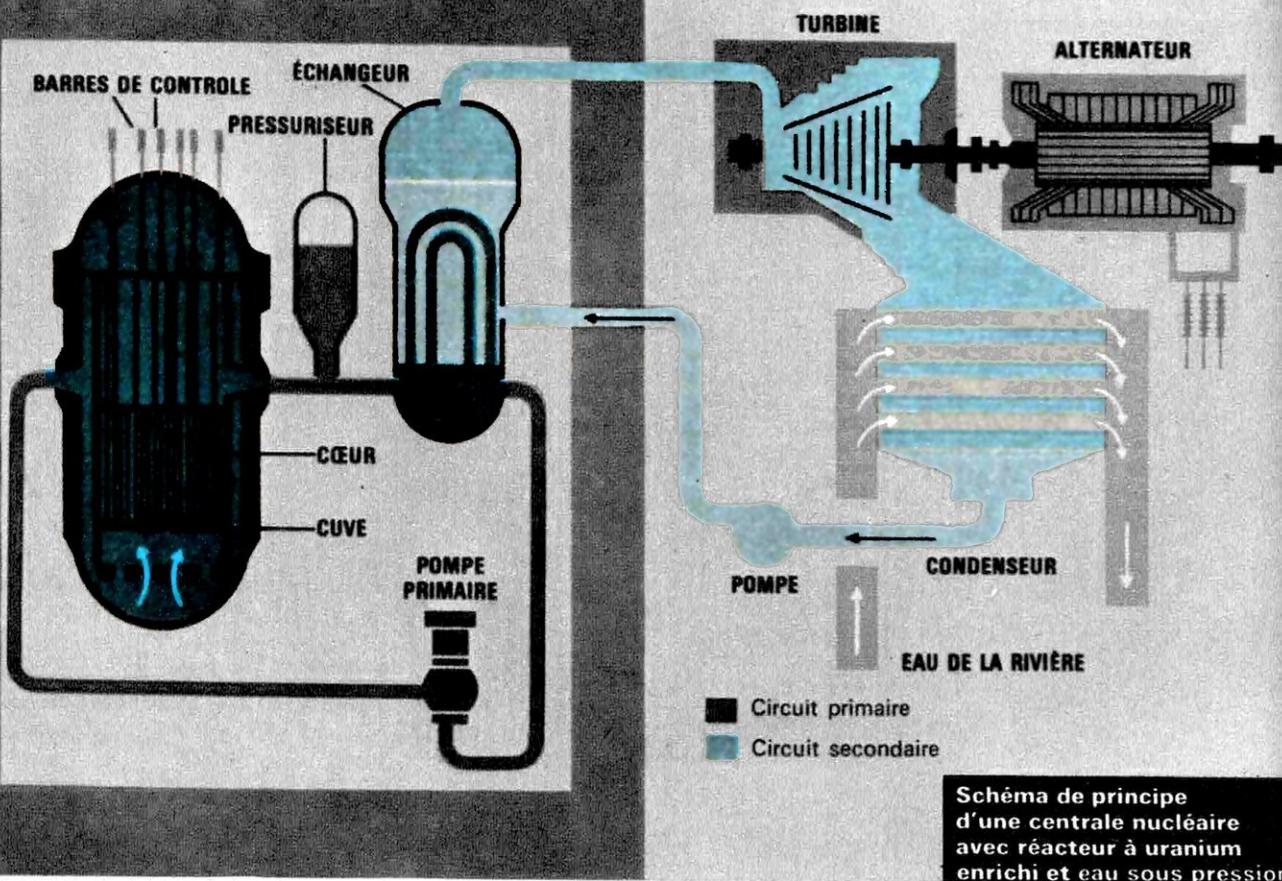
Dans une bombe, plus de 90 % du combustible est constitué de matière fissile — uranium 235 ou plutonium — et, au moment de sa mise à feu, cette matière est rassemblée avec force en un temps très court pour former une masse particulièrement explosive. Dans un réacteur de centrale nucléaire, au contraire, la teneur en matière fissile ne dépasse jamais 4 % : 0,7 % pour les réacteurs à uranium naturel — une filière abandonnée par la France en 1969 ; 3 à 4 % pour les réacteurs actuels dits à uranium enrichi. En outre, la matière fissile est très dispersée au milieu de matériaux parfaitement inertes. Même sans la moindre protection, un réacteur ne pourrait donc provoquer les ravages dus à la création de l'onde de choc et du flash électromagnétique caractéristiques de la bombe nucléaire.

On ne peut, hélas, en dire autant de la radioactivité. Sur ce point, tout le monde est d'accord : le danger n° 1 est constitué par les rayonnements ionisants. Les divergences portent plutôt sur la nature et le degré de la radioprotection nécessaire.

## UN EFFET DESTRUCTEUR CONTROVERSE

Les rayonnements ionisants ne sont pas spécifiques des réacteurs nucléaires. Les rayons cosmiques, des minéraux comme le granit, les cadres lumineux des montres fluorescentes, les récepteurs de télévision, et même le corps humain émettent également des corpuscules (particules alpha et bêta) ou des ondes électromagnétiques (rayonnement gamma et rayons X). Pénétrant dans la matière vivante, ils peuvent y provoquer (selon la quantité d'énergie qu'ils introduisent) des dommages allant de brûlures superficielles à la mort. De tels dommages n'ont cependant été constatés (à ce jour) qu'à la suite d'accidents ou d'explosions militaires.

D'autres effets, d'ordre génétique, peuvent être constatés. Les rayonnements sont susceptibles d'attaquer les molécules d'acide désoxyribonucléique (ADN), support, au niveau des chromosomes, du patrimoine héréditaire. Parmi les conséquences, liées d'ailleurs à l'importance de l'exposition du sujet, on note en particulier la leucémie et certaines anomalies transmissibles, quand les chromosomes des cellules sexuelles sont touchés. Cependant, l'organisme humain, qui baigne depuis toujours dans un milieu naturel ionisant, est capable de réparer les petites lésions provoquées par de faibles rayonnements. C'est pourquoi les doses maximales admissibles devraient être au plus égales à celles au-delà desquelles les lésions ne sont plus réparables. A condition toutefois de pouvoir déterminer à coup sûr le seuil en question et, surtout, d'admettre que les doses ne sont pas cumulatives.



Documents EDF.

Schéma de principe  
d'une centrale nucléaire  
avec réacteur à uranium  
enrichi et eau sous pression

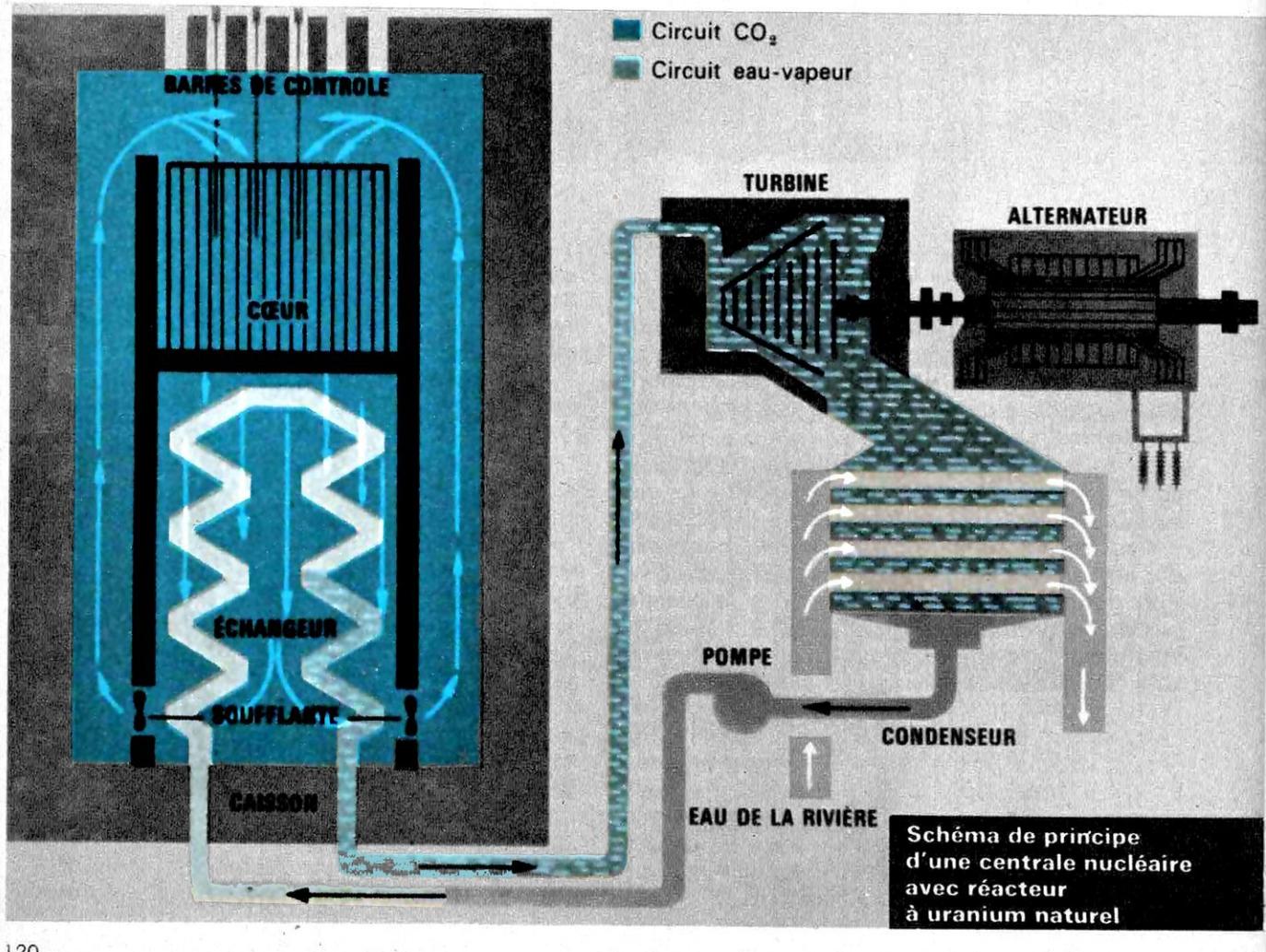


Schéma de principe  
d'une centrale nucléaire  
avec réacteur  
à uranium naturel

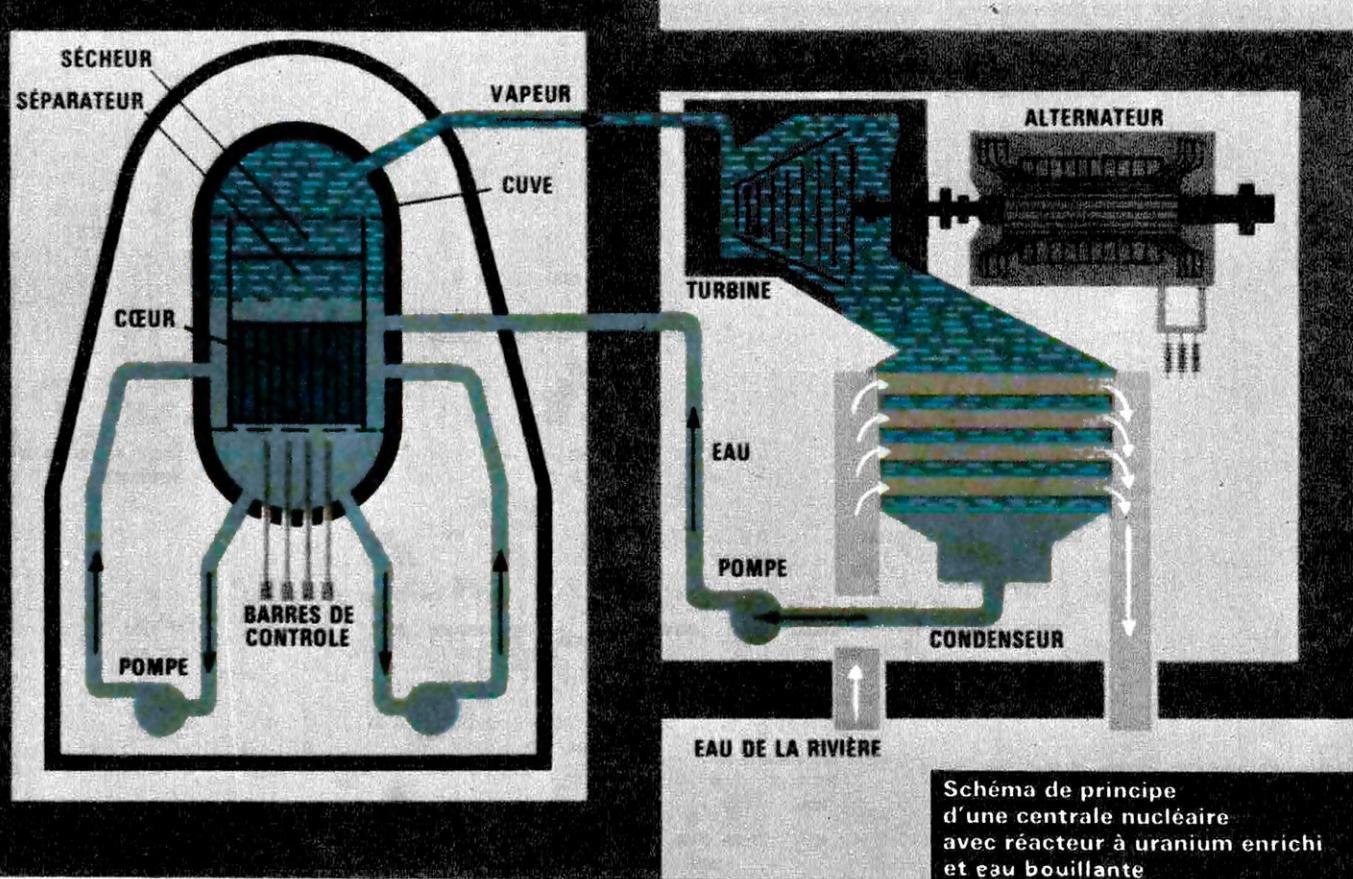
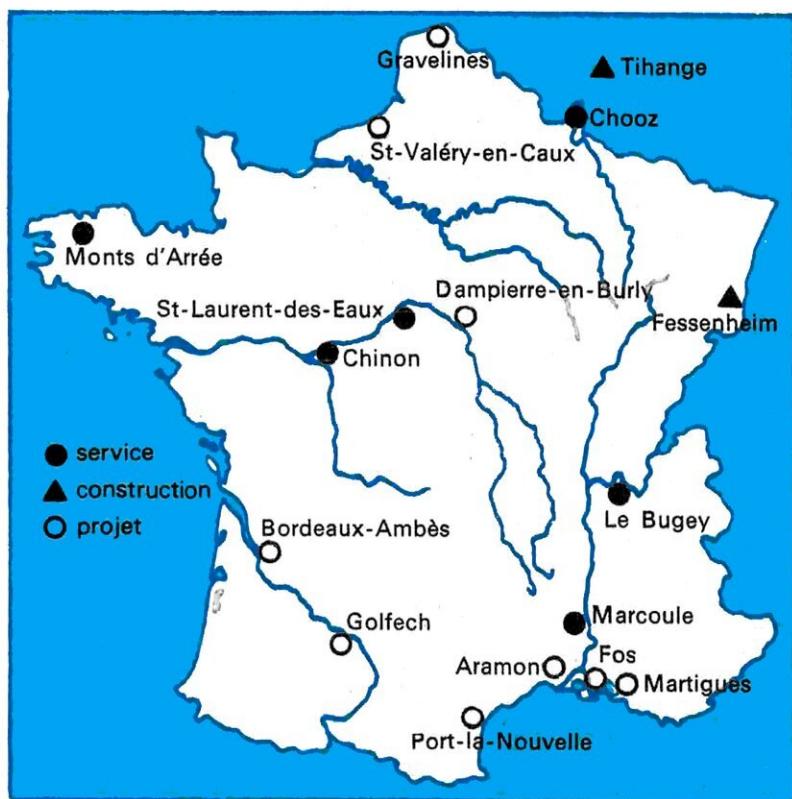
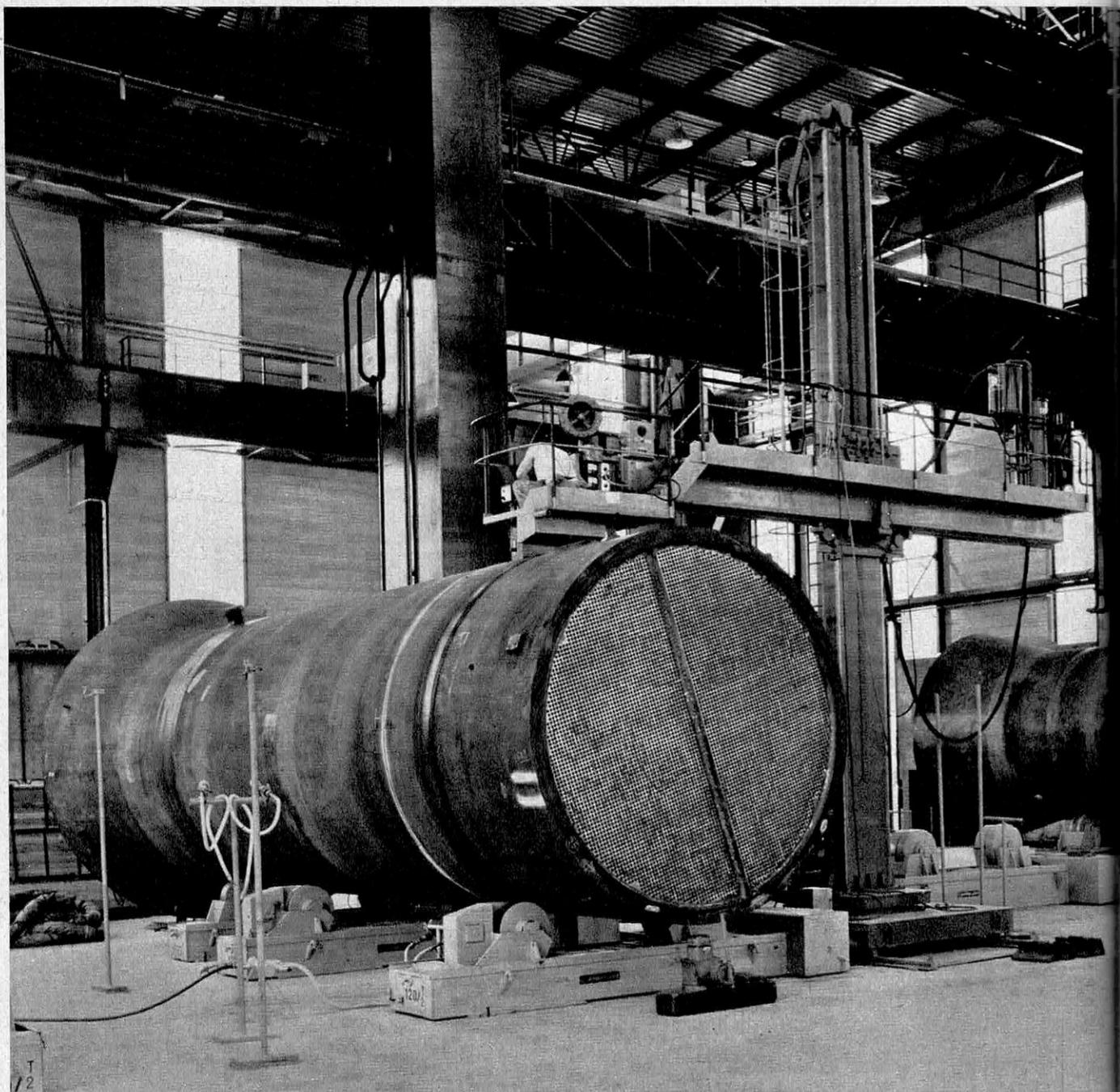


Schéma de principe  
d'une centrale nucléaire  
avec réacteur à uranium enrichi  
et eau bouillante



La filière française uranium naturel-graphite-gaz a — en principe — été abandonnée. La centrale Bugey I, connectée au réseau au cours des derniers mois, a cependant été construite sur ce modèle. Les solutions d'avenir sont, en France, celles basées sur des brevets américains : centrales à eau bouillante licence General Electric

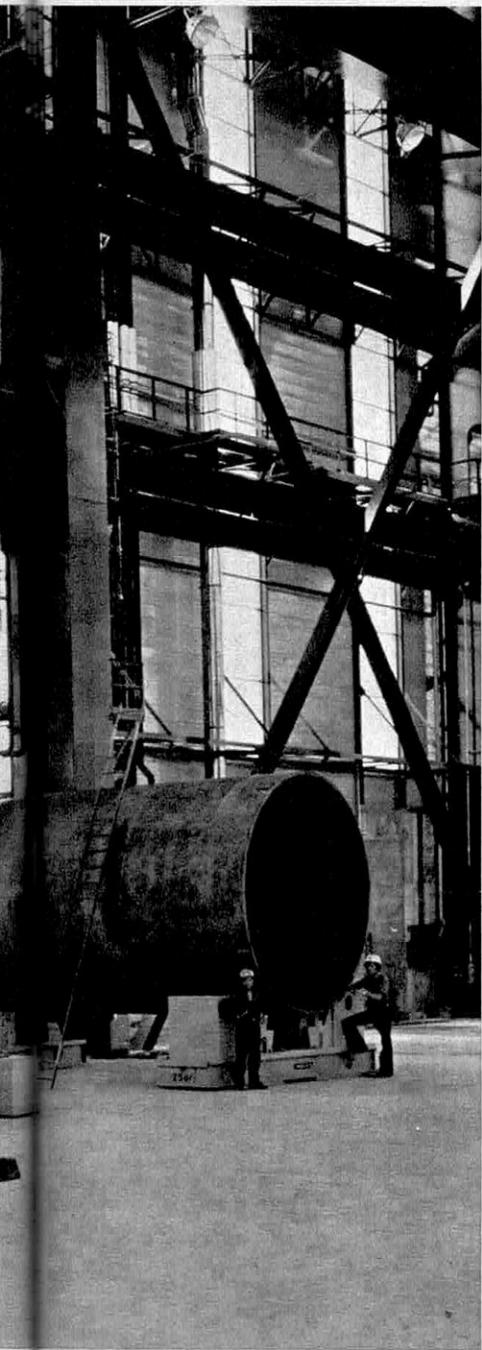
et centrales à eau sous pression licence Westinghouse. Sur la carte sont représentés de nombreux sites possibles pour les centrales nucléaires futures. Celui de Dampierre, dans le Loiret, est maintenant retenu. On remarque que les implantations sont largement dictées par les facilités de refroidissement qu'elles offrent.



Ainsi, les recommandations de la Commission internationale de protection radiologique, dont la réglementation française s'est inspirée, fixent à 0,5 rem par an (le rem est l'unité de dose qui correspond à l'effet biologique sur l'homme de 1 g de radium disposé à 1 m de lui pendant 1 heure) la dose maximum admissible pour les personnes ne travaillant pas dans les installations nucléaires. Un seuil et une notion même que de nombreux biologistes dans le monde contestent. « Peut-être y a-t-il une quantité de rayonnement qui représente un seuil de sécurité ? Nous savons aujourd'hui que c'est un espoir commode qui n'est fondé sur aucune preuve scientifique. Des dommages sous formes de

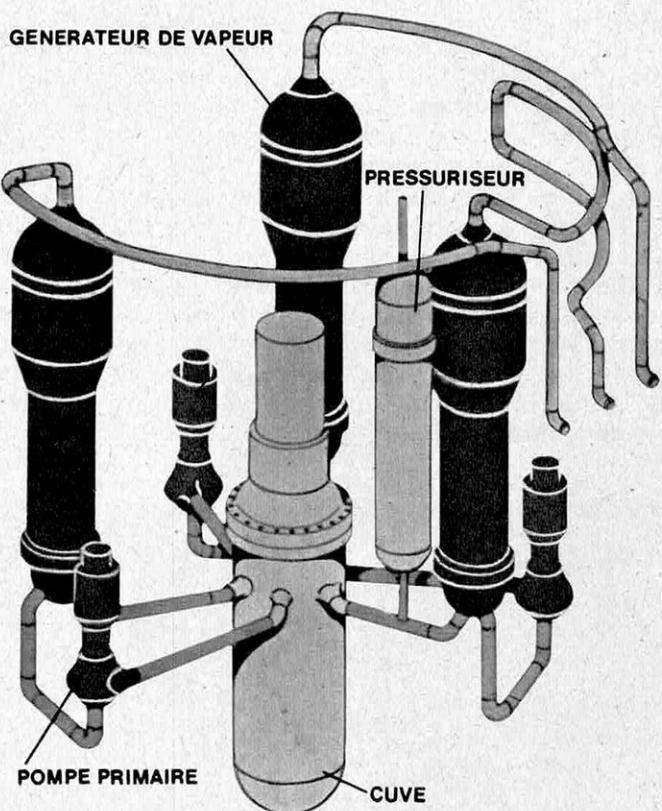
cancers ou de leucémies se produisent avec les doses les plus basses. Nous savons même qu'un seul examen radiologique de diagnostic à une période avancée de la grossesse provoque une augmentation de 50 % des cancers et des leucémies des enfants irradiés *in utero*. L'idée d'une dose de rayonnement sûre est détruite à peu près sans espoir. » Ainsi s'exprime John Gofman, biologiste américain à qui la Commission de l'énergie atomique américaine avait confié — avec l'aide d'Arthur Tamplin — l'étude de l'évaluation exacte des retombées radioactives dans la biosphère.

Quoi qu'il en soit, une centrale nucléaire est une source de rayonnements ionisants.



Documents Framatom.

