

Le courrier du CNRS 43

Auteur(s) : CNRS

Les folios

En passant la souris sur une vignette, le titre de l'image apparaît.

52 Fichier(s)

Les relations du document

Ce document n'a pas de relation indiquée avec un autre document du projet.□

Citer cette page

CNRS, Le courrier du CNRS 43, 1981-12

Valérie Burgos, Comité pour l'histoire du CNRS & Projet EMAN (UMR Thalim, CNRS-Sorbonne Nouvelle-ENS)

Consulté le 15/12/2025 sur la plate-forme EMAN :

<https://eman-archives.org/ComiteHistoireCNRS/items/show/138>

Présentation

Date(s)1981-12

Mentions légalesFiche : Comité pour l'histoire du CNRS ; projet EMAN Thalim (CNRS-ENS-Sorbonne nouvelle). Licence Creative Commons Attribution - Partage à l'Identique 3.0 (CC BY-SA 3.0 FR).

Editeur de la ficheValérie Burgos, Comité pour l'histoire du CNRS & Projet EMAN (UMR Thalim, CNRS-Sorbonne Nouvelle-ENS)

Information générales

LangueFrançais

CollationA4

Informations éditoriales

N° ISSN0153-985x

Description & Analyse

Nombre de pages52

Notice créée par [Valérie Burgos](#) Notice créée le 05/10/2023 Dernière modification le 06/12/2024

LE COURRIER DU
CNRS

43

DIASTOLE

SYSTOLE

TRANSVERSE

DIASTOLE

CNRS

Bimestriel - Décembre 1981 - 15 F

Centre national de la recherche scientifique

15, quai Anatole France
75700 Paris - Tél. : 555.92.25

Directeur de la publication :
Vladimir Mercourov

Secrétaire de rédaction :
Martine Chabrier-Elkik

La vie des laboratoires :
Véronique Brossollet

Entretiens :
Monique Mounier

Comité de rédaction :
Martine Barrère, Michel Crozon,
Jean-Didier Dardel, Francis Garnier,
Alain Giraud, Lucien Hartmann,
James Hiélot, Jacqueline Mirabel,
Henri Peronin, Jean-Claude Ribes,
Janine Rondest

Direction artistique :
Industrie Service

Abonnements et ventes au numéro, le numéro 15 F.
Abonnement annuel : 55 F (voir bulletin p. 27-30).
Tout changement d'adresse doit être signalé au
secrétariat de rédaction. Nous remercions les
auteurs et les organismes qui ont participé à la
rédaction de ce numéro. Les intitulés et les
chapeaux introductifs ont été rédigés par le
secrétariat de rédaction. Les textes et illustrations
peuvent être reproduits sous réserve de l'autorisation
du directeur de la publication - C.P.A.D. 303 -
Réalisation ALLPRINT, 8 rue Antoine Chantin,
75014 Paris - ISBN 2-222-03047-1 ISSN 0153-
985 X © Centre national de la recherche scientifique.

Page 1 de couverture :
Série de seize images, en coupe transversale, décrivant
l'ensemble d'un cycle cardiaque moyen, résultant de la
superposition d'un grand nombre de cycles démodulaires.
La diastole (ventricules de volume maximal) et la systole
(contraction) sont repérées. On peut apprécier visuellement les
variations de volume des ventricules et des veillottes, qui batent
en opposition de phase. Les seize images peuvent être
représentées en boucle fermée sur un écran de télévision pour la
visualisation des mouvements de contraction cardiaque. (voir p. 16)

Page 4 de couverture :
Extrait de la carte principale de la côte Marseille. Les
versants bien abrités du littoral entre le Río de l'Algir et
Toulon comptent parmi les zones les plus chaudes du territoire
français avec des températures moyennes annuelles de plus de
15°C. L'existence d'un relief dans l'arrière-pays de Marseille
provoque cependant une augmentation des précipitations
annuelles (Casablanca : 709 mm. St Maximin : 1336 mm), une diminution
des températures annuelles (de 12,5°C à moins de 9°C sur
les crêtes) et une augmentation du nombre de mois froids
(disparition des bandes grises). Une différenciation régionale
est perceptible entre les deux limites Est et Ouest de l'extrait :
la sécheresse d'été plus longue à l'Ouest à l'image de ce que l'on
trouve en Camargue est due davantage à une déficience des
précipitations qu'à une augmentation des températures. Une
lecture plus attentive permet par ailleurs de déceler les oppositions
entre les adrets et les abords, les températures étant, à altitude égale,
plus chaudes sur les premiers. (A la suite d'un incident technique,
cette carte n'avait pu paraître dans l'article « La carte climatique
détaillée de la France », page 47 du numéro précédent.)

CNRS
 Direction du Siège
 1, avenue de la Terrasse
 91198 Gif-sur-Yvette
 Tel : 01 69 82 39 17

CNRS
 Dépot des archives
 de la Délégation Paris Ile
 Bâtiment 19
 1, avenue de la Terrasse
 91198 Gif-sur-Yvette

Nominations	4	Claude Fréjacques, président du CNRS Jean-Jacques Payan, directeur général du CNRS Composition du Conseil du CNRS	
Editorial	6	Une période passionnante pour le CNRS	Jean-Jacques Payan
Entretien	7	Réflexion sur les sciences sociales	Entretien avec Edmond Lisle
Le point	16	L'analyse de la contraction cardiaque par gamma-tomographie	Roland Iti Jacques Laurent
A propos	21	La théorie de la convection stellaire	Jean Latour
A la recherche	32	La communication chez les primates	Bertrand Deputte
A la découverte	39	Le soufre, agent double : poison ou promoteur de l'activité catalytique du platine	Jacques Oudar
Expositions	42	A la découverte du public : les expositions du CNRS	Geneviève Peronni
Bibliographie	48	Les éditions du CNRS	
Calendrier	54	Comité national - Printemps 1982	

Claude Fréjacques, président du CNRS

Au cours du Conseil des Ministres du 10 novembre 1981,
Monsieur Claude Fréjacques a été nommé Président
du Centre national de la recherche scientifique.



Né le 1er août 1924 à Paris, Monsieur Claude Fréjacques est ancien élève de l'Ecole polytechnique et de l'Ecole d'application des poudres, dont il est sorti ingénieur en 1947.

Chef de service au laboratoire central des poudres jusqu'en 1957, il entre alors au Commissariat à l'énergie atomique (CEA), comme chef du service de la diffusion gazeuse. C'est sous sa direction qu'ont été menées les études de recherches qui conduisirent à la définition, puis à la réalisation de l'usine de Pierrelatte. Il est aussi à l'origine de l'usine de séparation des

isotopes de lithium de Miramur, puis de l'installation d'extraction d'eau lourde de Mazingarbe. En 1971, il devient directeur de la division de la chimie du CEA.

En mars 1980, il est nommé directeur de la Délégation générale à la recherche scientifique et technique.

Monsieur Fréjacques a été de 1956 à 1969, maître de conférences à l'Ecole polytechnique. Il a présidé en 1975 et 1976, le comité consultatif de la recherche scientifique et technique. Il est, depuis mai 1979, membre de l'Académie des sciences.

Composition du Conseil du CNRS

Président

- M. Claude Fréjacques.

Membres du Conseil

- M. Jean-Louis Beffa, président directeur général de Pont-à-Mousson SA, président des assises régionales de Lorraine.
- M. Jean Bouvier, professeur à l'université de Paris I (Panthéon-Sorbonne).
- M. Jean Choussat, directeur du budget au Ministère du budget.
- M. Bernard Descomps, chef de la

Jean-Jacques Payan, directeur général du CNRS

Le Conseil des Ministres du 4 novembre 1981 a approuvé la nomination de Monsieur Jean-Jacques Payan comme Directeur général du Centre national de la recherche scientifique.



Monsieur Jean-Jacques Payan est né à Grenoble en 1935. Ancien élève de l'Ecole normale supérieure, il devient agrégé de mathématiques en 1959.

Il commence alors une carrière d'enseignant-rechercheur, d'abord à la Faculté des sciences d'Orsay (Université Paris XI) de 1959 à 1962 puis à Grenoble où il est nommé professeur titulaire en 1968.

Il passe sa thèse en 1964. Chercheur en arithmétique, spécialiste de la théorie des nombres, Jean-Jacques Payan poursuit ses recherches au laboratoire

de mathématiques pures de l'université de Grenoble I, laboratoire associé au CNRS (LA 188). Parallèlement, il assure des responsabilités au sein de l'université de Grenoble I. Directeur de l'UER de formation des maîtres du second degré de 1973 à 1976, puis président du département de mathématiques et informatique de 1976 à 1978, directeur du Centre interuniversitaire de calcul de Grenoble de 1978 à mai 1981, il a été élu, en mars 1981, président de l'Université scientifique et médicale de Grenoble.

mission de la recherche au Ministère de l'éducation nationale.

- M. Jean-Luc Lagardère, président directeur général de la société MATRA.
- M. Jean Lagasse, directeur des affaires scientifiques et techniques à la Régie nationale des usines Renault.
- Mme Nicole Le Douarin, directeur de recherche au CNRS, directeur de l'Institut d'embryologie du CNRS et du Collège de France.
- M. Jean-Marie Léhn, professeur au

Collège de France.

- M. Jacques Lions, membre de l'Institut, professeur au Collège de France.
- M. Louis Néel, prix Nobel, membre de l'Institut.
- M. Guy Ourisson, directeur de l'enseignement supérieur au Ministère de l'éducation nationale.
- M. Antoine Tillié, président directeur général de la société France-Incendie.
- M. Jean-Pierre Vernant, professeur au Collège de France.

Une période passionnante pour le CNRS

Le budget du CNRS pour 1982 dépasse six milliards de francs, en augmentation de près de 25 % sur l'année précédente. Il traduit un choix essentiel du gouvernement issu des scrutins du printemps dernier : faire du développement de la recherche scientifique et technique un des leviers du redressement économique et social de notre pays.

Ce budget est marqué par un accroissement sensible des recrutements puisque 348 emplois sont créés pour les chercheurs et 160 pour les ITA. Ils s'ajoutent aux 99 postes d'attachés de recherche et 130 postes d'ITA inscrits au collectif budgétaire de 1981. Ces créations reflètent pour le CNRS une politique volontariste de lutte contre le chômage.

Le budget de 1982 entend rendre aux laboratoires les moyens d'affronter la compétition internationale et prévoit une augmentation de 33,4 % des crédits de soutien des programmes qui atteindront 835,5 millions de francs. Il autorise la mise en œuvre du programme « jeunes équipes » annoncé à l'automne, qui manifeste une volonté de prendre des risques en aidant de nouvelles équipes à se lancer dans des domaines jugés prometteurs. 8 millions de francs seront consacrés à cette initiative qui peut tisser de nouveaux liens entre le CNRS et les universités et écoles d'ingénieurs.

Si l'augmentation des autorisations de programmes (+ 32 %) laisse bien augurer de l'avenir, le volume des crédits de paiement reste préoccupant, bien que l'intervention soutenue du Ministre de la recherche et de la technologie ait permis de sauver l'essentiel. Leur augmentation, 20 % seulement, contraindra le CNRS à échelonner un certain nombre de financements, au risque de prendre un retard dommageable. Cette restriction faite, il faut convenir que le budget du CNRS est un bon budget. Il donne à la direction du CNRS les moyens d'une action que j'entends placer sous le signe de la responsabilité, de la qualité, de la rigueur, du dialogue et de l'ouverture.

Nul ne comprendrait, à l'heure où la nation consent un effort important dans un contexte de crise, que le CNRS n'emploie pas au mieux ce qui lui est donné pour faire avancer la science. Personne ne pourrait admettre, au moment où la recherche de base retrouve un taux de croissance satisfaisant, que le CNRS se tienne à l'écart du grand effort de valorisation et boude les programmes mobilisateurs. Cet effort d'ouverture, cet intérêt pour la recherche finalisée, ce souci du dialogue avec l'aval sont concrétisés par l'élargissement de certains programmes inter-

disciplinaires comme celui dont le Conseil du CNRS vient d'approuver la mise en place, et qui s'intéresse aux énergies nouvelles (PIRSEM) ou celui, en gestation, consacré aux matériaux. L'exigence de qualité est naturelle pour qui veut faire progresser la science, et la rigueur est indispensable pour y parvenir. Ici ou là, des commissions du Comité National, confrontées à une situation difficile, ont laissé supplanter ces exigences par des critères où l'ancienneté jouait un rôle prépondérant. Je ne doute pas que ces attitudes défensives feront place, compte tenu du contexte nouveau, à une responsabilité accrue.

Les organisations des personnels ont eu l'occasion de mesurer notre volonté de dialogue, de concertation, sans pour autant céder à la complaisance. Dès la fin du colloque national de la recherche et de la technologie, des discussions seront organisées avec elles pour faire avancer la réforme et la démocratisation des structures du CNRS.

La direction du CNRS est très soucieuse enfin d'ouverture vers les universités et les grandes écoles notamment, dont les liens avec le CNRS sont anciens et nombreux. Le CNRS veillera à utiliser au mieux le Comité de coordination récemment créé entre les deux ministères de tutelle pour approfondir et vivifier la coopération entre les deux partis dans un esprit de reciprocité. Ouverture encore sur la communauté scientifique internationale qui va inciter le CNRS à préciser sa politique en matière de publications et à prendre toute sa place dans le grand effort national de diffusion de l'information scientifique et technique pour éviter, notamment, que l'usage de notre langue dans les échanges scientifiques ne soit bientôt plus qu'un souvenir. Ouverture enfin sur la vie économique et sociale pour, d'une part, faciliter la valorisation de la recherche de base, de l'autre, utiliser, sans compromettre l'indépendance scientifique du secteur concerné, le potentiel des sciences sociales pour éclairer le processus de transformation que connaît notre pays.

Une période passionnante et difficile s'ouvre pour le CNRS. Il faudra le concours de tous pour en tirer le meilleur parti pour la nation. Je suis persuadé qu'il ne fera pas défaut.

Jean-Jacques PAYAN
Directeur général du CNRS

Réflexion sur les sciences sociales

Les sciences sociales prennent la Société pour objet d'analyse afin d'en comprendre le fonctionnement : c'est leur finalité scientifique qui est de faire progresser les connaissances. Mais cette meilleure compréhension s'accompagne naturellement de la critique des « disfonctionnements » observés et débouche sur des propositions visant à transformer ou améliorer ce qui existe : c'est la finalité normative de ces disciplines qui sont « sciences pour le décideur » ou sciences politiques.

Vous avez présidé la première séance de la table ronde « Demande sociale et sciences sociales en France au tournant des années soixante » (1). Quelles impressions et enseignements en avez-vous retirés ? Quelles réflexions vous inspire sur un plan plus général, le développement des sciences sociales au cours des deux décennies cinquante-soixante ?

L'une des choses qui frappe le plus, quand on regarde le développement des sciences sociales en Europe de l'Ouest et aux Etats-Unis au cours des années cinquante et soixante, c'est le rôle essentiel des pouvoirs publics dans le développement de ces disciplines. Tout se passe comme si les pouvoirs publics qui avaient pris conscience de l'importance de la recherche scientifique pour

le développement industriel dans des domaines tels que le nucléaire, la recherche spatiale et les télécommunications et avaient encouragé la recherche dans les sciences de la nature puis dans les sciences de la vie s'étaient dit : fusions de même avec les sciences sociales pour ce qui est du développement de la société. Dans le cas français, les problèmes de société importants, c'étaient l'urbanisation, le développement des dépenses de santé, la démocratisation de l'enseignement, la forte immigration des travailleurs étrangers, le rapatriement des Français d'Algérie... Les pouvoirs publics ont demandé aux sciences sociales d'analyser ces phénomènes pour aider à les résoudre.

Il y a une sorte de symétrie entre le recours aux sciences de la nature et aux sciences de la vie d'une part, le recours aux sciences sociales de l'autre pour ce qui est du développement de la société. Cela s'est fait alors que le potentiel de recherche universitaire était au total très faible. Dans les années cinquante, en France, on a donc assisté à la constitution d'équipes et de services de recherche, soit dans ou très proches de certains ministères, soit en dehors des ministères mais très contrôlés par eux, sous forme d'associations de la loi de 1901. L'effort de recherche a impliqué le recours à du personnel de formation supérieure, mais sans aucune expérience de la recherche et qui s'est formé sur le tas et le plus souvent en dehors de l'université, elle-même totalement accaparée par l'enseignement à dispenser à un nombre fortement croissant d'étudiants.

Cette orientation des pouvoirs publics est-elle propre à la France ?

Non, le même phénomène s'observe au Royaume-Uni où le potentiel uni-

versitaire au départ était cependant plus riche qu'en France, que ce soit en économie, en sociologie, en science politique. Là-bas comme ici, pendant les années cinquante et soixante, on voit se développer une politique contractuelle de la recherche et de l'étude, la distinction entre recherche et étude étant malaisée dans les sciences sociales (2). Les commanditaires sont les grandes administrations publiques, telles que l'administration de la santé ou celle de l'aménagement du territoire ou de l'éducation. La même situation prévaut aux Etats-Unis : voyez le rôle joué et les crédits injectés dans les sciences sociales par la « Health Education and Welfare Administration » (HEW) ou par le HUD (« Housing and Urban Development »). Partout, on observe l'influence prépondérante des grandes administrations technico-sociales : urbanisme, logement, administration du territoire, santé publique, éducation. C'est autour de ces grands pôles que se situe l'essentiel de l'effort public.

N'y a-t-il pas un contraste assez étonnant dans les années cinquante entre les Etats-Unis et la France, dans la mesure où le CNRS - dès sa création - a inclus les sciences sociales même avec un potentiel faible - tandis que la « National Science Foundation » (NSF) a refusé de les admettre lors de sa création et ne revint sur cette décision qu'après qu'elles eurent été soutenues par un secteur technico-social ?

Il y a des évolutions historiques différentes. Aujourd'hui cependant, la NSF comprend un département des sciences sociales très important dont les contours sont semblables à ceux du département des sciences sociales au CNRS. Au Royaume-Uni, le « Social Science Research Council » a été créé



□ Edmond Lélie, directeur de recherche titulaire au CNRS, fut secrétaire général du Centre de recherches économiques sur l'épargne (1962 - 1974), directeur du Centre de recherches et de documentation sur la consommation (1967 - 1974), directeur scientifique du CNRS pour les sciences sociales (mai 1974 - mars 1981) ; il est depuis 1980, président de l'Institut national de la recherche pédagogique (INRP) et a été nommé en 1981 SSRC Visiting professor social Fellow de l'université d'Oxford.

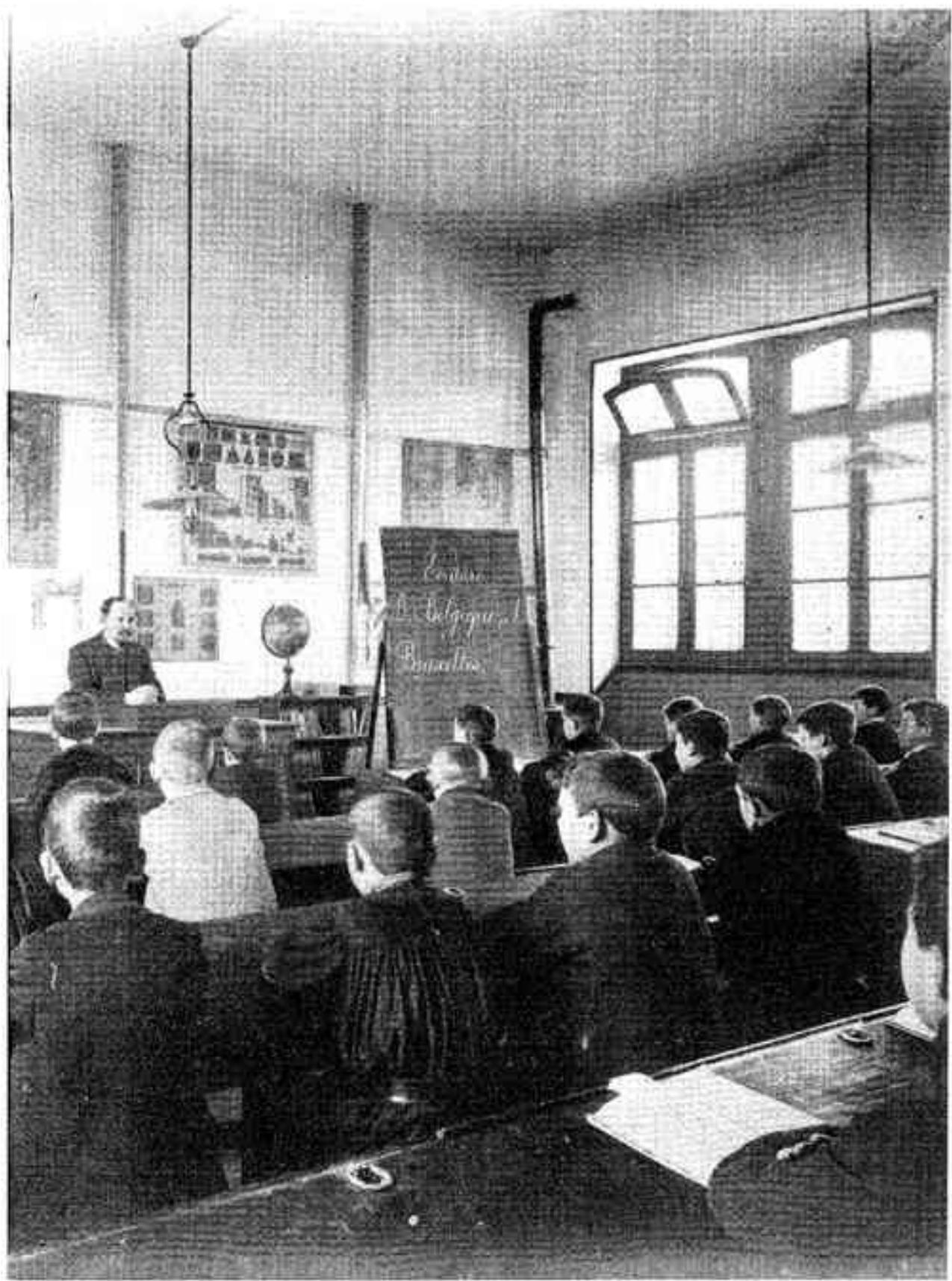
en 1965, à côté des quatre autres conseils nationaux de la recherche scientifique : sciences de la nature (SERC), sciences médicales (MRC), recherche agronomique (ARC), recherches sur l'environnement (ERC). L'activité des cinq conseils – dont l'ensemble correspond approximativement à l'ensemble représenté en France par le CNRS, l'INSERM, l'INRA et le CNEXO – est coordonné par un comité consultatif de la recherche, sous la tutelle du Ministère de l'éducation et de la science. Il y a donc des variantes institutionnelles entre les pays, mais le champ couvert par l'organisme responsable des sciences sociales est fondamentalement identique dans les trois pays – de même qu'en Allemagne et dans les pays scandinaves.

Vous avez présidé la séance qui mettait au fond l'accent sur la demande sociale et qui essayait de cerner l'impulsion ilée à la demande. Si l'on se place maintenant du point de vue des acquis – des effets de cette demande, quelles réflexions vous inspire cette période ? Cette question est d'autant plus intéressante qu'il ne semble pas que la demande ait induit le produit ; la demande déclenche une production, mais cette production n'est pas forcément celle qu'on attend.