*A Chalon-sur-Saône, l'atelier de construction des générateurs de vapeur pour centrales licence Westinghouse. Leur implantation par rapport au « cœur » est indiquée par le dessin ci-dessous, dans le cas d'une centrale 900 MW type Fessenheim. La vapeur d'eau qui en sort fait directement tourner les installations de production d'électricité.*



Source directe d'abord ; source indirecte ensuite par l'intermédiaire de l'air et de l'eau (les effluents) qui auraient été contaminés ; par l'intermédiaire aussi des déchets résultant des réactions de fission.

### LA RADIOPROTECTION

En fonctionnement, un réacteur nucléaire d'une puissance moyenne de 1 000 mégawatts — millions de watts — renferme en son sein une valeur radioactive de plusieurs milliards de curies<sup>(1)</sup>. En d'autres termes, un sujet qui serait placé sans la moindre protection à 1 mètre de ce réacteur recevrait en une heure une dose de plusieurs milliards de rems. Dans ces conditions, on conçoit que de très

sévères mesures soient prises pour isoler le cœur du réacteur de son environnement extérieur. Des mesures qui prennent en compte non seulement les conditions normales de fonctionnement, mais également les accidents susceptibles d'être provoqués, par exemple, par un tremblement de terre ou la chute d'un avion.

La première barrière est constituée d'une gaine métallique qui entoure le combustible irradié. En principe (c'est-à-dire dans les conditions normales), cette gaine retient 99,9 % des isotopes radioactifs sources de rayonne-

<sup>(1)</sup> Le curie se définit comme la quantité de substance radioactive dans laquelle se produisent  $3,7 \times 10^{10}$  désintégrations par seconde.

ment. Elle est en alliage d'aluminium dans les réacteurs à uranium naturel, en alliage de zirconium dans les réacteurs à uranium enrichi, et en acier inoxydable dans les réacteurs à neutrons rapides, ceux de la nouvelle filière en cours d'expérimentation.

En cas de rupture de gaine, provoquée par exemple par un échauffement localisé du combustible, le fluide caloporeur (celui qui transmet la chaleur de la réaction de fission au système de production de l'électricité), peut véhiculer une certaine quantité de produits radioactifs. Cependant, circulant en circuit fermé, son action radioactive est limitée dans la mesure où le circuit est inclus dans un ensemble étanche en béton précontraint (dans le cas de la filière à uranium naturel, dans le cas de la filière à uranium enrichi, en acier et en béton). Ces ensembles constituent la seconde barrière protectrice. Il en existe une troisième. Construite en béton, elle englobe l'ensemble du bâtiment du réacteur ou celui constitué par le réacteur et la salle des machines.

Indépendamment de ces barrières protectrices, la sécurité du fonctionnement est assurée de diverses manières. Le réacteur est d'abord conçu pour que les réactions en chaîne qui s'y produisent aient instantanément tendance à se ralentir lorsque la température

s'élève. Ensuite, il existe des barres de contrôle (constituées d'un élément avide de neutrons, le bore), que l'on peut descendre dans le cœur du réacteur afin de réduire ou arrêter la réaction. Enfin, de multiples appareils de contrôle surveillent divers paramètres, comme le flux de neutrons, la température et les pressions, et peuvent déclencher automatiquement l'arrêt du réacteur en cas de situation anormale.

## QUELQUES ALERTES GRAVES

Les mesures de sécurité sont donc considérables. Mais sont-elles suffisantes ? On peut légitimement se poser la question puisque, dans la courte histoire des centrales nucléaires, plusieurs accidents se sont produits, tandis que d'autres ont pu être évités de justesse, mettant en lumière la fragilité de certaines constructions. Les trois plus graves eurent lieu en 1957 à Windscale (Angleterre), en 1958 à Chalk River (U.S.A.), et en 1960 à Idaho Falls (U.S.A.).

Le 9 octobre 1957 à Windscale, l'uranium, en s'oxydant, porte le graphite, utilisé comme modérateur, au rouge. Le lendemain matin, l'appareil de contrôle situé à la sortie de la cheminée de la centrale accuse une brusque montée de la radioactivité et une émission

## L'ATOME A BORD DES NAVIRES

L'utilisation de l'énergie nucléaire comme moyen de propulsion des sous-marins est un fait acquis depuis plusieurs années. Dans le domaine militaire, en effet, l'autonomie joue un rôle primordial. Dans le domaine civil, par contre, d'autres éléments doivent en priorité être pris en compte. Jusqu'à présent, ils avaient quelque peu freiné les projets de navires marchands à propulsion nucléaire. C'est, en partie, le coût estimé trop élevé par rapport à un bâtiment traditionnel qui a conduit les Américains à transformer en musée le premier navire marchand atomique — lancé il y a dix ans — le Savannah. Aujourd'hui la crise du pétrole relance la technique nucléaire.

La Marine américaine réétudie avec le fabricant de réacteurs Babcock et Wilcox un système développant 120 000 ch, tandis que la société Energy Corporation of America envisage de construire en quelques années douze pétroliers géants à propulsion nucléaire. De 415 000 tonnes chacun, ces pétroliers coûteraient quelque 170 millions de dollars pièce. C'est cher, très cher même : 40 à 50 % de plus que des pétroliers classiques. Mais le coût de fonctionnement serait réduit de 30 à 50 %. Et dans l'hypothèse d'une multiplication par 10 du prix du pétrole d'ici 1980,

le bilan global pourrait être favorable à la propulsion atomique. D'autant qu'un pétrolier géant aurait une autonomie de deux ans avec une charge de 8,6 tonnes d'uranium enrichi à 5,5 %, alors que le même pétrolier, en propulsion classique, doit actuellement emporter 20 000 tonnes de mazout pour ne naviguer que trois semaines à une vitesse réduite de moitié.

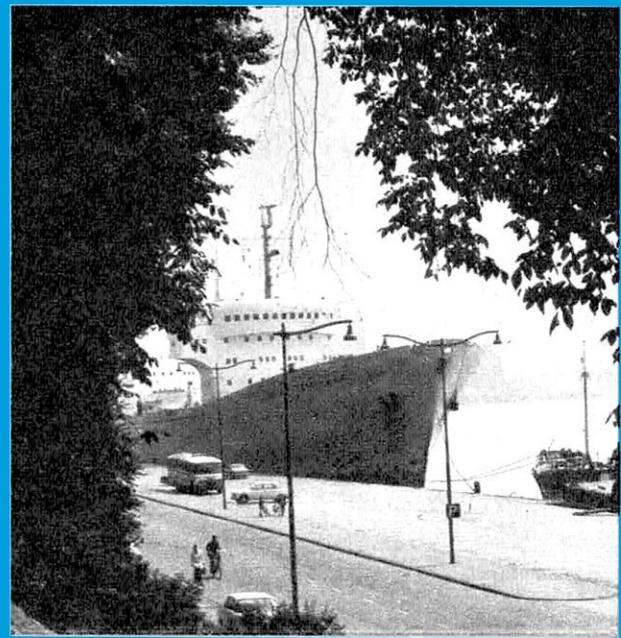
Un consortium germano-britannique, composé de chantiers navals, d'armateurs, et d'atomistes, s'apprête à mettre en œuvre un programme de construction de six porte-conteneurs de 60 000 tonnes chacun. La recherche et le développement coûteraient à eux seuls près de 500 millions de francs. En France, on hésite. La compagnie des Messageries Maritimes et le Commissariat à l'énergie atomique ont calculé que la note du porte-conteneurs Korrigan, qui s'élève à 175 millions de francs, aurait été de 255 millions si le navire était mû par l'énergie atomique.

Le développement d'une marine marchande nucléaire — qui n'est envisageable que si elle s'avère plus rentable que la marine classique — ne manquera pas de poser des problèmes en matière de pollution. Certes, par unité, les risques seront moins grands que dans le cas des centrales électriques nucléaires. Un acci-

de strontium 90. La nuit suivante, le lait est réquisitionné dans toutes les fermes avoisinantes. Le matin du 11, de l'eau est injectée dans le réacteur et le 12 dans l'après-midi seulement, le cœur de la pile, refroidi — mais détruit — est neutralisé. Jusqu'au 31 octobre, cependant, la consommation de lait frais fut interdite dans un rayon de 500 kilomètres.

Le 23 mai 1958, à Chalk River, une brusque montée de puissance entraîne la chute automatique des barres de contrôle. Cependant, les dispositifs d'alarme indiquent une très forte radioactivité dans le circuit de refroidissement : la gaine d'une cartouche de combustible vient de se rompre. Comme on essayait de retirer cette dernière du réacteur, une vingtaine de kilos d'uranium tombent sur le sol et déclenchent un incendie, lequel fut cependant maîtrisé et l'uranium récupéré. Mais, du 24 mai au 29 juin, il fallut procéder à la décontamination du local et du matériel avant de remettre le réacteur en marche.

Le 3 janvier 1960, à 21 heures, au réacteur d'Idaho Falls arrêté depuis douze jours pour entretien, une violente explosion se produit, entraînant la mort de trois hommes. Parmi les hypothèses envisagées, la plus vraisemblable semble être un retrait trop rapide de la barre de contrôle centrale.



L'*Otto Hahn* : un succès limité.

dent ou une fuite libérerait une dose de rayonnement radioactif plus faible. Mais, la radioactivité étant émise dans la mer, la contamination pourrait se propager d'une manière totalement imprévisible, au gré des cou-

## QUE FAIRE DES DECHETS ?

Dernière source importante de rayonnements ionisants, les produits de fission (les éléments combustibles « usés ») soulèvent un certain nombre de problèmes délicats. Bien que traités après leur extraction du réacteur, ils n'en laissent pas moins des déchets radioactifs.

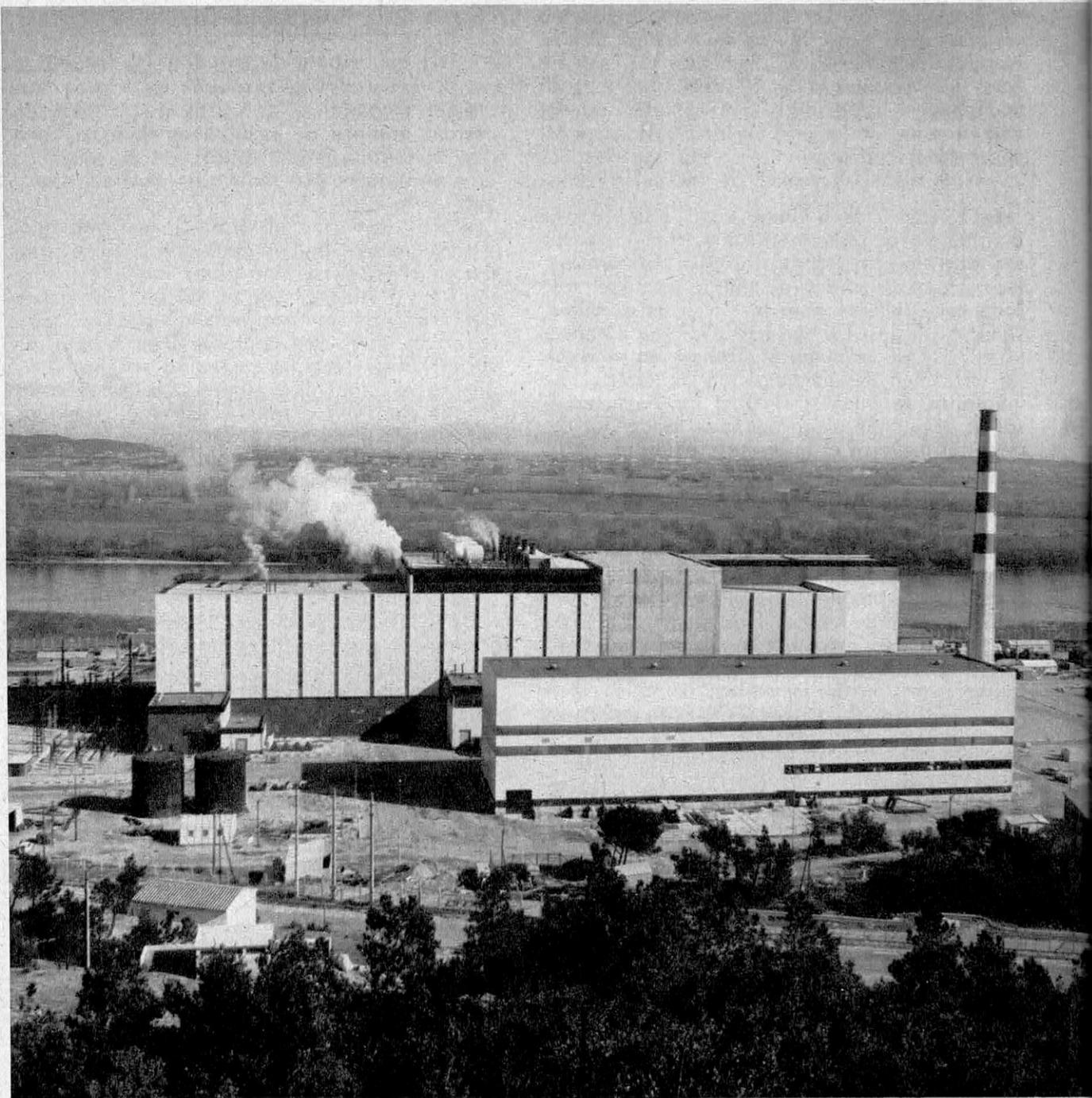
Après leur « combustion », les barreaux d'uranium sont placés dans une cuve remplie d'eau, baptisée piscine, dans laquelle ils séjournent plusieurs mois. En 90 jours, ils y perdent 98 % de leur radioactivité. Par la suite, enfermés dans des containers en plomb, ils seront dirigés vers les usines de retraitement : en France, une telle usine est installée à La Hague, dans le Cotentin. C'est là que, par des traitements physiques et chimiques, les isotopes radioactifs et le plutonium sont séparés. Certains isotopes sont utilisés en médecine (traitements par irradiation, stimulateurs cardiaques, par exemple) ou dans l'industrie. Les autres sont compactés et emprisonnés dans des blocs de béton : ce sont les déchets proprement dits.

Dans les centrales elles-mêmes, les effluents liquides et gazeux qui proviennent de fuites accidentelles ou d'opérations de routine — vidanges des circuits de refroidissement, de la

rants. Quant aux protections, on conçoit qu'elles sont, pour des raisons évidentes de place, plus réduites sur un navire que sur terre.

A l'heure actuelle, compte tenu du faible nombre de navires à propulsion nucléaire en service dans le monde — une cinquantaine de sous-marins, un brise-glace soviétique et quatre navires expérimentaux — les mouvements de contestation ne se sont encore guère manifestés. A l'exception du Japon.

Dans le petit port de Mutsu, au nord de l'archipel nippon, le premier navire marchand nucléaire du pays — 8 000 tonnes — est bloqué depuis un an. Le gouvernement doit en effet tenir compte des protestations des 3 000 pêcheurs de la région qui vivent de la collecte des coquilles Saint-Jacques. Cinq de leurs associations refusent tous les compromis élaborés jusqu'à présent, dont la proposition de faire effectuer les essais en haute mer. Elles ne laisseront partir le bateau qu'à la condition d'être indemnisées de tout manque à gagner dont elles seraient victimes, y compris celui provoqué par des rumeurs, vraies ou fausses. Il est vrai que les Japonais sont particulièrement sensibles à ce qui touche à l'énergie nucléaire. Ils l'ont vécu dans leur chair.



*Le surrégénérateur Phenix — centrale prototype — a commencé à produire du courant à la fin 73.*

piscine de stockage, renouvellement de l'air, etc. — sont traités dans des locaux isolés. Les résidus rejoignent les usines de retraitement où ils sont stockés avec les déchets des combustibles irradiés.

Le problème des déchets radioactifs s'avère particulièrement délicat à résoudre. Quatre solutions sont envisagées ou déjà adoptées pour assurer leur stockage définitif : stockage sur le sol ou à faible profondeur ; stockage dans les formations salines ; stockage par injection ; enfin, rejet en mer. A vrai dire, aucune d'entre elles ne garantit une sécurité totale. Les accidents qui se sont déjà produits

mettent en cause, en définitive, la solidité des enceintes théoriquement étanches dans lesquelles sont enfermées les déchets.

Ainsi, le 29 février 1952, un des containers (en béton et acier), qu'un navire britannique devait immerger à 1 600 km des côtes par 2 000 m de profondeur se fendit et une faible quantité de son contenu se répandit sur le pont. Le 23 octobre de la même année, à Kansas City, le réservoir d'un camion, chargé de morceaux d'uranium métallique emballés dans des cadres de bois, prenait feu à la suite d'une collision. Le 14 juillet 1957, un des 25 containers renfermant du sodium radioactif

en provenance du réacteur du Seawolf, le deuxième sous-marin atomique américain, et qui devaient être immersés au large de New York, refusa de couler. L'aviation de chasse dut intervenir à coup de mitrailleuses pour lui faire entendre raison... Si l'eau de la mer est entrée en contact avec le sodium par les orifice créés par les balles, de la soude radioactive a été déversée dans la mer...

## LE RECHAUFFEMENT DES RIVIERES

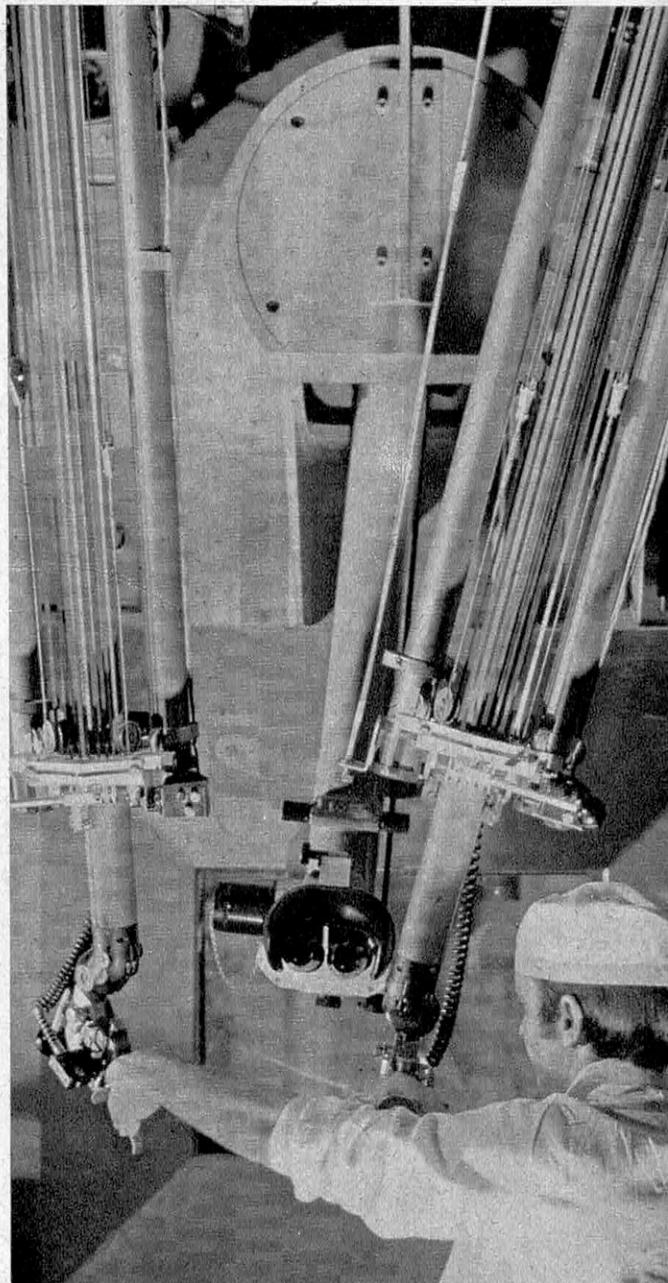
Une pollution, qui n'a rien à voir avec la radioactivité, est indissolublement liée à l'existence des centrales nucléaires. Il s'agit de la pollution thermique. En effet, comme toute machine thermique, pour respecter le principe de Carnot, les centrales doivent disposer d'une source froide, en général les eaux d'une rivière. En fait, les centrales nucléaires y rejettent entre 75 et 80 % de la chaleur produite par les réactions de fission. L'élévation de température qui en résulte pourrait s'avérer extrêmement grave pour la vie animale.

En France, pour le moment, les conséquences ne semblent pas encore dramatiques. La centrale de Bugey, sur le Rhône, n'élèverait la température du débit moyen que de 0,6 °C et celle du débit d'étiage de 1,6 °C. Néanmoins, par tranches de 900 mégawatts supplémentaires, l'accroissement serait respectivement de 0,9 et 2,4 °C. C'est plus inquiétant.

Compte tenu du programme de centrales nucléaires prévu jusqu'à la fin du siècle et des sites possibles, d'autres sources de refroidissement devront être utilisées. Le problème se pose déjà concrètement pour la Loire, dont le débit est particulièrement irrégulier et très faible en été. C'est pourquoi on envisage l'utilisation de tours de réfrigération dans lesquelles l'eau serait traitée avant d'être rejetée dans le fleuve. Mais l'installation de ces tours, particulièrement inesthétiques, soulève une certaine réprobation dans cette région réputée.

## D'AUTRES APPLICATIONS DE L'ENERGIE NUCLEAIRE

Les centrales de production d'électricité sont incontestablement la principale utilisation pacifique de l'énergie nucléaire. Mais ce n'est pas la seule. Divers projets font recours à cette force fantastique. Toutefois, les dangers qu'ils présentent pour l'environnement sont tels qu'ils ont du mal à « déboucher ». C'est en particulier le cas du programme américain Plowshare. Lancé en 1957, il visait à utiliser des explosifs nucléaires pour détruire les obstacles à la navigation sur le fleuve Mississippi, pour creuser un canal de



*Dans les centrales, la manipulation des déchets radioactifs, en vue de leur traitement par des usines spécialisées, fait l'objet de techniques éprouvées (télémanipulation, mise en containers...).*

235 miles de long entre la rivière Tennessee et le golfe du Mexique, un autre entre la rivière Columbia et le détroit du Puget, enfin pour creuser des puits accédant à des nappes de gaz. A l'heure actuelle, 138 millions de dollars d'études y ont été consacrés et le projet a été pratiquement abandonné. Tout comme a été abandonné celui qui prévoyait de creuser un nouveau canal maritime à travers l'isthme de Panama.

L'énergie nucléaire n'est pas encore suffisamment bien domestiquée pour que l'homme ait en elle une confiance totale.

Guy SCHWARTZ

# *Des sources d'énergie propres en gestation*

Les sources d'énergie classiques — charbon, pétrole, uranium — sont également des sources, effectives ou potentielles, de dégradation de l'environnement. Les menaces qui pèsent sur l'approvisionnement en certaines d'entre elles incitent, d'ailleurs, de par le monde, à des recherches accélérées sur d'autres sources d'énergie qui posséderaient le double mérite d'être à la fois à peu près inépuisables et non polluantes. C'est surtout le cas du soleil, des océans, de l'énergie géothermique, des vents, voire des piles à combustible, de la fusion thermonucléaire, de la conversion thermoélectrique, ou encore des générateurs magnétohydrodynamiques.

## LE SOLEIL

Le soleil est incontestablement la source d'énergie idéale : elle est propre et inépuisable. La terre reçoit quelque 173 000 milliards de kW, soit 1 kW par m<sup>2</sup>, et la domestication d'une partie de cette énergie aurait de quoi satisfaire les besoins mondiaux en électricité. Pour ce faire, deux méthodes à grande échelle sont à l'étude : l'une photoélectrique, l'autre thermoélectrique. La méthode photoélectrique consiste à installer sur orbite spatiale — à 35 000 km de la terre — une centrale constituée de piles solaires d'une surface to-

tale de 8 km<sup>2</sup>. L'électricité produite est transmise, par des supraconducteurs, à une station également en orbite qui transforme le courant en micro-ondes radio émises en direction de la terre. Là, il est rétransformé en courant alternatif de 50 ou 60 cycles/s. Tel est le projet que la NASA envisage d'expérimenter à partir de 1985. Trois inconvénients majeurs sont cependant à considérer : pour réaliser une centrale spatiale d'une puissance installée de 10 000 MW, 20 000 à 50 000 tonnes de matériel devraient être expédiées dans l'espace ; d'autre part, le rendement du système ne semble pas devoir être supérieur à 10,5 %, alors que le seuil de rentabilité est évalué à 20 % ; enfin, l'utilisation d'un faisceau de micro-ondes de plus de 100 MW/cm<sup>2</sup> menacerait la vie animale et la navigation aérienne. A une moindre échelle, le déploiement de piles solaires sur les toits des immeubles — et non plus dans l'espace — est également à l'étude. Mais, indépendamment d'un coût encore trop élevé, une surface de 66 m<sup>2</sup> serait nécessaire pour produire 720 kWh par mois, soit à peine de quoi alimenter 7 ménages.

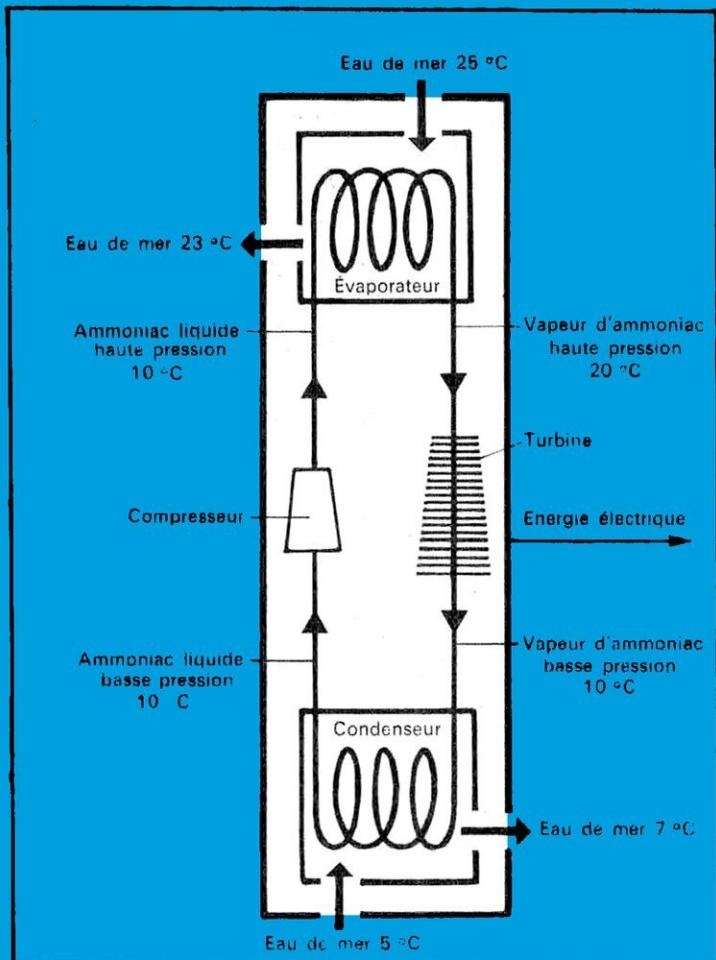
La méthode thermoélectrique consiste à accumuler la chaleur du soleil — par miroirs de réflexion — pour faire fonctionner un turbo-alternateur. Remplaçant le charbon, le fuel ou le réacteur nucléaire, un tel système éliminerait les pollutions, à l'exception du réchauffement de la source froide. A signaler que pour produire 1 000 MW, la centrale thermoélectrique devrait s'étendre sur 30 km<sup>2</sup>.

## LA MER

L'océan constitue une autre source d'énergie considérable. Les trois-quarts de l'énergie solaire y sont stockés, ce qui représente approximativement 20 000 fois les besoins de l'homme. Une énergie qui se manifeste sous forme cinétique (force vive des vagues, des courants, des marées), sous forme thermique (différences de température), sous forme potentielle (différence de marée, différences de pressions), ou même sous forme chimique. Mais, à part la centrale marémotrice de la Rance qui produit 540 millions de kWh par an, l'énergie marine n'est utilisée que dans des cas spécifiques, comme l'alimentation de phares, de bouées, voire d'îles isolées. Ainsi, au Japon, un alternateur fixe utilisant la force des vagues est en exploitation depuis 1967 sur l'île d'Ashika : sa puissance de régime est de 100 watts.

L'exploitation des courants marins est également envisagée : elle permettrait d'obtenir, dans le monde, 600 millions de kW. Mais, là encore, le coût des investissements nécessaires est rédhibitoire, d'autant qu'une éventuelle centrale devrait être construite en mer.

L'utilisation de l'énergie provenant des différences de température de l'eau de mer aux diverses profondeurs a été réalisée pour la première fois en 1930 par un Français, Georges Claude, dans la baie de Matanzas à Cuba : la centrale pilote avait une puissance de 10 kW. Un projet plus ambitieux — 2 turbines de 3 500 kW chacune — était envisagé à



*Une version modernisée de la centrale Georges Claude en projet aux USA.*

Abidjan vers 1957 : trop coûteux, il est pour l'instant au point mort.

### LA TERRE ET L'AIR

Parmi les principales autres sources d'énergie propres qu'on pourrait appliquer à grande échelle, une place doit être accordée à la géothermie. L'éruption d'un volcan, par exemple, qui correspond à l'émission en surface du magma venant de la pyrosphère, fournit de la vapeur atteignant 1 000 à 1 200 °C. En extrayant, par forage, la vapeur d'eau produite au contact du magma au fond de la croûte terrestre (la vapeur d'eau est, aussi, spontanément libérée dans certaines régions du monde sous forme de geysers), on peut la faire passer dans un turbo-alternateur. On obtient ainsi une centrale dont la chaudière se situe au fond de la terre. Les projets sont nombreux. La puissance installée des centrales géothermiques pourrait être de 632 500 kW aux Etats-Unis en 1975 et de 395 000 kW au Mexique en 1980.

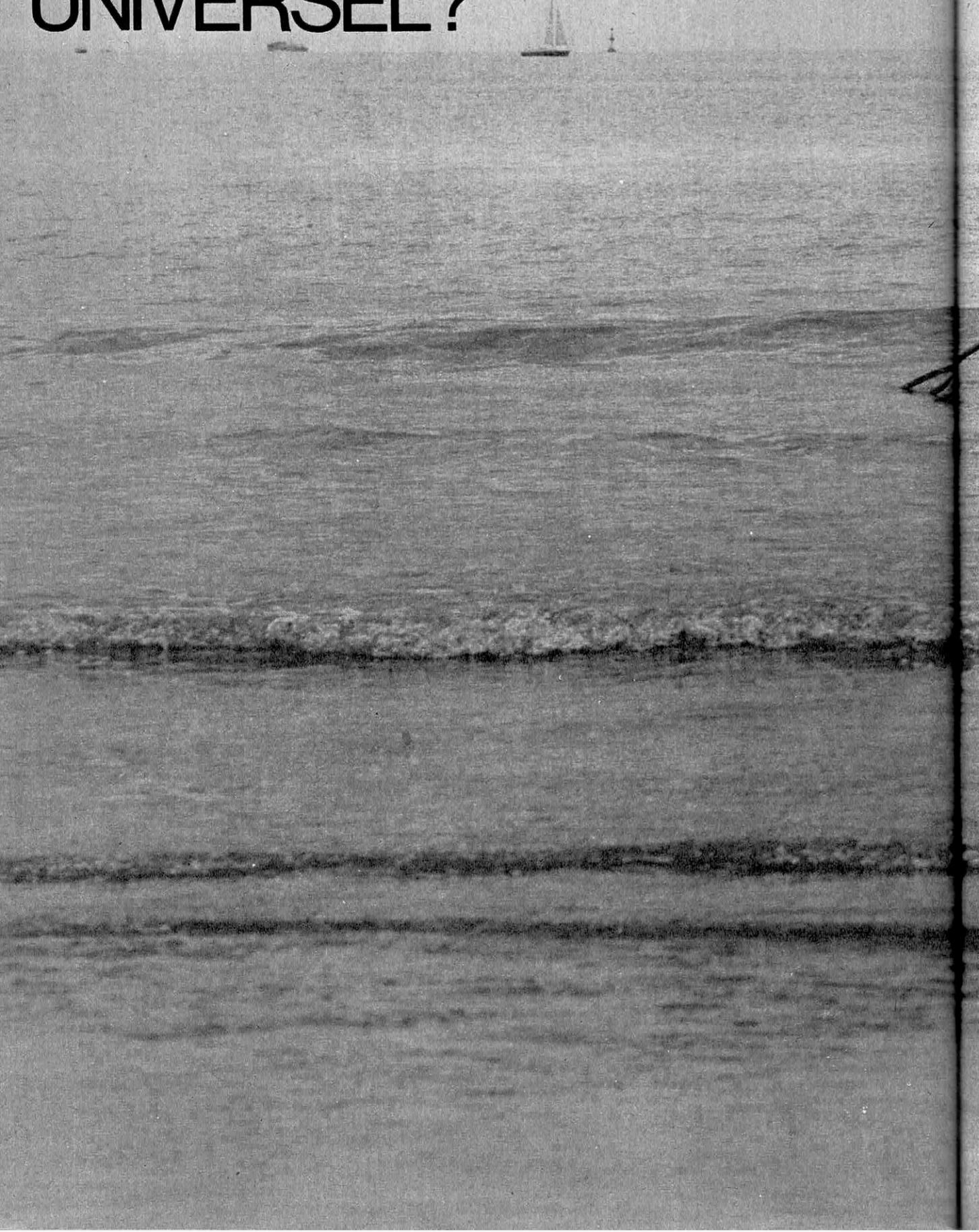
Les moulins à vent redéviennent d'actualité. Bien sûr, il s'agit de construire des générateurs de plus grande puissance que ceux qui servaient à mouler le grain. Mais le principe demeure le même. Le grand intérêt des générateurs électriques à vent est

d'être très faciles à construire. Leur principal inconvénient est de dépendre des caprices du vent, qui ne souffle jamais régulièrement. Aussi est-il nécessaire d'envisager un stockage de l'énergie éolienne, sous forme chimique par exemple, et qui serait réutilisée par vent nul. Ainsi, avec l'électricité produite par les courants aériens, on décomposerait l'eau en hydrogène et oxygène qui seraient emmagasinés et serviraient ultérieurement à alimenter des piles à combustible. Les piles à combustible sont, dans l'ensemble, des sources d'énergie non polluantes. Le principe de ces piles est de récupérer l'énergie produite dans la réaction de synthèse de l'eau à partir de ses composants, l'hydrogène et l'oxygène. La source primaire pourrait être du gaz naturel enrichi à 60 % d'hydrogène et 20 % de gaz carbonique, du charbon, ou encore de l'hydrazine ou du méthanol. A signaler également les recherches effectuées sur les piles dites biologiques qui utilisent l'énergie dégagée par les réactions de substances biochimiques végétales ou animales. Mais il ne peut être encore question de véritables centrales.

D'autres sources d'énergie sont affirmées non polluantes. C'est en particulier le cas de la fusion thermonucléaire (à condition de résoudre les problèmes de protection), de la conversion thermoélectronique ou de la magnétohydrodynamique. Leur mise en œuvre à l'échelle industrielle n'est cependant pas envisagée avant les dernières années de ce siècle.

G. S.

# UN DÉPOTOIR UNIVERSEL ?





*Il n'est plus permis aujourd'hui de jouer avec le milieu marin, élément fondamental de la biosphère. Rejets industriels, rejets accidentels ou volontaires de pétrole brut, immersion de produits toxiques, autant de pratiques qu'il conviendrait de limiter ou de proscrire.*

**D**'après les hypothèses actuelles sur l'origine de la vie, les premières cellules vivantes seraient apparues dans le milieu marin. Tout est donc né de la mer. Et l'océan mondial exerce toujours une influence capitale sur tout ce qui vit à la surface de la terre.

Par son énorme masse, estimée à 1,3 milliard de kilomètres-cube, l'océan est le régulateur thermique essentiel de la planète. C'est lui qui, associé à l'atmosphère, constitue la machine thermique dont dépendent tous les climats du globe. C'est son eau qui, évaporée, retombe sous la forme de pluies indispensables à toute vie continentale.

Ses réserves de matière vivante, végétale et animale, pourraient être, dans un avenir plus ou moins lointain, le garde-manger de secours d'une humanité en multiplication galopante. Quant aux richesses minérales que recèlent les fonds marins, elles sont l'objet d'un intérêt croissant, les industriels et les gouvernements n'ignorant pas que les réserves continentales de matières premières seront épuisées un jour.

L'océan exerce une attraction de plus en plus puissante sur les activités humaines. Les industries, toujours plus nombreuses, s'installent sur les côtes. Elles y trouvent, notamment, les énormes volumes d'eau dont elles peuvent avoir besoin. Les transports maritimes leur assurent, à prix raisonnables, les arrivages de matières pondéreuses sans lesquelles elles ne peuvent « tourner ». Comme une intense activité industrielle a besoin de beaucoup de monde, les régions côtières, partout dans le monde, attirent une part sans cesse croissante de la population : en 1936, 11,8 % (soit 4,89 millions d'habitants) de la population française étaient fixés dans les communes du littoral. En 1968 on en était à 12,7 % (soit 6,30 millions d'habitants). La mer et ses rivages attirent, enfin, de plus en plus les vacanciers, au point que d'invisibles concentrations humaines se rassemblent l'été sur certaines zones côtières. Elles s'ajoutent aux populations déjà regroupées par le développement industriel. Une modeste station balnéaire comme Fort-Mahon (Somme) où vivent 1 000 habitants permanents, reçoit certains week-ends d'été 10 000 et même 20 000 personnes ! On imagine facilement les problèmes (d'hygiène publique et de finances locales) que posent de telles variations saisonnières.

Si d'innombrables activités humaines convergent d'une façon permanente ou temporaire vers les océans, les pollutions s'y donnent tout naturellement rendez-vous. Tout est né de la mer, avons-nous dit. Malheureusement, tout y retourne aussi, soit directement, soit indirectement. Indirectement, car les rivières et les fleuves ne cessent d'apporter à la mer les déchets des activités humaines qui s'exercent sur les continents, et que la circulation atmosphérique transporte une partie des poussières continentales jusqu'au-dessus

des océans, où elles retombent.

De plus en plus la mer joue donc le rôle ignominieux de dépotoir de l'humanité. Certes, les déclarations selon lesquelles les pollutions auraient déjà fait disparaître 40 % des espèces marines sont fantaisistes. Personne de sérieux n'est en mesure d'avancer un tel chiffre pour la bonne raison que personne n'a jamais été en mesure de faire un recensement quelconque des espèces marines. Mais il est indéniable que les pollutions font courir, à moyen et à long terme, un risque non négligeable à l'équilibre de l'océan mondial. Elles menacent déjà dangereusement certaines zones marines « privilégiées » par le voisinage de concentrations urbaines et industrielles ou par le débouché de voies fluviales.

## LES POLLUTIONS TELLURIQUES

Il s'agit des pollutions qui viennent des continents.

Pendant des siècles, l'homme a rejeté ses déchets dans l'océan avec la plus grande désinvolture : la mer est infinie. Mais ce qui était tolérable, compte tenu du pouvoir d'autoépuration des eaux marines, de la taille relativement modeste des villes et de la simplicité des techniques industrielles d'autrefois, est devenu aujourd'hui insupportable pour le milieu marin du littoral.

Les effluents urbains comprennent en effet des matières organiques, mais aussi des micro-organismes pathogènes et d'innombrables produits chimiques, entre autres des détergents. Les micro-organismes pathogènes sont particulièrement redoutables.. On y compte les agents responsables des dysenteries, des typhoïdes, des hépatites virales et du choléra. Il n'est que de se rappeler la panique qui a saisi l'Italie à la fin de l'été dernier lorsque plusieurs cas de choléra se déclarèrent à Naples, ville où les égouts se déversent à proximité de parcs à moules. Tout le monde le savait. Mais les groupes de pression locaux s'étaient toujours opposés à la suppression de ces parcs, véritables bouillons de culture.

Avec le développement des techniques industrielles, le nombre des produits chimiques s'est multiplié à l'infini. Certains d'entre eux sont toxiques sans que le doute soit permis. Personne ne songe plus à discuter les effets catastrophiques des métaux lourds, en particulier du mercure et de ses composés organiques. Mais il a fallu plus de quinze ans pour que soit comprise la cause du « mal de Minamata » qui a frappé une centaine de Japonais dans quelques localités côtières de leur archipel. Une usine de produits chimiques déversait des effluents chargés de mercure dans la baie de Minamata. Certes, la teneur était assez faible pour que le métal soit à peine décelable par l'analyse. Mais il était absorbé et transmis par les organismes marins consti-



C.F.P. - Total

*En dépit des 280 000 t de brut qu'il transporte, le pétrolier « Saphir » n'est pas parmi les plus lourds...*

tuant les maillons successifs de la chaîne alimentaire. A chaque maillon, les dérivés mercureils se concentraient un peu plus. Le poisson cru étant une des bases de l'alimentation des Japonais, les pêcheurs de Minamata furent les plus frappés : mort et paralysie chez les adultes, idiotie et paralysie congénitales chez des enfants contaminés pendant la grossesse de leur mère.

La persistance et l'accumulation, tout au long de la chaîne alimentaire, de certaines molécules chimiques (au premier rang desquelles il faut mettre les hydrocarbures) pourraient avoir aussi des effets insidieux. Pour le moment, la toxicité de nombreux produits chimiques n'est pas prouvée. Mais beaucoup d'entre eux n'ont que quelques années d'existence et il n'est pas sûr que leur accumulation progressive d'une génération à l'autre ne puisse avoir, à la longue, des répercussions sur les organismes vivants chez lesquels ils arriveraient à faire apparaître des cancers, à bouleverser les processus métaboliques ou même à modifier le patrimoine génétique.

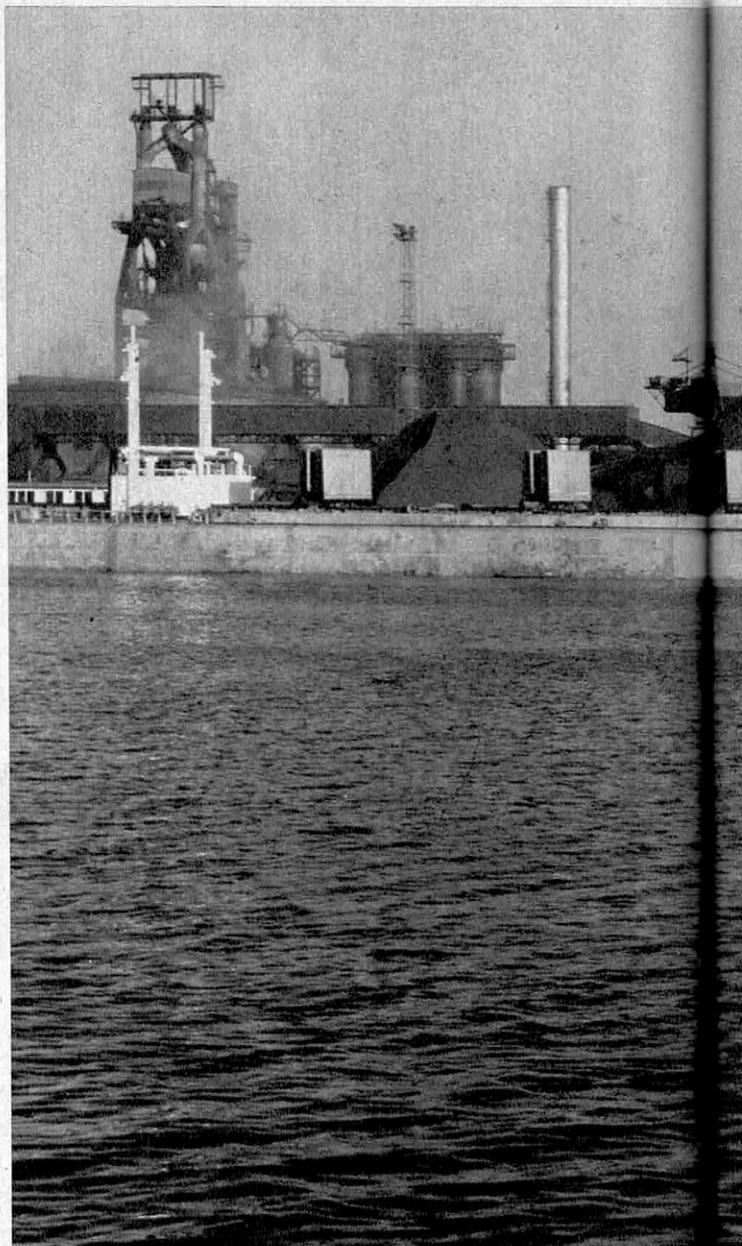
La présence simultanée de plusieurs produits chimiques peut d'ailleurs provoquer des effets de synergie encore mal connus, mais indéniables. Mélangés à certains polluants organo-allogénés, les hydrocarbures faciliteraient leur ingestion par les êtres vivants.

Certaines industries ont besoin de volumes d'eau très importants pour le refroidissement. Une centrale thermique à combustible classique peut utiliser une quantité d'eau comparable au débit moyen de la Seine, soit 400 à 500 m<sup>3</sup> par seconde. Et les centrales nucléaires ont des exigences encore plus grandes. Les usines installées au bord de la mer y pompent de l'eau froide, mais y rejettent de grandes quantités d'eau relativement chaude. Elles sont donc responsables de pollutions thermiques, locales certes, mais quelques degrés centigrades en plus suffisent pour perturber le milieu marin. Certaines espèces végétales ou animales ne peuvent vivre en effet que dans une fourchette très étroite de températures. Une élévation de quelques degrés les fait disparaître et remplacer éventuellement par d'autres espèces plus accommodantes, ce qui risque de bouleverser l'équilibre naturel local. En outre, l'eau circulant dans les circuits de refroidissement est souvent chlorée pour empêcher la prolifération d'organismes vivants dans les conduites. En admettant qu'il se soit accommodé de la choloration de l'eau, le plancton subit aussi des chocs mécaniques très violents lorsqu'il est aspiré puis rejeté avec l'eau de refroidissement.

A toutes ces pollutions telluriques directes

viennent s'ajouter les pollutions telluriques indirectes. Lorsqu'un cours d'eau traverse des régions de grande concentration urbaine et industrielle, il se charge, bien sûr, de tous les effluents inhérents aux activités humaines. Son estuaire est lui-même un site privilégié où se rassemblent trafic fluvial et maritime, activités industrielles et population nombreuse.

Pour compléter le tableau des pollutions telluriques, il ne faut pas oublier les produits — engrains et pesticides — utilisés dans l'agriculture moderne. Les eaux de pluies ne s'infiltraient pas toutes dans les masses continentales. Une partie d'entre elles se contente de ruisseler en surface. Ce faisant, elles lessivent les terres superficielles, entraînant non seulement terre arable et fragments de roche, mais aussi des produits chimiques — engrains ou pesticides — utilisés dans les zones de



L'industrialisation du littoral français, qui s'explique

J.-P. Bonnin



Des propagandistes de la protection de la mer.

culture. Si les pesticides peuvent empoisonner le milieu marin, les engrains — en particulier les phosphates — risquent de provoquer localement des phénomènes d'eutrophisation ou plutôt de distrophisation.

Les détergents, riches eux aussi en composés phosphorés et abondants dans les effluents urbains, ont également un rôle important dans les phénomènes de distrophisation.

## LES POLLUTIONS

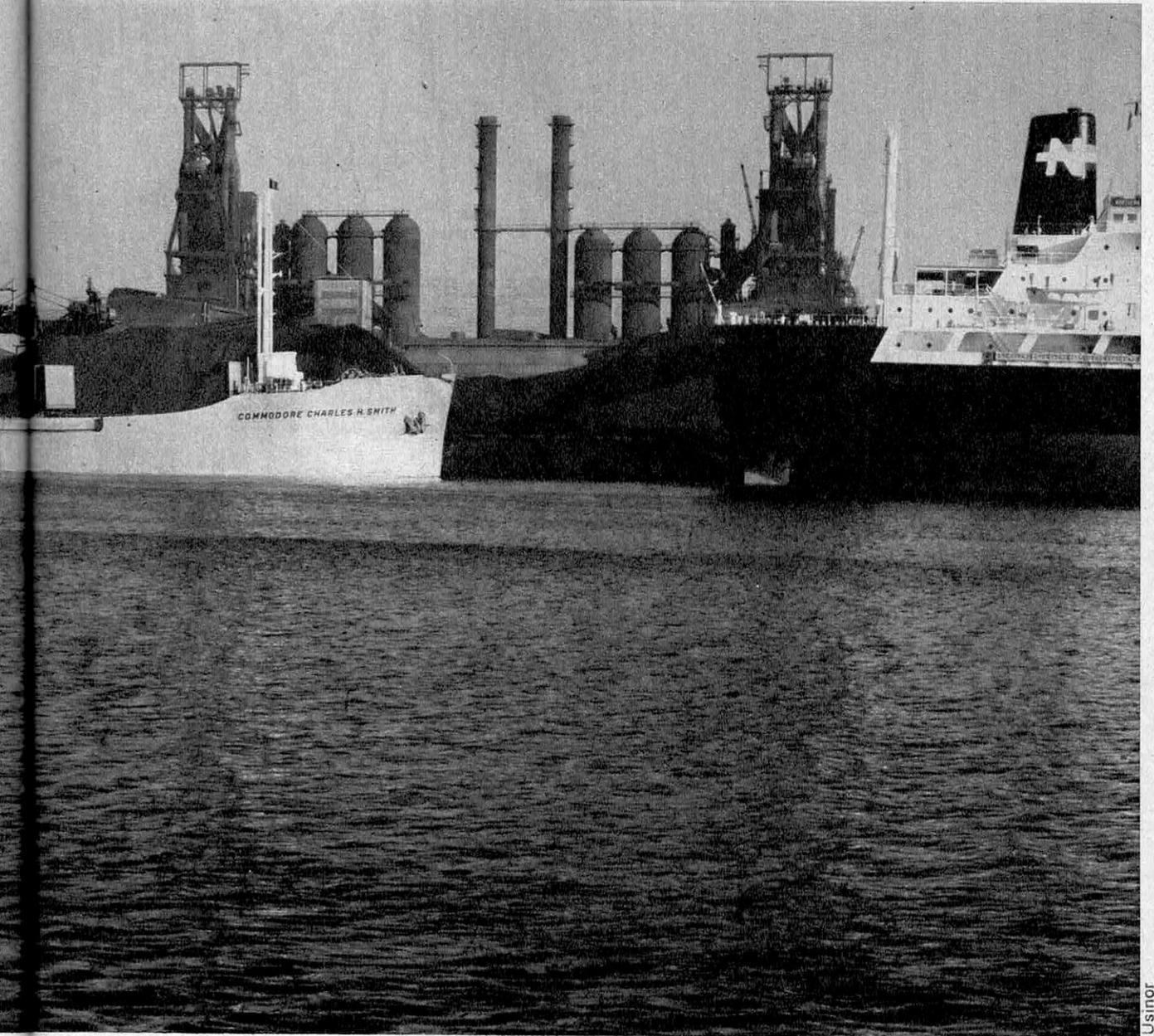
### DUES AUX TRANSPORTS MARITIMES

Tout le monde a encore présenté à l'esprit la catastrophe du Torrey-Canyon. Le 18 mars 1967, ce pétrolier de 117 000 tonnes faisait naufrage sur les récifs de Seven Rocks, au large de la Cornouaille anglaise, et une centaine de milliers de tonnes de pétrole brut

s'en allaient engluer les côtes anglaises et françaises, provoquant des dommages évalués globalement à 14 millions de dollars.