Je crois que parmi les acquis, le premier c'est certainement une production très abondante de données factuelles : on a multiplié les enquêtes et les mini-recensements et ceci est très important parce que nos connaissances sur la société – antérieurement – reposaient sur l'appareil statistique de nos pays respectifs qui était moins développé en France qu'à l'étranger. En dehors de ces grands instruments d'observation statistique qui portaient presque exclusivement sur la dimension économique, les autres données – mis à part les recensements – restaient très insuffisantes. En France où au départ l'appareil statistique était pauvre, mais a été amélioré dans les années cinquante, sous l'influence des pouvoirs publics, du Plan et de l'INSEE, nous avons vu se développer la production en très grand nombre de monographies. Lorsque le Ministère de l'équipement (3) s'est préoccupé, à partir de 1959, de l'aménagement urbain, il a passé commande à tout un ensemble de sociétés d'études, privées et para-publiques, de travaux sur Amiens, sur Marseille, sur Mâcon, sur Chalon, sur Rennes... Ces études de terrain ont amélioré très profondément la connaissance que nous avions de ces agglomérations, et per-



L'école d'hier... (archives de l'Institut



national de recherches pédagogiques)

mis aux pouvoirs publics de prendre certaines décisions d'équipements publics. C'est là le résultat le plus immédiat de ces recherches ; c'était du reste leur objet. Souvent, ces études ou ces monographies péchaient par excès de prudence en ce qui concerne le développement prévisible de ces agglomérations. Je me souviens d'études menées sur Marseille, Aix et l'Etang de Berre, au début des années soixante où nous n'avions absolument pas su prévoir l'arrivée des rapatriés d'Afrique du Nord. Or sur une ville comme Aix-en-Provence, les prévisions d'accroissement de la population — qui déterminaient la construction de logements, d'écoles ou de capacités hospitalières — ont été totalement dépassées par l'arrivée massive des rapatriés, qui n'avait pas été prévue en 1960-1961, lorsque ce travail avait été fait. Malgré tout, ces études ont permis aux pouvoirs publics d'orienter leur politique d'équipements lourds.

Ce que ces études n'ont pas permis de faire, en revanche, c'est de fonder une réflexion ou une recherche théorique fondamentale sur ce qu'est la croissance urbaine et le phénomène urbain. Or, c'est un processus extraordinairement complexe. On n'a certainement pas fait assez appel, à l'époque, aux historiens ; le CNRS l'a fait depuis, à partir de 1976. Mais dans ces deux décennies — ces « vingt glorieuses » — les disciplines qui étaient mobilisées étaient l'économie, la sociologie et la géographie, pas du tout l'histoire, ni le droit et la science politique, ce qui est quand même assez surprenant. Il faudrait s'interroger sur le non recours à ces disciplines de la part des pouvoirs publics. Il y a des explications sociologiques et institutionnelles derrière le fait que seules, les trois disciplines que j'ai mentionnées aient été sollicitées. Mais l'absence de références historiques a tenu très fondamentalement à la réalisation des monographies que je citais et explique en grande partie, l'absence d'une réflexion fondamentale sur la croissance urbaine. Pour comprendre le phénomène urbain français et l'évolution urbaine, il faut en effet avoir une vue historique, non pas sur les dix ou vingt années depuis 1950, mais sur le siècle passé, voire sur l'Ancien Régime.

Ce que le CNRS a tenté de faire depuis 1975, c'est d'encourager les chercheurs — au total très nombreux — qui avaient accumulé cette expérience de terrain, ces monographies très concrètes, à entreprendre un effort de réflexion approfondi pour généraliser en incluant la dimension historique, mais

aussi en développant les comparaisons internationales. Car — et c'est un autre constat porté sur les années cinquante et soixante — les chercheurs français n'ont à cette époque examiné que la France, de même que les chercheurs anglais n'ont examiné que l'Angleterre, les chercheurs américains, les Etats-Unis, parce que les préoccupations des pouvoirs publics dans les pays mentionnés ne portaient que sur leur propre pays et pour le passé très proche et l'avenir immédiat. Mais si vous prenez une vision aussi étiquetée dans le temps et dans l'espace, vous vous interdisez de faire œuvre de recherche scientifique qui consiste à essayer de dégager des lois généralisables. C'est un élément de plus à mettre au passif de cette période...

L'une des caractéristiques majeures des années soixante-dix est que les chercheurs en sciences sociales en ont pris conscience et ont engagé de nombreuses opérations de coopération internationale dont le but est précisément de favoriser la comparaison entre pays. On sait maintenant que tant que l'on reste dans le cadre de son seul pays, on s'interdit de généraliser sur les sociétés parce qu'on demeure prisonnier de son histoire, de ses institutions, de ses mentalités, de sa langue. Si l'on veut vraiment faire œuvre scientifique, c'est-à-dire généraliser sur les sociétés humaines, il faut pouvoir contrôler le facteur historique, institutionnel, culturel, en faisant des comparaisons internationales (synchroniques) mais en recourant beaucoup plus généralement aussi à la comparaison diachronique, afin de mieux comprendre les évolutions de nos systèmes institutionnels.

La caractéristique de la décennie qui a immédiatement suivi la formidable expansion des « vingt glorieuses » (1950-1970), a été l'arrêt de la croissance tant des recrutements que des crédits. C'est une décennie qui a pourtant été utilisée à structurer le système, à le réintégrer dans l'université, mais qui a consisté aussi à s'ouvrir aux pays étrangers. Le même phénomène s'observe en République fédérale d'Allemagne, au Royaume-Uni, aux Etats-Unis, au Japon. C'est ceci qui permet de dire que les sciences sociales sont sorties de la situation des années cinquante et soixante où dominait l'« esprit de clocher » et où chaque nation mobilisait ses sciences sociales au profit de la recherche sur le pays considéré et sur une période très courte.

Il y a eu élargissement du cadre des références. Je voudrais revenir sur la situation française et vous demander que

vous expliquiez les diverses formes de refus des sciences sociales pour reprendre l'expression d'Alain Touraine. Il y a en effet, dans notre société, un contraste net entre le développement que vous avez souligné et les usages assez restreints des sciences sociales, le recours limité aux sociologues, aux experts dans les administrations. Dans la presse, on voit peu d'offres d'emplois en dehors de certains secteurs de psychologie appliquée. Comment rendre compte de ces difficultés et surtout des réticences à la professionnalisation des sciences sociales en dehors du modèle universitaire ?

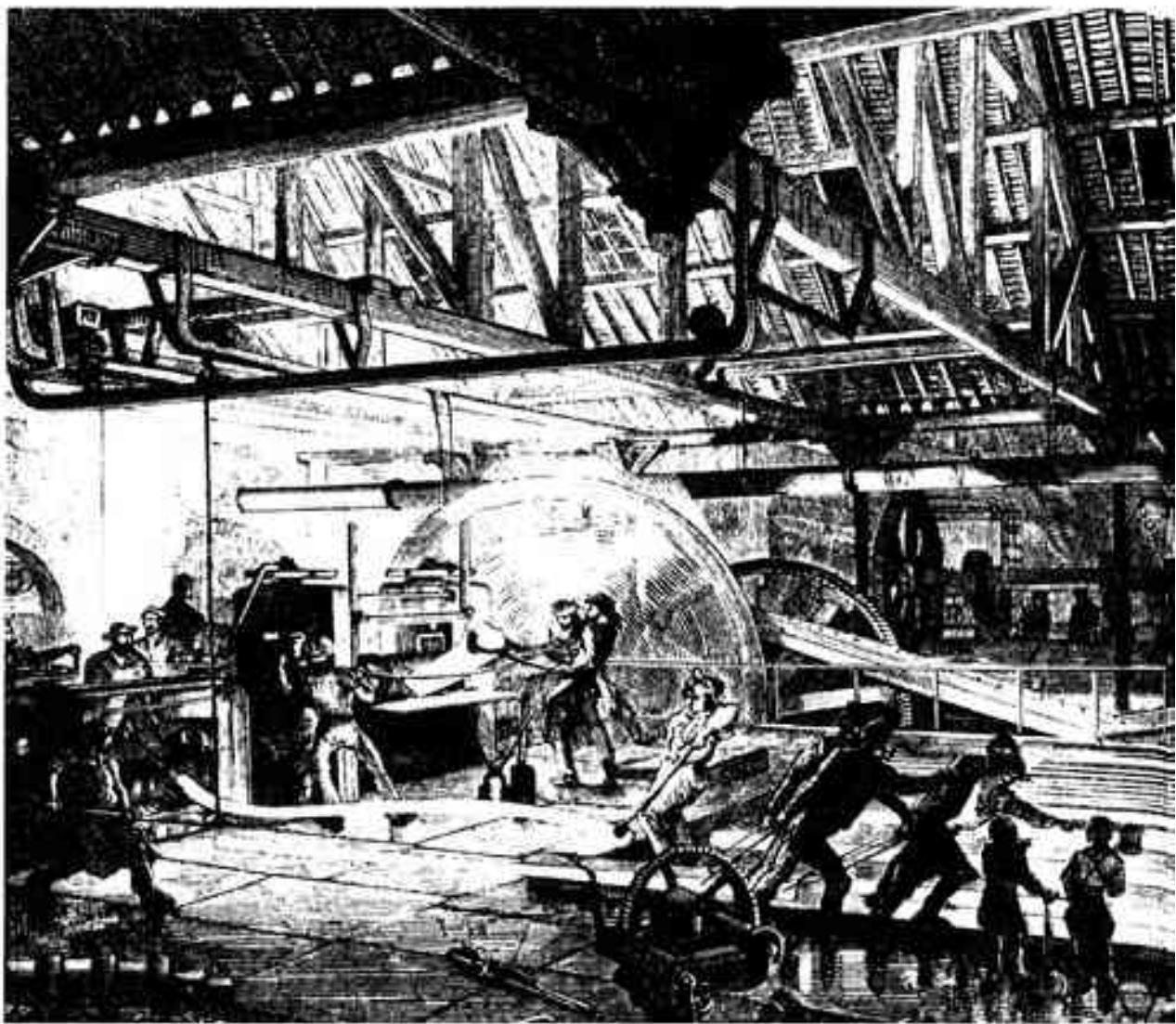
Je crois d'abord qu'il faut se garder d'amalgamer comme on a tendance à le faire, sciences sociales et sociologie. Les sciences sociales ne sont pas réductibles à la seule sociologie. Il faut y inclure la démographie, les sciences économiques, les sciences juridiques et politiques, la géographie, parce que tout ce qui concerne l'aménagement de l'espace ne peut laisser indifférent. Il faut y inclure aussi des disciplines plus en amont de l'action, telles que l'anthropologie et l'ethnologie et bien évidemment, l'histoire. Les sciences sociales sont l'ensemble de ces disciplines, mais il est certain que la discipline la plus en vue, c'est la sociologie. Alors pourquoi ce refus ou ce rejet des sciences sociales et plus spécifiquement de la sociologie ?

Premièrement, il ne faut jamais oublier que les sciences sociales ont une double fonction : une fonction de recherche scientifique proprement dite, c'est-à-dire le progrès des connaissances sur l'homme en société. La deuxième fonction, c'est une finalité sociale, c'est une fonction à la fois critique et normative avec au bout du compte, l'aide à la décision.

Fondamentalement de par leur fonction critique et normative — et d'abord critique — les sciences sociales « dérangent ». L'objet de la recherche, c'est l'homme vivant en société. On décrit et ce qu'on décrit n'est pas toujours très plaisant. En décrivant, on est amené à critiquer, pas nécessairement avec hargne ou avec des biais idéologiques, et à suggérer des changements. Quand Villemain faisait ses enquêtes dans les années 1840 (pour le compte de l'Académie des sciences morales et politiques) sur les enfants de cinq ou six ans, employés pendant douze à quatorze heures dans les usines, ce qu'il décrivait dérangeait profondément (4). Ou quand les inspecteurs des usines en Angleterre, à peu près à la même époque, écrivaient leurs rapports, ils consti-



... et d'aujourd'hui - Lycée de la Celle St-Cloud, initiation à l'informatique - (photo INRDP, Jean Suquet)



Enfants à l'usine : fabrication des rails au Creusot vers 1860 – Dessin de F. Bonhomme, gravé par Laplante. Cabinet des

tuaient la documentation exploitée ensuite par Marx et Engels. Les sciences sociales, c'est d'abord cela, une description, un inventaire d'une société à une époque et ce qui est décrit n'est jamais pleinement satisfaisant.

Beaucoup de contemporains aimeraient mieux jeter un voile pudique sur tout ce qui, dans la société, est insatisfaisant : l'exploitation de l'homme ou de la femme et de l'enfant par l'homme, la corruption, le trafic d'influence, le détournement de pouvoir, tout cela qui fait partie de la nature de toute société parce que l'homme est ainsi fait.

Quand les sciences sociales se contentent de décrire le XVII^e ou le XVIII^e ou même le XIX^e siècle, ce n'est pas très gênant, c'est le passé ! Mais quand les historiens du présent décrivent la si-

tuation actuelle, cela devient intolérable pour une partie de l'opinion contemporaine et d'abord pour ceux qui gouvernent. On l'a vu notamment dans le cas de l'histoire de la Résistance et de l'Occupation. Les sciences sociales, parce qu'elles décrivent une situation, dérangent et elles dérangent d'autant plus que cette situation est contemporaine et nous touche de près.

Deuxièmement, les sciences sociales sont mises à contribution très largement par les pouvoirs publics. Ici intervient un facteur qui peut parfois rendre les sciences sociales suspectes : elles peuvent être mobilisées par les décideurs pour justifier, sous des apparences de scientificité, des décisions déjà prises. On décide de construire un grand hôpital, de créer un réseau de

transport urbain, de construire un RER... peu importe la décision ; cette décision est prise et on essaiera ensuite d'en rationaliser le choix pour se donner bonne conscience et pour satisfaire l'opinion publique qui croit en la vertu de la science. Dans certains cas, il est vrai que des chercheurs en sciences sociales se sont prêts à ces recherches alibis, peut-être de bonne foi, ou peut-être sans même s'en rendre compte. Une situation plus explicite encore prévaut dans les pays socialistes d'Europe de l'Est où les sciences sociales doivent servir à justifier l'orthodoxie régnante et la garantir au nom des « lois de l'histoire ».

Les chercheurs en sciences sociales deviennent alors les directeurs de cons-



Estampes, B.N. - (Cliché B.N.)

cience de la population. Je refuse pour ma part des sciences sociales de ce genre. Je refuse que les sciences sociales soient mobilisées pour justifier des décisions déjà prises, je refuse qu'elles soient mises à contribution par un pouvoir quel qu'il soit pour justifier un pouvoir quel qu'il soit. Lorsque cela se produit, on n'est plus dans une société laïque. A partir du moment où on commence à utiliser des résultats de recherches scientifiques ou des chercheurs scientifiques en qualités pour justifier une société, on n'est plus dans une société laïque, mais dans une société clericale comme celle qui a condamné Galilée, ou engendré Lyssenko. C'est l'autre volet de ma première observation, d'un côté les sciences sociales dérangent par leur fonction critique

et décapante, mais de l'autre elles inquiètent parce qu'elles peuvent si facilement être retournées et manipulées. De sciences suspectes, elles peuvent même devenir sciences maudites, comme la démographie et l'anthropologie sous le régime nazi.

Il faut absolument que les chercheurs en sciences sociales aient conscience de ce double danger : danger de la manipulation au nom d'un pouvoir ou d'une idéologie régnante - et en même temps le risque professionnel d'être soi-même contesté et vilipendé parce qu'on décrit des situations déplaisantes et qu'ainsi, on dérange un ordre établi quel qu'il soit.

Il y a un troisième facteur, qui est plus subtil et plus difficile à analyser. On attend des sciences sociales qu'elles nous donnent une explication du fonctionnement des sociétés et qu'elles fassent des prévisions sur l'évolution de la société. Or très souvent, ces prévisions sont infirmées par les faits et on dit : ce n'est pas très scientifique, on est incapable de prévoir ce qui va se passer. On nous a assez dit que personne n'avait prévu l'explosion de mai 1968 ou que personne n'avait prévu les conséquences de la crise de l'énergie à l'échelle mondiale. Le reproche n'est pas justifié : de fait, il y avait beaucoup de voix qui criaient dans le désert en matière d'énergie ; il y avait beaucoup de chercheurs qui commençaient à tirer la sonnette d'alarme dès 1965 sur la société de consommation et sur l'insatisfaction qu'elle suscitait ; mais ces avis, personne ne voulait les entendre. Là aussi, cela dérangeait l'ordre établi, les idées toutes faites, l'opinion régnante. Ce n'est qu'après coup, qu'on a un peu trop facilement prétendu qu'on ne nous avait pas prévenus. Les sonnettes d'alarme avaient été tirées ! Personne n'avait voulu les entendre !

Ceci étant, il est vrai que souvent les prévisions sont infirmées. Dans certains cas, elles sont destinées à l'être : lorsque les économistes, aujourd'hui, prévoient une aggravation du chômage, ils s'efforcent aussi d'indiquer par quels mécanismes ce processus pourrait être enrayer.

Souvent cependant, les prévisions sont démenties par les faits parce que l'objet d'une prévision en sciences sociales, c'est le comportement de l'homme lui-même. Or l'homme est capable de changer son comportement, de s'adapter aux circonstances. Si une situation nouvelle est créée, suite aux conclusions d'une recherche en sciences sociales (par exemple une fiscalité accrue tendant à réduire l'inégalité des fortunes), certains comportements vont

changer visant à échapper à la nouvelle situation : toute réglementation engendre des effets pervers. Par ailleurs, l'homme étant lui-même objet d'observation pour les sciences sociales, il refuse souvent de se laisser observer : il donne des réponses fausses dans les enquêtes ou les recensements, afin, précisément de se protéger et d'éviter que les résultats des recherches menées sur lui ne soient utilisés contre lui. C'est ce phénomène général de réaction et d'adaptation de l'objet sous observation qui différencie peut-être le plus, les recherches en sciences de l'homme, par rapport aux sciences de la nature.

N'y a-t-il pas des interactions souhaitables avec les sciences de la vie ?

Je crois que cette fertilisation croisée entre sciences de la vie, sciences de la nature et sciences de l'homme, existe. Elle n'est pas assez étendue et il faut la développer. Prenons un exemple : celui de l'aménagement de l'espace. Si on fait la critique des travaux menés, dans les années cinquante et soixante, sur l'aménagement urbain et spatial en France, on constate que ces travaux demandés par les pouvoirs publics ont trop facilement fait abstraction de l'environnement physique, c'est-à-dire du relief, du climat, de l'altitude, de l'hydrologie. Les géographes qui ont très largement participé à ces travaux urbains et régionaux auraient dû s'en occuper car ils sont à la fois « physiciens et humains » : ils sont à la charnière des sciences de la nature (la géologie, la climatologie), des sciences de la vie (écologie, végétation), des sciences de l'homme. Il faut convenir qu'être à l'intersection de ces trois disciplines est une position difficile à tenir car il faut être compétent dans ces trois grands secteurs. Mais c'est dans la mesure où les géographes, dans le cas précis, jouent ce rôle que l'on peut correctement répondre aux problèmes de l'aménagement rural et urbain. Il faut rappeler que les pouvoirs publics, dans les années cinquante et soixante, étaient très pressés de construire des villes nouvelles, de développer les villes anciennes. Ils ont été très conscients des problèmes sociaux, mais ils ont fait l'impasse sur les problèmes de l'environnement physique. Une impasse délibérée, un peu comme celle commise à la même époque, à propos de la suppression du bocage pour réduire le morcellement des terres et constituer des unités d'exploitations plus grandes : là aussi, on a fait l'impasse sur l'environnement physique. On en voit les conséquences, dix ou quinze ans



Sciences sociales et aménagement spatial. Vue aérienne de Port Leucate (Hérault). - L'aménagement du littoral Languedoc-Roussillon : Port Leucate ou l'artificialisation du sable et de l'eau. (Photo : O'Saghne - Centre d'information du Languedoc-Roussillon).

plus tard, et c'est irréversible. Ce sont là des exemples où la fertilisation croisée, la synthèse des connaissances entre disciplines n'ayant pas été réalisées, on en subit ensuite les conséquences sur le terrain : la modification radicale des micro-climats du bocage, les inondations des voies sur berge à Paris. Le fait qu'on ait construit des villes nouvelles en amont, en « bétonnant » la Brie provoque des écoulements de pluie en surface, et ceci n'avait pas été envisagé, alors que n'importe quel géographe ou hydrologue pouvait prévoir, et avait prévu ces conséquences en vain.

Prenons un autre domaine. Celui de l'école où se développent très fortement l'audio-visuel et l'informatique. On fait travailler des enfants, plusieurs heures par jour, devant un écran cathodique alors qu'ils visionnent un écran de télévision chez eux pendant plusieurs autres heures. Il est évident que nous devons nous soucier de l'impact de cette exposition à un écran lumineux, sur la perception visuelle, sur l'ouïe, sur la posture aussi, parce que

travailler devant un écran cathodique, vous amène à vous asseoir d'une manière différente. Tout ceci n'est pas sans conséquence sur la croissance de l'organisme. Voilà un domaine où médecins et ergonomes collaborent avec les enseignants. Or, ces derniers ont déjà du mal à assimiler ces nouveaux supports pédagogiques, et on leur demande en plus de faire attention aux conséquences psycho-physiologiques qui en découlent. Le rôle des sciences sociales, c'est de mettre en évidence ce type de problèmes. Si on ne se préoccupe pas maintenant de ce problème scolaire, on aura peut-être des scolioses nombreuses dans quelques années, des perceptions visuelles et auditives déficientes. Ne répétons pas les erreurs du bocage, des voies sur berge, et bien d'autres. Mettons sur pied des recherches permettant de prévenir pour ne pas être obligés de guérir très massivement dans quelques années.

On sait en effet que l'organisation de la journée scolaire est contraire à cer-

taines exigences, certaines données de la biologie. Je pense notamment aux rapports sur la fatigue scolaire, rédigés par MM. Debré et Douady en 1962, et aux travaux très anciens des psychologues, des médecins sur ce problème. Il y a bien là une difficulté à faire passer ces données établies par la recherche, qu'elles soient médicales, biologiques ou celles des sciences humaines. Quel peut être le rôle du chercheur pour diffuser ou faire reconnaître le fruit de ses recherches auprès de la population ?

D'abord, le rôle du chercheur est un rôle pédagogique. Vous parlez de la fatigue scolaire, il y a de nombreuses recherches sur ce sujet que je relèverais à celui des rythmes scolaires. On sait que le découpage de la journée scolaire en tranches de 3/4 d'heure ou d'une heure, même du point de vue de l'acquisition des connaissances n'est pas le meilleur possible. Dans certains cas, il faudrait des périodes plus courtes, dans d'autres des périodes plus longues, par exemple concernant l'enseignement des langues.

L'expérience montre qu'au plan de l'acquisition des connaissances, on peut avoir de meilleurs résultats qu'avec les séquences actuelles. Tout ceci commence à être assez bien connu de quelques milieux spécialisés (médecins et enseignants). Mais la connaissance générale des problèmes est très loin d'être communiquée de manière suffisante. Et dans la mesure où elle l'est, nous voyons très bien les difficultés qu'il y aura à modifier la situation actuelle. On rencontre d'abord l'inertie du système ! Les enseignants ne sont pas interchangeables, ils ont des services à assurer, des conditions de travail auxquelles ils sont attachés. Modifier les rythmes scolaires, imposera au personnel enseignant des horaires variés, fluctuants, et il faut s'attendre à des résistances du corps enseignant qu'on va déranger. Préalablement à toute innovation, il faut décrire la situation actuelle, faire un gros effort pour convaincre, car c'est l'intérêt des enfants qui devrait primer. Mais une modification des rythmes scolaires, pour réduire la fatigue des enfants et améliorer leurs apprentissages, crée d'autres problèmes : dans le corps enseignant, vous trouvez de nombreuses mères de famille, si vous leur demandez de venir tel jour le matin pendant une semaine, et l'après-midi une autre semaine, vous créez une complication pour la vie familiale. On comprend très bien que le corps enseignant hésite. Nous avons à trouver des compromis, c'est le rôle principalement des chefs d'établissements ; ils n'ont pas beaucoup de latitude parce qu'ils travaillent sous la contrainte de l'imparfaite substituabilité des ressources humaines qu'ils ont à gérer.

Mais prenons un autre exemple, dans le domaine médical, celui du scanner qui remplace très avantageusement beaucoup d'analyses et de traitements. C'est un équipement qui demanderait à pouvoir fonctionner presque 24 heures sur 24. Ce qui suppose les 3 x 8, donc un personnel médical et technique beaucoup plus nombreux, fonctionnant en rotation. Dans un grand établissement hospitalier où il y a un appareil de ce genre, du fait que cet équipement ne fonctionne que 12 heures par jour, il y a une file d'attente pouvant atteindre trois mois pour les malades. Si on pouvait le faire fonctionner plus longtemps, on réduirait la file d'attente, la souffrance et peut-être certaines issues fatales. Mais vous vous imaginez ce que cela représente au niveau de la gestion de l'hôpital et de contraintes pour le personnel. De même que pour l'école il faut privilé-

gier l'enfant, à l'hôpital il faut privilégier le malade, c'est-à-dire en venir à des modifications du comportement du personnel. Il n'est pas du tout sûr que les intéressés soient prêts à accepter facilement ces modifications de leur mode de vie.

Il y a donc un mythe des solutions simples qui sera à discuter ?

Tout à fait. Une solution simple est presque toujours fausse. C'est ici que les sciences sociales ont à faire œuvre de pédagogie, pour expliquer que les choses ne sont pas si simples que le « il n'y a qu'à », est un leurre, mais qu'il existe néanmoins des solutions. Le rôle des chercheurs en sciences sociales est de donner des éléments de choix. Savoir évaluer les coûts, montrer les avantages, en rappelant les contraintes. Essayer de convaincre les parties concernées : l'opinion publique, les « décideurs », les élus pour les amener au choix le plus rationnel et scientifique possible. Le rôle des chercheurs en sciences sociales est d'aider la société à adopter des attitudes et des comportements plus raisonnables afin qu'elle soit plus satisfaisante pour tous. Dans cet effort de pédagogie, d'explication à donner à nos contemporains, je crois qu'il est tout à fait fondamental de situer notre société, notre présent, notre devenir par rapport à notre passé. On voit bien ici l'importance de l'histoire qui nous permet de relativiser la situation présente, de mieux la comprendre. Pourquoi en sommes-nous là aujourd'hui ? Parce que nous sommes des héritiers. Parce que nos institutions ne sont pas une génération spontanée, mais le fruit d'une très longue évolution, d'une tradition. Ce n'est que dans la mesure où l'on connaît cette histoire, cette tradition, la philosophie qui les sous-tend, que nous serons mieux armés pour agir dans le présent.

Nous célébrons cette année le centenaire des lois de Jules Ferry, mais il faut remonter plusieurs siècles en arrière et se rappeler tout l'effort de notre société pour cultiver les hommes et leur permettre de s'épanouir. Il faut savoir regarder ce qui a été créé et surtout modifié, car il y a toujours eu modification et transformation, jamais création ex nihilo. Jules Ferry, c'est la généralisation de l'enseignement, l'enseignement obligatoire pour tous jusqu'à douze ans, l'enseignement laïc, c'est-à-dire où toutes les opinions sont admises et respectées. Dans les années cinquante, nous avons réussi le passage de la scolarité à seize ans, nous avons démocratisé l'enseignement. Nous avons

maintenant un enseignement secondaire de masse. On a dit que la qualité s'était dépréciée ; c'est faux. Les historiens de l'éducation peuvent nous démontrer qu'il y a beaucoup plus de bacheliers aujourd'hui qu'en 1950 et que le niveau moyen des épreuves du baccalauréat est supérieur à celui de 1950. L'histoire nous permet de corriger ces idées toutes faites, ces idées fausses. Mais en même temps, on ne peut pas être satisfait du système d'enseignement actuel puisqu'on constate par rapport aux normes de l'institution scolaire, un déchet trop important. Trop d'élèves n'arrivent pas à atteindre les objectifs de l'école. On ne peut pas accepter que 20 ou 25 % des élèves ne maîtrisent pas les apprentissages fondamentaux. C'est beaucoup trop coûteux pour la société et beaucoup plus grave encore pour ces enfants. Ils traîneront toute leur vie un complexe de l'échec. Ce n'est acceptable ni pour les enfants, ni pour les enseignants, ni pour la société. Vous imaginez une entreprise qui accepterait 25 % de rebuts dans sa production : elle serait immédiatement en faillite. Il faut donc repenser notre système d'enseignement, ce qui supposera un changement d'attitude et de comportement du corps enseignant et des parents. C'est pourquoi le regard historique est très important, car ce que nous avons à faire aujourd'hui, ce n'est pas très différent de ce que nous avons eu à faire dans les années cinquante ou ce que nos aïeux ont fait avec Jules Ferry, et dont nous retirons aujourd'hui tous les bienfaits. Autrement dit, la recherche historique nous permet de relativiser et peut-être même de dédramatiser et de montrer que les modifications souhaitées ne sont pas si terrifiantes et feront du bien à tout le corps social. Aux historiens de nous rappeler que nous avons un passé, des traditions et que nos prédecesseurs aussi ont eu des choses difficiles à faire, qu'ils ont eu le courage de le faire et que nous sommes les bénéficiaires de leurs actions. Nous sommes les porteurs de cet héritage. Les historiens peuvent nous enseigner en définitive que la peur devant le changement est un mauvais réflexe.

*Propos recueillis par M. A. Drouard
Chargé de recherche à l'Institut d'histoire
du temps présent, le 11-2-1981*

(1) Table ronde organisée par l'Institut d'histoire du temps présent, les 8 et 9 janvier 1981.

(2) En anglais, le même mot « research » désigne les deux activités.

(3) Devenu depuis Ministère de l'Environnement puis maintenant Ministère de l'Urbanisme et du Logement.

(4) Tableau de l'état physique et moral des ouvriers employés dans les manufactures de cotons, de laine et de soie.

L'analyse de la contraction cardiaque par gamma-tomographie

Après marquage du sang circulant par un traceur radioactif, des images scintigraphiques du cœur sont enregistrées selon trente-deux incidences différentes au cours de la rotation d'un détecteur tout autour du patient. Après traitement par un ordinateur, l'information volumique est rendue sous la forme de plans de coupe multiples à travers le cœur. Ceux-ci permettent une analyse fine des troubles de la cinétique cardiaque provoqués par les lésions ischémiques du myocarde.

Roland ITTI et Laurent PHILIPPE

Les techniques d'investigation de la « médecine nucléaire » sont fondées sur l'administration au sujet examiné d'une faible dose de substance radioactive « traceuse ». Elles sont maintenant couramment utilisées pour le diagnostic des maladies coronariennes et pour l'évaluation fonctionnelle des patients. Les avantages de ces procédés sont nombreux et tiennent, d'une part, à l'absence totale de risque ou de désagrément pour le patient et, d'autre part, à la richesse des renseignements qu'elles sont capables de fournir. Ceux-ci combinent, en effet, des images animées du cœur, sur lesquelles il est possible d'analyser la cinétique des parois cardiaques, et des paramètres quantitatifs sur l'éjection sanguine, représentatifs de la valeur fonctionnelle du ventricle gauche.

Le recours à des techniques radiologiques plus lourdes, nécessitant l'introduction, par cathétérisme, d'une sonde dans les cavités cardiaques, peut ainsi être évité dans bien des cas, et devrait être réservé aux situations où une intervention chirurgicale est envisageable. La précision anatomique des images obtenues avec les rayons X reste, en effet, incomparable et les méthodes « classiques » gardent ici toute leur valeur. Mais en dehors de ces cas bien précis, les techniques non traumatiques – groupe auquel appartient également l'échocardiographie – trouvent un champ d'application pratiquement illimité.

□ Roland Itti, maître de conférences agrégé à la faculté de médecine de Tours, est responsable de l'ERA 883 « Méthodes physiques d'évaluation de la viabilité myocardique ».

□ Laurent Philippe, assistant à la faculté de médecine de Tours.

Il faut cependant remarquer que l'image « nucléaire » traditionnelle – encore appelée scintigraphie – représente une projection plane du volume marqué par la radioactivité. Ainsi, lors de l'examen des cavités cardiaques, obtenu après marquage du sang circulant au moyen d'albumine sur laquelle ont été fixés des atomes radioactifs de technetium 99 m, on pourra difficilement éviter les superpositions entre les différentes cavités marquées simultanément : oreillettes et ventricules droits et gauches. Selon l'orientation de la projection, les mesures de radioactivité effectuées au niveau du ventricule gauche seront affectées par ces superpositions et parasitées par de la radioactivité provenant soit du ventricule droit, soit de l'oreillette gauche.

Pour répondre à cette difficulté, il fallait pouvoir disposer d'une technique tomographique qui remplace les images en projection, intégrant toute l'épaisseur du patient, par des images en coupe, selon des plans variés. Ceci est à présent réalisé grâce au développement récent de la gammatomographie.

La gamma-tomographie – encore appelée tomographie d'émission de photons uniques – s'oppose à la fois à la scannographie, qui repose sur les mesures d'absorption de rayons X et à la tomographie d'émission de positrons, qui utilise la coïncidence des photons d'annihilation des positrons. Ces trois techniques possèdent cependant des bases communes et en particulier les algorithmes mathématiques qui servent à la reconstruction des coupes sont très proches.

Les applications de la gammatomographie, en Europe comme aux Etats-Unis, concernent avant tout des

organes immobiles comme le cerveau et le foie, en raison de la durée nécessaire à l'acquisition des images, incompatibles avec des études dynamiques. Même dans le cas des explorations myocardiques, qui ont largement bénéficié de ces techniques, les images restent statiques, intégrant le flou cinétique inévitable de la contraction cardiaque.

Cependant, en tenant compte du caractère périodique de la dynamique cardiaque, il a été possible de développer récemment une méthode de tomographie dynamique utilisant la synchronisation électrocardiographique des images. Ces recherches ont été effectuées dans le cadre d'une équipe de recherche associée au CNRS, à la faculté de médecine de Tours. La validation clinique de cette nouvelle technique d'exploration fait l'objet d'un travail conjoint des services de médecine nucléaire et de cardiologie de l'hôpital Troussseau.

Description de la technique

Pendant l'examen, le malade reçoit une injection intraveineuse d'une dose de 750 MBq (mégabecquerel) de sérum-albumine marquée au technetium 99 m.

L'examen se fait en position allongée sur une table spéciale, autorisant une rotation complète du détecteur autour du thorax du patient. Les rayons gamma émis par le radio-traceur sont enregistrés par une caméra à scintillations, dispositif d'imagerie nucléaire comprenant un large cristal d'iodure de sodium dopé au thallium, d'environ 40 cm de diamètre, et une batterie de 37 photomultiplicateurs destinés au repérage x, y, des scintillations produites

lors de l'interaction des rayons gamma avec le cristal. Un collimateur à multiples trous parallèles canalise les rayons vers le cristal.

La tête de détection effectue une rotation de 360 degrés autour du sujet en 32 pas discontinus. Pour chaque position, des projections planes sont enregistrées sous la forme d'une série de 16 images décrivant les différentes phases du cycle cardiaque (diastole, systole, etc.). Chaque vue dure 50 secondes, c'est-à-dire qu'un ensemble de 50 à 100 cycles cardiaques sont accumulés en synchronisme, par rapport à l'électrocardiogramme du patient (toutes les diastoles étant sommées et ainsi de suite pour chacune des 16 phases du cycle cardiaque). A la fin de cette acquisition, les images sont disposées sur le disque d'un système informatique et la caméra passe à la position suivante (10 secondes pour ces opérations).

Au bout de la rotation complète, le cœur marqué par la radioactivité aura été « vu » sous un grand nombre d'incidences et l'ordinateur possède en mémoire l'ensemble de l'information tridimensionnelle sur l'organe exploré, et ceci pour chaque phase du cycle cardiaque. Des programmes de reconstruc-

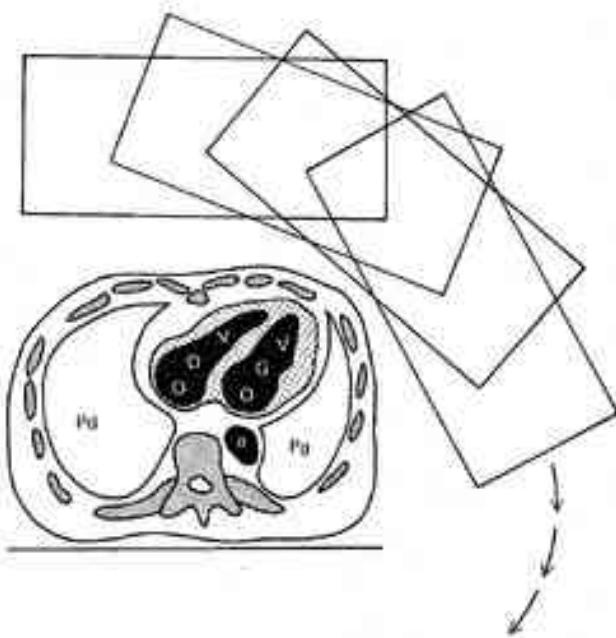
tion de coupes suivant des plans transverses, sagittaux ou frontaux, permettent l'analyse de ces données sous une forme facilement exploitable. Il s'agit là de procédés de calcul maintenant assez classiques (reconstruction de coupes à partir de projections multiples) utilisés notamment en scannographie. Les images finales sont présentées sur l'écran d'un moniteur de télévision en couleurs. On leur fait également subir des manipulations variées (principalement lissages ou filtrages) destinées à améliorer leur présentation. Différents plans de coupe consécutifs peuvent être additionnés pour constituer des coupes « épaisses » intégrant, par exemple, l'ensemble du ventricule gauche, tout en excluant le ventricule droit. Enfin, sont calculés des paramètres cinétiques comme la « fraction d'éjection » (pourcentage du volume diastolique du ventricule gauche qui est éjecté au cours de la systole).

Intérêt de la gamma-tomographie

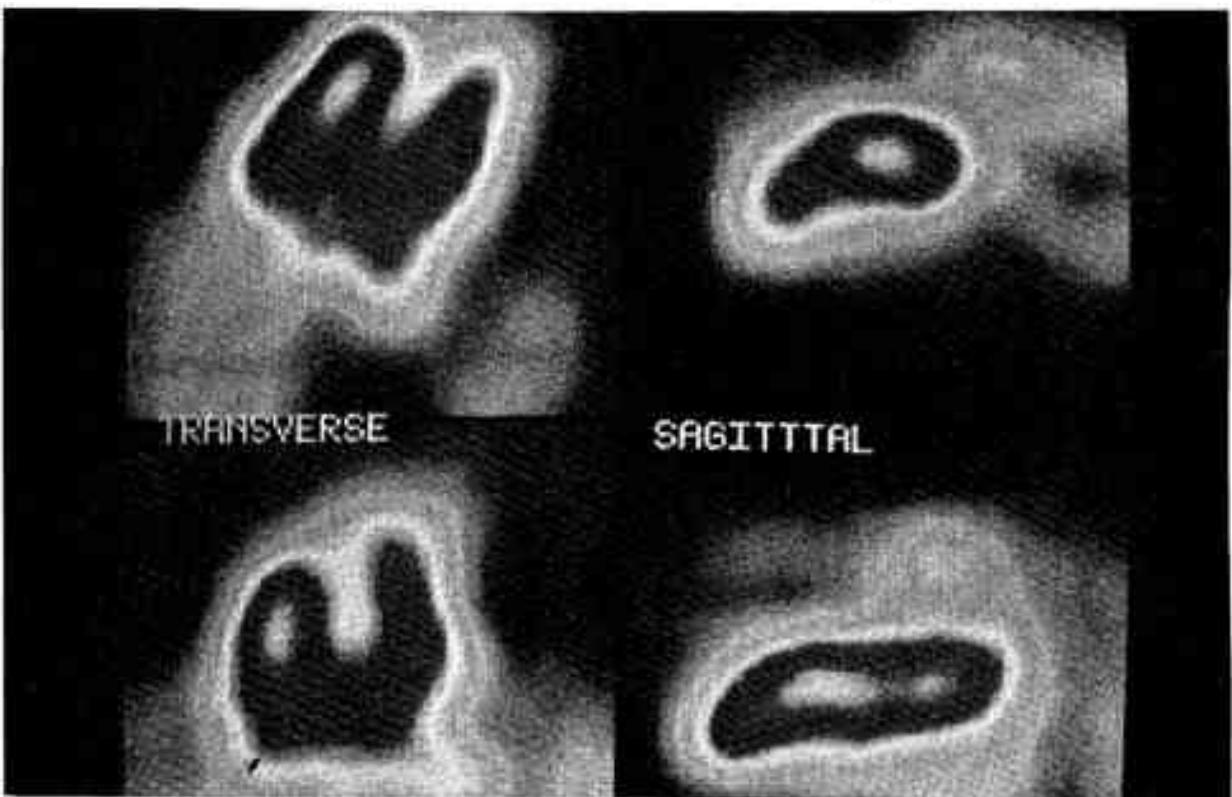
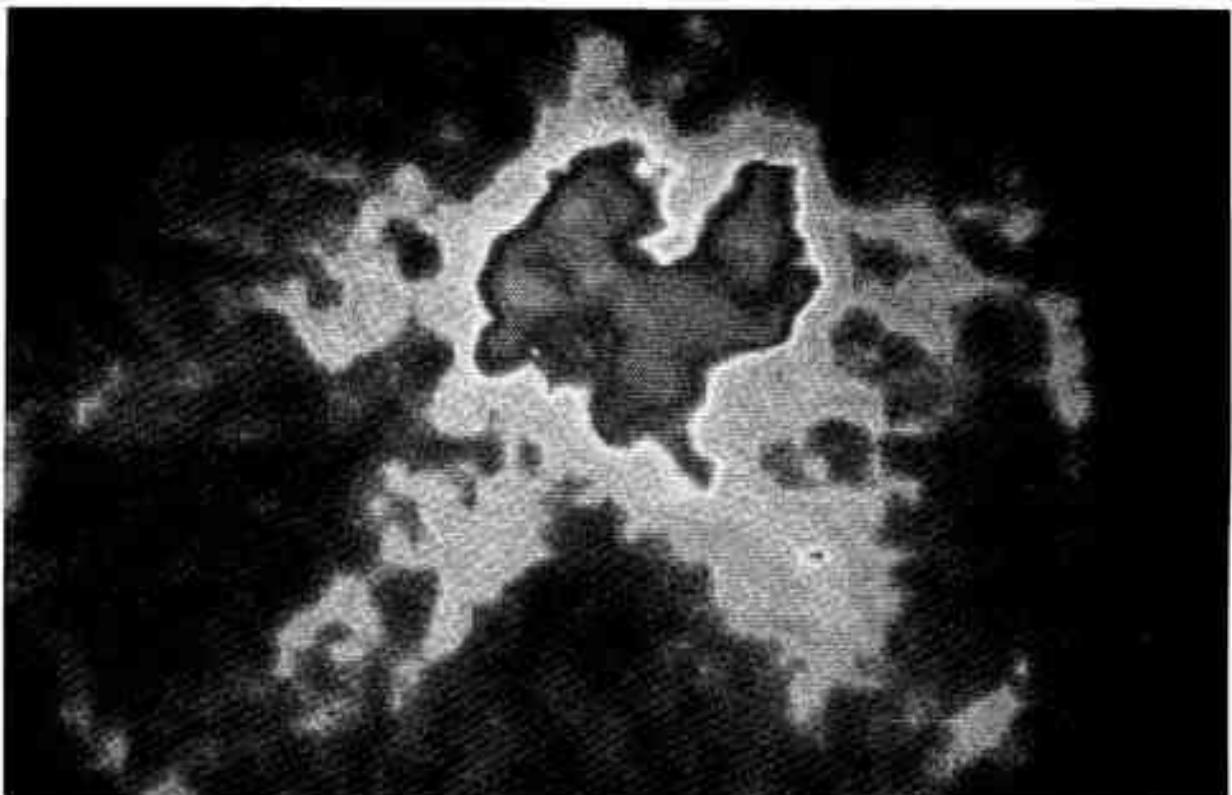
La méthode tomographique présente des avantages substantiels sur la scintigraphie en projection classique.

Sur le plan technique, elle n'est pratiquement pas plus longue à mettre en œuvre que cette dernière et la dose de radioactivité nécessaire est identique. Contrairement à la scannographie, pour laquelle les coupes sont enregistrées les unes après les autres et où la durée de l'examen est proportionnelle au nombre de coupes exigées, la gamma-tomographie est capable, en une seule rotation de la caméra à scintillations, de saisir tout un volume. Par contre, en projection simple, même en multipliant les incidences, l'information reste toujours partielle. Les moyens de calcul, mis en œuvre pour la reconstruction des images en coupes, sont ceux des systèmes de traitement habituellement associés aux caméras à scintillations, en vue de l'exploitation quantitative des examens. Les programmes utilisés pour la tomographie sont certes encore complexes et la durée des traitements reste assez longue, surtout lorsqu'on désire examiner de nombreuses coupes différentes, mais elle peut être largement optimisée pour des examens de routine et ne pas dépasser trente minutes.

Ainsi, avec des impératifs techniques parfaitement acceptables, on ac-



Principe de l'exploration tomographique au moyen d'une caméra à scintillations rotative. Le sang des cavités cardiaques (v = oreillette, d = droit, g = gauche) et des gros vaisseaux thoraciques (a = aorte) est marqué au moyen de technétium radioactif. La caméra effectue une rotation autour du thorax du patient en 32 pas successifs. A partir des différentes projections, des programmes de calcul reconstruisent les coupes transverses selon l'orientation indiquée sur le schéma : l'avant du thorax est vers le haut et la gauche du malade se trouve sur la droite de l'image. Le malade apparaît donc, vu par les pieds (pd et pg = poumons droit et gauche).



Cette figure montre la position du cœur marqué dans le thorax, ainsi que la structure radiale de l'image, qui correspond à la reconstruction informatisée de la coupe à partir d'un grand nombre de projections tout autour du patient.

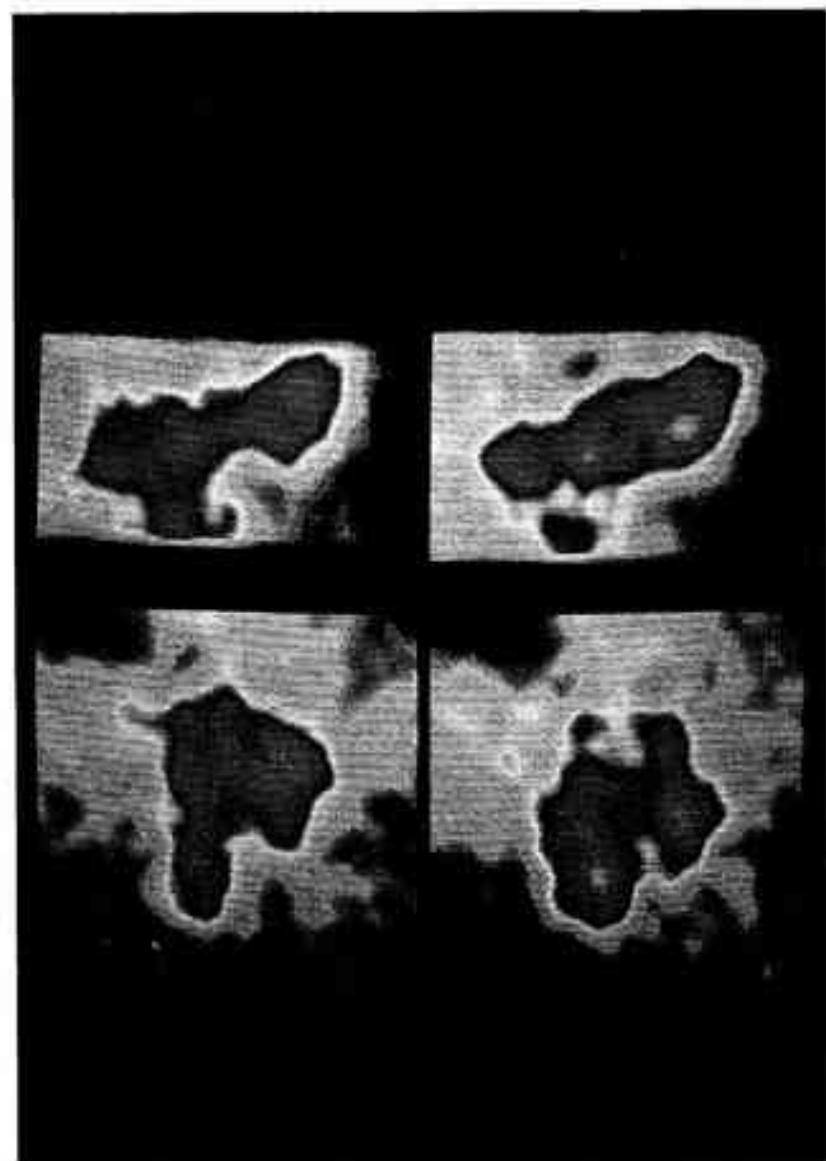
Coupes sagittales et transverses des cavités cardiaques marquées. Les deux images du haut montrent le cœur dans son orientation normale, c'est-à-dire avec son axe dirigé vers le haut et la droite de l'image. Dans ces conditions, la coupe sagittale (à droite) coupe le ventricule gauche de façon oblique et est peu interprétable. Pour remédier à cela, on effectue une correction d'axe de façon à amener l'axe du cœur en position verticale (images du bas). La coupe sagittale (à droite, en bas) devient alors parallèle au grand axe du ventricule gauche. C'est cette image qui se rapproche le plus des images angiographiques conventionnelles par radiologie et milieu de contraste.

cède à une exploration cardiaque de grande qualité, qui peut être pratiquée sans aucun risque et qui donne des renseignements précieux sur le fonctionnement de la « pompe » cardiaque. Les informations concernent cette fonction de façon globale : volumes des différentes cavités, mesure de l'éjection et du débit cardiaque, mais également locale. Il existe en effet une corrélation étroite entre l'intégrité fonctionnelle du myocarde – en particulier liée à une bonne conservation de sa perfusion – et le déplacement mécanique de la paroi cardiaque dans le territoire concerné. Les régions « ischémiques » (comportant une perfusion coronaire diminuée) sont également hypokinétiques et, cas extrême (infarctus du myocarde), les régions nécrosées apparaissent comme totalement akinétiques, voire dyskinétiques (c'est-à-dire qu'elles se déplacent en opposition de phase avec les territoires qui restent fonctionnels). Elles peuvent alors réaliser, dans certains cas, une véritable « hernie » dans la paroi cardiaque : l'anévrysme du ventricule gauche, complication assez fréquente de l'infarctus. Les différents troubles de la cinétique qui résultent de la maladie coronarienne sont faciles à reconnaître sur les images en mouvement de la tomographie cardiaque. Ils peuvent être localisés avec précision et leur extension peut être évaluée. Il s'agit là de données fondamentales pour le bilan d'un malade en phase aiguë d'infarctus et pour l'appréciation de la gravité et du pronostic de l'affection. Par la suite, les examens peuvent être répétés à intervalles annuels pour la surveillance de l'évolution de la maladie.