L'accident du Torrey Canyon a eu un mérite : il a sensibilisé l'opinion publique aux dangers liés aux transports maritimes d'hydrocarbures. Il a aussi montré que les remèdes étaient parfois pires que le mal. Les plages engluées qui avaient été nettoyées avec des détergents ont vu leur faune et leur flore beaucoup plus abîmées que celles où les détergents n'avaient pas été utilisés.

L'affaire du Torrey Canyon est toujours unique en son genre, mais les risques de voir se répéter un tel accident ne cessent de grandir : les pétroliers sont de plus en plus gros (on en est aux supertankers de 500 000 t) et les tonnages d'hydrocarbures transportés par mer de plus en plus importants (600 millions de tonnes en 1950 ; 1 200 millions de tonnes



Usinor

par de multiples raisons économiques, n'est pas sans menacer le milieu marin, au moins à proximité.

en 1970 ; 2 400 millions de tonnes peut-être en 1980).

La multiplication en mer des postes de chargement ou de déchargement pour pétroliers multiplie aussi les risques de pollution : une fausse manœuvre dans la connection des tuyaux, une mer un peu forte, et ce peut être le déversement dans l'eau d'un gros volume de pétrole.

Il existe une autre source de pollution des mers par les hydrocarbures — et c'est même la plus importante : le déballastage des citernes et le rinçage des moteurs. Officiellement, ce sont des pratiques que tout le monde réprouve... Les quantités de pétrole ainsi déversées dans la mer, clandestinement mais volontairement, sont difficilement chiffrables : pour l'année 1970, les estimations variaient de 1 million à 50 millions de tonnes. Si on se rallie au clan des optimistes, ce sont

tout de même dix « Torrey Canyon » qui, cette année-là, ont été déversés dans les mers du globe.

Lorsqu'une nappe importante d'hydrocarbure flotte sur la mer, ou lorsqu'elle aborde une côte, la pollution est spectaculaire. Lorsque les baigneurs, en vacances, se retrouvent les pieds enduits de « goudron », le maillot de bain taché de « mazout », la pollution est encore bien visible. Mais lorsque la nappe s'est étirée au point de n'être plus qu'une pellicule monomoléculaire, épaisse seulement de 1/16 000 de millimètre, on ne la voit plus. Le pétrole n'en est pas moins là, perturbant les échanges entre l'océan et l'atmosphère, gênant la vie océanique, depuis le phytoplancton jusqu'aux plus gros animaux marins.

Les hydrocarbures ne sont pas les seuls produits nocifs à se répandre dans l'océan.

Les cargos transportent nombre de produits chimiques dont certains sont très préjudiciaux au milieu marin et peuvent se déverser dans la mer lors de naufrages — toujours possibles. Les cargaisons peuvent d'ailleurs être dangereuses à retardement. Il arrive qu'un navire coule sans que crèvent ses soutes à mazout ou les emballages des produits qu'il transporte. Mais les parois et les futs métalliques lentement corrodés par l'eau de mer peuvent libérer leur contenu après vingt ou trente ans.

## LES POLLUTIONS PAR IMMERSION

Jusqu'à ces dernières années, on pensait que l'on pouvait se débarrasser de produits et de déchets toxiques ou dangereux en les jetant volontairement dans la pleine mer ou en les déversant par conduites spéciales dans les eaux côtières. Dieu merci, ces pratiques suscitent actuellement une réprobation générale. Mais il s'en faut que la mer ne joue plus ce rôle de poubelle universelle. On l'a bien vu en Méditerranée, où les deux bateaux de la société italienne Montedison déversaient au large du Cap Corse les résidus de son usine de oxyde de titane. Peut-être les « boues rouges » (qui sont d'ailleurs vertes et jaunes) de la Montedison sont-elles moins nocives qu'on le pensait d'abord. Mais il est symptomatique — et inquiétant — que la société italienne n'ait jamais permis que soient effectuées sur ses bateaux des prélèvements à fin d'analyse.

Les rejets en mer de déchets radioactifs posent un autre problème. L'Agence internationale pour l'énergie atomique a publié des recommandations sur les types de déchets, leur période de rayonnement, leur conditionnement et leur mode de transport. Les immersions sont contrôlées par l'Agence pour l'énergie atomique de l'O.C.D.E. Mais on peut se demander si les containers de béton ou de plomb qui enveloppent les déchets résisteront éternellement à la corrosion et si, tôt ou tard, leur contenu ne se répandra pas dans les profondeurs océaniques, avec des dommages catastrophiques et irréversibles pour toute la biosphère.

## LES POLLUTIONS PAR L'EXPLOITATION DES FONDS MARINS

Dans cette catégorie de pollution, les hydrocarbures occupent encore une fois la première place. Pour le moment, en effet, pétrole et gaz naturel sont — et de loin — les richesses minérales les plus exploitées des fonds marins. La part des exploitations off-shore dans la production totale d'hydrocarbures ne cesse de croître. On estime

qu'en 1972, sur un total de 2,6 milliards de tonnes de pétrole produits dans le monde, environ 520 millions (soit 20 à 22 % du total) ont été extraits de la mer. En 1980, la part du pétrole off-shore devrait atteindre 30 ou même 35 %.

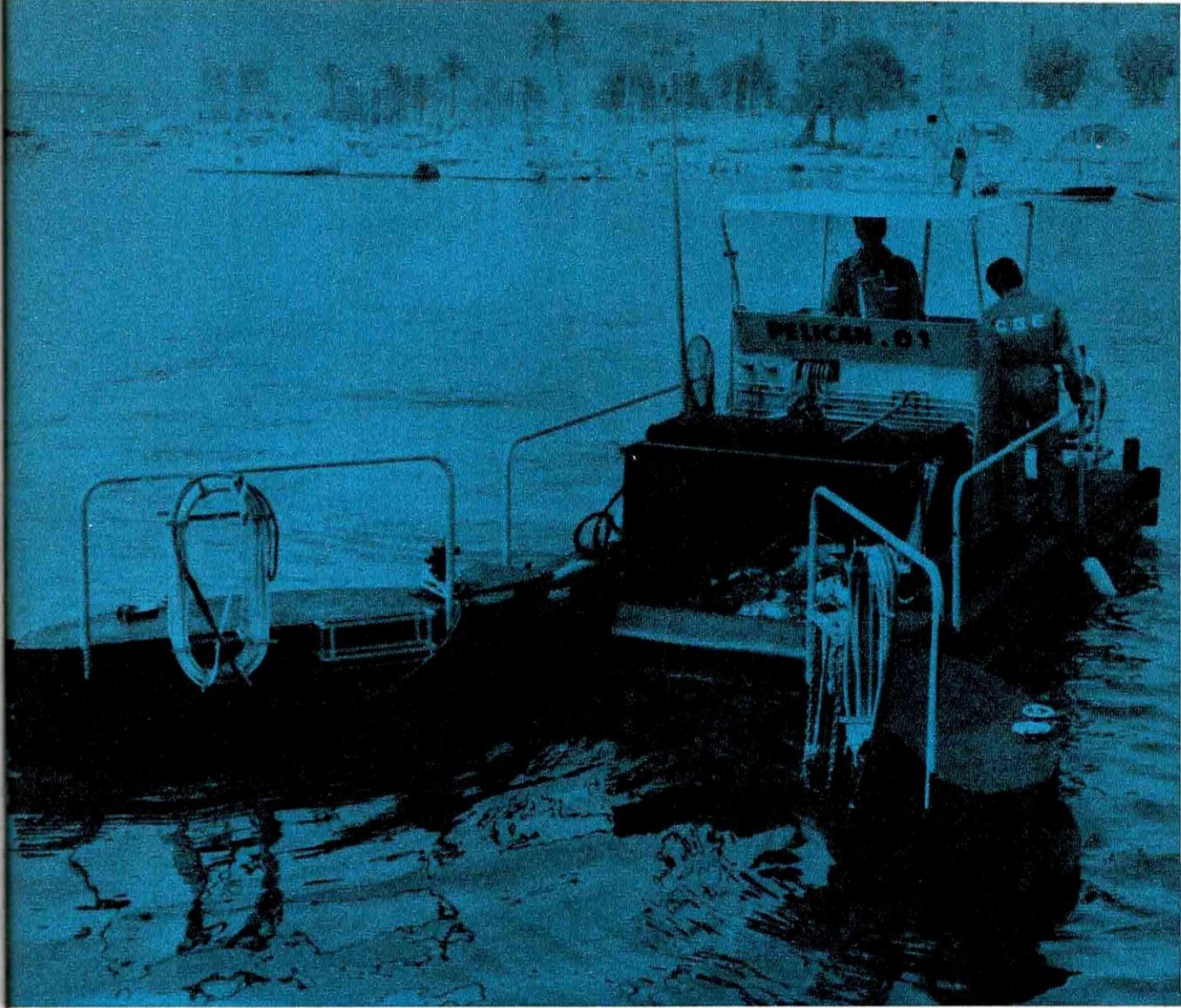
Sur la terre ferme ou sous la mer, la sécurité des forages et des puits est, en principe, assurée par les boues de forage, par des obturateurs et par cimentation. Mais la rencontre inattendue d'une forte pression interne du gisement ou une erreur humaine sont possibles. Dans ce cas c'est l'éruption, le **blow out**, dans le jargon franglais des pétroliers, suivi ou non d'incendie. Si le **blow out** a été violent, la tête de puits est arrachée et les terrains parfois même fracturés au point de laisser le pétrole s'échapper sur les fonds marins à plus ou moins grande distance du puits fautif. Dans ce cas, il faut « tuer » le puits accidenté par un forage dévié. Lorsque ce dernier a atteint le puits en éruption en-dessous de la zone fracturée, alors seulement on peut injecter du ciment pour l'obturer définitivement. Une telle manœuvre prend évidemment du temps et il se passe des semaines ou des mois pendant lesquels les hydrocarbures se déversent librement dans la mer, brûlant, ou non, en surface.

L'éruption pétrolière sous-marine la plus spectaculaire — et la plus coûteuse — s'est produite en janvier 1969 au large de la côte californienne, devant Santa-Barbara. La quantité de pétrole venue souiller le littoral n'était pourtant pas très importante — 4 000 t peut-être — mais il s'agissait des plages les plus prestigieuses des Etats-Unis, et peut-être du monde. Les indemnités et dédommagements auxquels ont été condamnées les compagnies responsables du forage ont atteint un niveau astronomique, plusieurs millions de dollars.

Une telle catastrophe est heureusement rare. Jusqu'en 1972, par exemple, 640 puits (386 d'exploration et 254 de développement) avaient été forés en Mer du Nord sans qu'aucun **blow out** ne se produise.

Il est un dernier mode de pollution des mers par les hydrocarbures. Certains gisements sont si peu profonds qu'ils suintent naturellement, aussi bien sur la terre ferme que sur les fonds marins. Ces suintements sont très difficiles, sinon impossibles, à localiser.

Les autres minéraux des fonds marins, sables et graviers, placers d'étain, bientôt peut-être nodules polymétalliques (plus connus sous le nom de nodules de manganèse), sont encore peu exploités. Mais quelle qu'en soit l'échéance, la récupération massive de ces minéraux perturbera les fonds marins. Effectuée par drague ou par suceuse, elle augmentera la turbidité des eaux dans les zones exploitées, avec, comme conséquence inévitable dans les mers très peu profondes, de gêner la pénétration de la lumière et les activités de



*Le nettoyage des plans d'eau et des ports est devenu objectif prioritaire dans beaucoup de zones d'intérêt touristique. On a même mis au point des embarcations spécialisées, tel le Pélican 01, expérimenté par la Compagnie générale*

*des eaux. En service, les deux flancs supérieurs de l'étrave s'écartent pour recueillir les détritus flottants, captés par une grille articulée et stockés dans une benne de capacité de 3 m<sup>3</sup>. Le Pélican est propulsé par un diesel de 100 ch.*

photosynthèse du phytoplancton et des algues vertes. En outre, l'exploitation des minéraux des fonds marins peut menacer certaines espèces animales en détruisant les zones de frayères. En ce qui concerne l'exploitation des nodules de manganèse, on peut toutefois noter qu'elle se fera à des profondeurs atteignant plusieurs centaines ou plusieurs milliers de mètres et sera, en conséquence, moins préjudiciable au milieu marin vivant, fort peu dense à ces profondeurs.

### **DES PROBLEMES D'ECHANGES**

En dépit de la multiplicité des sources de pollution, on ne peut dire que l'océan mondial soit globalement menacé, au moins à court terme. Mais certaines zones, le long

des rivages où se concentrent populations et industries, certaines voies maritimes où le trafic est particulièrement intense, comme les mers fermées et très fréquentées, sont déjà très polluées. Et surtout, la masse de l'océan mondial est brassée dans sa totalité par les courants marins. En surface et en profondeur, la circulation océanique générale assure le transport des eaux d'un bassin à l'autre, d'une mer à l'autre, d'un océan à l'autre. Ces mouvements généraux sont très lents, mais ils jouent sur des volumes extrêmement importants. La pollution ne reste donc pas concentrée dans les zones où se font les déversements. Elle se dilue mais ne s'en répand pas moins dans toute la masse océanique.

L'ampleur des courants de surface a été démontrée par les campagnes « Messages à la mer ». Organisées au départ, en 1962,

comme jeux de plage par l'hebdomadaire belge « Femmes d'aujourd'hui », elles sont devenues une mine d'informations scientifiques exploitées par le service hydrographique de la Marine nationale.

Des milliers de sachets de plastique bleu (bleu pour être invisible aux oiseaux de mer) sont donc jetés à l'eau en un point précis de l'océan mondial. Entraînés par les courants superficiels, ils réapparaissent après un temps plus ou moins long sur des plages parfois très éloignées du point d'immersion. Ainsi a-t-on retrouvé sur les côtes oranaise et catalane des « Messages à la mer » immergés au sud de l'Irlande, ou, près de Mourmansk, des sachets jetés devant la côte belge. Certains, lancés en mai 1967 au large de Dakar, sont même été récupérés en septembre 1972 dans l'estuaire du Saint-Laurent !

L'ampleur de la circulation océanique pose donc un problème. Mais plus inquiétante encore est l'idée sur laquelle travaillent actuellement plusieurs laboratoires, en particulier le Centre des faibles radioactivités du

C.N.R.S. et du Commissariat à l'énergie atomique.

Les matières polluant la mer — au premier rang desquelles il faut mettre les organismes pathogènes et les hydrocarbures — pourraient être réinjectées dans la circulation atmosphérique. Les vagues, en déferlant, emprisonnent de l'air qui remonte à la surface sous forme de bulles. Or, les processus physiques liés à l'éclatement de ces bulles sont suffisamment violents pour éjecter une particule du film superficiel dans l'atmosphère. Il se formerait ainsi des aérosols marins entraînés par la circulation atmosphérique qui pourraient retomber fort loin sur la terre ferme ou sur la mer.

Si le danger lié à la dispersion de germes pathogènes est évident, les risques qu'engendrerait la réinjection des hydrocarbures dans la circulation atmosphérique sont encore plus sérieux. Les hydrocarbures enroberaient en effet les particules constituant les aérosols marins d'une fine pellicule modifiant leurs propriétés physico-chimiques. Or, selon les re-



B.A.N. Lann-Bihoué

Déchets — dangereux — des deux guerres, mines et torpilles abondent sur les fonds de notre littoral. La Marine

cherches du Centre des faibles radio-activités, une bonne partie des noyaux de condensation indispensables à la formation des nuages serait issue des aérosols marins. En perturbant les caractéristiques des noyaux de condensation, les rejets d'hydrocarbures en mer pourraient, à long terme, être à l'origine de changements climatiques notables.

## POUR UNE CONCERTATION...

Il faut que les nations du monde prennent conscience du danger que font courir à l'ensemble de la biosphère les pollutions marines. Il faut qu'elles acquièrent un sens civique planétaire et prennent rapidement les mesures propres à limiter ces pollutions. Les pollutions telluriques — urbaines et industrielles — peuvent être réduites très sensiblement si on fait passer les effluents dans des stations d'épuration. Mais ces traitements coûtent cher, et si on veut limiter leurs incidences économiques, consistant à fausser la concurrence

internationale au détriment des pays qui imposeront chez eux des mesures de protection, une concertation est indispensable.

Déjà, à l'instigation de la France, quinze pays d'Europe sont sur le point de parvenir à un accord visant à supprimer ou à réduire les pollutions d'origine tellurique. On ne peut que souhaiter la multiplication de tels accords régionaux...

Pour les pollutions dues aux transports maritimes ou aux immersions, le problème est plus difficile. Une première convention, signée en février 1972 à Oslo par divers pays européens, interdit ou limite, selon la nature des produits, les immersions dans l'Atlantique du Nord-est. En décembre 1972, à Londres, cette convention a été étendue au monde entier.

Les rejets d'hydrocarbures au cours du transport ont fait l'objet d'une convention signée à Londres en 1954 sous les auspices de l'OMCI (Organisation intergouvernementale consultative de la navigation maritime). Amendée en 1962, 1969 et 1971, elle a été, en octobre 1973, très sérieusement renforcée et étendue à toutes les substances nocives (y compris les eaux-vannes des navires). Les rejets autorisés sont restreints et toute immersion interdite à moins de 50 milles nautiques (90 kilomètres) des côtes et dans des zones particulières (la Méditerranée, mer fermée, par exemple). La convention prévoit l'installation de stations de déballastage dans les ports pétroliers, des dispositifs techniques (tels des ballasts séparés sur les tankers pour le pétrole et l'eau de mer), la pose sur les pétroliers de « mouchards » qui assureront le respect des décisions.

Mais il ne suffit pas de signer des conventions. Celles-ci doivent être ratifiées par les parlements de chaque pays signataire. Et même alors, il faut que leurs dispositions soient observées sur la terre ferme aussi bien qu'en pleine mer. Or, le contrôle et la prise de sanctions éventuelles pour des infractions commises en haute mer posent des problèmes épineux de droit maritime. Hors des eaux territoriales, arraisonner un navire est, selon le droit maritime international actuel, un acte de piraterie. L'imbroglie des transports maritimes complique encore les choses : il suffit de rappeler que le *Torrey-Canyon* appartenait à la Barracuda Tankers Corporation basée aux Bermudes, qu'il battait pavillon libérien, qu'il était affrété à temps par l'*Union Oil of California* et au voyage par la British Petroleum, et que le commandant était italien !

Il faut donc arriver à une refonte complète du droit maritime international. Ce sera la tâche de la conférence sur le droit de la mer que les Nations Unies préparent depuis plusieurs années et qui doit s'ouvrir — en principe — à Caracas en 1974.



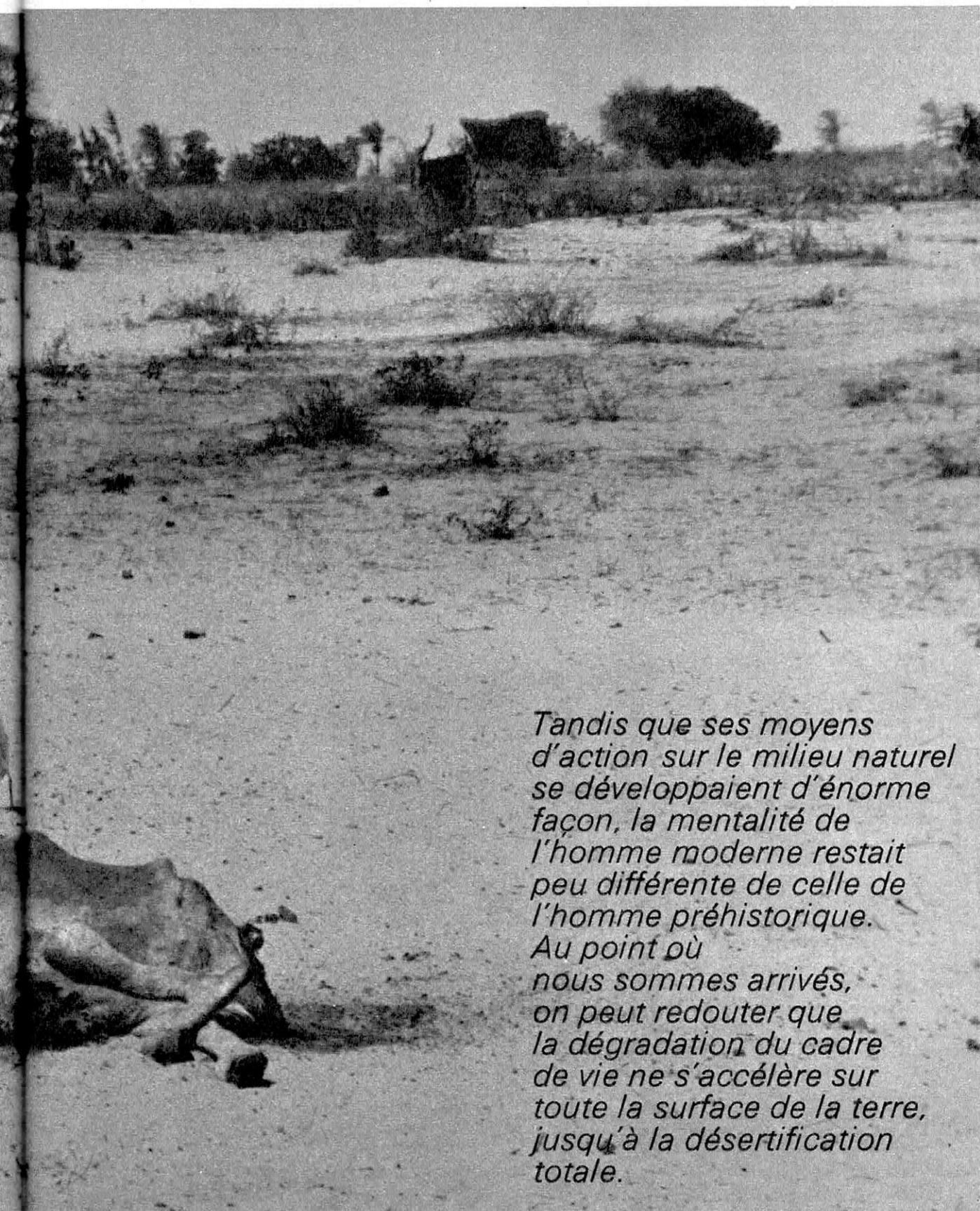
La France nationale s'efforce de les détecter et de les éliminer.

**Yvonne REBEYROL**

# VERS UNE CATASTROPHE



# ÉCOLOGIQUE GLOBALE ?



*Tandis que ses moyens d'action sur le milieu naturel se développaient d'énorme façon, la mentalité de l'homme moderne restait peu différente de celle de l'homme préhistorique. Au point où nous sommes arrivés, on peut redouter que la dégradation du cadre de vie ne s'accélère sur toute la surface de la terre, jusqu'à la désertification totale.*

**L**e milieu de vie terrestre ou « biosphère », ce que l'homme nomme son « environnement », mince couche limitée à la zone de jonction entre la lithosphère et l'atmosphère, bien que très résistant à l'état naturel grâce à l'autorégulation des équilibres écologiques, devient étonnamment fragile dès que cessent d'y jouer librement les processus compensateurs inhérents à la vie. Un écosystème est, en effet, d'autant plus stable qu'il met en jeu une plus grande diversité d'organismes et de processus.

Toutes les espèces animales « aménagent » leur environnement, en ce sens qu'elles y puissent les éléments indispensables à leur existence, en y restituant tout ou partie de ce qui servira aux autres espèces. Lorsqu'une espèce abuse de son environnement, elle tend à épuiser ses propres ressources et à modifier les facteurs biologiques, physico-chimiques et physiographiques de son milieu de vie, jusqu'à ce que les inconvénients qu'elle en subit par retour la fassent régresser. En fonction de quoi s'instaure un nouvel équilibre évolutif.

L'homme, comme toutes les espèces, subit les lois de la nature ; prenant conscience de ce qu'il tend à abuser de son environnement, et sachant qu'il risque ainsi de provoquer sa propre régression, il devrait chercher à compenser son action destructrice par une action régénératrice.

L'homme primitif était par force un « animal écologique » vivant de prélevements légers sur la nature environnante, ses moyens lui permettant tout juste de ne pas disparaître devant les grands prédateurs mieux armés physiquement que lui. Il n'était pas en mesure de modifier largement un équilibre dans lequel il ne jouait qu'un rôle modeste. Mais sa faiblesse même l'obligeant à compenser ses handicaps d'une façon ou d'une autre, il a été amené à développer, plus que les animaux qui l'entouraient, l'arme particulière dont il disposait et qui se trouvait, du fait de l'évolution, en mesure de se développer : son cerveau.

Capable d'enregistrer, de mettre en mémoire et de transmettre plus d'informations que ses voisins et concurrents, l'homme s'est trouvé rapidement en mesure de modifier son environnement plus profondément que la plupart des animaux, ceci surtout à partir du moment où il découvrit la possibilité de conserver, puis de faire naître, le feu.

Cette arme, qui au bout d'un certain temps devint un moyen de défrichage à des fins pastorales et agricoles, était souvent difficile à contrôler : son maniement exigeait, pour éviter de la voir se retourner contre ses utilisateurs, une connaissance des propriétés d'inflammabilité et de combustibilité des matériaux, une interprétation et une prévision des conditions atmosphériques, vent et pluie en particulier. La sanction de l'erreur était rapide et souvent radicale : les apprentis sor-

ciens qui, dans leurs plans, oubiaient un des éléments, risquaient de griller.