Grâce à l'excellente séparation des cavités cardiaques sur les images tomographiques, le ventricule droit peut être étudié pour son propre compte et la valeur de son éjection comparée à celle du ventricule gauche. Normalement, les deux éjections doivent être égales ; s'il n'en est pas ainsi, c'est qu'il existe une fuite sur le système circulatoire et que du sang, au lieu d'aller en avant, revient en arrière. D'où la possibilité de détecter et de quantifier les insuffisances valvulaires mitrales ou aortiques par cette méthode.

De nombreuses autres applications, actuellement prises en compte par l'exploration isotopique conventionnelle, pourront bénéficier de la tomographie et être ainsi plus précises et d'une valeur diagnostique plus sûre.

Fruit de la recherche technique et informatique en prise directe avec la recherche sur l'homme, la gammatomographie des cavités cardiaques ne



Montage des 4 images les plus significatives d'une étude tomographique cardiaque : coupes transverses en haut et coupes sagittales en bas, diastole à gauche et systole à droite.

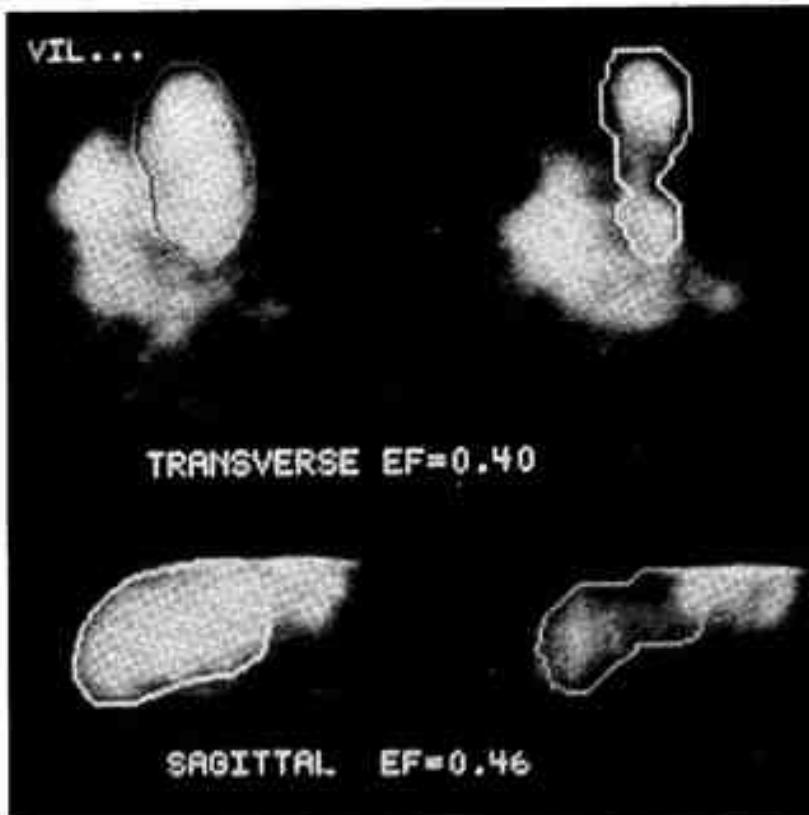
LE TECHNETIUM 99m

Le technétium n'existe pas à l'état naturel et se trouve uniquement sous la forme de radioélément artificiel. Son isotope ^{99m}Tc est un des marqueurs les plus couramment employés dans les applications diagnostiques de la médecine nucléaire.

Ses caractéristiques physiques sont bien adaptées à une utilisation médicale « in vivo » : la période de décroissance est de six heures et les rayonnements émis, ne comportent pas de bêta (β), mais simplement des gamma (γ) d'énergie moyenne, voisine de 140 keV. Dans ces conditions, l'irradiation reçue par le patient, même après administration de doses relativement élevées, reste toujours faible et l'examen est sans danger.

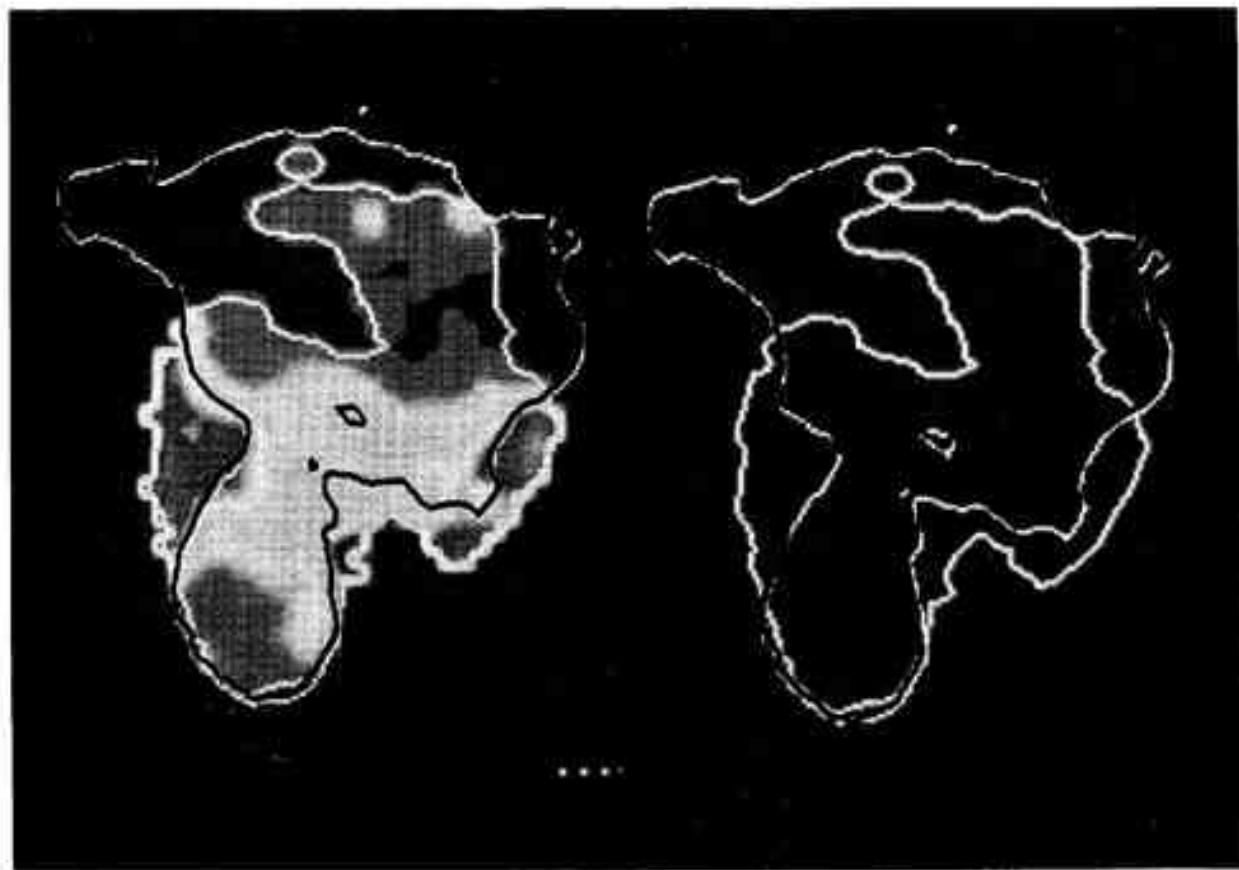
Un des intérêts majeurs du technétium 99m réside dans son mode de production. Il est obtenu par filiation à partir du molybdène 99, substance radioactive de soixante-six heures de période, elle-même fabriquée dans un réacteur nucléaire, soit par irradiation, soit par fission. Le ^{99}Mo se désintègre selon le mode β^- en produisant (à 92 %) du ^{99m}Tc , métastable (d'où la lettre m). Celui-ci se transforme à son tour, avec émission gamma, en ^{99}Tc pratiquement stable (deux cent mille ans de période, avec transformation en ruthénium 99, stable). On peut donc disposer de générateurs de laboratoire, contenant une colonne de chromatographie sur laquelle est adsorbé le ^{99m}Tc , et périodiquement on procède à l'éluion de cette colonne pour recueillir le ^{99m}Tc formé.

De nombreuses molécules et substances diverses peuvent être marquées au technétium : pyrophosphate, gluconate, colloïdes, albumine, hématies, etc. Ainsi, le ^{99m}Tc est un peu le marqueur « à tout faire » de la médecine nucléaire.



gardera pas longtemps son caractère d'examen de « recherche » et passera sans doute rapidement en routine dans certains centres équipés d'une caméra à scintillations tournante et d'un système de traitement des informations. Il s'agit là d'équipements qui commencent à ne plus être exceptionnels dans un service de médecine nucléaire. L'adaptation à la méthodologie particulière que constitue l'exploration cardiaque doit pouvoir se faire sans difficulté et permettre au plus grand nombre de malades, de bénéficier de ces nouveaux moyens de diagnostic.

Sur ce document, on a isolé des coupes « épaisses » intégrant l'ensemble de l'épaisseur du ventricule gauche, en diastole et en systole (coupes transversales en haut et coupes sagittales en bas). En mesurant la quantité de radioactivité dans les zones ventriculaires gauches (délimitées par une ligne sur l'écran du calculateur), on calcule pour chaque coupe la fraction d'éjection ((diastole-systole) / diastole). Ce paramètre est caractéristique de la fonction ventriculaire gauche globale. Ici, il est diminué par rapport à la normale (0,60-0,70). De plus, les images montrent l'existence d'un anévrisme à la pointe du ventricule gauche qui ne se contracte pas.



Analyse de la cinétique régionale dans les mêmes cas que celui de la photo ci-dessus. À droite on superpose les contours des cavités cardiaques en diastole et en systole. Les contours montrent une bonne cinétique à la base du ventricule gauche et, au contraire, une akinésie de la pointe. À gauche, figure une image « fonctionnelle » qui montre la distribution de l'éjection point par point. La présence d'un anévrisme de la pointe du ventricule gauche se confirme sur ces images et il est possible d'en évaluer avec précision les limites.

La théorie de la convection stellaire

Pourquoi observe-t-on des granules et des super-granules à la surface du soleil ? Une réponse précise à cette question sera bientôt possible grâce aux simulations numériques directes de convection turbulente. Mais déjà bien des aspects du problème de la convection stellaire ont pu être compris par une approche théorique originale : la théorie modale.

Jean LATOUR

L'étudiant ou le chercheur désireux de comprendre ce qu'est une étoile, sa constitution, son équilibre, son évolution sera bien souvent déçu sur un point : comment s'organisent les mouvements de convection thermique à l'intérieur des étoiles ? La plupart des livres existants déplorent l'absence d'une théorie sérieuse sur cette question et se contentent d'exposer une approche phénoménologique datant de plus de vingt ans. Pourtant, une connaissance quantitative de ces mouvements turbulents à l'intérieur et à la surface des étoiles est maintenant possible, grâce à une approche théorique récente : la théorie modale, qui a été testée sur des modèles numériques reproduisant les conditions stellaires. De plus, l'accès aux grands ordinateurs comme le Cray-1 ouvre enfin des possibilités de modélisation de ce type de turbulence sur deux et même sur trois dimensions spatiales. Dans les prochaines années, des réponses précises aux observations, et une compréhension détaillée de la convection stellaire et de ses interactions avec d'autres forces, dépendront de façon critique du bon usage de ces grands ordinateurs. Signons ici qu'un grand nombre de travaux en cours sur les problèmes de convection stellaire ont été exposés lors de deux colloques de l'Union astronomique internationale en 1976 (édité par Spiegel et Zahn) et en 1979 (édité par Gray et Linaky).

Dans le domaine des fluides com-

pressibles, l'observation de mouvements turbulents de convection thermique est une expérience quotidienne par exemple dans l'atmosphère terrestre : rues de nuages, brise de mer ou de terre, formation de cumulo-nimbus etc... Ce sont d'ailleurs les météorologues qui ont été les pionniers de la modélisation de ces mouvements. Poussés par la nécessité d'obtenir de meilleurs modèles de prévision du temps, ils ont élaboré des simulations tridimensionnelles de convection dès les années 1970, utilisant les plus gros ordinateurs de l'époque. Les astronomes, cependant, ont dû développer leurs propres méthodes théoriques, car comme nous allons le voir, la convection turbulente dans les étoiles, présente bien des différences avec celle qui se manifeste dans l'atmosphère terrestre.

La zone convective solaire : un laboratoire hors du commun pour l'étude des turbulences intenses

À peine 2 % de la masse totale du soleil, et couvrant presque un tiers du rayon en-dessous de la surface, la zone convective solaire est à l'heure actuelle encore assez mal connue. La raison en est simple : cette zone est le siège d'une violente instabilité convective, et l'on peut distinguer trois points importants qui la diffèrentie de ce que nous connaissons sur la Terre. En premier lieu, la zone convective solaire est un milieu hautement stratifié : elle s'étend sur une vingtaine d'échelles de hauteur de la pression, à comparer avec un peu plus d'une

échelle de hauteur pour la basse atmosphère terrestre. De plus, le gaz qui la constitue est un mélange d'hydrogène et d'hélium, neutre à la surface, et totalement ionisé en profondeur ; les ionisations successives de ce mélange sont en fait la cause même de l'instabilité convective. Enfin, la conductivité thermique et la viscosité cinématique de ce fluide varient de plusieurs ordres de grandeur entre l'atmosphère du soleil et la base de la zone convective. Tout ce que nous pouvons savoir sur la convection turbulente dans ces conditions extrêmes nous provient des observations de la photosphère solaire (1) ; à ce niveau, la turbulence nous montre, pour les grandes échelles, un spectre de raies. Les mouvements s'organisent en quelques structures cellulaires d'échelles bien distinctes. La plus petite, autour de 2 000 km est la granulation solaire (fig. 1a), observée dès le XIX^e siècle, sur les photographies de Janissen à l'Observatoire de Meudon. Puis on distingue la mésogranulation, découverte récemment par November, Toomre, Gebbie et Simon à l'Observatoire de Sacramento Peak au Nouveau Mexique (fig. 1b). Son échelle est typiquement de 8 000 km. Un troisième type de mouvements convectifs est la supergranulation identifiée dès 1962 par Leighton, Noyes et Simon à l'Observatoire du Mont Wilson en Californie (fig. 1c). Les supergranules ont une étendue horizontale de l'ordre de 30 000 km. Enfin, sur les cartes du champ magnétique solaire faites par Bumba et Howard également au Mont Wilson, en 1965, on peut distinguer des

(1) Couche extérieure du soleil.

□ Jean Latour, chargé de recherche au CNRS, travaille à l'Observatoire de Nice (LA 128).

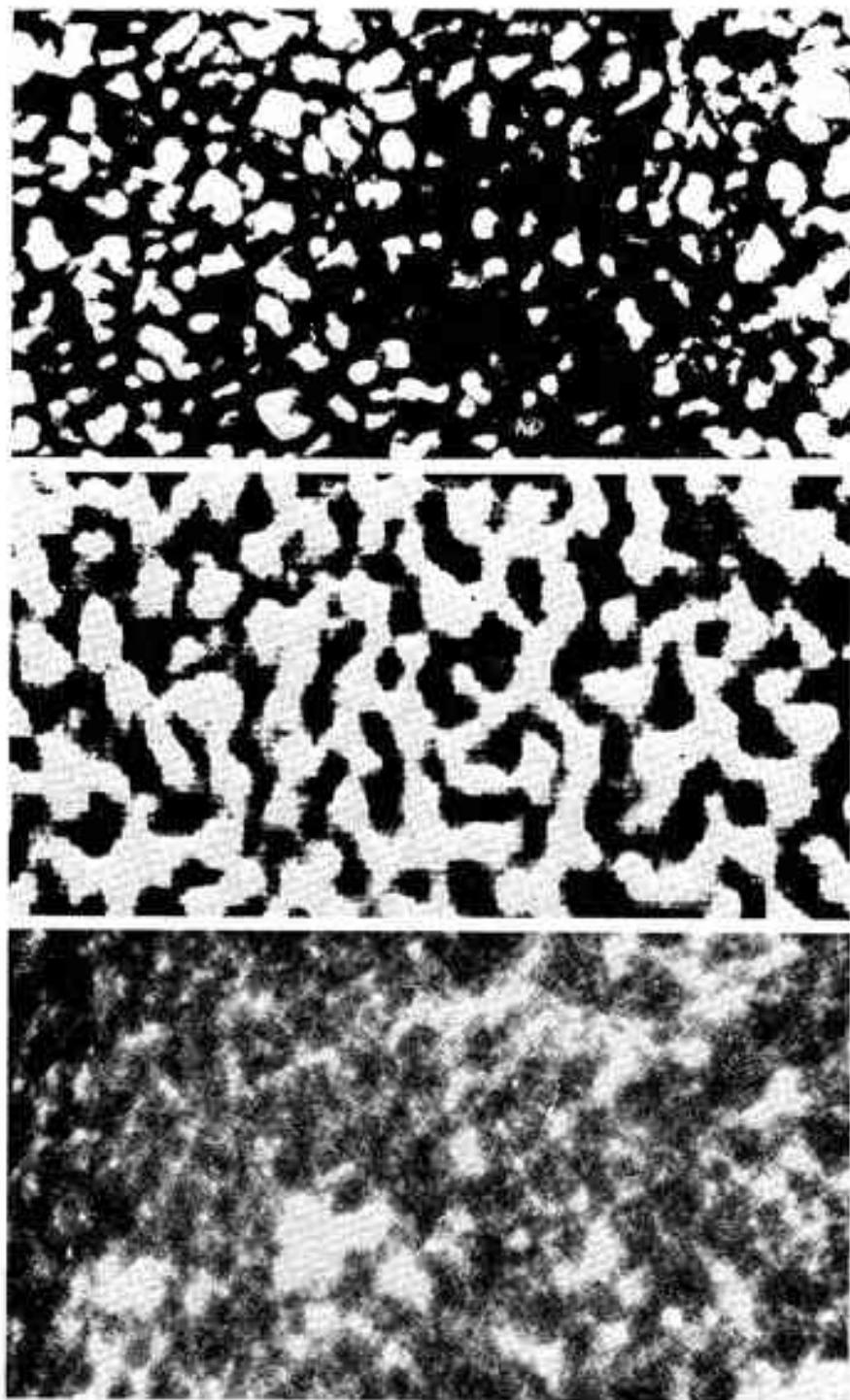


Fig. 1a – Vue de la granulation solaire en lumière monochromatique à 6 000 Å. Les parties brillantes ou sombres reflètent des variations d'émissivité, donc de température. L'échelle spatiale de ces variations est typiquement de 2 000 km. Cliché pris par S. Koutchmy à Sacramento Peak Observatory.

Fig. 1b – Le champ de vitesses de la mésogranulation. Les zones brillantes correspondent au fluide descendant, tandis que les régions sombres indiquent le fluide ascendant. Les variations de vitesses atteignent 150 m/sec, elles sont déterminées par effet Doppler de la raie Mg I (5 173 Å) qui se forme dans la région du minimum de température. La dimension des mésogranules varient de 5 000 à 10 000 km. Les mesures ont été faites par November, Toomre, Gebbie et Simon (1981) à Sacramento Peak Observatory.

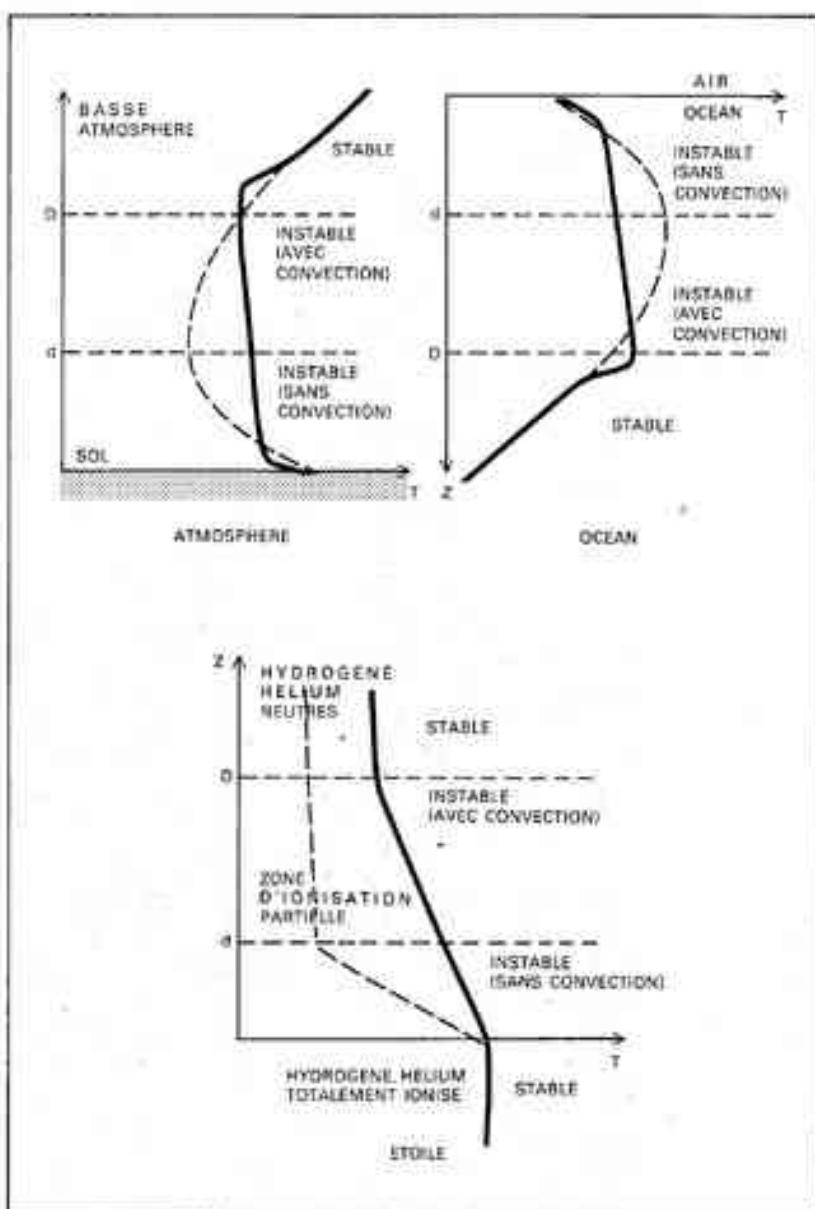
Fig. 1c – La supergranulation apparaît très clairement sur les images du soleil, prises en lumière monochromatique dans la raie K du calcium ionisé. Les parties brillantes correspondent ici à un renforcement du champ magnétique, donc à la périphérie des supergranules. Les parties sombres indiquent le centre des supergranules. La distance moyenne d'un centre à l'autre est de 30 000 km. Photographie de l'observatoire d'Anacapri, du Klepenheuer Institut.

structures qui atteignent plus de 200 000 km et qui correspondent aux limites de cellules s'étendant jusqu'à la base de la zone convective. Pourquoi ce spectre discret de quatre échelles de 2, 8, 30 et 200 Mm ($1 \text{ Mm} = 10^6 \text{ m} = 1 \text{ Mégamètre}$, soit 1 000 km) ? Jusqu'où les mouvements de convection pénètrent-ils dans les zones stables qui l'entourent par effet d'overshooting ? (encadré 1). Quelle est la structure verticale précise, en température et en densité, de cette zone turbulente ? Comment ces mouvements interagissent-ils avec la rotation du soleil pour donner lieu à une accélération équatoriale et comment génèrent-ils le champ magnétique observé par effet dynamo ? Autant de questions que posent les observations solaires, et auxquelles les théoriciens s'efforcent de répondre.

C'est une tâche difficile car elle nécessite le traitement numérique de systèmes différentiels hautement non-linéaires. La seule approximation largement employée jusqu'à présent, pour déterminer la structure moyenne des zones convectives stellaires, est celle dite « de la longueur de mélange ». Elle consiste à remplacer les non-linéarités des équations hydrodynamiques par des termes de diffusion dans lesquels s'introduit cette longueur de mélange : longueur qui peut être assimilée à un libre parcours moyen des éléments turbulents. Cette approximation a permis de montrer depuis longtemps que la zone convective solaire est, sur presque toute sa hauteur, très proche d'un équilibre adiabatique ; cependant, elle laisse sans réponse les questions liées à la dynamique des mouvements convectifs. Pour aller plus loin dans l'interprétation des observations, il faut essayer de résoudre directement les équations de l'hydrodynamique en n'introduisant qu'un nombre minimum d'hypothèses simplificatrices.

Etat actuel des modèles théoriques

Ces dernières années, seul un nombre très limité de chercheurs s'est attaqué à cette question de la convection stellaire. L'une des conditions à remplir était d'avoir accès à un ordinateur très puissant, et c'est en particulier au National Center for Atmospheric Research (le NCAR) à Boulder dans le Colorado, que ces recherches ont pu être poursuivies. Une collaboration de longue durée a été engagée entre deux chercheurs américains : MM. E. Spiegel (université Columbia, New York) et J. Toomre (université du Colorado, Boulder), deux chercheurs de l'observa-



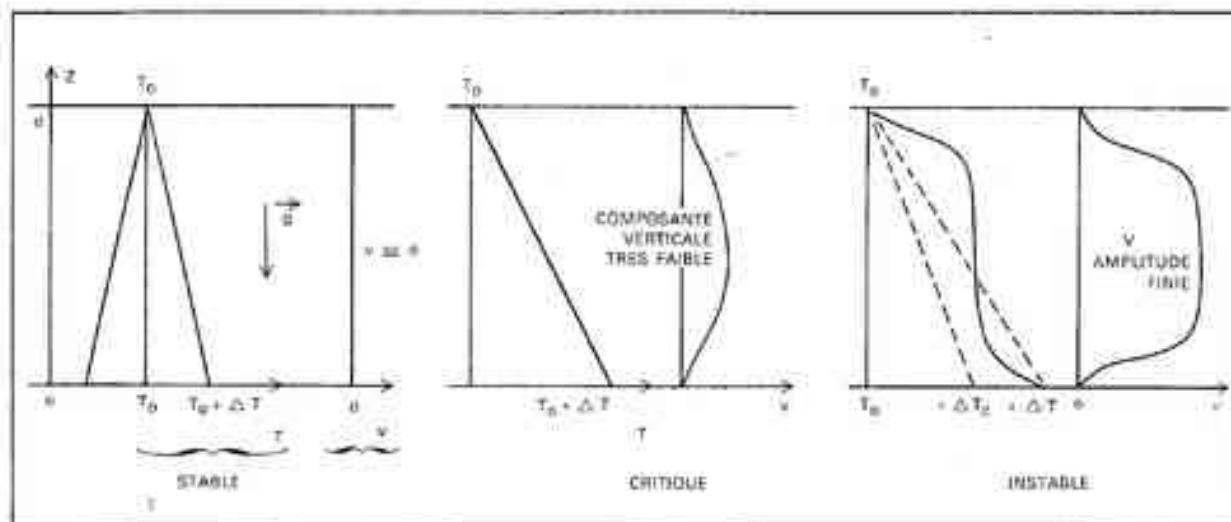
CONVECTION PENETRATIVE - « OVERSHOOTING »

Dans les milieux naturels – atmosphères planétaires, océans, étoiles –, l'instabilité convective se manifeste dans un fluide qui n'est pas confiné par des limites rigides. Dans le cas des intérieurs stellaires, ce fluide est en outre très fortement stratifié en densité. Une région est stable ou instable, suivant que son gradient de température β est inférieur ou supérieur au gradient critique β_{cr} , égal ici au gradient adiabatique β_{ad} .

L'instabilité convective a pour effet de maintenir le gradient de température β très proche de l'adiabatique β_{ad} dans toute la zone instable d'épaisseur D . Celle-ci est en général beaucoup plus profonde que la zone instable fictive d'épaisseur d qui existerait en l'absence des mouvements de convection. En particulier, le soleil aurait un rayon environ 30 % plus faible que son rayon actuel, si l'instabilité convective n'existe pas ! Cette situation où les mouvements de convection modifient le profil moyen de température et entraînent un élargissement de la zone instable est appelée « convection pénétrative ». Cet effet s'observe par exemple dans l'atmosphère terrestre au voisinage du sol, lorsque celui-ci est chauffé dans les premières heures de la journée, ou à la surface des océans au contact d'un air très froid.

Un élément de fluide ne s'arrête pas immédiatement lorsqu'il atteint les couches stables : la force d'Archimède qui le poussait dans la zone convective devient un frein au-delà, et il ne s'arrête qu'après avoir parcouru une certaine distance dans la zone stable : c'est l'effet d'« overshooting ». Il peut être parfois observé au sommet ou à la base d'une couche nuageuse.

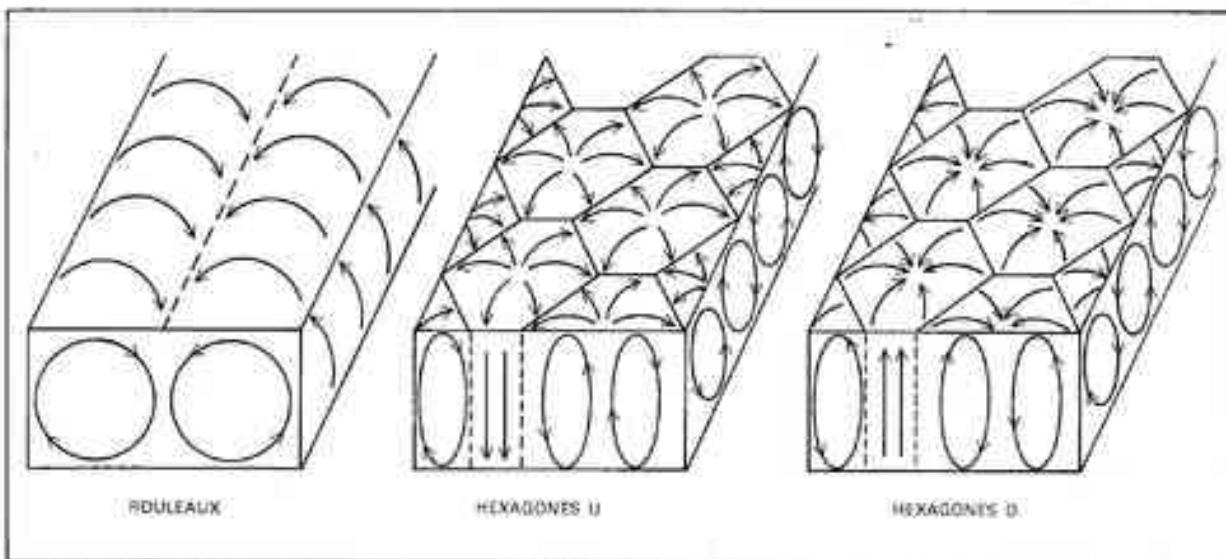
L'instabilité convective a donc pour effet de brasser vigoureusement non seulement la zone adiabatique d'épaisseur D , mais aussi le domaine de la zone stable atteint par les mouvements d'overshooting. Ce domaine a une épaisseur nettement plus faible que D , et les mouvements d'overshooting ont souvent un caractère intermittent.



STABILITÉ ET INSTABILITÉ CONVECTIVE

Dans un fluide chauffé par en-dessous, les mouvements de convection ne se développent qu'au-dessus d'un seuil critique : lorsque le gradient de température $\beta = \Delta T/d$ est supérieur ou égal à une valeur critique $\beta_c = \Delta T_c/d$ qui dépend des conditions de l'expérience.

Dans des conditions faiblement supercritiques, les mouvements du fluide ne sont pas désordonnés, mais organisés en cellules fermées. Deux types de cellules convectives sont surtout observés : les rouleaux et les hexagones. Les cellules de forme hexagonale se subdivisent en deux classes : la classe U (up) où le fluide monte au centre et descend sur les côtés, et la classe D (down) où c'est l'inverse qui se produit. Dans le souffre fourni par exemple, chacune de ces deux classes de mouvement peut se développer suivant les conditions du chauffage de la plaque inférieure.



Lorsque ΔT est très supérieur à ΔT_c , ces structures simples se modifient dans le temps de façon plus ou moins complexe, c'est la transition vers un état de fluide turbulent. L'étude de l'instabilité convective en laboratoire, a connu récemment un grand regain d'intérêt depuis que l'interprétation théorique de certaines expériences, a pu se faire en termes d'« attracteurs étranges ». Dans les étoiles, c'est seulement un état de convection hautement turbulent qui est réalisé, dans lequel se maintiennent quelques grandes structures.

toire de Nice : J. Latour et J.P. Zohar et un chercheur anglais : D. Gough (université de Cambridge). De cette collaboration est née une nouvelle approche de la convection turbulente.

La théorie modale

Cette approche théorique prend en compte l'aspect très structuré des mouvements convectifs. Par exemple, juste au-dessus du seuil de l'instabilité, on observe dans les expériences

de laboratoire (encadré 2) que les mouvements de convection s'ordonnent en cellules parfaitement régulières et principalement de deux types : des rouleaux bi-dimensionnels ou des hexagones tri-dimensionnels. On ne peut qu'être frappé de la ressemblance de ces expériences avec l'observation solaire, bien que, dans ce dernier cas, la structure horizontale des mouvements n'est pas aussi nette, et surtout, varie très fortement dans le temps. Historiquement, ce rapprochement fut fait par Bé-

nard à la suite de sa célèbre expérience de convection (1901). L'aspect fluctuant des cellules est aussi observé dans les expériences, lorsque l'instabilité convective est plus grande : c'est-à-dire lorsqu'on augmente la température de la plaque inférieure (on accroît ainsi le flux de chaleur qui traverse le fluide), sans modifier celle de la plaque supérieure. Schématiquement, l'apparition d'une structure bien définie comme une cellule à section hexagonale, correspond à la sélection par le fluide d'un

« mode convectif ». A chaque mode, on associe la dimension horizontale caractéristique h des cellules, ou, de façon équivalente, son nombre d'onde horizontal $n = d/h$, en prenant pour unité de longueur, l'épaisseur d de la couche convective. Une structure complexe, fluctuante dans le temps, peut être ainsi considérée comme résultant de la superposition d'un nombre N de modes, chacun caractérisé par son nombre d'onde a_i , $i = 1, N$. Les mouvements convectifs étant de grande amplitude, les couplages dynamiques non-linéaires entre tous ces modes sont très importants.

La théorie modale n'est autre que la description mathématique, en chaque point du fluide, de la vitesse et des fluctuations thermodynamiques (température, densité, pression) comme une superposition de ces modes cellulaires. Pour mettre en œuvre cette théorie, il faut d'abord sélectionner un certain nombre n de modes, chacun associé à un nombre d'onde a_i et à une structure horizontale bien définie (rouleau, hexagone). La structure verticale du champ de vitesse et des autres perturbations est alors déduite de la résolution numérique d'un système d'équations non-linéaires qui expriment les lois de conservation usuelles de la masse, de la quantité de mouvement, et de l'énergie. Le fait de n'avoir à résoudre un système non-linéaire, que suivant une seule dimension d'espace (la coordonnée verticale), constitue une grande simplification par rapport au système des équations de base de l'hydrodynamique qui sont, par nature, tridimensionnelles. L'inconvénient de cette méthode est la part d'arbitraire qui entre dans la sélection des n modes convectifs, et le choix de leur nombre d'onde. En effet, aucun argument physique sérieux n'a encore été découvert pour imposer un choix rationnel de ces nombres d'ondes et il est courant de tester un grand nombre de possibilités. En particulier, on peut ne retenir qu'un seul mode convectif dans cette description théorique et varier son nombre d'onde horizontal sur un large domaine de valeurs, ce qui revient à considérer toutes les sortes de cellules, depuis celles qui sont très étroites ($h \ll d$), jusqu'à celles qui sont beaucoup plus larges que hautes ($h \gg d$). On constate alors que les propriétés de transport de ces différents types de cellules varient très sensiblement en fonction du nombre d'onde a . Entre autres, les divers flux d'énergie (thermiques, mécaniques, etc...) dus aux mouvements convectifs présentent un maximum très marqué pour un nombre

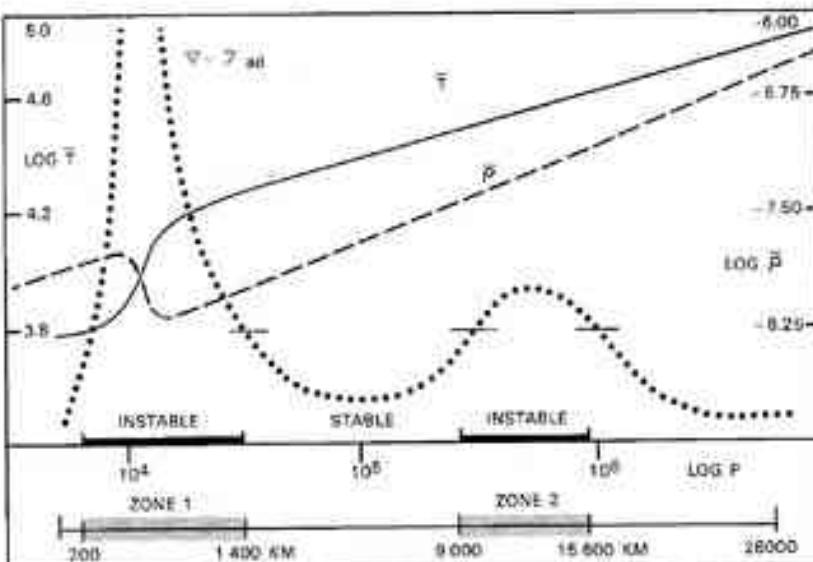


Fig. 2 – Structure moyenne de l'enveloppe d'une étoile de type A. \bar{P} , \bar{T} et ρ désignent la pression, température et densité moyenne du gaz. $\nabla - \nabla_{ad}$ est le gradient de température sur adiabatique. Il est positif dans les deux zones instables vis-à-vis de la convection, et négatif dans les régions stables.

d'onde correspondant à des cellules plus larges que hautes.

Dans le cas stellaire, il est clair qu'il faut prendre en compte un grand nombre de modes, si l'on veut reproduire en détail l'aspect turbulent des mouvements, et c'est en principe possible dans le cadre de la théorie modale. Cependant, le prix du calcul numérique augmente très vite avec le nombre de modes, car chacun introduit un système différentiel non-linéaire d'ordre 6 en dérivées spatiales suivant la coordonnée z . En pratique, des simulations numériques d'expériences de laboratoire ont pu être faites avec cinq modes par Toomre, Gough et Spiegel, et elles reproduisent bien les fluctuations temporales des mouvements observés. Dans ses applications à la convection stellaire, la théorie modale n'a été jusqu'à présent, utilisée qu'avec un très petit petit nombre de modes : un ou deux, ce qui est bien sûr insuffisant pour décrire l'aspect temporel de cette convection turbulente. Malgré cette limitation, plusieurs faits observationnels ont pu être expliqués avec ces premiers modèles, ce qui constitue déjà un grand pas en comparaison des incertitudes inhérentes à la vieille approche de la « longueur de mélange ».

Un premier banc d'essai : les étoiles de type A

La théorie modale a d'abord été testée sur l'exemple des étoiles de type spectral « A », dont la température de surface est de l'ordre de 8 000 à 10 000 °K (plus chaudes que le soleil) : Sirius et Vega en sont deux brillantes

exemples. Ces étoiles ont la particularité d'avoir deux zones convectives distinctes, séparées par une interzone stable. La zone supérieure subphotosphérique est le siège de l'ionisation de l'hydrogène et de la première ionisation de l'hélium, tandis que la zone plus profonde est due à la seconde ionisation de l'hélium. Chacun d'entre elles couvre un peu plus d'une échelle de hauteur de pression, et l'interzone stable mesure près de trois échelles de hauteur (fig. 2). Dans une telle configuration, il est intéressant de voir si les mouvements induits par les instabilités convectives peuvent brasser l'interzone stable, liant ainsi les deux zones dynamiquement (effet d'overshooting). La théorie modale dans sa forme la plus simple, limitée à un seul mode, a permis de voir que c'était effectivement le cas, et ce calcul a eu un certain impact sur la théorie des étoiles à raies métalliques : les étoiles de type spectral Am, une sous-classe des étoiles de type A. Le spectre des étoiles Am montre que certains éléments métalliques (Mn, Ga, Sr, Zr...) sont anormalement surabondants, alors que d'autres éléments (C, O, Ne, Ca...) sont au contraire sous-abondants (Michaud, Montmerle, 1977). L'un des mécanismes proposés pour expliquer ces anomalies d'abondances, est un triage par diffusion sous l'action combinée de la radiation qui pousse les atomes vers l'extérieur et de la gravitation qui tend à les faire diffuser vers le centre de l'étoile. Ces deux forces varient suivant la masse atomique et le degré d'ionisation de chaque élément. Pour que le mécanisme de triage par diffusion puisse être efficace,

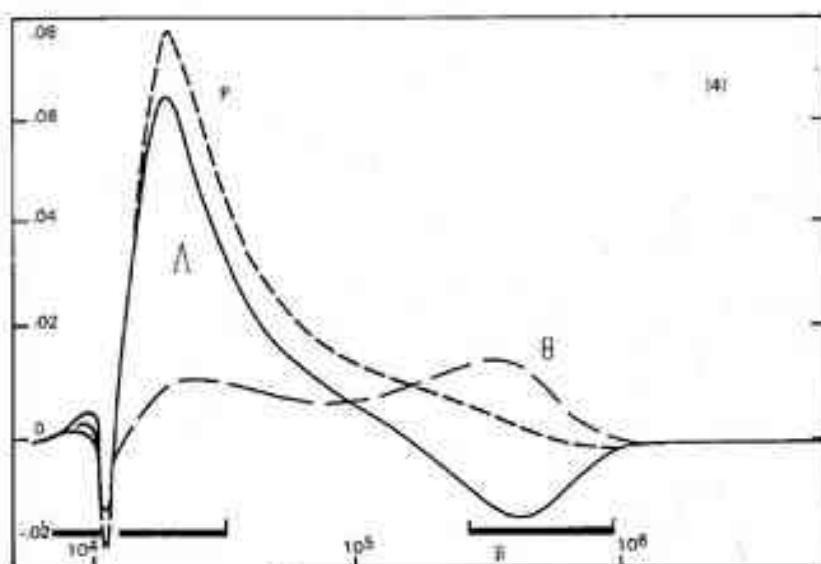
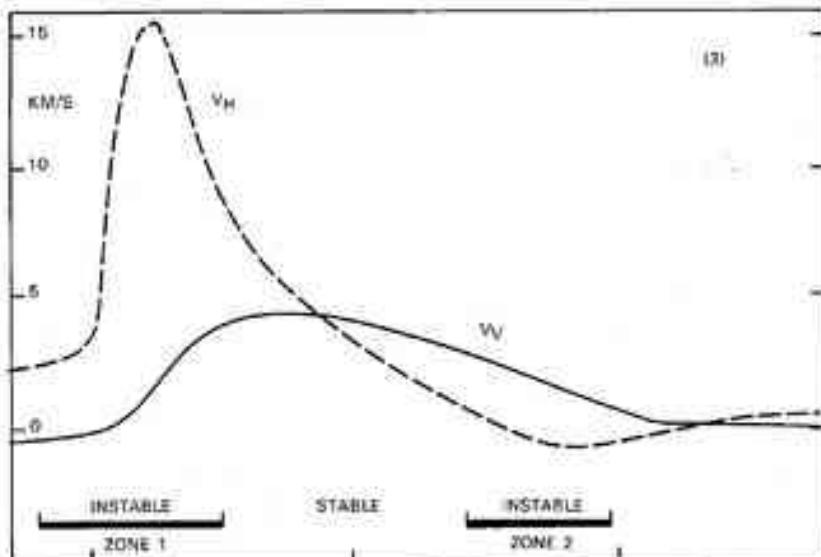


Fig. 3 - Champ de vitesse d'une cellule convective dans l'enveloppe d'une étoile de type A, en fonction du paramètre de profondeur $\log P$. V_H et V_V sont les composantes horizontale et verticale de la vitesse convective d'une cellule d'étendue comparable à celle de la supergranulation solaire. On notera l'effet d'overshooting très important qui lie dynamiquement les deux zones et se fait sentir jusqu'à près de deux échelles de hauteur de pression en-dessous de la zone 2. À la surface, la composante horizontale (3 km/sec) est dix fois plus grande que la composante verticale (0,3 km/sec), en accord qualitatif avec les observations solaires.

Fig. 4 - Perturbations relatives de densité Δ , de température θ , et de pression P , associées à la même cellule convective. Dans la zone 1 subphotosphérique, P et Δ sont du même ordre et très supérieures à θ . Au contraire, dans la zone profonde 2, ce sont θ et Δ qui sont du même ordre, alors que P devient négligeable.

Il faut un milieu parfaitement stable car les vitesses de diffusion sont de l'ordre du cm/sec. Il faut donc délimiter avec précision les régions brassées par l'instabilité convective ou par l'overshooting (les vitesses turbulentes sont de l'ordre du km/sec). La théorie modale a permis de déterminer (fig. 3) que la diffusion ne peut agir qu'à partir de deux échelles de hauteur en-dessous de la zone convective de l'hélium. En particulier, l'interzone stable (au sens de la

théorie des perturbations linéaires) est en fait vigoureusement mélangé par l'effet d'overshooting.

Cette étude a de plus mis en relief le rôle important de la compressibilité du milieu et des perturbations de pression associées aux mouvements. Ces perturbations peuvent être du même ordre que celles de température et de densité (fig. 4). Enfin, dans un milieu stratifié, le travail global des forces de pression sur l'ensemble du fluide n'est pas nul,

contrairement au cas sans stratification en densité, et de ce fait, la dynamique des mouvements est profondément affectée par la stratification. Le travail des forces de pression peut être positif (contribute au mouvement) ou négatif (freine le mouvement) en différents points du fluide, et globalement, il joue toujours un rôle moteur sur l'ensemble d'une cellule convective. Ce rôle est d'autant plus important que la dimension horizontale de la cellule est plus grande. En comparaison, la théorie « de la longueur de mélange » qui est encore largement utilisée dans les calculs d'évolution stellaire, néglige complètement les effets de pression et de stratification puisqu'il s'agit d'une approximation locale du transport convectif, établie pour un milieu sans stratification.