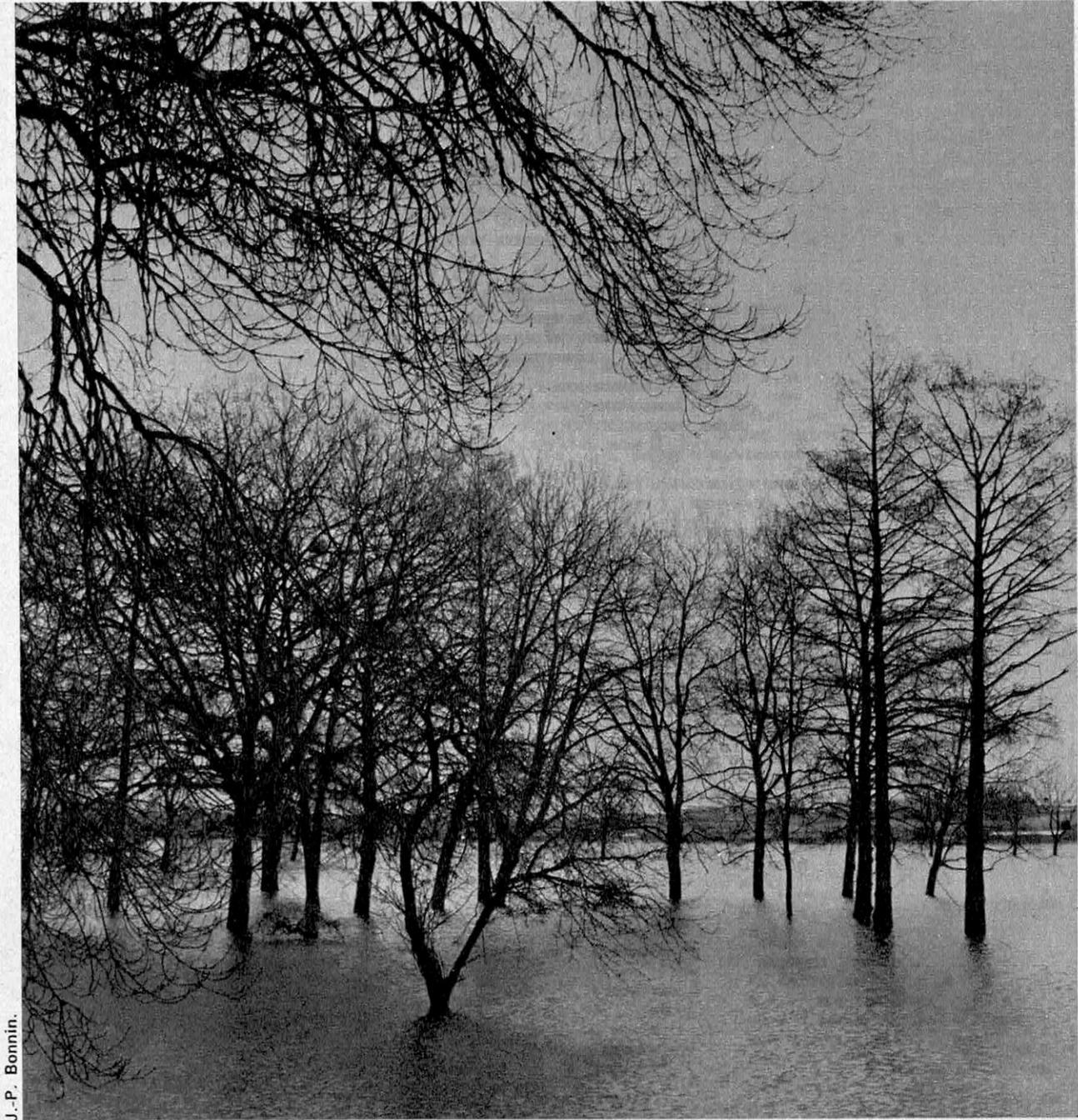
Il n'en fallait pas plus à l'homme pour être en mesure de modifier profondément le paysage. Par l'effet combiné du feu et du surpâturage, il en a favorisé la désertification progressive. En Espagne, en Sicile, en Grèce, en Asie Mineure, en Mésopotamie, au Moyen-Orient, en Afrique du Nord, aux U.S.A., au Mexique, au Niger, au Sahara — pour ne citer que l'hémisphère nord — des territoires jadis verdoyants et peuplés d'une faune riche et variée sont devenus, sous l'action de l'homme, des déserts. Des ossements, des foyers, des outils, des poteries, des peintures, des gravures rupestres sont les témoins éloquents de ces changements généralement irréversibles.

Ce que l'homme chasseur et cultivateur de jadis a pu réaliser avec ses faibles moyens, l'homme industrialisé d'aujourd'hui peut le faire plus complètement et plus rapidement. Car, tandis que ses moyens d'action sur l'environnement se développaient de façon prodigieuse, son esprit, ses capacités, ses motivations essentielles, son intelligence, le différenciaient par contre assez peu de l'homme de la préhistoire. Au contraire, ses relations intuitives avec le monde vivant et ses aptitudes à l'appréhender diminuaient. L'homme du XX<sup>e</sup> siècle des pays industrialisés ne « vit » plus la Nature : elle est pour lui un concept lointain et non une réalité quotidienne. Même l'agriculteur de nos pays, confronté à un territoire séculairement transformé par l'homme, n'a des phénomènes naturels qu'une vue sectorielle et considère le plus souvent leur interprétation et leur maniement comme une technologie parmi d'autres.

## LES CATASTROPHES NATURELLES

Atribuer toutes les catastrophes de notre temps aux seuls méfaits de la société industrielle serait certes commettre une erreur grossière. Les processus naturels, soumis à des interactions multiples et complexes qui tendent inéluctablement vers une suite d'équilibres évolutifs, sont normalement marqués par des crises ou des à-coups, liés à de brusques ruptures d'équilibre qui affectent aussi bien les phénomènes physiques que biologiques.

Les catastrophes naturelles ont existé de tout temps, et bien avant l'apparition de l'homme : l'histoire géologique du globe est parsemée de telles ruptures, dont certaines ont été assez importantes pour justifier, aux yeux du géologue, le passage à une ère, à un système ou à un étage différents. Ainsi les perturbations qui ont marqué la transition entre les ères secondaire et tertiaire ont provoqué la disparition de très nombreux groupes d'organismes (dont les Ammonites et les



*Les inondations de grande ampleur sont souvent le fait du déboisement ou de l'érosion des sols.*

Dinosaures) qui avaient pourtant proliféré durant de longues périodes.

Les bouleversements physiographiques (séismes, éruptions, etc.), les inondations, les méfaits de l'érosion, les incendie spontanés de forêts ou de savanes, la sécheresse, ne datent malheureusement pas d'aujourd'hui, pas plus même que la pollution par les hydrocarbures qui s'est produite de tout temps à la faveur de dislocations du sous-sol ou de fuites des gisements sous-marins (1).

Cependant, à la différence de l'homme primitif, et grâce aux progrès récents de la science et de la technique, l'homme moderne dispose de moyens de plus en plus efficaces pour prévoir les catastrophes naturelles et

prévenir certains de leurs effets.

Il faut évidemment distinguer, parmi les phénomènes en cause, ceux dont la puissance et la brutalité sont telles que l'homme n'aura probablement jamais les moyens d'en corriger le déroulement, de ceux sur lesquels il peut agir. Ainsi, les déformations brusques

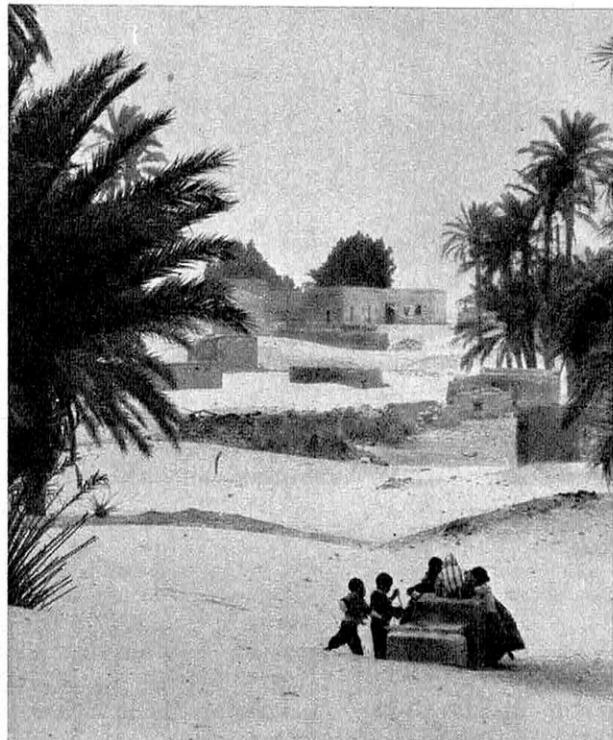
(1) Le célèbre gisement pléistocène de Rancho la Brea, non loin de Los Angeles, a notamment permis de reconstituer la mort de nombreux mammifères de grande taille (félin et éléphants) pris au piège dans les vases bitumeuses d'un grand lac où ils sont englués. On sait par ailleurs (Allen, Schlueter et Mikolaj, *Science* no 170, p. 974, 1970) que le réservoir naturel d'hydrocarbures de Coal Oil Point, au large de la Californie, laisse échapper chaque jour quelque 12 000 litres de pétrole dans l'Océan Pacifique, soit chaque année le trentième de la quantité répandue lors de l'accident du *Torrey Canyon*.

de l'écorce terrestre, responsables des tremblements de terre, des éruptions volcaniques et des raz de marée, qui font l'objet d'une surveillance internationale de plus en plus attentive, laissent peu d'espoir de pouvoir être un jour évitées. On peut seulement espérer prévoir de manière plus précise leur localisation, leur ampleur, leur direction ou leur moment d'intensité maximale et recommander certaines mesures de sécurité. Elles consisteraient notamment à interdire vraiment l'habitat permanent sur les zones reconnues les plus menacées, ou à imposer certaines normes de construction ou d'occupation des sols sur les zones encourant des risques limités. De même, les perturbations atmosphériques violentes, telles que cyclones et ouragans, échapperont certainement toujours au contrôle direct de l'homme. Leur prévision permet néanmoins de prendre en temps utile diverses mesures de sécurité : mise à l'abri des populations, interdiction de vol ou de navigation...

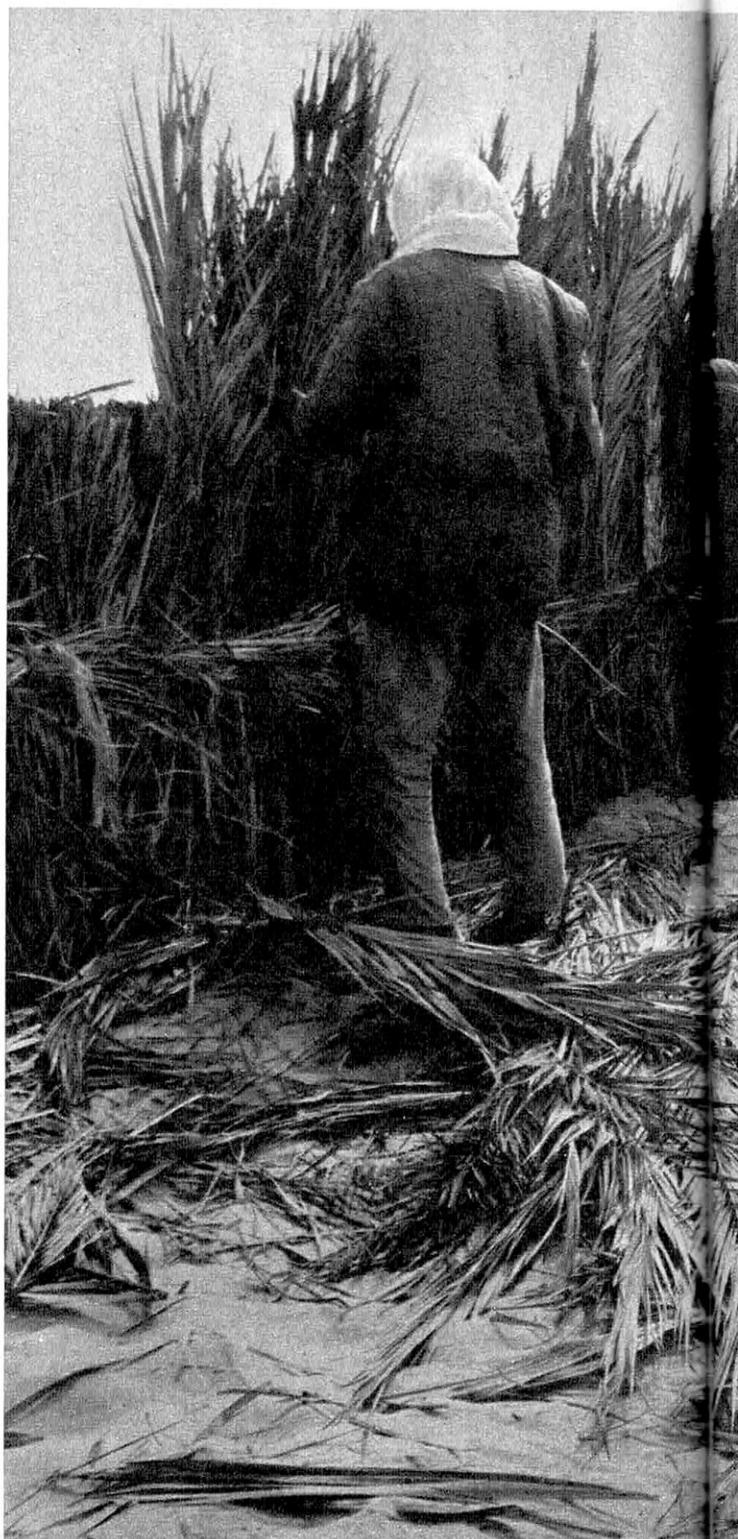
Certaines catastrophes naturelles peuvent et devraient, par contre, être presque totalement évitées par l'action combinée d'aménagements préventifs à long terme et d'interventions immédiates. En effet, d'une part, pour les phénomènes physiques superficiels (sécheresse, crues et inondations, glissements ou éboulements de terrains, avalanches, incendies de forêts et tous les phénomènes d'érosion...), l'application d'une gestion réellement prévisionnelle devrait permettre de réduire considérablement les effets dévastateurs ; d'autre part, contre les phénomènes biologiques ou bio-physics-chimiques (intoxications

massives, épidémies infectieuses, invasions ou prolifération d'espèces dévastatrices...), l'efficacité de la lutte tient bien plus souvent à une connaissance précise des processus et à la justesse de l'intervention qu'à la mise en œuvre de moyens puissants.

Mais, dans le même temps, l'homme devient l'agent essentiel de déclenchement de toute une série de catastrophes de ce type, soit directement, soit indirectement. Multiples



*Cultures mal adaptées, défrichement, surpâturages entraînent dans le sud tunisien une avance continue du*



sont les processus de dégradation que le développement des activités humaines provoque sur le milieu (pollution chimique du sol, des eaux continentales et marines, de l'atmosphère, appauvrissement du potentiel végétal et faunistique, blocage des cycles naturels, épuisement des ressources énergétiques et des matières premières...). Leur cumulation effrénée pourrait aboutir à une désertification généralisée.

## L'ART D'ORGANISER LES CATASTROPHES

L'homme moderne, malgré tous les moyens dont il dispose (et peut-être justement à cause d'eux) provoque souvent, à son propre désavantage, plus de catastrophes qu'il n'en évite. On pourrait même considérer que, dans beaucoup de cas il les « organise », si ce ter-



désert qui s'attaque aux villages. On s'efforce maintenant de stopper le déferlement des sables.



En 1970, une coulée de neige faisait 72 victimes au sanatorium du plateau d'Assy. Une pure fatalité ?

me n'évoquait une intention délibérée. En fait, tout se passe comme si l'homme s'ingénierait à transformer des incidents mineurs ou localisés en combinaisons cumulatives aboutissant à des effets parfois irréversibles, comparables aux plus grandes catastrophes naturelles. Tout se passe comme s'il appliquait un certain nombre de règles, inspirées généralement par des soucis louables et qui, de certains points de vue, présentent des aspects positifs, de manière tellement systématique, dans un ensemble complexe d'interdépendances, qu'elles aboutissent à un résultat destructeur.

Alors qu'il était autrefois le fait d'hommes formés par une expérience séculaire à considérer l'espace dans sa globalité et le milieu vivant dans toutes ses interactions, l'aménagement du territoire est devenu trop souvent le domaine des techniques de l'ingénieur. La complexité et la multiplication croissante des techniques ont conduit, pour pouvoir les maîtriser effectivement, à une spécialisation de plus en plus poussée dans la formation, et à une sectorisation de plus en plus affirmée dans la fonction.

Avec une méconnaissance délibérée ou une ignorance caractérisée de la réalité et de la complexité des problèmes qui se posent, on a cloisonné à tous les niveaux. Tout se passe comme si l'homme imaginait pouvoir maîtriser l'espace environnant par la seule juxtaposition des techniques, sans égards pour la richesse des interactions naturelles. Dans ce contexte, les relations des différents secteurs sont régies par des rapports de force et de hiérarchie et non par le souci de l'aménagement optimum.

Cet état d'esprit devient aisément sectaire et entraîne un isolement des structures de décision, un mépris plus ou moins conscient de l'opinion publique, une défiance à l'égard de toutes les initiatives désintéressées, une considération exagérée des titres, des castes et des situations acquises aux dépens des qualités de fond, de caractère et d'ouverture d'esprit. Mal préparé aux changements, l'esprit ainsi conditionné manifeste une hostilité et une inertie puissantes vis-à-vis de toutes les innovations, de toutes les évolutions, de tous les efforts de réflexion qui ne s'inscrivent pas dans la ligne du perfectionnement d'une technique déterminée.

Les exigences de la budgétisation annuelle des opérations amènent à penser exclusivement au court terme, tendance amplifiée par l'instabilité de beaucoup de postes de décision, par la dilution de la responsabilité ou même l'irresponsabilité de fait de l'Administration. Dès lors, on ne tient nul compte des conséquences à moyen et long terme des opérations et on s'avère a fortiori incapable d'agir en gestionnaire du milieu de vie. Le désir de faire apparaître un solde financièrement positif pour les opérations entreprises

conduit à amplifier encore ces tendances et à négliger toutes les formes de prise en compte du long terme. Les facteurs sociaux ou culturels non monétarisables sont d'ailleurs négligés dans les comptes de la nation, où même les opérations destructives apparaissent comme positives parce qu'elles se traduisent par un flux monétaire augmentant le produit national brut.

C'est cette organisation qui — le plus souvent à partir des meilleures intentions et du fait d'hommes irréprochables et dévoués au bien public — est à l'origine de la plupart des catastrophes d'origine humaine (ou amplifiées par l'intervention humaine) dont nous constatons la multiplication.

Chaque spécialiste, dans son secteur particulier, comme s'il était manipulé à son insu par quelque démon malfaisant, prépare l'élément qui contribuera à ce qu'un incident, une intempérie, un accident mineur (une fuite de gaz, un changement de température, un raté de moteur, un tir de mine, une grosse pluie, une chute de neige, une pratique d'exploitation inadéquate, un défaut de coordination, etc.) déclenche ou amplifie une catastrophe à rebondissements multiples. De ce point de vue, les catastrophes dites « écologiques » ne se distinguent fondamentalement pas, dans leur déroulement, des catastrophes que l'on pourrait qualifier de « techniques ». Dans les deux cas, le facteur humain intervient largement.

Qu'il s'agisse d'événements aussi différents que, par exemple, l'écroulement du barrage de Malpasset, la catastrophe de Feyzin, la sécheresse dans le Sahel, la famine en Ethiopie, les inondations du Queyras, de Florence ou de Tunisie, la marée noire du Torrey Canyon, l'incendie de Saint-Laurent-du-Pont, l'éboulement du terril d'Aberfan ou les catastrophes de Val-d'Isère ou d'Assy, pour ne prendre que des exemples récents et connus, on retrouve toujours, avec des dosages différents, la plupart des causes que nous avons dénoncées. Celles-ci pourraient être aussi à la base de catastrophes écologiques généralisées que nous prédisent à proche délai les esprits les plus sérieux.

## **CATASTROPHE GENERALISEE OU GENERALISATION DES CATASTROPHES**

Les extrapolations faites à partir des situations et des évolutions actuelles sont très inquiétantes. Mais ici encore, chaque savant dans sa spécialité a tendance à développer son hypothèse indépendamment des autres facteurs qui ne sont pas de son domaine. Ainsi, les professeurs Wolf et Touchais ont signalé qu'au rythme d'augmentation actuel de la consommation d'énergie par habitant du globe, compte tenu de l'expansion démographique mondiale, une élévation de tem-

pérature de 1/4 à 1/2 degré se produirait dès 1990, atteignant plusieurs degrés en 2020<sup>(2)</sup>. Cela entraînerait, entre autres conséquences, une élévation du niveau des mers suffisante pour provoquer l'immersion d'une notable proportion des terres habitées. Au contraire, le professeur Bryson, de l'Université du Wisconsin, a constaté que, par suite de la pollution de l'air, la température moyenne à la surface du globe a baissé de 0,3 à 0,5 degré depuis trente ans. La poursuite du phénomène pourrait avoir des effets considérables, quand on se rappelle qu'il a suffi d'une baisse de 4 ou 5 degrés pour provoquer la dernière glaciation. Entre ces deux prévisions... à quoi faut-il s'attendre ?

Pour prendre un autre exemple, certains craignent que les vols supersoniques ne réduisent la teneur en ozone de la haute atmosphère, ce qui entraînerait une augmentation sensible des rayons ultraviolets parvenant à la surface de la terre, d'où une série de conséquences redoutables. D'autres craignent au contraire que la pollution de l'air par les fumées n'entraîne un effet de filtre accru au-dessus des grandes agglomérations et ne réduise le passage des rayonnements nécessaires à l'équilibre végétal. Que faut-il conclure ?

Même le rapport du M.I.T. sur les limites de la croissance, quoique basé sur une étude relativement complète, a été controversé comme ne prenant en compte qu'un nombre insuffisant de facteurs.

Au niveau qui nous touche de plus près, celui de l'aménagement du territoire, on retrouve le même genre de contradictions. A un degré moindre, il est vrai. Il est certain en effet que si, en matière d'aménagement, le processus que nous dénonçons continue à être la règle des sociétés dites « développées » et devient le modèle pour les sociétés « en voie de développement », ce sera à coup sûr le développement... de catastrophes socio-écologiques, c'est-à-dire de catastrophes qui affecteront à la fois la société humaine et son milieu de vie.

Parfois, c'est la destruction ou la dégradation du milieu qui provoque la régression de l'occupation et de l'activité humaines. Parfois, c'est la dégradation de la société humaine, sous ses aspects sociaux, esthétiques, culturels et politiques, qui, par suite de la négligence et du mépris des facteurs naturels, entraîne la détérioration d'un milieu indispensable à l'équilibre psycho-physiologique de l'homme et, à la limite, même à sa survie.

L'étouffement d'un milieu favorable à la recherche et à la réflexion désintéressées, à l'épanouissement spirituel de l'homme, à sa

liberté d'initiatives et de jugement, à la libre circulation de l'information et des courants d'opinion, est aussi un des facteurs qui contribuent à entretenir les cloisonnements, les ignorances, l'isolement des structures de décision, l'absence de référence au long terme, le pouvoir incontrôlé des technocrates. Ce sont là des conditions idéales pour que les prophètes des grandes catastrophes écologiques finissent un jour par avoir raison et sous des formes probablement très différentes de celles que chacun peut imaginer dans sa sphère de compétence.

Plutôt qu'une « catastrophe écologique globale », nous devons plutôt craindre la multiplication de catastrophes locales ou partielles conduisant progressivement à une détérioration générale du milieu terrestre. Moins spectaculaires sur le moment, elles n'en sont que plus dangereuses parce qu'elles ne frappent à chaque fois qu'une fraction limitée de la population humaine, laissant la grande masse dans son égoïste indifférence, inconsciente qu'elle est des interdépendances écologiques réelles qui devraient imposer la solidarité.

## VERS UNE GESTION ECOLOGIQUE

Pour sortir de cette impasse et interrompre le processus, il est indispensable qu'un nouvel esprit dont, à quelques indices, nous distinguons actuellement la naissance, s'affirme et se développe. Il mettra à la base de l'aménagement du cadre de vie le respect et la gestion véritable de ce milieu naturel dont l'homme est issu, dont il continue à faire partie intégrante et dont il dépend pour ses ressources vitales.

C'est pourquoi l'aménagement du territoire ne peut plus être le fait de spécialistes isolés travaillant séparément ou successivement chacun dans sa sphère étroite, et à partir d'une hiérarchie des influences plus que d'une réelle prise en compte des relations entre les problèmes. Communications, Industrie, Assainissements, Energie, Urbanisme, Agriculture, Paysage, posent des problèmes qui ne peuvent être résolus sans le concours des principales disciplines ayant pour objet l'étude du milieu naturel.

Ce sont ces spécialistes qui, regroupés en équipe, doivent explorer les premiers le terrain, voir le meilleur parti à en tirer, dégager les contradictions entre le maintien du capital naturel et certaines utilisations, en indiquant les conditions de compatibilité avec les divers usages<sup>(3)</sup>. Compte tenu de ces éléments fondamentaux, le coordinateur de l'équipe pourra dégager une synthèse qui constituera une plate-forme valable pour l'aménagement, évitant d'irréversibles et coûteuses erreurs, déterminant les options possibles et celles qui

(2) Ces calculs ont été exposés par le Pr. Wolf au Congrès de la Solar energy society en mai 1973, à Washington, et plus récemment par le Pr. Touchais du Laboratoire d'héliothermie de la Faculté de Marseille.