La supergranulation : une explication qualitative du champ de vitesse

La théorie modale a également permis d'interpréter deux faits observationnels relatifs aux cellules du type de la supergranulation : sur le soleil, ces cellules présentent une vitesse ascendante au centre et descendante sur les côtés, et la composante horizontale du champ de vitesse au niveau de la photosphère est au moins dix fois plus grande que la composante verticale. L'étude sur les étoiles du type A, apporte une explication sur le second point, et avec un modèle simplifié, nous avons pu comprendre le premier.

Après avoir examiné un grand nombre de solutions, obtenues en faisant varier la taille horizontale des cellules, il a été constaté une propriété remarquable des cellules plus larges que hautes. Lorsque le sens de circulation est tel que le fluide monte au centre et descend sur la périphérie de la cellule, il se produit un renversement de la force d'Archimède dans la colonne de gaz montante, au niveau de l'ionisation de l'hydrogène. Ce renversement s'explique par suite de la surpression qui existe au sommet de la cellule, là où l'écoulement diverge vers les bords. Comme les perturbations de température sont relativement faibles dans cette région, par suite des effets de transfert de rayonnement dans l'atmosphère, toute surpression locale se traduit par un accroissement de la densité, en vertu de l'équation d'état du gaz. Le fluide étant localement plus dense que sa valeur moyenne au même niveau, il s'ensuit un freinage du mouvement as-

cendant, et en conséquence, le champ de vitesse dans l'atmosphère présente une composante verticale, beaucoup plus faible que sa composante horizontale (fig. 3). Qualitativement, ce type de cellule correspond à la supergranulation solaire où la vitesse verticale est évaluée à moins de 50 m/sec, alors que la vitesse horizontale se mesure à plus de 300 m/sec. Cet effet de renversement de la force d'Archimède au sommet de la zone convective, a été également établi par Massaguer et Zahn sur un modèle plus simple, d'une zone instable comprise entre deux limites fixes.

Ce modèle simple a été étendu depuis au cas d'une zone instable comprise entre deux couches stables dans lesquelles un overshooting peut se développer. La simplification par rapport à un modèle stellaire plus réaliste a porté essentiellement sur l'équation d'état du gaz (relation entre la pression, la température et la densité en un point donné). Dans ce modèle simple, les effets de l'ionisation de l'hydrogène et de l'hélium sur les propriétés thermiques et optiques du gaz sont très schématisées, et il n'est pas nécessaire de les calculer par des interpolations laborieuses dans des tables de données numériques.

La zone instable couvre cinq échelles de hauteur, et l'ensemble du domaine d'intégration en comprend une quinzaine ; ainsi, nous reproduisons qualitativement les conditions stellaires de stratification. Sur ce modèle, nous avons testé la stabilité des deux familles de solutions ayant une structure horizontale hexagonale : chacune correspond à un sens possible d'écoulement du fluide au centre des cellules, soit vers le haut, soit vers le bas. Par la suite, nous les désignerons par l'abréviation (U) et (D), pour up et down. Chaque famille de solutions, prises séparément possède certaines propriétés : les solutions de type (U), n'ont que peu d'overshooting dans la zone stable supérieure, alors que les solutions (D) ont un champ de vitesse qui pénètre sur plusieurs échelles de hauteur dans la zone stable sous-jacente. Ces deux types de cellules convectives peuvent être prises simultanément en compte dans le développement en modes horizontaux, il s'agit alors d'un problème à deux modes, associés au même nombre d'onde horizontal. L'évolution temporelle de ce type de solutions, conduit presque toujours à l'élimination du mode (D) au profit du mode (U). Dans le domaine des grands nombres d'ondes (cellules plus étroites que hautes), on peut obtenir des solutions où les deux types d'écoulement coexistent.

Mais même dans ce cas, le mode (U) est très peu modifié par la présence du mode (D) dont l'amplitude est très faible, bien plus faible que lorsqu'il existe isolément (fig. 5). Dans tous les cas, c'est donc seulement le mode (U) qui est visible à la surface. C'est bien ce qui est observé pour les supergranules au niveau de la photosphère solaire.

Vers un modèle solaire cohérent

Ces résultats encourageants permettent à présent d'aborder le cas de la zone convective solaire. Les calculs nécessaires à l'aboutissement de ce projet ont été financés en grande partie par l'université du Colorado. Ils sont exécutés sur l'ordinateur Cray-I du NCAR sur lequel un crédit de cinquante heures a été obtenu. Le but de ce projet est d'obtenir un modèle à trois ou quatre modes, décrivant les grandes échelles de turbulence observées. Un modèle préliminaire à un mode vient d'être calculé récemment, et l'introduction de modes supplémentaires est en cours de réalisation. Le point principal à résoudre est l'existence du spectre discret de la convection solaire. Deux hypothèses méritent d'être testées : ces structures sont-elles causées par la seule stratification du milieu ? ou bien les ionisations de l'hydrogène et de l'hélium

jouent-elles un rôle prépondérant dans le mécanisme de sélection des différentes échelles. Numériquement, ce genre de test nécessite de tenir compte d'un grand nombre de modes horizontaux, afin de laisser au système suffisamment de degrés de liberté, pour qu'il puisse choisir lui-même son mode préféré. Un tel calcul est effectivement envisageable sur un ordinateur Cray-I.

Ainsi, l'étude de la convection turbulente dans le contexte stellaire, après avoir longtemps stagné, faute d'une approche théorique suffisamment rigoureuse et ce que cela implique au niveau des calculs numériques, a pris maintenant un nouvel essor, grâce d'une part au développement de la théorie modale, et d'autre part à la mise en service d'une nouvelle génération d'ordinateurs très puissants. L'approche modale a déjà permis d'interpréter qualitativement plusieurs faits observationnels, et on peut attendre dans un proche avenir des informations quantitatives sur la zone convective solaire.

BIBLIOGRAPHIE

- (1) E.A. Spiegel et J.P. Zahn. Problems of stellar convection. UAI, coll. 39, Nice 1976. Lecture Notes in Physics, 71, Springer.
- (2) D.F. Gray et J.L. Linsky. Stellar turbulence. UAI, coll. 31, London, Canada (1979). Lecture Notes in Physics, 114, Springer.
- (3) G. Michaud, T. Moemmer, 1977. La diffusion des éléments dans les étoiles. *La recherche*, 8, 726.

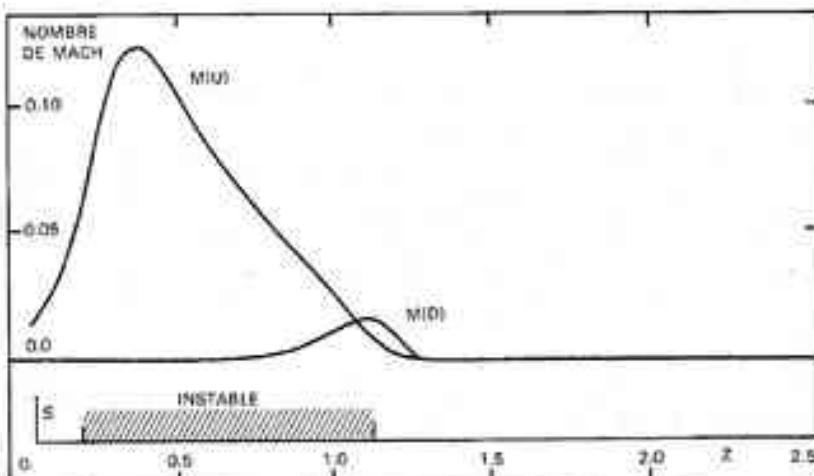


Fig. 5 - Composantes verticales de vitesse des modes convectifs U (up) et D (down) d'une solution à deux modes. Les nombres de Mach $M(U)$ et $M(D)$ de ces composantes (rapport de la vitesse convective à la vitesse du son) sont représentés en fonction de la profondeur géométrique Z . L'unité de profondeur est l'épaisseur de la zone instable. Seule la zone hachurée a une stratification instable vis-à-vis de la convection. Dans le reste du modèle, en-dessous et au-dessus de cette zone, la stratification est stable. Les deux modes ont la même structure en cellules hexagonales avec une longueur d'onde horizontale un peu inférieure à l'unité. À la surface S, la composante U a une amplitude notable, alors que la composante D est quasi-nulle. Un observateur extérieur ne verrait donc que les cellules de type U, dans lesquelles le fluide est ascendant au centre et descendant sur les côtés : c'est justement ce que révèlent les observations solaires. (Dans un milieu hautement stratifié, il est courant de mesurer sa profondeur en « échelles de hauteur » : distance sur laquelle la pression varie d'un facteur $e = 2.718\ldots$).

La communication chez les primates

Chez les espèces hautement sociales, comme le sont les Primates, l'échange d'informations atteint le degré le plus élevé de spécialisation et de diversité. Les recherches sur le fonctionnement des systèmes de communication chez ces espèces, permettent de comprendre la dynamique des relations interindividuelles, des structures sociales et leurs réponses aux contraintes de l'environnement.

Bertrand-L. DEPUTTE

Pour le biologiste, le terme « communication », défini comme le transfert d'une information entre un émetteur et un récepteur, s'applique à de multiples interactions : aux cellules d'un organisme échangeant des informations génétiques, métaboliques ou hormonales, aussi bien qu'aux relations entre une fleur et un insecte pollinisateur, aux relations entre un prédateur et sa proie, aux parades sexuelles des invertébrés et des vertébrés, aux chants territoriaux des oiseaux et des singes et au langage humain. Le champ d'investigation est donc immense et fait appel à de nombreuses disciplines scientifiques, même si l'on restreint la définition à l'échange d'informations entre individus de la même espèce. Il faut en effet étudier : la structure du signal (biophysique, biochimie), les équipements anatomiques ou sensoriels impliqués dans la production et la réception des signaux (anatomie, physiologie, neurophysiologie), les capacités perceptives des espèces (psychophysiologie). De plus, comme on ne peut oublier que la communication établit une relation brève, saisonnière ou permanente entre deux ou plusieurs organismes vivants, il est nécessaire d'envisager cette relation d'une manière globale. C'est ce que nous permettent les études éthologiques.

Au niveau de l'espèce, quel qu'en soit le degré de sociabilité, les échanges d'informations sont surtout privilégiés dans les relations liées à la reproduction : formation des couples, comportement

□ Bertrand L. Deputte, attaché de recherche au CNRS (ERA 489), travaille au sein de l'équipe de primatologie de la Station biologique de Paimpont sur l'éthologie des Primates. Après avoir travaillé de 1973 à 78 sur des problèmes de communications visuelles et sonores, il se consacre actuellement à l'étude du développement du comportement social des jeunes cercocèbes.

ment sexuel, élevage des jeunes et dans les relations d'antagonisme au sein d'une population. Par contre, chez les espèces hautement sociales, l'échange de signaux est permanent au sein du groupe. Il renforce et sans doute participe à la création du lien social entre les individus et joue un rôle majeur dans la répartition des unités sociales au sein de la population. On voit donc que, à ce niveau d'évolution, communication et comportement social deviennent difficiles à séparer. « La communication est à la fois un instrument pour organiser les sociétés et un miroir de l'organisation sociale » (1).

Les caractéristiques des signaux de communication

Les signaux échangés peuvent appartenir à différentes modalités sensorielles (fig. 1). Chez les mammifères, ils peuvent être visuels, auditifs, tactiles ou olfactifs. Un signal est un événement différencié, de durée brève (caractère phasique). Green et Marler (1) soulignent que sa production s'accompagne d'un changement d'état, observable chez l'émetteur (mimiques faciales, vocalisations, postures particulières...). Le signal s'oppose ainsi à l'« indice » qui, soit se maintient tout au long de la vie de l'animal, soit est strictement dépendant de l'âge (caractère tonique : couleur du pelage, bruit produit par la locomotion...). Le terme de « communication » ne recouvre que l'échange de signaux. Les « indices » ne représentent que des composantes contextuelles ou secondaires. Ils n'interviennent que dans une « communication passive » (2). Au cours de l'évolution, un comportement « ordinaire » peut donner naissance à un comportement « informatif » (signal), par le biais de la « ritualisation ». Le signal se distingue du comportement originel par

une plus grande stéréotypie dans son expression et par une liaison plus étroite avec un contexte déterminé. Cette faible variabilité permet au récepteur une meilleure prédiction du comportement à venir de son partenaire et lui permet de produire d'emblée la réponse la plus adaptée.

Un émetteur produit généralement, simultanément, plusieurs signaux appartenant à des canaux différents (par exemple, un signal sonore et un signal optique).

Chaque signal véhicule un certain nombre d'informations qui sont communes à celles transmises par un autre signal. Cette redondance des signaux, associée à la présence d'éléments contextuels (indices), constitue un immense potentiel informatif. La durée d'un signal peut être prolongée par sa répétition ou par son incorporation dans une séquence complexe dont l'enchaînement peut être modifié ou non par la réponse d'un ou plusieurs congénères. Quant aux signaux chimiques, ils présentent la particularité de pouvoir être perçus longtemps après leur émission : c'est le cas de la défécation des Ongulés, de la miction des carnivores et de certains primates. La portée d'un signal varie avec le canal qui les véhiculent et avec le milieu dans lequel il est émis. Les signaux visuels sont mieux adaptés aux échanges en milieu ouvert ou/et à courte distance, les signaux sonores en milieu fermé et/ou à longue distance. Le nombre et le degré de spécialisation des signaux communicatifs dépendent du degré d'évolution des espèces et de l'environnement physique dans lequel les espèces ont évolué. Par exemple, les singes forestiers mâles adultes possèdent un répertoire de communication sonore moins diversifié, plus spécialisé que celui d'espèces de même degré évolutif vivant en milieu ouvert (savane), et si je



Fig. 1 – Emission, réception et traitement d'un signal. L'illustration supérieure montre des singes mûrs et femelles à divers stades de leur développement (le nouveau-né est dans les bras de sa mère, l'enfant est assis contre ou près de sa mère, le juvénile est seul) et dans différents états de réceptivité. Le singe, en haut à droite est éveillé, celui en bas à droite est endormi. Le singe en haut à gauche est l'émetteur principal. Tout en émettant son signal sonore « Hon », il tend la main et fixe du regard le singe de droite (une femelle). Les signaux sonores du nouveau-né et des jeunes montrent l'évolution du signal « Hon » en fonction de l'âge. La propagation des ondes sonores est schématisée par des cercles concentriques centrés sur chaque émetteur. Toutes ces émissions sonores, plus celle de l'oiseau et celle du singe endormi, constituent un bruit de fond au signal « Hon » de l'émetteur principal. L'illustration inférieure montre la manière dont le récepteur (le singe en haut à droite) traite l'ensemble des informations sonores, spécifiques ou non, qui lui parviennent. Son âge (c'est-à-dire son expérience), son niveau d'éveil, son état interne (son taux d'hormones sexuelles, par exemple) font qu'il élimine les divers éléments du bruit de fond, qu'il sélectionne le signal « Hon » du singe émetteur et qu'il y répond en se tournant vers celui-ci, en redressant la queue et en émettant un « Hon » en retour. Le singe endormi, quant à lui, ne traite qu'une faible partie des informations. Du fait de son faible niveau de réceptivité, sa réponse ne sera qu'une simple réaction d'éveil. (Adapté de W.J. Smith 1977).



Fig. 2 – Interaction posturale et olfactive chez le Mangabey à joues blanches (*Cercocebus albigena*). Les deux femelles adultes sont couchées l'une sur l'autre, tête bêche. Elles s'embrassent et se flairent mutuellement les genitalias. Un mâle juvénile participe à l'interaction.

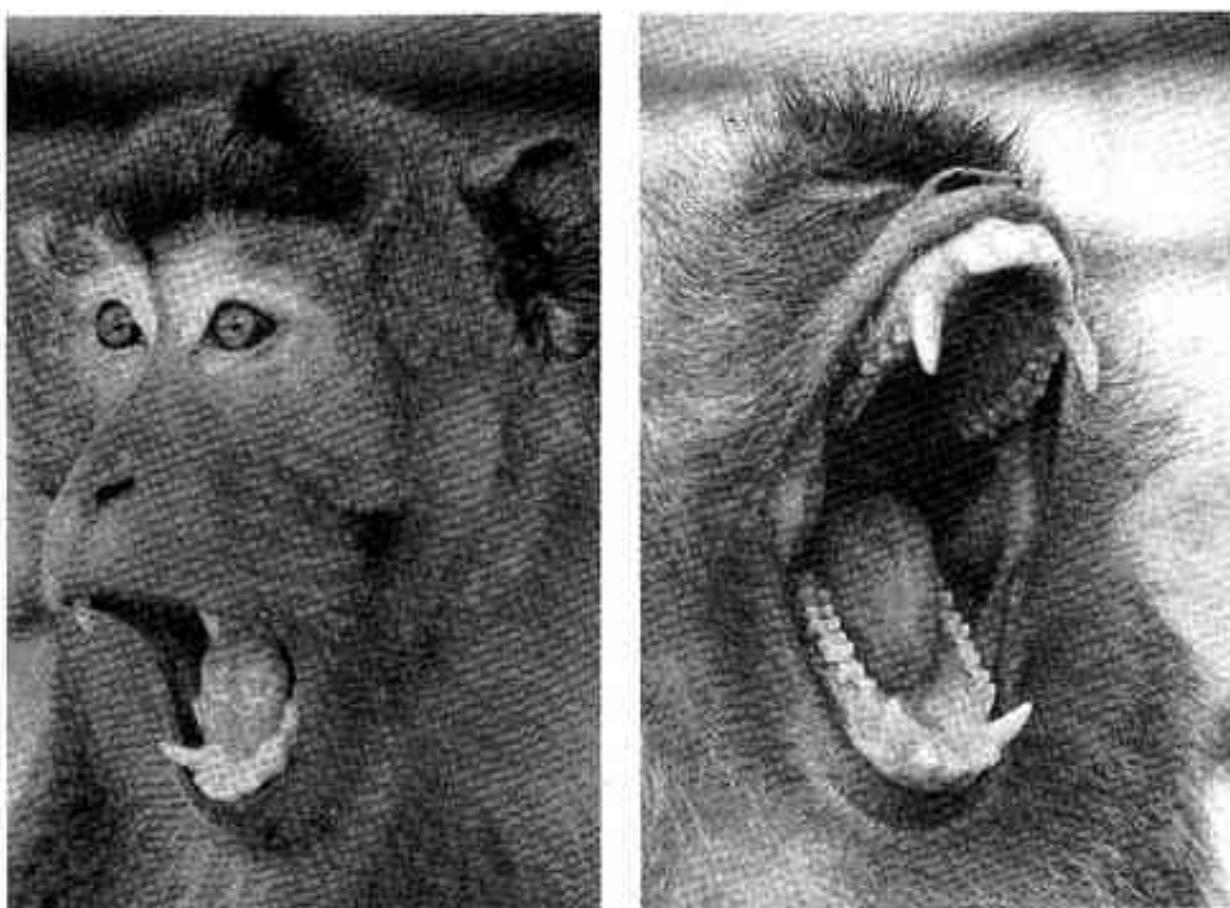


Fig. 3 – Menace et bailement illustrent les deux aspects de la communication, active (« signal primaire ») et passive (« indice » ou « signal secondaire »). Les deux mimiques sont à leur apogée, en ce qui concerne l'ouverture de la bouche. La menace (à gauche) présente une phase « stationnaire » correspondant à une évolution motrice « conditionnelle » ; c'est-à-dire que son intensité et sa durée dépendent de la réponse du partenaire. Celui-ci est « fixé du regard ». Le bailement (à droite) quant à lui, présente une évolution motrice « inconditionnelle ». Il évolue indépendamment du comportement des partenaires. Il ne présente d'orientation privilégiée que lorsqu'il est émis à la suite d'une interaction (ici un mâle adulte, *Macaca fascicularis*).

répertoire sonore des mâles cercopithèques forestiers tend à se spécialiser au cours de leurs développements, celui des mâles chimpanzés (espèce plus évoluée) reste aussi diversifié quel que soit l'âge. La production d'un signal peut être liée à une stimulation externe provenant soit du milieu soit des congénères. Elle peut aussi dépendre plus directement de l'émetteur lui-même, de son état hormonal ou/et de son niveau d'éveil (cas des signaux liés au comportement sexuel). Les vocalisations des mâles cercopithèques en sont une illustration. Elles apparaissent « brutalement » dans le répertoire de ces individus à leur maturité sexuelle. De plus, chez certaines espèces, ces vocalisations ne sont émises que si le mâle a atteint sa maturité sexuelle et qu'il est le mâle « alpha » (dominant) (il peut en effet exister une véritable inhibition psychologique de l'émission des signaux sonores).

Comment étudie-t-on la communication chez les animaux ?

Jusqu'à une époque récente, la plupart des travaux portait sur la description des signaux et sur la constitution de catalogues où l'aspect fonctionnel était seulement envisagé. D'autres études avaient pour objet l'enchaînement des séquences de signaux au cours d'interactions. Ces dernières années, les recherches sur la communication se focalisent sur l'aspect fonctionnel des signaux. On analyse alors plus particulièrement les réponses des individus à un signal donné. Une approche expérimentale consiste à présenter un signal soit « naturel » soit synthétique, entier, ou découpé en ses composantes élémentaires. Elle permet d'évaluer l'ensemble de la valeur sémantique d'un signal, ses caractéristiques individuelles ou dialectales et sa valeur adaptative dans la vie de l'espèce. Cette méthode est utilisée aussi bien en laboratoire que sur le terrain. Au laboratoire, elle permet d'analyser les capacités perceptives des animaux (par exemple, les capacités de localisation des signaux) ou de rechercher les modalités de traitement d'un signal, pour savoir par exemple, si les primates infra-humains traitent les signaux sonores spécifiques de la même manière que l'homme traite les informations du langage parlé (3, 4).

Le problème particulier des Primates

Comme nous l'avons souligné plus haut, chez les Primates, espèces hautement sociales, l'échange d'in-

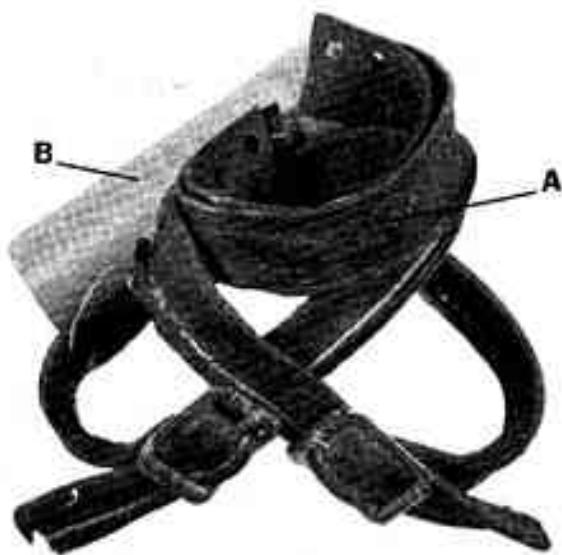


Fig. 4 - Harnais de biotelemétrie : - A. Microphone incorporé au collier et qui sera placé sur le larynx du sujet. - B. Emetteur VHF-FM et batterie. (photo J.P. Gautier).

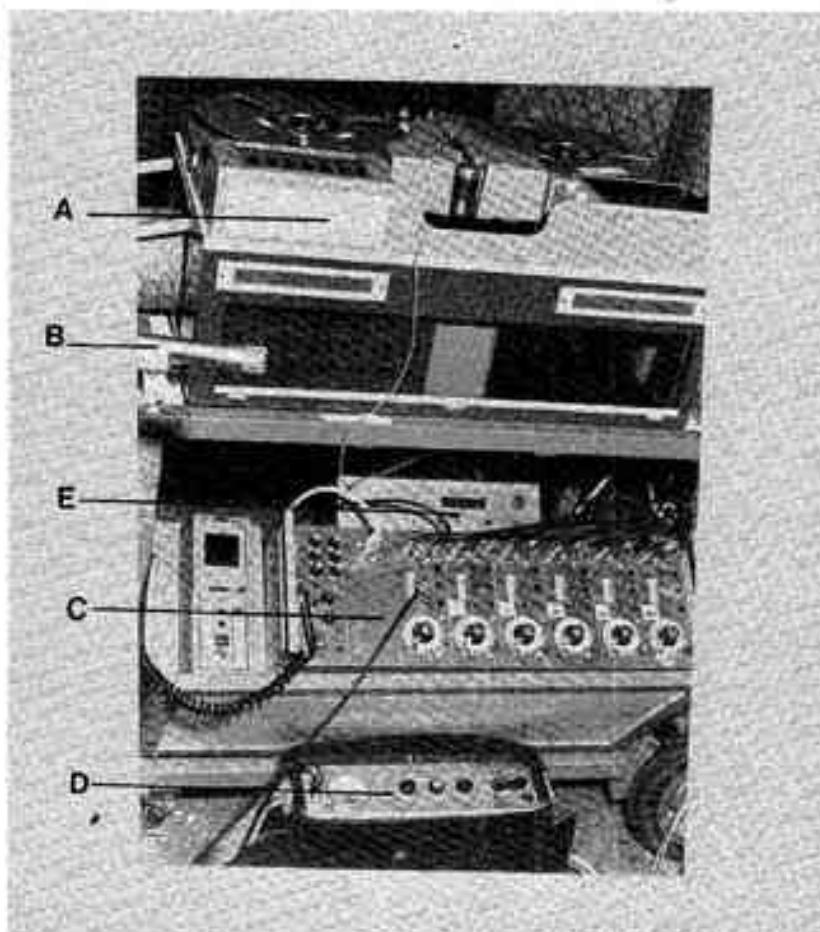


Fig. 5 - Ensemble de réception. - A. Magnétophone multipistes (sept sont utilisées) - B. Microphone de commentaire. - C. Batterie de récepteurs FM, un par individu équipé. - D. Magnétophone pour l'enregistrement de l'ambiance et du mâle adulte non équipé. - E. Compteur à affichage numérique. (photo J.P. Gautier).



Fig. 6 - Groupe de Cercopithèques équipés de micro-émetteurs. De gauche à droite : mâle sub-adulte hybride, mâle adulte *Cercopithecus pogonias* (non équipé), femelle juvénile hybride, et femelle adulte *Cercopithecus ascanius*. (D'après Gautier, 1979).

formations atteint un haut degré de spécialisation et de diversité. Si toutes les modalités sensorielles sont utilisées, ce sont généralement les signaux visuels et sonores qui prédominent (particulièrement chez les Simiens). Toutefois, on peut penser qu'en général, l'importance des informations olfactives est souvent sous-estimée. Celui provient du fait que, mis à part les Prosimiens et certains Platyrrhiniens (singes Sud-américains), il n'y a pas de spécialisation anatomique dans la production des signaux chimiques. On doit donc les considérer comme des indices. Ils possèdent une valeur hautement individuelle et informer sur l'état émotionnel et sexuel de l'individu. Ces informations sont acquises par de simples flâneries ou associées à des postures plus ou moins spécialisées où des signaux tactiles, olfactifs et sonores sont échangés (fig. 2). Cette multimodalité est un des traits de la communication à courte distance au sein d'un groupe social.

Le nombre et la complexité des expressions faciales, considérées comme

les plus différenciées des signaux visuels, croissent avec le degré d'évolution des espèces. Comme pour les vocalisations, ces mimiques faciales sont plus diversifiées chez les espèces de milieu « ouvert » (savane) que chez celles de milieu « fermé » (forêt). Une mimique faciale, le bâillement, présente un « statut » ambigu. De nombreux auteurs en font une menace « intense » dans la mesure où au cours du bâillement, les mâles adultes « montrent » leurs canines, généralement très développées. Ils considèrent que, pour ces espèces essentiellement frugivores ou folivores et exceptionnellement carnivores, « montrer ses canines » doit être une « exhibition » des armes potentielles (fig. 3). A l'inverse, d'autres auteurs ne font pas du bâillement une mimique faciale.

Chez les Macaques à longue queue et chez les Mangabeys à joues blanches, nous avons pu montrer que le bâillement ne possédait qu'une valeur secondaire de signal, c'est-à-dire qu'il n'a pas de valeur communicative en

soi. Celle-ci ne lui est conférée que parce qu'il apparaît après un certain nombre d'autres signaux, comme les comportements locomoteurs bruyants et qu'il est lié au statut de mâle « alpha ». On a pu ainsi distinguer deux types de bâillements selon leur contexte d'apparition : le bâillement d'inactivité lié aux situations de sommeil et de repos (il est commun à toutes les classes d'âge et aux deux sexes, mais est plus fréquent chez les mâles), et le bâillement d'émotivité lié aux interactions sociales (il caractérise les mâles adultes « alpha »). Dans les deux cas, il apparaît comme lié aux mécanismes régulateurs des niveaux de vigilance. Il ne donne lieu, chez les deux espèces étudiées, à aucune contagion comme cela existe chez l'homme.

Une technique nouvelle pour l'étude de la communication sonore : la biostélémétrie

En forêt équatoriale, le canal acoustique est un canal privilégié pour communiquer dans un milieu

optiquement encombré. Les signaux sonores ne servent pas tous à la communication à distance, et de nombreuses vocalisations participent au maintien de la cohésion du groupe social. La richesse des échanges vocaux au sein d'une unité sociale, leur brièveté, le fait qu'ils soient produits le plus souvent sans modification apparente de l'aspect de la face, nous a conduit à envisager un système d'enregistrement individuel des vocalisations par télématrice (5).

Cette technique a été mise au point, non seulement pour analyser de manière exhaustive, l'activité vocale d'un groupe, mais plus encore pour rechercher l'organisation des échanges inter-individuels. Chaque individu d'un groupe est équipé d'un harnais comprenant un collier avec un microphone plaqué sur le larynx, et le harnais proprement dit comprenant un émetteur VHF-FM et les piles de l'alimentation (fig. 4). Cet équipement est bien toléré et peut être porté plus d'un mois. A chaque émetteur FM, donc à chaque individu, est attribué une fréquence particulière et un récepteur calé sur cette fréquence. Les récepteurs sont reliés à un magnétophone multipiste (fig. 5) qui assure l'enregistrement synchronisé sur toutes les pistes. L'analyse se fait après transcription de la bande sonore sur un enregistreur graphique. Au cours de la transcription, les types vocaux et les différents bruits sont identifiés.

Le groupe captif étudié est composé d'une femelle adulte, *Cercopithecus ascanius*, d'un mâle adulte, *Cercopithecus pogonias*, et de leurs quatre enfants, deux mâles et deux femelles (fig. 6). Le mâle adulte présente non seulement la plus faible activité vocale lors des activités de « routine » du groupe, mais de plus sa participation est la moins impliquée dans les interactions vocales. Toutefois, il a des échanges vocaux privilégiés avec la femelle adulte. A l'opposé, les vocalisations de la femelle adulte sont les plus susceptibles d'induire des réponses de la part de ses enfants. Enfin, ceux-ci communiquent plus entre eux qu'avec les autres membres du groupe.

Dans un contexte d'alarme, tous les cris émis apparaissent hautement contagieux. Les vocalisations des adultes et de la femelle sub-adulte provoquent plus de réponses que celles émises par les individus les plus jeunes. Le schéma d'interactions vocales, mis en évidence lors des conditions de vie « ordinaire » du groupe, ne se retrouve pas dans les situations d'alarme, tous les individus se « mettent en état » d'alerte, sans tenir

compte des liens privilégiés. Les vocalisations d'alarme ne semblent donc pas avoir de valeur sociale de communication, ni d'effet organisateur au sein de l'unité sociale. Ils n'interviennent que pour permettre à tous les individus d'être en état de répondre de manière adéquate à un danger extérieur.

Quand le singe grandit, les systèmes de communication s'organisent

Le fait qu'un jeune singe grandisse au sein d'un groupe social organisé, confère une importance fondamentale au développement du comportement social et des systèmes de communication qui le sous-tendent. D'une manière générale, quel que soit le canal de communication envisagé, on trouve des signaux spécifiques des stades précoce du développement. D'autres signaux se modifient pour atteindre leurs caractéristiques à l'âge adulte, d'autres apparaissent précocement sous leur « forme adulte », - seul le contexte fonctionnel diffère, - d'autres enfin, absents chez le jeune, apparaissent « brutalement » à un certain stade de maturité hormonale et/ou sociale.

Le système de communication sonore subit, à lui seul, ces différentes modifications. Précocement, le jeune émet essentiellement vis-à-vis de sa mère des vocalisations « d'inconfort » ou de « blotissement ». Celles-ci induisent chez la mère un rétablissement du contact. Ces vocalisations atteignent une fréquence maximum au moment du « sevrage », époque au cours de laquelle la mère « ignore » les vocalisations du jeune. Généralement, ce type de vocali-

sations, soit disparaît du répertoire sonore adulte, soit se modifie au cours de la maturation en vocalisations de « contact » (pour les vocalisations de blotissement ou de recherche de contact), soit en vocalisations d'alarme ou de fuite (pour les vocalisations d'inconfort).

La plupart des postures manifestées dans la communication posturo-tactile (voire olfactive) chez les Mangabeys à joues blanches, sont issues des comportements de transport et de « ramener » du jeune en position ventro-ventrale, normale ou inversée (« transporteur » et jeune sont alors tête-bêche). Tous ces types de contact subsistent chez les adultes (plus particulièrement chez les femelles). Ils ne possèdent plus alors leur fonction de transport ou de protection. Ils sont de durée brève et leur initiation est soit réciproque soit univoque, selon la qualité de la relation qui lie les deux protagonistes et ils ne dépendent plus de la différence d'âge... et de taille (fig. 2).

Le canal visuel présente, chez cette espèce, peu de signaux différenciés, mais comme chez toutes les autres espèces, un grand nombre d'indices. L'attention sociale, révélée par le comportement visuel adressé aux membres du groupe, est un processus univoque d'acquisition et de stockage d'informations en dehors des interactions proprement dites. L'attention « qu'un jeune porte à ses congénères et à la vie du groupe en général, participe à un apprentissage par observation des comportements communicatifs, alimentaires, etc., et des relations qui lient entre eux les autres membres du groupe (fig. 7). L'attention sociale constitue un

L'ORDRE DES PRIMATES

PROSIMIENS. - Sous-ordre comprenant les espèces les plus primitives, localisées en Afrique et en Asie mais surtout à Madagascar. Ces espèces sont forestières arboricoles, insectivores et/ou frugivores, le plus souvent nocturnes.

SIMIENS. - Se divisent en deux infra-ordres, selon la structure de la cloison nasale et la localisation géographique. Toutes les espèces sont diurnes, frugivores, folivores et plus ou moins insectivores.

• **Platyrrhiniens.** Singes du Nouveau-Monde (Amérique centrale et du sud), à large cloison nasale.

• **Catarrhiniens.** Singes de l'Ancien-Monde (Afrique, Asie), à cloison nasale fine. Cet infra-ordre comprend les espèces de primates les plus évoluées.

- Les **Cynomorphes** comprennent : - Les *Cercopithécinés* (africains et asiatiques) ; les *Cercopithèques*, certains *cercocèbes* (*Mangabeys*) et certains *macaques* sont très arboricoles et inféodés au milieu forestier. D'autres espèces de *cercocèbes*, de *macaques* et les *babouins* présentent une plus grande tendance à la terrestrialité. Les *babouins* ont conquis les milieux ouverts (savane ouverte et même zones arides ou semi-désertiques). - Les *Colobinés*, singes hautement arboricoles et folivores.

- Les **Anthropomorphes**, avec les *Hylobatidés* (Gibbons), espèces asiatiques hautement arboricoles remarquables par leurs « chants », les *Pongidés* et les *Hominidés*. Les *Pongidés* comprennent les chimpanzés et les gorilles (africains) et les orang-outans (asiatiques). Gorilles et chimpanzés, considérés comme les espèces les plus proches de l'Homme (affinités génétiques, capacités cognitives), présentent une forte tendance à la terrestrialité et le chimpanzé est considéré comme omnivore.

préalable à tous les types d'interactions sociales et est un élément central dans leur déroulement.

L'importance d'appréhender les relations entre les individus, quel que soit leur niveau de sociabilité, fait que l'étude de la communication est une des préoccupations centrales de l'éthologie. Comprendre le fonctionnement des systèmes de communication permet d'analyser les relations inter-individuelles, la dynamique des structures sociales (famille, groupe, colonie), ainsi que leurs «réponses» aux contraintes de l'environnement. C'est

vers ce but que s'orientent les recherches sur la communication. Au niveau de l'individu, la technique biotélemétrique ouvre des perspectives nouvelles vers l'acquisition simultanée des vocalisations et de paramètres physiologiques, liés à l'émotion, qui permettrait de mieux cerner, cette fois, le niveau causal de la communication.

BIBLIOGRAPHIE

- (1) J.P. Gautier et A. Gautier, 1977. - Communication in Old World monkeys. How animals communicate. I.A. Scheek, Bloomington, Indiana. Univ. press, 25, pp. 890-963.
- (2) M.R. Petersen, M.D. Brecher, S.R. Zelot, D.B. Moody, W.C., 1978. - Neural lateralization of species specific vocalizations by Japanese macaque (*Macaca fuscata*). *Science*, 202, pp. 324-327.
- (3) C.T. Snowden, 1979. - Responses of non-human animals to speech and to species specific sounds. *Brain, Behavior and Evolution* 16, pp. 409-429.
- (4) J.P. Gautier, 1979. - Biotelemetry of the vocalizations of a group of monkeys. Handbook on biotelemetry and radio tracking, C.J. Ammler Jr et C.W. Macdonald (eds). Permagon press, Oxford, pp. 535-544.
- (5) C.H. Brown, M.R. Petersen et C.T. Snowden. - Primate communication. Cambridge University press (à paraître 1983).
- (6) W.J. Smith, 1979. - The behaviour of communicating. An ethological approach. Harvard university press, 545 p.



Fig. 7 - L'« attention sociale » exprimée par le comportement visuel. Jeune femelle mangabey, *Cercopithecus albigena*, âgée de 3 mois 1/2, assise près de sa mère.



Le soufre, agent double : poison ou promoteur de l'activité catalytique du platine

Une étude de la réaction de mise à l'équilibre d'un mélange hydrogène-deutérium a permis de mettre en évidence un double rôle, promoteur ou inhibiteur, joué par le soufre adsorbé sur une face cristallographique (111) de platine suivant sa concentration en surface.

Jacques OUDAR

La science des surfaces connaît actuellement un développement considérable amplement justifié par son impact dans divers secteurs appliqués. L'un des domaines les plus directement concernés est sans conteste la catalyse hétérogène dont on connaît l'importance dans la fabrication des biens de grande consommation, dans la valorisation des sources nouvelles d'énergie et dans la lutte contre la pollution. De nombreux procédés industriels sont réalisés sur des catalyseurs métalliques constitués de très petits cristallites dispersés sur un support qui maintient leur état de division. La faible dimension de ces cristallites, qui pour certains n'excède pas quelques distances inter-atomiques, rend leur caractérisation très imprécise. C'est là l'origine d'une des difficultés majeures dans l'interprétation des mécanismes de la catalyse hétérogène et en particulier, l'identification de la nature des sites responsables de l'activité catalytique. La possibilité de réaliser des expériences de catalyse modifiée sur monocristaux, dont la surface utile est de l'ordre du cm^2 , a ouvert de nouvelles perspectives. Elle se trouve à l'origine des développements les plus récents dans ce domaine situé au carrefour de la science et de la technologie. Il est en effet possible de contrôler à l'échelle atomique la composition chimique de telles surfaces et, en jouant sur l'orientation, d'en modifier à volonté la structure cristalline. L'apport des techni-

ques nouvelles adaptées à la caractérisation de tels objets a été, à cet égard, déterminant.

Les considérations précédentes sont à l'origine de la réorganisation d'une partie des recherches réalisées dans ce laboratoire. Compte tenu de l'expérience déjà ancienne acquise dans le domaine des réactions gaz-métal et plus particulièrement soufre-métal, ce sont des études axées sur l'empoisonnement par le soufre de divers métaux : platine, palladium, nickel qui ont été entreprises. Cette impureté toujours présente dans les charges d'origine pétrolière et dans le charbon d'origine fossile est en grande partie responsable de la désactivation de la plupart des catalyseurs métalliques, en particulier des catalyseurs d'hydrogénéation suivant des mécanismes encore mal connus. Nous nous proposons de décrire ici les premiers résultats de ces études. Ils concernent la réaction d'échange par équilibrage d'un mélange hydrogène-deutérium ($\text{H}_2\text{-D}_2$) sur le platine monocristallin d'orientation (111) (face de plus grande densité atomique). Cette réaction était réalisée sous moyenne pression (100-400 Torr) entre 100 et 250°C. La surface était caractérisée avant et après réaction au moyen de la spectroscopie Auger et de la diffraction des électrons lents. Le dispositif expérimental est représenté sur la figure 1.

Il était ainsi possible aux différents stades de la contamination de connaître précisément la concentration et la répartition des atomes de soufre adsorbés sur la surface, en se référant à une étude antérieure réalisée au laboratoire. Précisons que dans les conditions expérimentales, le soufre reste fixé de façon irréversible sur la surface. La formation d'HD à partir d'un mélange équi-

molaire $\text{H}_2\text{-D}_2$ était mesurée par spectrométrie de masse. La courbe de la figure 2 résume, à une température de 125°C, les résultats obtenus pour différents taux de recouvrement en soufre θ , de la surface. θ , est défini ici comme le rapport entre le nombre d'atomes de soufre adsorbé et le nombre d'atomes de métal dans la couche la plus superficielle.

Deux domaines bien distincts peuvent être identifiés :

- Pour $\theta < 0,25$, la réaction de mise à l'équilibre, dont la vitesse est caractérisée par la valeur de la constante k_m , est plus rapide que sur la surface nue, l'énergie d'activation est de 4,4 Kcal.mole⁻¹. L'ordre par rapport à la pression totale est de 0,25.

Des considérations sur la valeur du terme préexponentiel ont permis d'écartier les étapes de recombinaison en phase adsorbée et de désorption comme étapes limitatives de la vitesse et de considérer en conséquence, comme probable une cinétique régie par l'adsorption dissociative de l'hydrogène (ou du deutérium).

- Pour $0,33 < \theta < 0,60$, la diminution de la constante de vitesse traduit le phénomène classique d'empoisonnement. L'énergie d'activation est de 9,2 Kcal.mole⁻¹. L'ordre de la réaction supérieur à 1 (1,25) permet d'envisager un mécanisme de formation de HD faisant intervenir une molécule d'hydrogène (ou de deutérium) réagissant avec un atome de deutérium (ou d'hydrogène) adsorbé. A ce stade de concentration en soufre, deux atomes de soufre désactivent en moyenne 3 atomes de platine. Le changement de mécanisme qui intervient entre $\theta = 0,25$ et $\theta = 0,33$ s'explique aisément si l'on se réfère à l'effet bien connu du

□ Jacques Oudar, Professeur à l'Ecole nationale de chimie de Paris est responsable de l'équipe « Structure et propriétés superficielles des métaux » (ERA 313) au Laboratoire de Physico-chimie des surfaces de l'Ecole nationale supérieure de chimie de Paris.

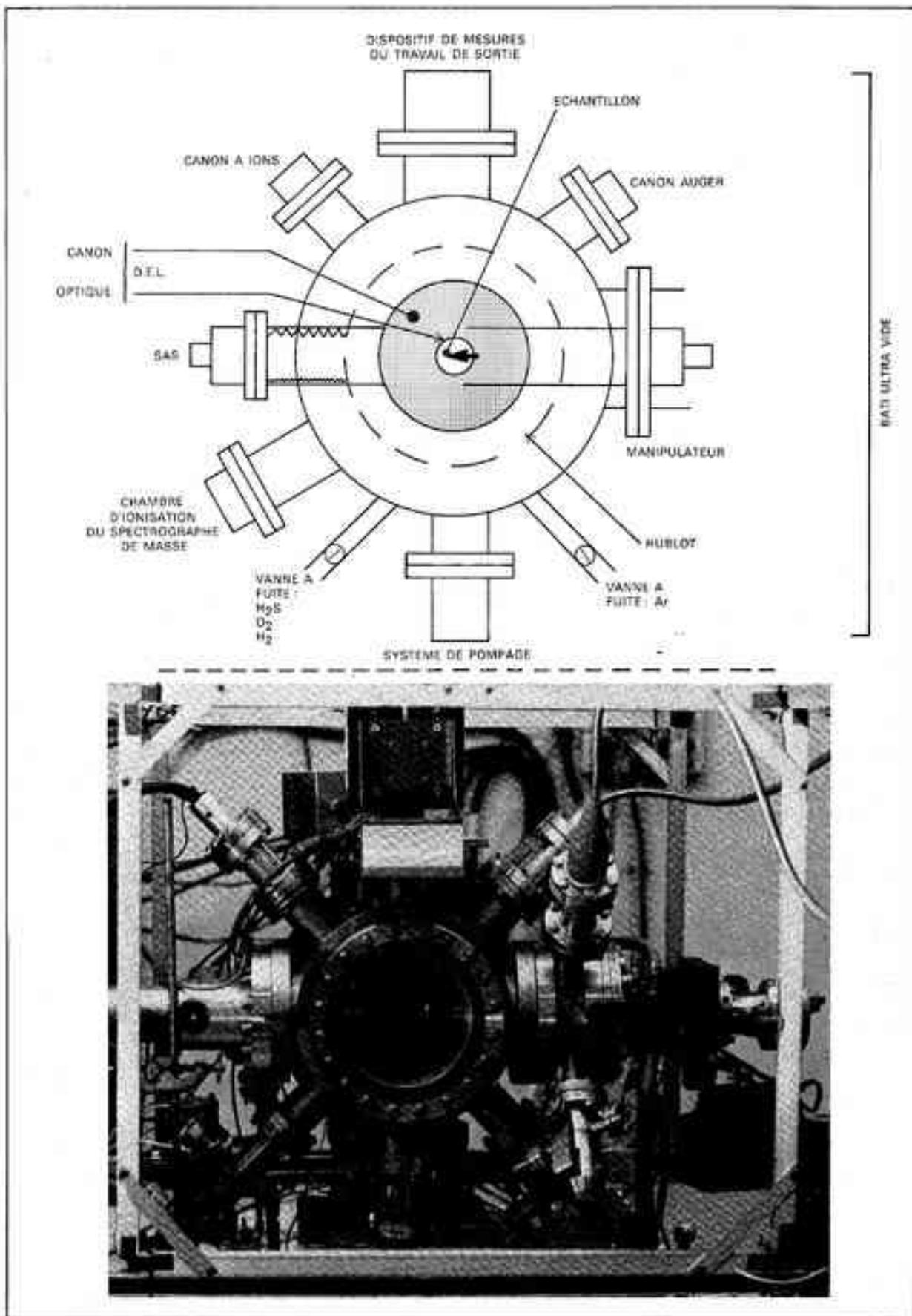


Fig. 1 – Schéma et photo du dispositif expérimental. Le mélange gazeux est préparé dans un bâti en verre situé derrière le bâti ultra-vide puis envoyé sur l'échantillon par l'intermédiaire d'un sas et de deux vannes : il circule de façon continue sur l'échantillon grâce à une pompe à circulation.