(3) Voir l'article de François Lapoix en page 8 de ce numéro.

sont dangereuses, mettant les décideurs en face de leurs responsabilités et éclairant leur choix (4).

Ensuite, les techniciens pourront étudier sérieusement leurs équipements, tout en se maintenant en liaison étroite avec l'équipe de synthèse et de conseil chargée d'assurer l'insertion dans le milieu naturel et de prévoir, autant que possible, les incidences écologiques des aménagements. Cette liaison devra être maintenue au cours de la période de

mise en œuvre des projets et tout au long de la gestion du territoire aménagé, afin de faire face aux imprévus avec le minimum de dégâts et de modifier au besoin certaines dispositions, compte tenu de l'évolution du contexte ou du voisinage dont un territoire est toujours plus ou moins solidaire.

Le terme d'aménagement écologique ne signifie nullement qu'on assigne une priorité à la « conservation » de la nature sur le développement de la société humaine. Il affirme que ce développement, grâce à une meilleure composition avec le milieu environnant, à un meilleur usage — véritablement économique — des ressources du territoire, ne devrait pas se faire au détriment de notre infrastructure vitale : l'écosystème terrestre.

**Roland BECHMANN  
et Jean-Claude FISCHER**

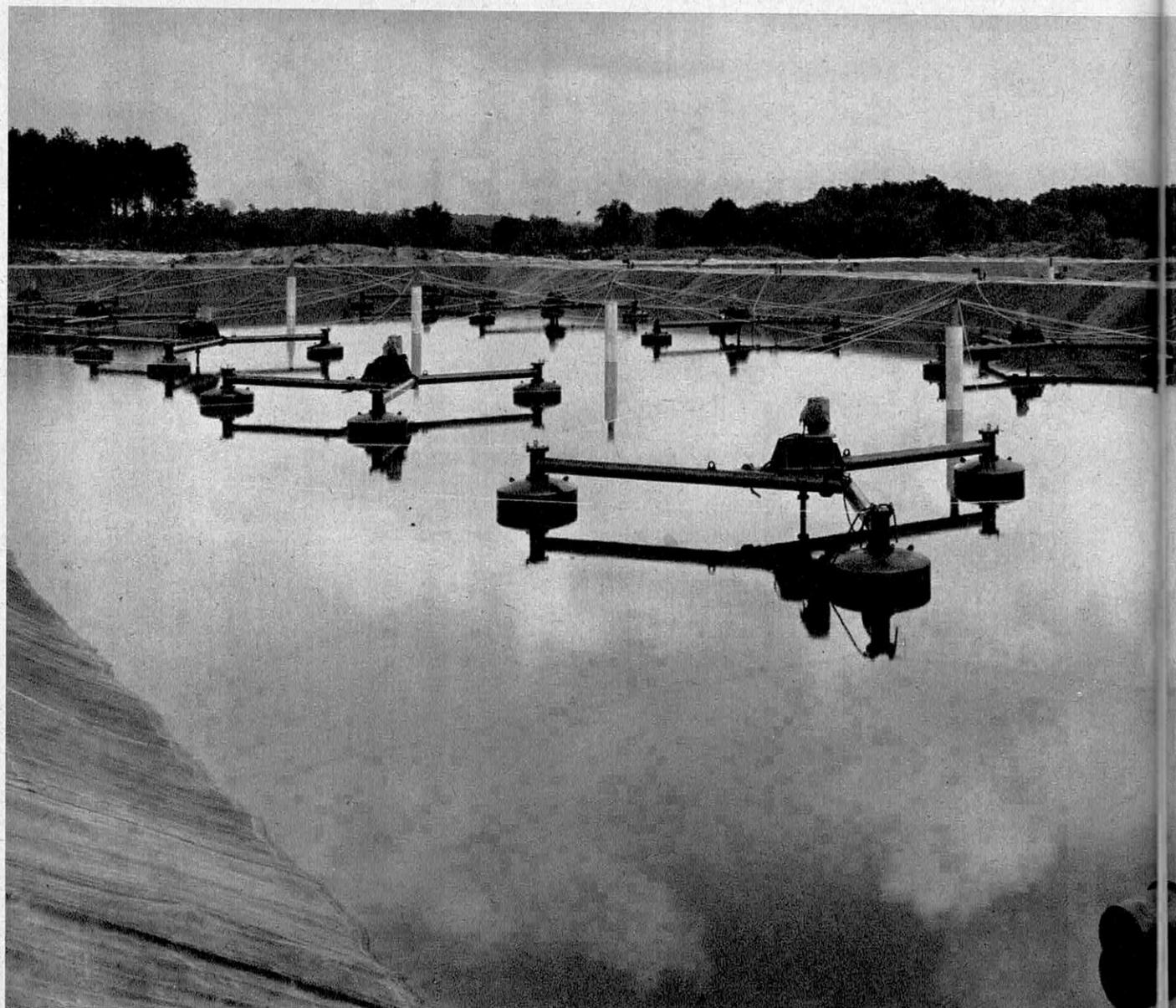


*Une ancienne région fertile du Rif en 1966. Ce paysage lunaire, est-ce la terre dans quelques décennies ?*

# QUI PAIERA ?

L'épuration des eaux de l'industrie papetière figure au nombre des objectifs prioritaires. Elle implique de lourds investissements, telle, à la Cellulose de Roquefort, cette installation, dite de lagunage aéré, qui crée des conditions optimales pour la biodégradation des déchets de fabrication.

S'il est indispensable d'amener, voire de contraindre, les industries à épurer l'eau ou l'air qu'elles souillent, encore faut-il savoir qui devra payer pour les installations de dépollution et leur fonctionnement. Les coûts seront, au total, très importants, et on avait pu craindre que l'économie dans son ensemble n'en pâtisse.



**R**entrez les mouchoirs, et sortez les portefeuilles », s'écriait, il a deux ans déjà M. Philippe Lamour, Président de la commission nationale d'aménagement du territoire, en présentant une proposition de budget pour la protection de la nature et de l'environnement.

Qu'il s'agisse des municipalités, des industries ou des Etats, chacun fait ses comptes : la réparation des dégâts causés à l'environnement par le développement industriel coûtera cher, très cher. D'autant qu'il faut ajouter à ces dépenses le prix de la prévention pour éviter de saccager à nouveau la nature. Lors de la conférence des Nations Unies à Stockholm, en juin 1972, les représentants de la totalité des Etats ont pris conscience de l'effort mondial à fournir dans cette direction.

Un peu à la manière de contribuables disposant de revenus importants et rechignant à payer leurs impôts, les pays industrialisés doivent s'acquitter d'une dette particulièrement lourde quant à la réparation de l'environne-

ment. La dette paraît d'ailleurs si lourde que certains se demandent même s'il ne convient pas mieux d'arrêter purement et simplement la croissance. C'est la thèse que refiennent quelques dizaines d'industriels de haut vol, groupés au sein du club de Rome, initiateur de l'ouvrage explosif « The Limits of Growth » (les limites de la croissance), fruit des réflexions de chercheurs du MIT (Massachusetts Institute of Technology).

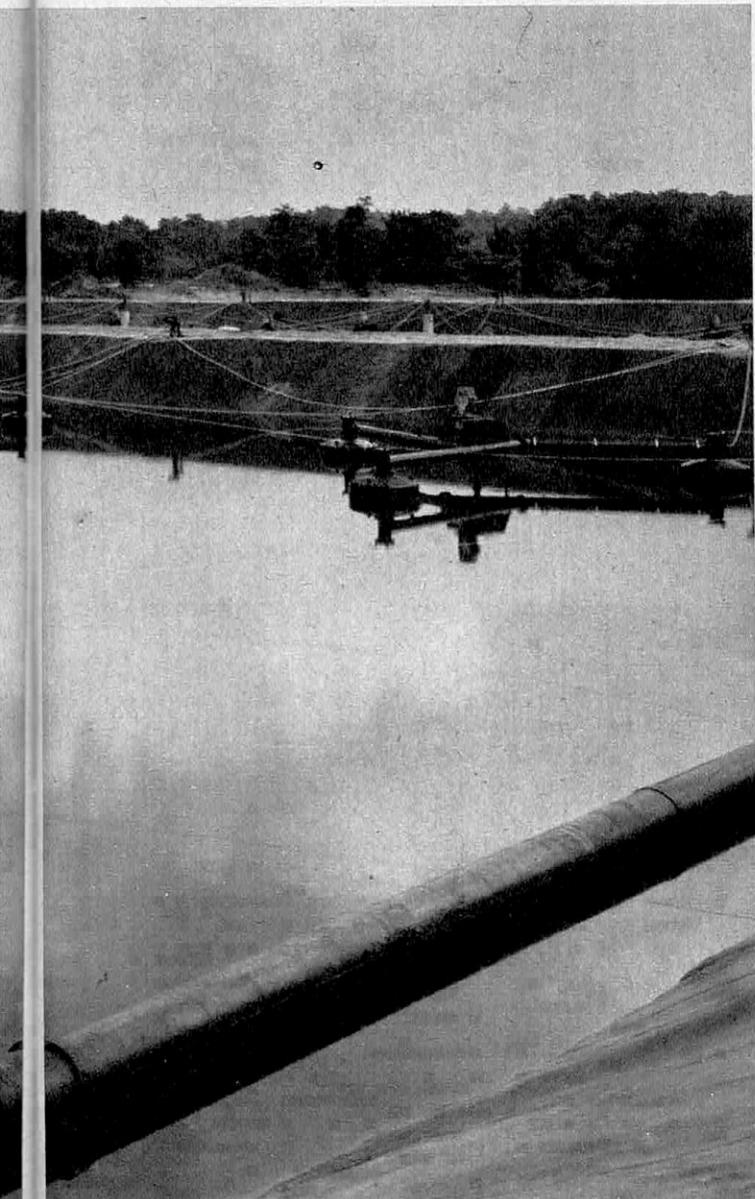
La théorie de la croissance zéro — arrêtons tout, sinon nous courons au désastre — a sans doute germé dans la tête d'un philosophe « contestataire », M. Herbert Marcuse, qui écrivait déjà en 1967 : « la chance de l'avenir dépend de l'arrêt de l'expansion productive et profitable (politiquement, économiquement, militairement) ».

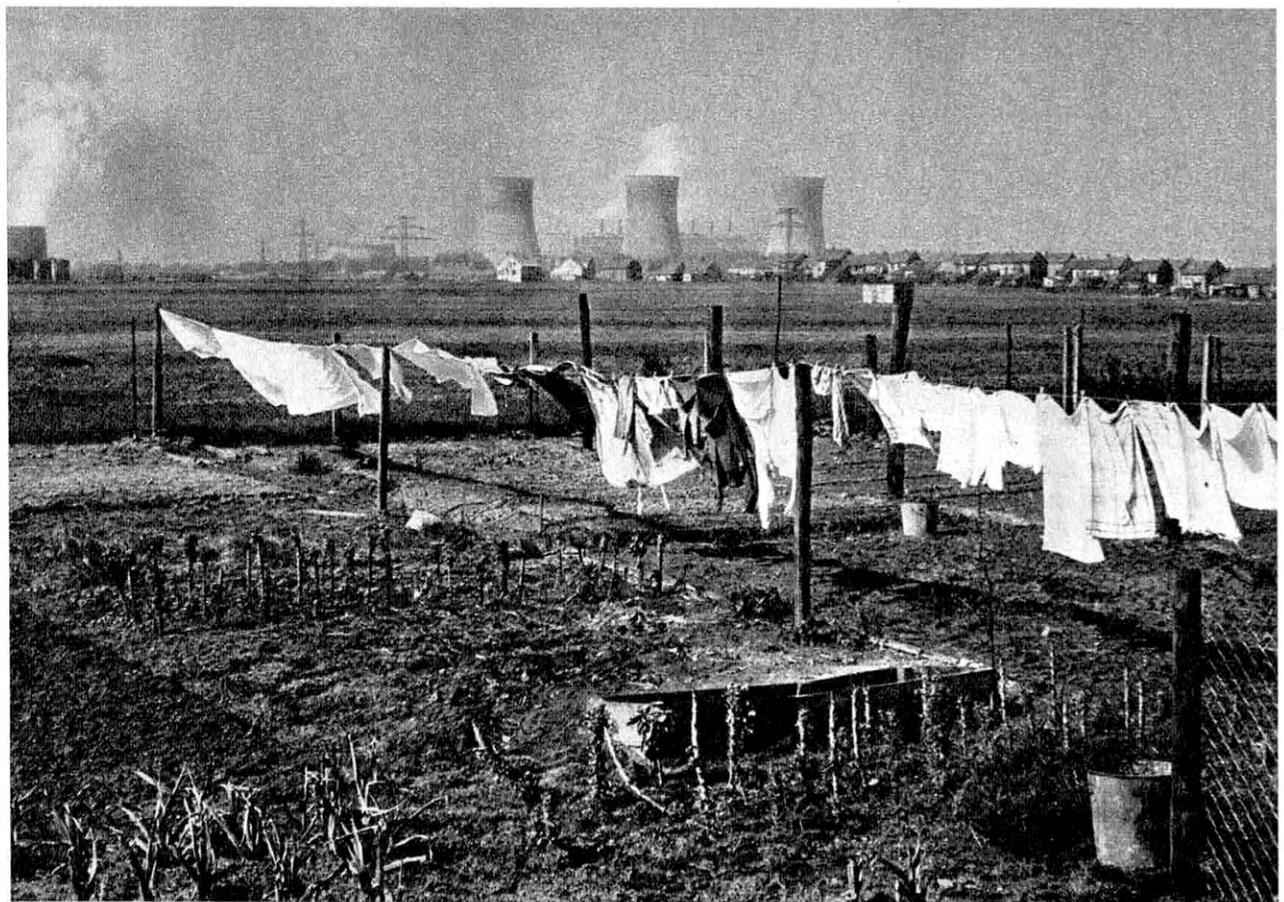
On pourra bien sûr objecter que la croissance zéro, ce réflexe malthusien, est une démission. De quel droit casserait-on le ressort de l'expansion, dont les bienfaits sont incontestables ? Et d'abord le souhaite-t-on ? Deux sondages d'opinion réalisés en France et en Hollande montrent que sur cent personnes interrogées dans chacun des deux pays, 80 Français et 62 Hollandais estiment au contraire qu'elle doit être maintenue à son rythme actuel ou accélérée, tandis que 10 Français et 24 Hollandais considèrent qu'il faut la ralentir ou l'arrêter. Les réserves manifestées par les Hollandais s'expliquent d'ailleurs par les vigoureuses mises en garde contre la croissance qu'avait proférées un de leurs compatriotes, M. Sicco Mansholt, ex-Président de la Communauté économique européenne.

## LA POLLUTION INSCRITE EN POSITIF

La relative confiance dans le système économique, qui se révèle au cours de ces sondages, ne doit pas inciter à un optimisme bête. Simultanément, 70 % des Hollandais et 62 % des Français placent la pollution et la destruction de la nature au premier rang des dangers qui menacent l'humanité : la pollution de l'eau qui fait assimiler de grands fleuves comme le Rhin à des égouts à ciel ouvert ; les monceaux de déchets produits par notre société de consommation ; la sulfuration de l'air des villes...

Ce revers de la médaille du développement a des conséquences notables pour la santé ou même la survie tout court. Et si l'on considère les dommages causés à l'économie, on reste confondu. Le naufrage du Torrey-Canyon a coûté 70 millions de francs à la France et à l'Angleterre. La salure du Rhin par les mines de potasse française occasionne de son côté des dizaines de millions de francs de pertes à l'horticulture hollandaise. Tout comme l'anhydride sulfureux libéré par la combustion des foyers domestiques ou des centrales thermiques, qui corrode les installations et expé-





Jean Marquis.

*Installations coûteuses, les tours de réfrigération évitent néanmoins la pollution thermique des eaux.*

#### INVESTISSEMENTS ANTI-POLLUTION DES INDUSTRIES EN 1970

(en pourcentage des investissements totaux)  
Le Japon, la Suède et les U.S.A. sont les seuls pays à fournir ce genre de calcul.

Activité industrielle	Japon	Suède	U.S.A.
Sidérurgie	5,1	6,3	10,3
Métaux non ferreux	9,4		8,1
Mines		3,1	
Industries extractives			6,1
Produits chimiques	4,4	6,3	4,9
Pétrole			6,0
Pétrochimie	5,8		
Raffinerie	16,7		
Papier celluloïse	7,6	5,1	9,3
Textile	4,1		2,3
Alimentation; boissons		7,5	3,0
Chaux ; ciment		5,4	
Verre ; ciment	6,1		
Produits en pierre, terre et verre			6,4

die les citoyens dans l'au-delà. Durant l'hiver 1952, le smog de Londres coûta la vie à 4 000 personnes.

Il est vrai qu'au strict plan comptable, de tels dégâts, loin de ralentir l'expansion, la stimulent. Ainsi le remplacement des pièces corrodées s'inscrit en positif dans le système de comptabilité nationale. Autrement dit, plus on pollue, plus la croissance est soutenue — statistiquement parlant. Mais tous les biens naturels, l'eau pure, l'air pur, la faune et la flore sauvage, bien qu'étant de plus en plus rares, ne s'échangent pas sur des marchés. De surcroît les dégradations portées à l'environnement, si elles ne sont pas évaluées et si le coût de la réparation n'intervient pas (il est parfois trop tard) appauvissent le patrimoine national sans crier gare. C'est la fameuse histoire de l'enfant prodigue...

Aussi, les économistes modernes, de B. de Jouvenel à Léontief ont tendance à opposer à la production nationale brute (le P.N.B., qui mesure l'activité économique du pays pendant un an), la pollution nationale brute. Celle-ci inscrirait dans la colonne du passif toute atteinte au patrimoine. « Dès lors, pourrait-on envisager de redéfinir ce P.N.B. au regard de la qualité de la vie, afin qu'il prenne en compte non seulement les déséconomies externes (le coût des dégradations), mais également les services rendus à titre

gratuit par la nature et les multiples avantages non marchands (culture, loisirs, conditions de travail) ? ». Ainsi s'interrogeait récemment M. Poujade, qui chargeait M. Gruson, ancien directeur de l'I.N.S.E.E. (Institut national de la statistique et des études économiques), d'intégrer le paramètre environnement dans l'économie nationale.

### **0,6 % DU P.N.B.**

Plus concrètement, on commence à évaluer quelques dépenses consacrées à l'environnement, jusqu'alors dispersées dans l'écheveau budgétaire des administrations et des collectivités.

Pour 1972, le Ministère français de l'environnement disposait de 180 millions de francs, contre un milliard pour l'ensemble des autres départements ministériels concernés (seulement 0,76 % du budget de l'Etat). Environ 300 millions de francs étaient collectés au titre de redevances par les agences de Bassin (six agences taxent en France les rejets polluants en fonction de certains critères).

L'effort des collectivités locales est grossièrement évalué à 800 millions de francs. On peut dire que l'industrie consacre à peu près la même somme à la lutte contre les pollutions. Enfin, l'enveloppe de la recherche scientifique

### **LES ACTIONS ANTI-POLLUTION EN FRANCE AU NIVEAU GOUVERNEMENTAL**

<b>Actions</b>	<b>Moyens (en millions de francs)</b>		
<b>EAU</b>			
<b>Stations d'épuration construites</b>	Crédits Environnement + FIANE *		
Avant 1970 1 900	1971 38		
De 1970 à 1972 1 757 { + 92 % en 3 ans	1973 91 { × 2,4		
<b>Objectifs à 5 ans (1973)</b>			
— 10 000 stations d'épuration ;			
— élimination des toxiques (exemples : 90 % du mercure, 100 % du chrome hexavalent) ;			
— 2 500 km de plages propres.			
<b>AIR</b>			
<b>Pollution émise par une automobile</b>	Crédits Environnement + FIANE		
1962 indice 200	1971 4,94		
1972 » 100	1973 20 { × 4		
Objectif 1974 » 60			
<b>Emission de soufre par chauffage domestique</b>	Autres Ministères		
1970 0,7 %	1971 5		
Objectifs 1975 0,55 % { — 60 %	1973 8 { + 60 %		
1978 0,3 %			
<b>BRUIT</b>			
<b>Limite d'émission sonore des automobiles</b>	Crédits Environnement + FIANE		
1970 indice 100 (83 décibels)	1971 0		
1972 indice 75 (82 décibels)	1973 7,9		
Objectif 1978 indice 35 (78 décibels)			
<b>DECHETS</b>	Autres Ministères		
<b>Départements dotés d'un service de ramassage de carcasses d'automobiles</b>	1971 14		
1970 0	1972 24 { + 70 %		
1971 5			
1972 10			
<b>Objectifs 1976 :</b> mise en place de réseaux de collecte et d'élimination sur l'ensemble du territoire national pour :	Crédits Environnement + FIANE		
— les ordures ménagères,	1971 2		
— les déchets encombrants,	1973 11,62 { × 5,8		
— les carcasses d'automobiles abandonnées.			

\* FIANE : Fonds d'actions pour la nature et l'environnement ; il permet des interventions ponctuelles et exemplaires.

affectée par l'Etat à l'environnement atteindrait, en 1973, 18 millions de francs.

Tout ceci paraît encore modeste par rapport aux chiffres annoncés par les Etats-Unis. Aux U.S.A., le troisième rapport annuel du Council on Environmental Quality (CEQ, Conseil sur la qualité de l'Environnement) a fait l'inventaire des dépenses d'investissements anti-pollution pour la période 1970-1980. Ces investissements annuels passeront de 14 milliards de francs en 1970 à 38 milliards de francs en 1980, tandis que le capital investi dans les installations, évalué en 1970 à 10 milliards de francs, atteindra 300 milliards en 1980 ! Les besoins cumulés pour la même période se montent à la bagatelle de 1 200 milliards de francs, représentant 2,2 % du produit national brut. Les Etats-Unis détiennent ainsi le ruban bleu de la dépense contre les nuisances et pour l'amélioration de l'environnement. Il est vrai que les experts estiment que les U.S.A. supportent 40 % de la pollution mondiale.

On peut faire des comparaisons entre les charges imposées à l'économie dans différents pays industrialisés. Une étude de l'O.C.D.E. (Organisation de coopération et de développement économique) décerne la seconde place au Japon (2 % du P.N.B.), la troi-

sième à l'Allemagne (1,8 %), loin devant la France (0,6 %). Non sans quelque malice, l'O.C.D.E. rappelle d'ailleurs que ce « coup de fusil » en vaut d'autres. Les dépenses en matière de défense excèdent aux U.S.A. 8 % du P.N.B. et tournent autour de 3 % en Allemagne !

## AEROPORTS : UNE TAXE SUR LE BRUIT

Mais qui doit prendre en charge les dépenses en matière d'environnement ? La recommandation favorite des économistes est de taxer les nuisants, pollueurs et autres destructeurs de tous bords. Le système veut que ce soit le nuisant qui prenne en compte, dans ses choix, les coûts (au sens large) que sa nuisance inflige aux autres. C'est ce qu'on appelle en jargon économique « internaliser les coûts externes ». La façon la plus simple est de lui faire payer un impôt spécifique égal aux coûts en question. En vérité, il faudrait disposer d'une estimation monétaire précise, ce qui est rarement le cas. Mais on peut la déterminer par tâtonnement, répond l'économiste Christophe Kolm. « On fixe un taux de redevance. Si la nuisance résultante

## La dépollution: un marché d'avenir

Comme le disent volontiers les Américains, la « flexibility », la souplesse d'adaptation, de l'économie ou même de la science est sans limite. La technique pollue. Soit. C'est qu'elle est mal employée. Alors développons des technologies anti-pollution. Les dépenses pour résorber les nuisances sont inéluctables. Alors créons un marché spécialisé dans le contrôle et le traitement de ces nuisances. En mettant au point pour son propre compte des systèmes d'épuration, un pollueur à même des chances de récupérer des produits qui jusqu'à présent étaient perdus (comme les cimentiers qui rejettent il y a quelques

années 0,5 % de leur production), donc de faire un gain appréciable en matières premières. Mieux encore, en revendant son « know-how » ou ses techniques, peut-il réaliser de substantiels profits.

La multiplication des Salons spécialisés, comme Protecna à Rouen (Salon de la protection de la nature et de l'environnement), S.T.A.P. (Salon des techniques antipollution) à Grenoble, Envitec à Dusseldorf, témoigne que ce marché se développe, stimulé par les crédits publics ou privés.

En Europe, le marché des techniques anti-pollution est estimé à 10 milliards de francs par Imperial Chemical Industries (ICI), le géant britannique de la chimie qui s'est lui aussi diversifié dans cette branche.

D'après Arthur D. Little, importante société d'études économiques américaine, le montant des dépenses consacrées aux U.S.A. au con-

trôle de la pollution de l'air, à l'épuration de l'eau et au traitements des déchets atteignait, au début des années 70, 40 milliards de francs, dont 5 milliards pour les compagnies fournissant des équipements spécialisés et des services divers. Le taux de croissance attendu est de l'ordre de 10 % par an.

Le conseiller commercial de l'ambassade de France à Washington confirme que le contrôle de la pollution est appelé à connaître une progression élevée au cours des 10 prochaines années. Selon les prévisions du bureau d'études Frost and Sullivan Inc., auquel il se réfère, le marché des appareils de contrôle de la pollution atmosphérique (dépoussiéreurs centrifuges, hydrauliques, mécaniques, électrostatiques), qui s'élève à 1 milliard de francs environ, pourrait tripler en 1980. Celui de l'Instrumentation pour la mesure

est plus élevée que le niveau admis, on le hausse ; si elle est plus faible, on l'abaisse ; jusqu'à ce que le taux corresponde au niveau de nuisance admis ».

Après les « casseurs seront les payeurs » est donc né un nouveau slogan : « qui pollue paie ». Cette parafiscalité a été créée pour les riverains des aérodromes d'Orly et de Roissy. Elle est égale à 1 F pour chaque passager embarqué à destination d'un aéroport métropolitain et à 3 F pour les passagers empruntant un vol international. Son produit annuel sera de l'ordre de 17,7 millions de francs en 1973 et de 24,7 millions en 1974. Dans la limite des fonds disponibles, la taxe servira à apporter des aides financières à l'insonorisation des bâtiments publics ou privés ou à reloger, le cas échéant, les occupants d'habitations situées en zone de bruit fort. A l'heure où nous écrivons ces lignes, le même système de taxe parafiscale est envisagé pour les emballages perdus afin de faire prendre en compte dans le prix de vente le coût d'élimination.

Ce système de gestion a d'ailleurs été mis en place en France par la loi de 1964 sur la pollution des eaux. Les niveaux de pollution sont choisis par des comités de bassin où siègent à la fois les pollueurs et les usagers de

l'eau. Les agences financières de bassin collectent des redevances en fonction des pollutions rejetées par les industriels ou les collectivités et les redistribuent sous forme d'investissements anti-pollution (stations d'épuration des eaux) ou de prêts. C'est en somme une mutuelle.

L'augmentation rapide du taux des redevances devrait à terme dissuader les pollueurs de rejeter leurs eaux. C'est ce que prévoyait le VI<sup>e</sup> Plan, avec une réduction de 10 à 20 % des pollutions déversées dans les rivières.

## L'ANTIPOLLUTION DANS LES PRIX

Ce même VI<sup>e</sup> Plan prévoyait de doubler la capacité d'épuration des effluents des agglomérations, portant à 40 millions le nombre de Français raccordés à une station de traitement. Lorsqu'on sait que le coût moyen de ces installations est d'environ 100 à 120 F par habitant et de 6 à 8 F en frais d'exploitation, on ne s'étonne pas que chaque Français soit appelé à contribuer pour 20 F par an à la lutte contre la pollution de l'eau.

La réglementation anti-nuisances impose à l'industrie aussi des investissements considérables. Non pas qu'au total elle soit énormément

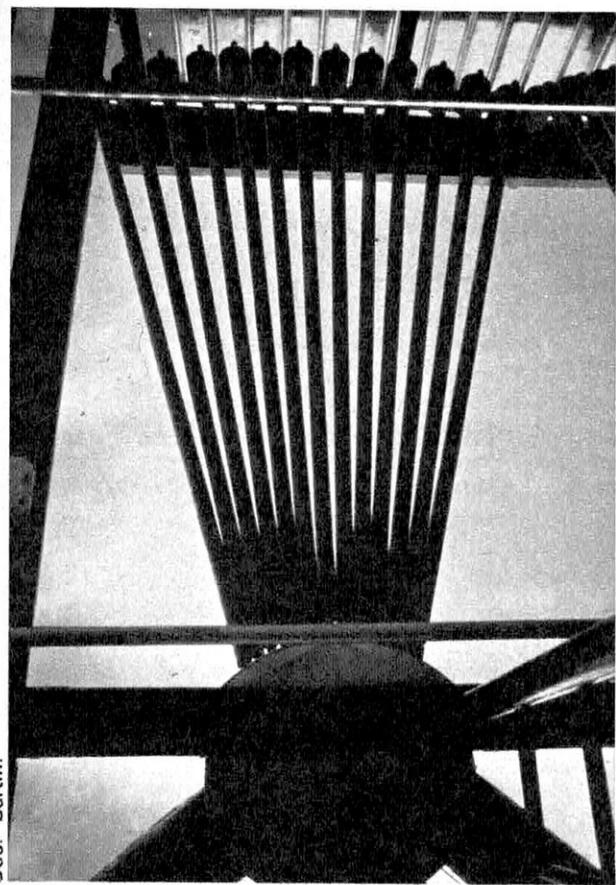
des sources fixes et mobiles de pollution de l'air s'établirait à 2 milliards de dollars pour la période 1970-1980.

Au Japon une étude du Ministère de l'industrie (MITI) montre que le développement du chiffre d'affaires de l'antipollution est explosif, à la mesure même des problèmes à résoudre : L'industrie aurait dépensé, en 1971, 5 milliards de francs en équipements divers, soit une augmentation de 54,3 % sur l'année précédente. Actuellement 500 entreprises spécialisées dans les traitements les plus variés se partagent un secteur qui représenterait quelque 16 milliards de francs de chiffre d'affaires en 1977. Un système de détaxation aide fortement la jeune industrie de l'anti-pollution. En Suède, la protection de l'environnement est devenue une arme contre le chômage. L'industrie de ce pays connaît en effet une stagna-

tion sensible et le gouvernement a réagi en encourageant l'équipement en systèmes de traitement des effluents. Il y a là matière à faire travailler les industries les plus variées : chimie pour les produits de traitement de l'eau ; bâtiment et travaux publics pour les stations de traitement des eaux ; mécanique pour les pompes ; électronique pour le contrôle des polluants, etc. Cent millions de francs ont été accordés aux pollueurs, à titre de subvention, pour financer, à concurrence de 50 %, les ouvrages en question.

La France n'est pas particulièrement en retard dans l'équipement en systèmes de traitement. Une enquête réalisée en juin 1972 à l'initiative du Ministère de l'industrie a apporté un certain nombre de précisions sur le marché de l'environnement. Il apparaît que, dans les deux domaines les plus faciles à cerner, l'eau et l'air,

le chiffre d'affaires est sensiblement d'égale importance (300 millions de francs), avec une croissance du marché comprise entre 15 et 30 %. C'est Saint-Gobain-Pont-à-Mousson qui se taille la part du lion, avec la société Degremont pour l'épuration de l'eau, Air Industrie pour celle de l'air. Avec Saint-Gobain-Techniques Nouvelles, le groupe prend pied dans l'ingénierie de l'environnement qui se modèle actuellement. Ainsi, le Commissariat à l'énergie atomique (C.E.A.) et la Serre, l'un des grands de l'engineering viennent de fonder Ecopol, une société spécialisée dans l'environnement, et Technip s'est associé à Guigues pour proposer une « matière grise » spécialisée surtout dans l'épuration de l'eau. D'après diverses estimations, le marché de l'antipollution français représenterait entre 1,5 et 2 milliards de francs.



Doc. Bertin.

*Par détente et refroidissement du gaz sous pression à l'intérieur de cette « harpe », on assure, à St-Marcel, le dégazolinage du gaz naturel.*

ment pénalisée, puisque le montant de ce type de dépenses représente seulement 1 % des investissements productifs. Toutefois, l'incidence qu'a la législation est variable : 8,5 à 10 % pour l'industrie de la pâte à papier ; 1,4 % pour les raffineries ; 1,5 à 4 % pour les fonderies ; 7 % pour la production de l'électricité.

Aux Etats-Unis, un calcul du Council on Environmental Quality a montré que l'incidence du coût de la lutte contre la pollution apparaît sensiblement inférieure à celle d'une augmentation de 5 % des salaires dans les industries suivantes : papier, chrome, pétrole, métaux.

En tout état de cause, la répercussion de ces coûts supplémentaires sur les prix de vente sera-t-elle inflationniste ? Les Japonais estiment, pour leur part, que les prix pourraient augmenter de 1 à 3 % par cet effet.

Par ailleurs, des distorsions dans les réglementations anti-pollution ou dans leur application ne risquent-elles pas d'avoir des incidences sur les échanges internationaux ?

« Nous devons prendre dès maintenant des mesures pour faire en sorte que la protection contre la pollution ne deviennent pas une protection contre la concurrence étrangère et une source de nouvelles restrictions au commerce » déclarait à une réunion internationale un expert du Marché commun. Déjà l'in-

dustrie automobile européenne s'est heurtée à des difficultés pour s'adapter aux règlements américains.

Mais, précise l'O.C.D.E., qui regroupe tous les grands pays développés, les coûts de la lutte contre la pollution s'accroîtront de tous côtés. De ce fait, leur incidence sur les échanges internationaux et la balance des paiements se trouvera atténuée.

Là n'est pas, en fait, la seule crainte des gouvernements : l'économie peut-elle supporter les frais d'un traitement de choc en matière de protection de l'environnement ?

Une étude a été réalisée aux Etats-Unis par plusieurs sociétés américaines d'ingénieurs-conseils, pour le compte du Conseil sur la qualité de l'environnement, du Ministère du commerce et de l'Agence pour la protection de l'environnement. Elle porte sur l'incidence des mesures actuellement requises pour lutter contre la pollution de l'air et de l'eau sur quatorze activités industrielles et sur l'économie dans son ensemble. Sa conclusion : « l'économie du pays ne sera pas gravement obérée par l'institution de normes de réduction de la pollution. Elle n'en subira pas moins des incidences non négligeables ».

## UN COUT SUPPORTABLE

Selon la même étude américaine, l'effet des coûts de la lutte contre la pollution sur l'indice des prix à la consommation devrait être de l'ordre de 0,25 % par an. Dans ce cas, l'effet sur la balance des paiements se chiffrait à environ 8 milliards de francs par an. En ce qui concerne l'incidence « micro-économique », l'étude révèle qu'aucune des industries qui ont été examinées se serait gravement touchée, car ces surcoûts sont mineurs par rapport aux facteurs qui pèsent sur la viabilité à long terme de tel ou tel secteur. Sur les 12 000 usines examinées, on s'attend à ce que 800 ferment leurs portes du fait de l'évolution normale des affaires de 1972 à 1976. Seules 200 ou 300 usines seraient obligées de cesser leurs activités pour cause de pollution. Ce qui est intéressant de noter, c'est qu'elles n'auraient pu survivre que quelques mois tout au plus si les mesures anti-pollution qui les frappent étaient levées.

Alors oui, l'économie peut s'adapter à des problèmes nouveaux comme celui des nuisances. Mais sous le vocable d'environnement jaillissent la plupart du temps des préoccupations subjectives, des aspirations réelles au bonheur que les économistes ont du mal à insérer dans leurs comptes. Tout au plus peuvent-ils réparer des oubliés fâcheux qui démontrentraient que notre rythme de croissance n'est pas fameux. Quant à savoir à quel niveau le soutenir, comment le concilier avec la justice sociale, le débat est public et politique.

Christian MARMAIN

# LIBRAIRIE SCIENCE ET VIE

## LES MEILLEURS LIVRES DE L'ANNÉE 1973

### AUTO - MOTO

**CONSTRUIRE UNE VOITURE DE COURSE.** — Gironnet Bernard. — Donne aux amateurs de voitures de course la possibilité de participer activement à la construction de leur « bolide » ou de le perfectionner. La partie relative aux châssis est abondamment illustrée et montre au lecteur comment les meilleurs constructeurs ont résolu leurs problèmes technologiques. **Cinématique et dynamique des suspensions.** Direction: Généralités. Cinématique des suspensions. Dynamique. Étude de la direction. Épure de Jeantaud. **Conception d'une voiture de course:** Documentation générale. Détermination des dimensions principales de la voiture. Avant-projet du véhicule. Projet du véhicule. Réalisation et exemples. **Annexe:** Moment quadratique d'une surface. Moment d'une force F par rapport à un axe. Mouvement plan sur plan. Étude aérodynamique d'une maquette. Renseignements divers. Bibliographie 160 p. 16 × 25. 153 fig. photos et tableaux, 1973 ..... F 38,00

**CONNAISSANCE DE L'ALLUMAGE DES AUTOMOBILES du ruteur à l'électronique.** — Gory G. — Définitions, évolution, classement. L'allumage à haute tension sans générateur externe ni bobine. L'allumage à haute tension avec générateur électromagnétique autonome. L'allumage à haute tension classique: Éléments électriques. Organisations mécaniques. L'allumage à haute tension électronique: Introduction de l'électronique. L'allumage électronique par décharge de self. L'allumage électronique par décharge de condensateur. L'allumage électronique par décharge de batterie. Particularités diverses. Les bougies. Annexes: sommaire de l'allumage électrique. Table des constructeurs ou marques citées. Petit lexique en cinq langues sur l'allumage. 399 p., 15,5 × 24, 300 fig. et schémas. 2<sup>e</sup> édition, 1973 ..... F 38,00

**VADE-MECUM DU MOTOCYCLISTE.** — Rey Ch. — Les catégories de motocycles et la législation. Le choix d'une machine. Principes de fonctionnement des moteurs. Le cycle à 4 temps. Le cycle à 2 temps. La distribution. Le balayage sur les 2 temps. Le distributeur rotatif. Puissance et rendement. Les bancs d'essais. La culasse. Le piston, les segments, la bielle. Vilebrequin. L'alimentation. Le carburateur. Les transmissions. Les embrayages. Les boîtes de vitesses. Le refroidissement. La lubrification. Les divers systèmes de lubrification. Graissage du 2 temps. L'équipement électrique. La partie cycle. Les suspensions. Roues, pneus, et freins. Les silencieux. Les carénages. Pour conclure. 320 p. 14,5 × 22. très nbr. fig. et photos. Relié toile. Nouvelle édition 1973 ..... F 28,50

**CONSEILS ET ASTUCES POUR VOTRE MOTO.** — Bérardin D. — Conseils: La conduite. L'équipement. L'outillage. L'entretien courant. Les pannes. Réglage d'un carburateur. Décalaminage. Astuces: Améliorations. Réparations de fortune. Outilage. A l'atelier: astuces diverses. Dépannages en tout genre. Une recette. **La soudure ou les différents modes d'assemblage des métaux:** Définitions. Différence entre soudage autogène et brasage. Matériel utilisé. Les chalumeaux oxy-acétyléniques. Méthodes de travail. Technique du soudo-brasage. 160 p. 14,5 × 22. très nbr. fig. et photos. Relié toile. Nouvelle édition, 1973 ..... F 21,00

**TECHNIQUE DE CONSTRUCTION DES MOTOS DE COMPÉTITION, vitesse, cross, tout-terrain.** — Husak Pavel. — Le moteur: Deux temps ou quatre temps? Le nombre de cylindres. Courbes de puissance et de couple. Cylindres et pistons. L'emballage: Le carter moteur. La culasse. La distribution. Lubrification du moteur. Le carburateur. L'allumage. **Les transmissions:** Agencement général. Embrayage et transmission primaire. La boîte de vitesses. Transmission secondaire. **La partie cycle:** Le cadre. Les suspensions. **Équipements et accessoires:** Équipements divers. Les carénages. **Roues et freins:** Les roues et les moyeux. Les freins. 272 p. 15 × 22. 110 fig. et photos, 1973 ..... F 29,00

**RÉPARER SA MOTO EN 10 LEÇONS** et tout sur l'entretien de A à Z. — Constans C. et Weber M. — Installez et

24, Rue Chauchat, Paris 9<sup>e</sup> - Tél. 824 72 86  
C.C.P. 4192 - 26 Paris

organisez votre garage. Outilage à emporter et réparer les pneus. Les pannes sur la route. Entretien et réparation de la partie cycle à l'atelier. Vidange, démontage — joints décalaminage. Le carburateur: ses réglages synchronisation. L'allumage, réglage et calage. Régler et caler la distribution sur un 4 temps, roder les soupapes, les segments. Le gonflage et les améliorations. Étalonnez compteur et compte-tours, choisissez la démultiplication. 240 p. 14 × 20. Nombreuses fig. et schémas. 1973 ..... F 22,00

Rappel dans la même collection:

La moto en 10 leçons et tout sur la moto de A à Z. — Constans Ch. et Weber M. ..... F 21,00

### DIVERS

**GUIDE DES ARBRES ET ARBUSTES D'EUROPE.** — Quartier A. Bauer Bovet P. — Un texte détaillé donne la description de l'arbre, sa répartition géographique, les principales caractéristiques de sa biologie et de son histoire ainsi que ses dimensions. Les planches en couleurs ont été dessinées d'après nature par Pierrette Bauer-Bovet. Elles représentent les fleurs, les fruits, les feuilles, les branches et l'écorce de tous les arbres et arbustes décrits dans cet ouvrage. 260 p. 14 × 21. 80 planches en couleurs. Nbr. cartes de répartition et silhouettes. 1973 ..... F 48,00

Rappel dans la même collection:

— **GUIDE DES PLANTES À FLEURS** ..... F 48,00  
— **GUIDE DES PLANTES MÉDICINALES** ..... F 48,00  
— **GUIDE DES PLANTES D'APPARTEMENTS**. F 54,00

**LA PHARMACIE DU BON DIEU.** — Bardeau F. — Ce guide apporte une aide précieuse pour se préserver contre l'abus des médicaments à base de produits chimiques de synthèse. Son maniement est aisément grâce à son index alphabétique des maladies et malaises qui permet de trouver immédiatement le nom de la plante dont on a besoin. Cette conception de l'ouvrage en fait le « vade mecum » de tous les foyers. Chacun pourra utiliser, préparer, récolter, acheter, les plantes qui constituent la base de la pharmacopée familiale: Guide thérapeutique. Les herbes de santé (liste alphabétique). L'herboristerie familiale. Répertoire des principales propriétés des plantes citées. Récolte, conservation et emploi des plantes. Quelques conseils pratiques. Les tisanes simples et leurs préparations. Les tisanes composées. Lexique des termes médicaux utilisés. 252 p. 10,5 × 21. Très nombr. fig. et illustr. cart., 1973 ..... F 35,00

**LES MATHÉMATIQUES** (collection les dictionnaires du savoir moderne.) — Le rôle de plus en plus grand que jouent les mathématiques dans chacune des activités pose de sérieux problèmes pour leur enseignement et leur diffusion, notamment lorsqu'on parle de mathématiques modernes. Cet ouvrage qui peut être un instrument de formation et d'information est réalisé selon la formule de l'algolivre: 9 articles principaux et un dictionnaire comportant 500 termes ou définitions: Historique. Les ensembles. Les nombres. L'algèbre. L'analyse. L'algèbre linéaire. Les statistiques. Les probabilités. Les applications des mathématiques. 544 p. 17 × 22, relié, 1973 ..... F 52,00

**100 JEUX (avec solutions).** — Berloquin Pierre. — Se servir de son intelligence pour oublier les tracas de la vie quotidienne peut être un grand plaisir. Avec les jeux de Pierre Berloquin, vous en ferez l'expérience. Pour les résoudre, il n'est pas nécessaire de posséder une vaste culture. Il suffit d'un peu de réflexion. Ces jeux sont remarquablement gradués et vous mènent insensiblement du plus facile au plus difficile. Il vous aidera à vous familiariser avec les tests et à acquérir une plus grande rapidité intellectuelle, tout en vous distrayant.

- 100 Jeux alphabétiques
- 100 Jeux géométriques
- 100 Jeux logiques
- 100 Jeux numériques.

11 × 16,5. 1973. Prix des 4 livres ensemble ..... F 14,00

## MYSTÈRES - ÉNIGMES

**TERRIENS OU EXTRA-TERRESTRES ? ou Merveilles et Mystères de la Nature Humaine.** — Granger M. — Nos chromosomes recèlent-ils dans la structure hélicoïdale des séquences génétiques extra-terrestres ? Ou plus simplement, comme la Bible et d'autres traditions l'indiquent, sommes-nous les descendants de l'union d'extra-terrestres — de « dieux » venus du ciel — avec les « filles des hommes », union qui fit sortir notre espèce de la condition animale ? Michel Granger s'applique à rechercher les preuves de cette hybridation céleste dans l'Homme d'aujourd'hui. Les progrès scientifiques les plus récents fournissent de rigoureux arguments à cette hypothèse théologique maintes fois rapportée mais jamais discutée. C'est là une quête captivante qui aboutit à une plus profonde connaissance de nous-même et qui tout au long de son cheminement, nous guide vers l'impossible Vérité : celle de notre Mystère. Qui sommes-nous ? L'Homme : créature vivante. L'homme créature pensante. Concussion. 316 p. 13,5 × 21, 1973 ..... F 24,00

**LES DOSSIERS DES O.V.N.I. — Les soucoupes volantes.** — Durrant H. — Formes et rapports. Prudences et curiosités. Lumières et obscurités. Des animaux et des hommes. Les effets « E.M. ». Les évidences. Les preuves. Classification. Coïncidences. Des théories et des hommes. Pièces à conviction. Démonstration « ab absurdo ». Bibliographie. Index des organisations et publications. 310 p., 13,5 × 21,5. 12 fig. 24 photos, 1973 F 25,00  
Rappel : Le livre noir des soucoupes volantes. Durrant H. .... F 22,00

**LE LIVRE DE L'INEXPLICABLE. — Bergier J. et le groupe INFO.** — Les civilisations disparues : Les figurines d'Acambra. Les mystérieux mineurs de cuivre de l'Amérique du Nord. Des Phéniciens au nouveau monde. L'objet de Coso. Les buttes artificielles de Mima. Les mystérieux « puits en croissant de lune ». Les mystérieux cylindres en ciment de la Nouvelle-Calédonie. Les Vikings atteignirent-ils la côte du Pacifique ? Les extra-terrestres parmi nous : Étranges lumières dans les colonies américaines de S.M. britannique au XVII<sup>e</sup> siècle. Les mystères de l'ère des dirigeables. Des objets mystérieux au fond de l'Atlantique. L'affaire du « papyrus tulli ». Le miracle de Robozer. Les êtres étrangers. Les traces de pas du diable, énigme non résolue. Le diable se promène de nouveau. J'ai rencontré le Matha Kagmi. L'abominable homme des États-Unis. Existe-t-il encore des Dinosaures ? Phénomènes fortéens — Des fantômes et des hommes. La clinique lapidée d'Arcachon. Le fantôme électrique de Rosenheim. Les gens qui brûlent spontanément. Le Presbytère hanté de Borley. 248 p. 13,5 × 21. 12 photos. 6 fig. Éd. 1972 ..... F 24,00  
Rappel dans la même collection : Nous ne sommes pas les premiers ; Thomas A. .... F 24,00

**LE LIVRE DU PASSÉ MYSTÉRIEUX. — R. Charroux.** — Primhistoire. L'insolite terrestre, îles et pays d'un autre monde. Les ancêtres supérieurs. Civilisations perdues. Royaumes imaginaires. Civilisations mystérieuses : Écosse, France, Sardaigne, Malte. Mystérieux inconnu. La magie et Christophe Colomb. Le grimoire du Grand Albert. Les portraits magiques de Belmez de la Moraleda. Agpaoa la passe-muraille. Le mystérieux inconnu du feu. Les livres Sibyllins et Jeanne d'Arc. Fantastique. La Mater, Lilith et l'homme supérieur. L'écriture chromosomique et le péché. La création du monde. La vie et l'intelligence. La nature pense. L'intelligence des plantes. L'intelligence des animaux. La vie dans la matière. Les musées préhistoriques du pétrimundo. La machine à filmer le passé. Essai de mythologie française. Quand les dieux étaient des hommes. Quand les hommes rêvent de Vénus. Mélusine la serpente ailée. La sorcellerie. Démons et merveilles. Les mystères du ciel. Aventures dans le ciel. Les sociétés secrètes extra-terrestres. 475 p. 14 × 20. 71 Ph. 1973 ..... F 27,00  
Rappel : dans la même collection : Les grandes énigmes de l'univers. Henning R. .... F 20,00

**LES ARCHIVES DU SAVOIR PERDU. — Tarade G.** — Les archives du savoir perdu. Hier l'espace. Les Celtes et la science du Géon. Pierres levées et roches sculptées. Sur les traces d'un monde englouti. Réflexions sur une civilisation oubliée. Le puzzle de l'évolution. De la métaphysique précolombienne aux recherches scientifiques modernes. Les clavichèles des pyramides : Robert Carras évoque le pays d'Egypte. Histoire et connaissances perdues. Les cahiers de l'irrationnel. Perspectives pour les temps de la fin. Paranomologie et chroniques d'un autre monde. Le dossier des maléfices. En terres inconnues. La science des prophètes. Opération « Dracula ». Quelques pages de l'Histoire de

France racontées aux sages : Les gouvernements invisibles et le grand dessein. 352 p. 13,5 × 21,5. Nbr. illustr. 12 p. photos hors-texte, 1973 ..... F 24,00

**FANTASTIQUES RECHERCHES PARAPSYCHIQUES EN U.R.S.S. — Sheila Ostrander et Lynn Schroeder.** — (Coll. Énigmes de l'Univers) traduit de l'anglais. — Partout où il a été publié, ce livre a fait sensation. C'est qu'il apporte sur les recherches, qui se poursuivent en U.R.R.S. et dans les démocraties populaires, dans le domaine parapsychique — le fameux domaine PSI — des révélations bouleversantes. Les forces inconnues de l'esprit et de l'âme sont systématiquement explorées et expérimentées ; déjà elles sont employées en biologie, en médecine et dans la formation scolaire ; de fantastiques et fascinantes perspectives s'ouvrent à leur utilisation jusque dans le domaine militaire et l'exploration de l'espace. Les chercheurs des pays de l'Est ont pris sur les occidentaux une avance fabuleuse et dont l'importance ne saurait être trop sous-estimée. 472 p. 13,5 × 21,5. 4 p. hors texte. 1973 ..... F 29,50

## ÉLECTRONIQUE

**POUR S'INITIER À L'ÉLECTRONIQUE : quelques montages simples.** — Fighiera B. — L'auteur a décrit dans cet ouvrage toute une série de montages simples qui ont été réalisés, essayés et sélectionnés en raison de l'intérêt qu'ils pouvaient offrir aux amateurs. Ces montages présentent cependant la particularité d'être équipés de composants très courants, montés que des plaquettes spéciales à bandes conductrices toutes perforées appelées plaquettes « M. BOARD ». Grâce à ces supports de montage, les réalisations peuvent s'effectuer comme de véritables jeux de construction. A l'appui de nombreuses photographies, de schémas de principe, de croquis de montage, sont détaillés le fonctionnement et le procédé de réalisation de chaque montage point par point en se mettant véritablement à la portée de tous. 112 p., 15 × 21. 100 fig. 1 échantillon de support de base (plaquette Board). 1973 ..... F 15,00

**LES GADGETS ÉLECTRONIQUES et leur réalisation.** — Fighiera B. — Une des meilleures méthodes d'initiation à la technique moderne de l'électronique consiste à réaliser soi-même quelques montages simples et amusants tout en essayant de comprendre le rôle des divers éléments constitutifs. A cette fin, les premières pages de cet ouvrage sont réservées à quelques notions techniques relatives aux composants électroniques ; le lecteur n'aura donc nul besoin de chercher ces notions dans d'autres livres. — L'auteur est un jeune qui s'adresse à d'autres jeunes et qui se met en conséquence à leur portée. Le sujet lui-même reste du domaine de la jeunesse qui cherche dans l'électronique un moyen d'évasion. Les lecteurs trouveront donc dans cet ouvrage la description complète et détaillée de 25 gadgets inattendus comme le tueur de publicité, le canari électronique, le dispositif anti-moustiques, le récepteur à eau salée, etc. — 152 p. 15 × 21. 137 schémas, 1972 ..... F 19,00

## INFORMATIQUE

**LEXIQUE D'INFORMATIQUE. — Ginguay M., Lauret A.** — Dictionnaire de définitions portant sur les termes usuels des professionnels de l'informatique : mots courants du « hardware » et du « software », de la programmation et des centres d'informatique. 1 300 définitions. 244 p. 16 × 24. 1973 F 48,00  
Complète des deux dictionnaires du même auteur :  
— Dictionnaire d'informatique anglais-français. F 38,00  
— Dictionnaire d'informatique français-anglais. F 48,00

**L'INFORMATIQUE ET LES SYSTÈMES. — Dupuy R.** — La notion d'ordinateur. Support interne de l'information. Support externe de l'information. Les instructions d'entrée-sortie. Les interruptions. La notion de système. Exemple de programmation d'un échange (étude d'un driver). Les contrôles des entrée-sortie (CES). Reconnaissance des interruptions. Traitement des interruptions canal et unité de contrôle. La gestion des mémoires de masse. L'organisation des données à traiter et l'IOPS logique — ou moniteur d'entrée-sortie (MES). Les requêtes au système. Introduction au fonctionnement des ordinateurs en temps partagé. L'interblocage du processus. Architecture d'un système de temps partagé. Généralités sur l'exécutif d'un système de temps partagé. Étude d'un exécutif de temps partagé. La gestion des entrées-sorties dans un système de temps partagé. Conclusion. 254 p. 15,5 × 24. Tr. nbr. schémas, 1973 F 39,00

**LES PROCÉDURES DE TRAITEMENT ET LEURS DONNÉES.** — Warnier J.D. — Structure des données et des programmes: introduction. L'organisation hiérarchique. Structures répétitives. Organisation détaillée d'un programme. Structures alternatives. Structures complexes. Optimisation des programmes et phases de traitement: Traitement en arborescence. Alternatives complexes. Chaines de tables de vérité. Phases de traitement. Lexique. Tableaux des symboles et abréviations. 160 p. 21 x 24. 187 ill. broché, 1973 F 28,00  
Du même auteur:

Entraînement à la programmation, système L.C.P. Warnier J.D. et Flanagan B.M.

**Tome I: Construction des programmes.** Introduction mathématique. Organisation d'un programme. 304 p. 21 x 27 broché, 294 ill. .... F 57,00

**Tome II: Exploitation des données.** Les données et la construction des programmes. Les données à la sortie et les phases de traitement. Synthèses. 276 p. 21 x 27, broché 207 ill. F 54,00

**COMPTABILITÉ ET INFORMATIQUE, implantation et implications juridiques.** (Coll. « Ce qu'il vous faut savoir »). — Pilorgé R. — Introduction: présentation et évolution des systèmes comptables. Élaboration et définition d'un système informatique. Les caractéristiques de la gestion moderne et les implications juridiques. Les procédures particulières de traitement et la diffusion des résultats. La conservation et les procédures de contrôle des informations dans un système de traitement automatique. Degré de mécanisation ou d'automatisation des travaux comptables. Les procédures nouvelles de contrôle interne et externe. Les programmes de révision. Le code comptable. Rappel des règles juridiques applicables aux comptabilités. Conseils pratiques pour l'élaboration, la mise en œuvre, l'exploitation, le contrôle d'un système comptable sur ordinateur. Annexe. 180 p. 21 x 27. 1973 ..... F 60,00

## RADIO - TV

**BASES D'ÉLECTRICITÉ ET DE RADIO-ÉLECTRICITÉ pour le radio-amateur.** — Sigrand L. — Ce livre est à l'intention des candidats radio-amateurs pour leur permettre d'apprendre, les principes essentiels d'électricité et de radio qu'ils doivent connaître pour passer leur examen et, s'ils le veulent par la suite, aborder des ouvrages d'un niveau plus élevé. Ainsi, sans connaissances préalables, on disposera d'un ouvrage qui n'est pas encombré de notions compliquées, qui pourraient décourager le débutant par une abondance de matières qu'il pourrait étudier plus tard. C'est un instrument de travail simple, rédigé de façon à faciliter la compréhension des phénomènes fondamentaux nécessaires, donc encourageant, profitable et rapide. Il comprend quatre parties: électricité, radioélectricité, passage des tubes aux transistors, compléments, 122 p. 15 x 21. 212 fig. 1973 F 17,00

**PRATIQUE DES MONTAGES RADIOÉLECTRONIQUES.** — Péricone L. — Connaissance pratique de la technologie et des composants de radio et d'électronique. Tout ce qu'il faut savoir pour monter soi-même radio-récepteur, électrophone, amplificateur, appareil d'électronique, magnétophone, téléviseur. Destiné: — à ceux qui veulent entreprendre des montages de radio, d'électronique et qui n'ont aucune connaissance en la matière; — à ceux qui ont déjà entrepris des montages et ont rencontré échec et déboires; — à ceux qui ont réussi quelques petits montages et voudraient bien en savoir plus pour aller plus loin. 304 p. 15,5 x 23,5. 415 fig. 1973 F 39,00

**TECHNIQUE NOUVELLE DU DÉPANNAGE DES RADIORÉCEPTEURS.** — Roger A. Raffin. — Rappel de quelques notions fondamentales indispensables. Les résistances et les condensateurs utilisés dans les récepteurs. L'installation mécanique du Service Man. Quelques mesures ou déterminations faciles à exécuter. Principes commerciaux du dépanneur. Principes et méthodes de dépannage. L'oscilloscope et le service-man. L'alignement des récepteurs. Ce que doit savoir un radio-dépanneur. Réparation des tourne-disques pick-up, électrophones, magnétophones, chaînes Hi-Fi 252 p. 15 x 21. 137 fig. 5<sup>e</sup> édit. 1973 ..... F 35,00

**LES ANTENNES.** — Brault R. et Piat R. — La propagation des ondes. Les antennes. Le brin rayonnant. Réaction mutuelle entre antennes accordées. Diagrammes de rayonnement. Les antennes directives. Antennes pour stations mobiles. Mesures à effectuer dans le réglage des antennes. Couplage de l'antenne à émetteur. Pertes dans les antennes. Solutions mécaniques au problème des antennes rotatives. Cadres et antennes en ferrite; 317 p., 15 x 21. 359 fig. 20 tabl., 1973 ..... F 35,00

**COURS ÉLÉMENTAIRE DE TÉLÉVISION MODERNE.** — R. Besson. — Le principe de la transmission à distance. L'image en noir et blanc. Les normes internationales. L'image en couleurs. Les systèmes mondiaux de télévision en couleurs. Le téléviseur, étages communs aux appareils noir et blanc et en couleurs. La captation de l'énergie H.F. — La tête H.F. (V.H.F. et U.H.F.). La chaîne vision. La chaîne son. Les étages propres aux téléviseurs noir et blanc. La séparation des signaux de synchronisation. La base de temps verticale. La base de temps horizontale. Le tube cathodique et son déviateur. L'alimentation. Les étages propres aux téléviseurs SECAM. Le décodage des signaux de luminance et de chrominance SECAM. Le tube trichrome et les circuits associés. La base de temps verticale. La base de temps horizontale. Les appareils de mesure. 280 p. 16 x 24. 205 fig. 1973 ..... F 39,00

## SPORTS

**TOUTE LA CULTURE PHYSIQUE, la bible de l'athlète.** — Rouet M. — Le culturisme: Le travail athlétique convient à la structure de l'homme, il développe la force. Les éléments qui compose l'idéal athlétique. Créez en vous le désir de devenir puissant et musclé. Muscler votre volonté et développez vos facultés de concentration. Apprenez à vous relaxer et à dormir. La maîtrise de soi. L'hygiène du culturiste. La vie sexuelle du culturiste. Les principes de la méthode: Comment vous entraîner. Comment on devient un athlète puissamment musclé. Horaire et durée de l'entraînement. Divers modes d'entraînement. La musculation en préparation sportive. Anatomie: apprenez à connaître vos muscles. La pratique de la musculation: Musculation généralisée. Training localisé. Training en circuit permanent. Vos 6 exercices d'entretien. L'hyper-training aux exerciseurs. La résistance progressive. Le training à mains libres. Modèles de beauté plastique mais aussi... athlète complet: Devenez un athlète complet. L'haltérophilie culturiste. La gymnastique culturiste. Barres fixes. Barres parallèles. Acrobatie culturiste. Exercices de force et de détente. Exercices de souplesse. Comment préparer les concours de beauté plastique. 224 p. 16 x 24. 305 photos. 1973 ..... F 33,00

Rappel dans la même collection :

- Éducation physique pour tous ..... F 17,70
- Exercices physiques pour tous ..... F 15,80
- Musculation au service de tous les sports .. F 23,70

**CANOE-KAYAK.** — Technique, apprentissage, entraînement. — Dransart G. et Gaud-Petit F. — Matériel: Matières et matériaux nécessaires à la construction, précautions de manipulation, réparations. Technique de base « Kayak »: terminologie, portage, mise à l'eau, embarquement, et débarquement, position du pagayeur, tenue de la pagaie, propulsion, défauts, manœuvres, esquimausage. Technique de base « Canoë »: portage, mise à l'eau, embarquement, débarquement, position du pagayeur, tenue de la pagaie, propulsion, manœuvre, esquimausage, bases de la technique, défauts classiques, styles particuliers. La rivière: les obstacles rencontrés, les différentes rivières, entraînement, préparation physique, technique, tactique, psychologie. Le tourisme: but, matériel, technique. Pédagogie: Enseignement de base du débutant, conseils pratiques, progression, jeux pour débutants, pédagogie de la descente de rivière, organisation d'une descente en groupe, la sécurité. 224 p. 16 x 24. 231 photos. 128 fig. nbr. tableaux. 1973 F 33,00

**HAND-BALL.** — Firat H. et Massano N. — La technique: Généralités. La technique et sa méthodique; considérations. La technique et la tactique du jeu. La tactique: La défense: Généralités. La tactique individuelle et collective en défense. Les systèmes de défense. Apprentissage et perfectionnement. Consignes pour le défenseur. L'attaque: La tactique en attaque. Préparation physique, théorique, psychologique, planification du processus de préparation. Problèmes qualitatifs à l'entraîneur: Les problèmes qualitatifs inhérents au travail de l'entraîneur. 236 p., 16 x 24. 274 fig. 1973 ..... F 30,75

**NATATION SPORTIVE.** — Menaud M. Zins L. — La Technique: Le Crawl. La nage sur le dos. Le dauphin. La brasse. Les départs. Les virages. La Pédagogie: L'Apprentissage. L'Initiation sportive. L'Entraînement: Notions de base, principes généraux. L'entraînement: buts et moyens. L'entraînement du champion. La compétition. Psychologie et natation. L'Éducation Physique du Nageur. L'éducation physique du nageur: partie collective, partie individuelle, plan annuel. 273 p. 16 x 24. 350 fig., 1973 ..... F 26,85

Rappel dans la même collection:

- Natation élémentaire. — Grojean C., Boissière G. F 18,90

**TRAITÉ MODERNE DE CHASSE A TIR.** — Roche A. — Première partie: Vive la chasse. Équipement. Territoire de chasse. Chiens d'arrêt. Caille. Perdrix. Lapin. Faisan. Lièvre. Bécasse. Tourterelle. Pigeon. Gibier de montagne. Gibier d'eau. Grives et merles. Gros gibier: sangliers. Ennemis du gibier. Environnement et chasse. Seconde partie: Droit de chasse. Chasses privées. Associations populaires de chasse. Dégâts du gibier. Organisation cinégétique. 420 p. 13,5 × 20. 13 photos. 1973 ..... F 53,85

**LA PÊCHE SPORTIVE EN EAU DOUCE.** — Boyer P. — Les salmonidés: saumons, truites, omble, ombres. Les carassiers: brochets, perches sandres, black-bass. Les cyprinidés: carpes, chevaines, gardons, tanches, etc.; et plus de 15 autres poissons. Plus de 50 cartes de lieux de pêches, de l'Allier à l'Islande. 14 planches couleurs de leurres, mouches, poissons. Toutes les pêches: lancer, mouches, au vif, au ver, aux insectes, au poisson mort, à la grenouille... Tout le matériel: cannes à lancer, cannes à mouches, cuillers, mouches, moulinets, équipement... Tableau d'utilisation des mouches. Un important lexique illustré. 256 p. 21,5 × 29,5. 400 photos. 50 p. couleur. Illustration de Henri Deuil. 1973 ..... F 89,00

## TRAVAUX D'AMATEUR

**TOUTE LA MAÇONNERIE A LA MAISON.** — Rubio J. — Gâchage des mortiers. Enduits: Enduit au plâtre sur parpaings, épais sur lattis mécanique, sur un ouvrage en bois. Constructions: Cloison en briques plâtrières, en carreaux de plâtre ordinaires, en carreaux de plâtre alvéolés à faces lisses, doublage isolant d'un mur extérieur, bar en briques pleines, table pour coin repas, jambages et paillasse pour évier, coffrage en bois pour poteau. Carrelages: plinthe en carreaux émaillés, carrelage mosaïque en grès de 2 × 2 cm, carrelage à éléments séparés. Sols: en béton, pose d'un siphon cloche. Moulages au plâtre: moules en coquille, moulage d'une plaque ondulée, moulage à évidements, corniche pour éclairage indirect. Réparations. Outilage. 80 p. 19,5 × 25. 500 photos commentées. 1973. F 28,00

Rappel dans la même collection :

- Toute l'électricité à la maison
- Toute la peinture à la maison
- Tous les revêtements à la maison
- Toute la plomberie à la maison
- Toute la serrurerie à la maison

Chaque volume ..... F 28,00

**TOUTE LA MAÇONNERIE AU JARDIN.** — Utilitaire et décorative, en 500 photos commentées. — Rubio J. — Conseils généraux: Choix des matériaux. Les liants. Les agrégats. Mise en œuvre: Allée en béton. Muret en parpaings. Pose de poteaux pour grillage. Muret en briques. Poteau en béton armé. Poteau branché. Enduits. Dalles. Citerne. Réparations: enduit. joints. Outilage. 80 p. 19 × 24. Relié toile. 1973 ..... F 28,00

**INSTALLEZ VOUS-MÊME VOTRE CHAUFFAGE CENTRAL.** Chauffage au mazout. — Vidal R. — (Coll. Système D). Acquisition des notions théoriques simples indispensables. Le chauffage central. Le mazout et sa combustion. La production

d'eau chaude sanitaire. Calcul des besoins de l'installation. Choix des moyens. Les tuyauteries. Choix du système de circulation. Choix du vase d'expansion. L'eau chaude sanitaire. Les opérations de pré-installation. Isolation thermique de l'habitation. La cheminement. — L'aération de la chufferie. Installation proprement dite. Pose des surfaces chauffantes. Pose de la chaudière. Les éléments actifs. Les dispositifs accessoires. Mise en place de la réserve de combustible. Pose des canalisations de raccordement. La liaison brûleur-réserve. Les tuyauteries chaudières-radiateurs. Le raccordement de l'eau chaude sanitaire. Exploitation économique du chauffage. Les réglages. Les régulations. Les thermostats d'ambiance. Le rendement. Entretien de l'installation. Pannes éventuelles. 302 p. 13,5 × 21. 304 fig. 1973 ..... F 28,00

**TOUTES LES RÉPARATIONS D'ÉBÉNISTERIE A LA MAISON,** en 500 photos commentées. (Coll. Techniques artisanales modernes). — Berjout F. — Choix des meubles à réparer. Règles générales concernant les réparations. Réfection des assemblages. Réparations de cassures. Réfection d'un décor sculpté. Revêtement simple et au tampon. Rénovation des meubles cirés. Décor en métal et quincaillerie. Sculptures et décors rapportés en bois. Réemboutage des pieds de chaise. Consolidation des assemblages de sièges de style. Réparation d'un pied de siège moderne. Réfection et consolidation d'assemblages disjoints. Réparation d'une fermeture à rideau. Remise en état d'un coffret avec marquerie. Bras de fauteuil cassé. Réfection d'une mortaise et d'un pied tourné, d'une queue-d'aronde. Réparation de la cassure d'une traverse entre tiroirs, d'un pied galbé. Remise en état d'un petit bureau de dame. Réfection d'un ornement sculpté. Affûtages. Outilage, matériel et produits. 80 p. 19 × 25. Relié toile. 1973 ..... F 28,00

**RÉALISONS NOUS-MÊMES BIJOUX ET PARURES.** — Langlois, Cléro Servignat. — Travaux d'émaillage. Technique de l'émaillage et choix divers, application des émaux, décors à la plume à l'étiré simple, à l'étiré avec autres reliefs, au paillon, à l'encre d'or, au pochoir, au champlevé à l'acide, au burin. Plastique à couler à chaud: bague avec plastique à inclusion. Travail du métal en plaques et en fil: repoussage de métal léger, gravure et décor d'un disque, détails d'exécution de pièces en fils. Décors et moulages en pâtes métalliques et pâtes de bois: décor à la pâte métallique, moulage d'une plaque support en métal, gravure d'un moule et moulage bois ou métal. Travail du cuir: ceinture torsadée, tresse à six brins, étampage d'une plaque de cuir, montage d'un collier. Taille et polissage des pierres fines: clivage, polissage, montage. Outilage, matériel, produits et accessoires. 80 p. 19,5 × 25. 500 photos, 1973 ..... F 28,00

**TOUT AVEC RIEN.** — Bricolage scientifique. — Tome 3. — Crespin R. — Voici enfin le troisième volume promis depuis la dernière édition des deux premiers volumes. À force d'occuper ses loisirs en recherches et expérimentations de tout genre, en bricolage scientifique, l'auteur a fini par accumuler de nombreux procédés, montages éprouvés, qu'il a utilisés ou construits pour son usage personnel et qu'il décrit minutieusement. Sauvetage des pièces condamnées. Trucs de façonnage. Avec les vieux, avec les vieilles. Soudage par résistance. Électro-aimants. Marteau électrique. Charnières et fermures hors-série. Bricolo-cinématique. Contre la corrosion. Reliures express. Un peu de pyrotech i.e. Extraction des huiles essentielles. Astuces de dessin. Luxmètre, posemètre. Indicateurs de continuité des circuits. Électro-prodigies. Propriété des métaux. 272 p. 14 × 21,5, 266 fig. et schémas, 1973 ..... F 25,00

Rappel dans la même collection et du même auteur:

- Tome 1: Tout avec rien ..... F 16,00  
Tome 2: Tout avec rien ..... F 25,00

## COMMANDES PAR CORRESPONDANCE

Les commandes doivent être adressées à la LIBRAIRIE SCIENCE ET VIE, 24, rue Chauchat, Paris (9<sup>e</sup>). Elles doivent être accompagnées de leur montant, soit sous forme de chèque bancaire ou de mandat-poste (mandat-carte ou mandat-lettre), soit sous forme de virement ou de versement au Compte Chèque Postal de la Librairie : Paris 4192 - 26. Au montant de la commande doivent être ajoutés les frais d'expédition et d'emballage: Taxe fixe forfaitaire F 2,00 plus 5% du montant total de la commande — Frais de recommandation : France: F 1,50, Étranger : F 3,00. Sans frais d'expédition toute commande supérieure à 100 F.  
Il n'est fait aucun envoi contre remboursement.

**LIBRAIRIE SCIENCE ET VIE, 24, rue Chauchat, PARIS (9<sup>e</sup>)**  
La Librairie est ouverte de 8 h 30 à 12 h 30 et de 14 h à 18 h 30. Fermeture du samedi 12 h au lundi 14 heures.



## BULLETIN D'ABONNEMENT

à découper ou recopier, et à retourner à L'Action Automobile et Touristique  
5, rue de la Baume, 75008 PARIS

Veuillez m'abonner pour 1 AN  
11 Numéros

(dont le Spécial Salon)  
pour 30 F seulement

Je joins cette somme par :

C. Bancaire  Mandat Poste  
 C.C.P. 3 volets

à l'ordre de l'Action  
Automobile et Touristique

NOM.....

PRÉNOM.....

ADRESSE.....

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

SIGNATURE:



### Le plus fort tirage de la Presse Automobile et Touristique

Chaque mois, L'ACTION VOUS INFORME ET VOUS DÉFEND :

- Essais des plus récents modèles de voitures
- Conseils d'entretien et de sécurité
- Conseils juridiques
- Reportages touristiques
- Tests de bateaux, caravanes, appareils photo, autoradios...

# la stéréo ...

## aujourd'hui il suffit d'en avoir envie

**Platine Thomson**  
2 vitesses 33/  
45 tours ; changeur  
automatique tous  
disques.

**Arrêt automatique,**  
possibilité de  
commande ma-  
nuelle.

**Table de lecture**  
dimensions :  
51 x 29 x 14,5 cm ;  
revêtement P.V.C.  
noyer.

**Enceintes acousti-  
ques bois revêtues**  
P.V.C. noyer, dim. :  
40,5 x 29 x 17 cm  
2 haut-parleurs de  
11 cm de diamètre  
par enceinte, dont  
un avec tweeter.

**En option : un pied**  
en métal chromé,  
hauteur 52 cm,  
pour 98 F.

**Bras équilibrable**  
par réglage anti-ska-  
ting.

**Prise magnéto-  
phone, tuner.**

**Réglages séparés**  
graves et aigus,  
4 curseurs linéa-  
ires ; 2 boutons vo-  
lumes ; 1 prise  
casque.

**3 touches : mar-  
che-arrêt, mono-sté-  
réo, p.u.tuner, rap-  
pel lumineux de la  
fonction choisie.**

**Ampli stéréo :**  
14 transistors 4 diodes ;  
2 x 10 watts  
efficaces ; bande  
passante 30 à  
20 000 hz à ±  
3 db.



## demandez à essayer gratuitement chez vous le nouvel électrophone stéréophonique "CC 120"

AUJOURD'HUI, avoir la stéréo n'est plus une question d'argent puisque, pour 980 F seulement, la Guilde Internationale du Disque vous offre en exclusivité un électrophone stéréophonique dernier cri, élégant et compact, transistorisé, d'une fiabilité absolue et garanti un an.

Découvrez avec cet appareil l'étonnante fidélité et la présence de la reproduction en stéréophonie. Si, au bout de 10 jours, vous n'êtes pas enthousiasmé, vous nous le renverrez sans rien nous devoir. Mais, si vous avez été convaincu par ses grandes qualités, vous pourrez le conserver aux conditions exceptionnelles figurant dans le bon ci-dessous.

### bon d'essai gratuit

**LA GUILDE INTERNATIONALE  
DU DISQUE, 27029 EVREUX**

Offre garantie jusqu'au 31.3.74

Envoyez-moi pour un essai gratuit, l'électro-  
phone CC 120. Joignez à votre envoi mes  
2 disques-cadeaux. Si je ne suis pas enthousias-  
mée, je vous renverrai le tout dans les  
10 jours et ne vous devrai rien.

Mais, si je conserve ce magnifique appareil, je  
vous le paierai aux conditions exception-  
nelles ci-après :

Versements échelonnés : 330 F (+ 25 F  
de frais d'envoi) 10 jours après réception  
et 10 mensualités de 85 F (soit au total :  
1 180 F + frais d'envoi).

Paiement comptant : 1 098 F (+ 25 F de  
frais d'envoi) 10 jours après réception.

Option : Envoyez-moi, avec le CC 120,  
son pied en métal chromé pour lequel je  
paierai, si je le conserve, 98 F au  
comptant 10 jours après réception.

### en cadeau

1 disque  
démonstration  
stéréo et un  
microsillon 30 cm  
"Dansez avec  
les succès de  
Johnny Halliday  
et Sylvie Vartan".



Stéréo CC 120 : ensemble platine -  
ampli stéréo - 2 enceintes acoustiques -  
un couvercle Plexiglas - et, en  
option, un pied en métal chromé.

Nom \_\_\_\_\_  
Prénom \_\_\_\_\_  
N° \_\_\_\_\_ Rue \_\_\_\_\_  
Ville \_\_\_\_\_  
Code postal \_\_\_\_\_

SIGNATURE OBLIGATOIRE

Si vous avez moins de 21 ans,  
signature des parents ou du tuteur légal

9-622/906/116

GUILDE INTERNATIONALE DU DISQUE, 27029-EVREUX  
en Belgique : Family S.A., 85, Av. F. Lechailler, Bruxelles 9.  
en Suisse : Cercle des Loisirs, 1018-Lausanne