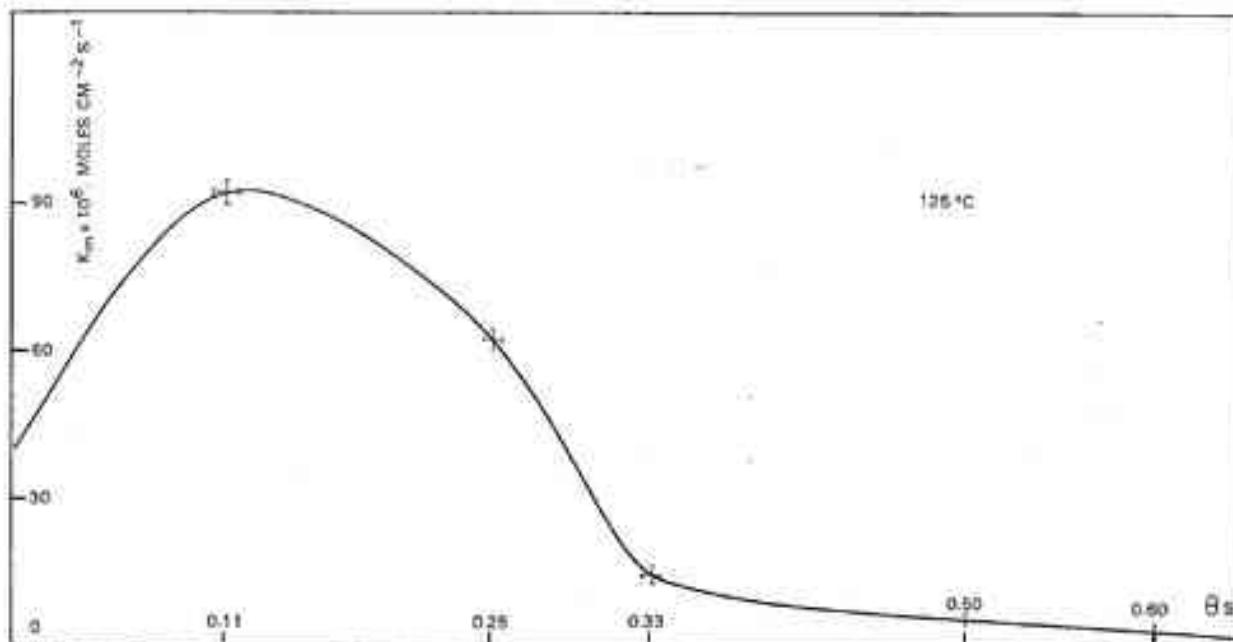


Fig. 2 - Isotherme cinétique de la réaction de mise à l'équilibre d'un mélange hydrogène-deutérium sur la face (111) du platine (1), (2). soufre comme poison de recombinaison de l'hydrogène.

L'exaltation catalytique pour les faibles taux de recouvrement est par contre plus inattendu, car il se produit en dépit du blocage par le soufre d'un certain nombre de sites réactionnels. Cette exaltation qui affecte uniquement le terme préexponentiel de l'équation de vitesse semble directement relié à un changement dans l'état vibrationnel du complexe activé précurseur adsorbé de la dissociation de l'espèce moléculaire. La modification des propriétés électroniques de certains sites d'adsorption situés à proximité immédiate du soufre peut être rendue responsable. La position du maximum de la courbe de la figure 2 déterminé avec précision indique que se trouvent principalement concernés par cet effet les atomes de platine, en position de 1er et 2^e voisin par rapport aux atomes constitutifs d'un site occupé par le soufre. C'est la première fois à notre connaissance, que le soufre n'apparaît plus comme une impureté catastrophique dans une réaction catalytique. Des expériences en cours devraient permettre de voir dans quelle mesure un tel effet favorable peut également se faire sentir dans des réactions d'hydrogénéation faisant intervenir des molécules plus complexes, telles que des hydrocarbures non saturés.

BIBLIOGRAPHIE

- (1) J. Oudar, Y. Berthier et C.M. Pradier, Comptes rendus de l'Académie des sciences, Paris, 292 (1981) 577.
- (2) J. Oudar, C.M. Pradier, E. Margot et Y. Berthier, à paraître dans le supplément spécial Catalyse du journal de chimie physique (France).

MÉTHODES D'ÉTUDES DE L'ADSORPTION

La diffraction des électrons lents. La découverte de cette technique est due aux chercheurs américains Davissan et Germer en 1927. Ces derniers montrèrent que la pénétration des électrons de faible énergie – appelés « électrons lents » – est limitée aux couches les plus superficielles du cristal et qu'ainsi, l'analyse du diagramme de diffraction permet d'obtenir des informations directes sur la structure de la surface.

Le principe de cette technique est le suivant : les électrons monocinétiques émis par une cathode sont focalisés de façon à avoir une incidence normale sur l'échantillon. Grâce à un filtrage en énergie, seuls les électrons diffractés quasi-élastiquement participent à la formation de l'image. Pour le domaine d'énergie dans lequel se situe la gamme d'utilisation de cette technique (10 à 500 électrons-volts) la longueur d'onde associée aux électrons est comprise entre 3,8 et 0,5 Å, c'est-à-dire de l'ordre de grandeur des distances interatomiques dans un cristal.

L'objet diffractant est constitué par l'ensemble des atomes les plus superficiels et le diagramme de taches obtenu présente de ce fait un caractère bidimensionnel marqué.

Toutefois, la contribution des couches plus profondes n'est pas totalement négligeable, et se traduit par une modulation de l'intensité du faisceau lorsqu'on fait varier la longueur d'onde du rayonnement.

L'application des théories classiques permet de reconstituer, à partir du diagramme, le réseau qui lui a donné naissance. Malgré la complexité des interactions entre les électrons lents des faisceaux diffractés, cette technique a déjà fourni des éléments déterminants sur la structure superficielle des solides.

Spectroscopie des électrons Auger. Cette méthode, mise au point récemment, est l'une des seules qui permette l'analyse chimique directe de la concentration superficielle des atomes d'un solide, avec une limite de détection très inférieure à une monocouche d'impureté.

Son principe est fondé sur l'observation des maximums d'intensité dans les spectres d'énergie des électrons secondaires émis par des cibles bombardées par des électrons. Ces maximums, caractéristiques d'une cible donnée, sont dus à des transitions électroniques qui permettent aux atomes excités par le faisceau incident de revenir à leur état fondamental grâce à l'éjection d'électrons – appelés « électrons Auger » du nom du physicien qui est à l'origine de la découverte du phénomène. Chaque élément donne lieu à un petit nombre de transition Auger et peut donc être identifié. Étant donné leur faible énergie (inférieure à 500 eV) les électrons Auger ne peuvent sortir du cristal que s'ils sont issus d'atomes peu éloignés de la surface, d'où l'intérêt de la méthode pour les couches les plus superficielles.

On peut rendre cette technique quantitative en comparant les variations respectives d'intensité des pics Auger caractéristiques du substrat et de l'impureté superficielle. Ceci nécessite un étalonnage préalable à l'aide de désorption sous vide ou d'un dosage radiochimique. L'intérêt majeur de la spectroscopie Auger par rapport aux techniques fondées uniquement sur la mesure d'une propriété physique sensible à la contamination d'une surface, est de permettre l'identification et éventuellement le dosage du contaminant. On peut l'utiliser avec des substrats monocristallins, polycristallins ou amorphes et résoudre ainsi de nombreux problèmes posés par la préparation et la réactivité des surfaces solides.

A la découverte du public : les expositions du CNRS

Lors des expositions qu'il organise, le CNRS présente ses recherches et ses objectifs. Aux expositions « Image de la recherche », il permet aux chercheurs d'entrer directement en communication avec le grand public.

Geneviève PERONNIN

La recherche scientifique, activité nationale essentielle, est mal connue d'une grande partie du public français, alors que le rythme du progrès exige sans cesse de nouvelles connaissances. L'ensemble des français bénéficiant des efforts de la recherche, doit aussi être informé pour pouvoir encourager les recherches entreprises.

Le but des expositions du Centre national de la recherche scientifique est de capter l'attention de tous, spécialistes ou non spécialistes, sur toutes les disciplines scientifiques et de tenter, d'une façon concrète et animée, de montrer les domaines d'applications pratiques sur lesquels les études théoriques peuvent amener tôt ou tard. Depuis la création de la direction des relations extérieures, en 1970, le CNRS a participé ou a organisé lui-même 130 expositions qui ont montré son souci d'ouvrir la recherche à tous les types de publics et sur toutes les disciplines. C'est, en une seule année, d'octobre 1980 à novembre 1981, 500 000 personnes qui ont pris connaissance du CNRS à travers ses expositions.

Les expositions du CNRS sont différentes dans leur conception selon le public auquel elles s'adressent. Traditionnellement, le CNRS participe aux salons spécialisés ; s'adressant alors à des chercheurs ou des industriels, l'objectif est la valorisation des réalisations des laboratoires du CNRS, soit pour mettre en lumière l'intérêt qu'elles représentent dans le développement de la recherche, soit pour obtenir leur intégration dans un processus d'application.

Geneviève Peronin est chef du bureau des expositions à la direction des relations extérieures du CNRS.

tion industrielle ; le même objectif est recherché dans le cadre d'expositions à l'étranger, qui visent le plus souvent à appuyer les efforts d'exportation de l'industrie et du secteur productif français en mettant l'accent sur l'importance du potentiel scientifique et technologique de la France.

Lorsqu'il s'agit d'expositions s'adressant au grand public, l'essentiel est, par un effort de vulgarisation, de faire comprendre à la fois la grande aventure que représente la science et les relations étroites qui existent entre le progrès de la science, le développement technologique et industriel et l'amélioration du niveau et de la qualité de la vie.

Comment répondre aux besoins des divers publics ?

Dès la création de la direction des relations extérieures, en septembre 1970, René Audé avait ressenti la différence entre les besoins d'information du grand public et les besoins d'information des publics spécialisés ; les scientifiques paraissaient bien informés par les expositions spécialisées, il convenait donc de mettre en place une véritable politique d'information du grand public, grâce à deux formules d'expositions nouvelles : des expositions « Image de la recherche » et des expositions thématiques. Les premières, à base géographique, s'appuyaient sur le découpage par circonscription du CNRS, tentent de présenter au public d'une région toutes les recherches du CNRS dans cette région ; c'est le hasard de la géographie qui détermine les thèmes de l'exposition. Les secondes expositions, dites thématiques, ten-

tent de présenter toutes les recherches du CNRS dans une discipline ; c'est le cas de l'exposition « 3 millions d'années d'aventure humaine, le CNRS et la préhistoire ».

Les expositions

« Image de la recherche »

Dès 1973, neuf expositions de ce type ont été organisées successivement à Grenoble, Lyon, Strasbourg, Toulouse, Marseille, Montpellier, Bordeaux, Nancy, et cette année Lyon à nouveau. Elles ont connu un succès croissant et ont accueilli plus de 290 000 visiteurs qui, chacun, ont passé en moyenne une heure à s'informer sur le CNRS et ses recherches, certains d'entre eux y restant plus de quatre ou cinq heures, d'autres revenant tous les jours, d'autres encore assistant à toutes les conférences.

Mais, qu'est-ce qu'une « Image de la recherche » ?

C'est essentiellement la présentation du CNRS d'une région au public de cette région. L'organisation d'une telle exposition requiert la participation de nombreux laboratoires propres du CNRS ou associés à lui, de toutes les équipes ou groupes de recherche qui le souhaitent et qui sont volontaires pour animer leurs présentations pendant les deux semaines et les trois « week-ends » que durent l'exposition.

Cette participation ne se limite pas aux jours de l'exposition, elle commence bien avant, huit à dix mois auparavant. Il faut trouver ensemble un lieu, une date convenable, il faut se réunir trois ou quatre fois pour déterminer les thèmes et les sous-thèmes auxquels chacun participera et décider de



**IMAGE DE LA RECHERCHE,
LYON - 13 - 29 NOVEMBRE 1981**

Sur 1 000 m² une exposition en plein ciel, au 30ème étage de la tour Crédit Lyonnais à la Part Dieu. Plus de 51 000 visiteurs pour seize après-midi d'expositions.

- 29 conférences.
 - 9 journées « portes ouvertes ».
 - 8 films scientifiques projetés entre les conférences.
 - 4 audio-visuels.
 - Des présentations en films vidéo.
- Plus de 200 chercheurs se sont relayés sur les 66 stands, répartis selon neuf thèmes

présentés par des biologistes, des physiciens, des chimistes, des archéologues, des linguistes, des historiens, des économistes et des sociologues.

Une demi-journée consacrée aux industriels a permis, autour d'une table-ronde animée, de souligner les besoins réciproques de la recherche et de l'industrie.



Exposition Inova 1981.



IMAGE DE LA RECHERCHE,
NANCY - 14-30 NOVEMBRE 1980

750 m² d'exposition sous un chapiteau place Carnot, au cœur de la ville. Plus de 23 000 visiteurs pour seize après-midi d'exposition, de visites et de conférences. Une animation permanente autour des six thé-

mes de l'exposition, répartis en 52 présentations différentes dans les domaines de l'archéologie, la linguistique, l'information, la robotique, la géologie, le génie biologique et médical, le génie chimique, l'étude des matériaux, l'amélioration du rendement des plantes et la défense du patrimoine.

• Plus de 100 chercheurs se sont relayés sur les stands.

• 24 conférences ont attiré plus de 6 000 auditeurs.

• 23 notices techniques différentes ont été distribuées, illustrant les expériences présentées.

• Chaque visiteur recevait un catalogue-guide.

• Une notion qui est bien passée, la pluridisciplinarité du CNRS.

la répartition de l'espace, toujours trop exigu pour la richesse des propositions qui sont faites. Les laboratoires en effet ne sont pas présentés en tant que tels, mais ils s'associent à un ou plusieurs thèmes, de façon à faciliter le cheminement du visiteur dans l'exposition et lui permettre de comprendre les disciplines ou les recherches très proches qui sont présentées et qu'il faut simplifier sans les dénaturer.

Puis l'exposition rentre dans sa phase de réalisation et parallèlement a lieu la mise en place de l'information. La réalisation de l'exposition, c'est essentiellement traduire les informations données par les laboratoires dans un langage accessible à tous les visiteurs. Un travail énorme de traitement de documents doit s'accomplir. Bien sûr, en liaison constante avec les laboratoires, le chercheur peut disposer de toutes les ressources de l'illustration : textes, schémas, photographies, dessins humoristiques, pour rendre plus attrayant et plus accessible son panneau d'information. Il faut concevoir, avec les chercheurs la meilleure façon de présenter la recherche au grand public d'une manière concrète et vivante. Il faut surtout diversifier les présentations pour éviter la monotonie. Recherches archéologiques, relevés minutieux des chercheurs, autant d'éléments arduis qui prennent corps lorsque ceux-ci donnent prétexte à la reconstitution en maquette d'un temple grec ou romain, permettant aux visiteurs d'imaginer la beauté de l'environnement de leurs ancêtres dans des périodes anciennes.

L'animation d'une exposition, c'est aussi les appareils en fonctionnement, les expériences montées par les chercheurs auxquelles le visiteur peut prendre part : penché, par exemple, sur un microscope, il peut observer le battement d'une cellule de myocarde, prétexte pour le chercheur à expliquer l'activité électrique du cœur. Donner vie à une recherche, c'est aussi utiliser les moyens audio-visuels, les carrousels de diapositives sonores ou muets.

C'est alors également que s'établit le programme des conférences qui auront lieu parallèlement à l'exposition ainsi que le programme de visites des laboratoires qui voudront bien au cours de l'exposition ouvrir leurs portes au grand public, visites de chantier de fouilles, de terrains d'essais. Les titres des conférences font souvent l'objet de discussions avec le futur orateur car de leur attrait dépend le succès de la conférence. Ce programme est le premier véhicule de la publicité de l'exposition ; tiré à 80 ou 100 000 exemplaires, pour

les expositions « Image de la recherche », il est diffusé dans toute l'académie aux établissements scolaires du deuxième cycle secondaire, aux universités, aux syndicats d'initiative, aux associations culturelles. L'affiche qui se révèle être de loin le meilleur vecteur de l'exposition fera également l'objet d'une diffusion très diversifiée et intensive.

Enfin, le montage de l'exposition prend place, c'est la fièvre pendant cinq ou six jours et pendant autant de nuits ; il faut organiser un espace de 800 à 1 000 m² en 50 ou 60 petits stands, y transporter des appareils de tous ordres, certains de grande valeur, d'autres de grand poids, les assurer, les brancher, les faire fonctionner, puis à l'heure dite que tout soit prêt, car le public n'attend pas et dès les premières heures de l'exposition, comme à Lyon cette année, il est là nombreux autour des chercheurs. Il faut inscrire les groupes aux visites guidées et aux conférences.

Une inauguration officielle de l'exposition a lieu généralement la veille de l'ouverture de l'exposition, prétexte à la présentation par la direction du CNRS de l'exposition aux notabilités de la région : le préfet et le maire, les élus locaux, bref tous les membres de la communauté socio-économique et culturelle ; les journalistes ont, eux, la primeur de la manifestation quelques heures avant les notables.

Aider le visiteur dans son cheminement à travers l'exposition, c'est le rôle du catalogue-guide ou du plan qui lui sera remis gratuitement à l'accueil ; l'aider à s'informer plus avant, c'est le rôle des notices techniques qu'il trouvera à l'appui de certaines présentations et qu'il pourra emporter. S'adapter au public, c'est la grande réussite des chercheurs lors des expositions « Image de la recherche », qui, dans leur principe, sont animées par les chercheurs et les techniciens eux-mêmes ; au cours des deux semaines d'exposition, ils ouvrent un dialogue permanent avec le public très diversifié, attiré vers l'exposition par la campagne d'information importante entreprise au niveau de la région considérée. L'originalité et la force d'*« Image de la recherche »* réside en effet dans cette animation constante des chercheurs. Dialogue fructueux dans les deux sens, le chercheur s'étonne d'intéresser par sa spécialité, le visiteur est heureux de voir un homme comme lui derrière les éprouvettes, les formules chimiques ou les appareillages compliqués. Ce type d'exposition donne à la science un ca-

racître humain, elle transmet une chaleur d'animation qu'il est peu fréquent de ressentir ; c'est pour le chercheur un bain de foule, d'une foule bienveillante et attentive ; c'est pour les chercheurs entre eux souvent une découverte mutuelle et un progrès possible de leurs recherches. Un lien se crée pendant quelques jours qu'il est difficile de rompre pour les organisateurs que pour les chercheurs. C'est une « fête de la science » comme le titrait un journaliste à Marseille, en 1975. Cette fête de la science apparaît très bien dans un court métrage réalisé à *« Image de la recherche »* de Nancy par Antenne 2 et le SERDDAV, dont les acteurs sont les chercheurs nancéiens et le public. Chaque fois, la presse se fait largement l'écho du succès de ces manifestations, la radio, la télévision régionales informe et commentent les diverses activités mises en œuvre lors de l'exposition. Mais il y a plus, le CNRS s'est fait connaître, une brochure régionale des laboratoires du CNRS a été éditée par le bureau de la documentation et de la diffusion à cette occasion ; elle constituera une mine de renseignements pour les journalistes, les industriels qui voudront plus tard donner une suite aux contacts pris lors de l'exposition.

Pour suivre l'impact des expositions, un questionnaire élaboré par le bureau des expositions est remis aux visiteurs qui, nombreux, le remplissent et nous l'adressent. Les informations recueillies prennent leur valeur quand on cherche à les comparer d'une année sur l'autre, ou d'une exposition à l'autre. Une exposition, c'est non seulement un moyen de faire connaître les recherches du CNRS, mais encore tous les aspects de l'organisme et des services qu'il peut fournir. Dans les expositions du CNRS, une place est toujours réservée à la banque des connaissances et des techniques (BCT), aux deux centres de documentation du CNRS, au service d'étude, de réalisation et de diffusion des documents audiovisuels (SERDDAV) et au service des publications. Ce dernier service dispose chaque fois d'une véritable librairie où sont exposés non seulement les ouvrages des disciplines présentées, mais encore la variété de toutes ses productions. Tel physicien venu pour se renseigner sur les recherches en holographie sera heureux d'avoir l'occasion de s'abonner à la *« Revue de l'art »*, ou de se procurer un ouvrage sur les quartiers de Paris.

Toute cette animation renforce le succès de l'exposition : le oui-dire fonctionne très vite et le public vient de plus en plus nombreux au fil des jours, cer-

tains dimanches, à Lyon, près de 4 000 personnes ont été dénombrées en quatre heures et demie d'exposition. Grâce aux expositions « Image de la recherche », le CNRS et ses recherches ont pu être mieux connus des divers publics qui les ont visités et qui se comptent, après le succès inégalé de 51 000 visiteurs à Lyon, à 290 000 personnes.

Les expositions thématiques

Un autre type d'exposition mis en place par la direction des relations extérieures et qui vise le même public qu'*« Image de la recherche »*, est l'exposition thématique : deux expériences ont déjà été tentées, la première au Musée des arts et traditions populaires à Paris, avec l'exposition « Au service de l'homme », en 1974, qui cherchait à illustrer les recherches en sciences sociales et en sciences humaines au CNRS et l'exposition « 3 millions d'années d'aventure humaine, le CNRS et la préhistoire » présentée sous une forme différente, successivement à Nice, en 1976, à Rennes en 1978, à Paris en 1979, à Amiens en 1980 et à Liège en 1981.

Dans ces expositions, le CNRS cherche à illustrer les recherches qu'il mène dans un domaine particulier. Il doit alors faire œuvre pédagogique car il faut au départ donner des repères chronologiques ou géographiques, situer les recherches par rapport à celles d'autres organismes, puis montrer ces recherches de façon aussi concrète que possible. La démarche de l'organisateur est la même que lors de la conception d'*« Image de la recherche »*. Il faut réunir autour du directeur scientifique, les directeurs des équipes travaillant dans le domaine choisi et définir avec eux ce qu'il est possible de montrer, de rassembler, en faire un choix judicieux pour que la discipline présentée soit compréhensible au grand public et qu'elle soit la plus complète possible. Ce type d'exposition d'une durée plus longue n'est pas animée par les chercheurs, mais quand cela est possible, elle est accompagnée elle aussi d'un cycle de conférences, ou de projection de films commentés par les chercheurs.

La campagne d'information entreprise pour la préhistoire à Paris a elle aussi touché par affiches et tracts d'information tous les établissements scolaires des deux académies de Paris et de Versailles, les établissements privés, les treize universités de la région parisienne et la Faculté catholique, toutes les galeries, musées et bibliothèques, tous les syndicats d'initiative, les offi-

ces de tourisme de l'Île-de-France, tous les hôtels de Paris, tous les clubs de jeunes et les maisons de la culture. La campagne d'affichage proprement dite a été faite chez les commerçants des vingt arrondissements de Paris, dans les 350 gares de la banlieue parisienne et dans certaines gares de Paris, dans les couloirs du métro pendant quinze jours, sur trente lignes d'autobus parisiens pendant trois semaines, enfin, sur les murs de la ville de Paris et ceux de Neuilly. Le résultat de cette campagne a été immédiat. Devant le grand nombre de visites, il a fallu prolonger l'exposition de trois mois. L'affluence du public était telle que, certains jours, la salle d'exposition se révélait trop petite malgré les 800 m² que le Muséum avait mis à la disposition du CNRS. Le résultat : 200 000 visiteurs.

Lorsque le CNRS cherche à se faire connaître et en prend les moyens, lorsqu'il est maître d'œuvre, par exemple, lorsqu'il se présente autour d'un thème ou dans une région, ce sont alors des expositions entièrement à son initiative, construites et organisées dans un lieu et à une date choisie dont les résultats sont aisément mesurables. Ces expositions ont compté 570 000 visiteurs depuis 1973, et elles ont touché plus de treize régions françaises.

Avec un budget des expositions qui représente 0,5 pour 1 000 du budget général du CNRS, pratiquement un français sur cent a pu, grâce aux expositions juger de l'utilisation des sommes que la communauté nationale consent pour la recherche scientifique. L'augmentation régulière du nombre des visiteurs est due sans nul doute à l'amélioration des méthodes d'information qui trouvent un impact plus sûr auprès d'un public de plus en plus sensible et réceptif aux problèmes de la recherche et de ses applications.

Les expositions spécialisées

Le bureau des expositions n'a pas pour seule activité des manifestations purement CNRS qu'il organise depuis 1972. Il participe traditionnellement aux grands salons spécialisés, en chimie, en physique, en océanographie, en innovation. En 1980, Océanoexpo à Bordeaux, Interchimie à Paris ; en 1981, à Paris la 5ème semaine de l'innovation - INOVA 81 - et la 69ème exposition de physique, du 7 au 11 décembre à la Porte de Versailles. Le public qui fréquente ces salons est un public de spécialistes ou d'industriels, intéressés par les recherches et les derniers prototyp-

pes mis au point par les laboratoires du CNRS ; la banque des connaissances et des techniques, le centre de documentation scientifique et technique, et les Éditions du CNRS ont alors une place privilégiée sur le stand du CNRS, soulignant par leur présence les services qu'ils rendent à la communauté scientifique. Il est difficile d'être absent de tels salons, le CNRS y a naturellement sa place, la présence de la recherche fondamentale y est indispensable.

Il existe en outre des expositions spécialisées auxquelles participe le CNRS, ce sont les expositions destinées aux scientifiques d'une discipline et qui accompagnent les grands congrès internationaux. En juillet 1980, « Géoexpo » rassemblait 5 000 géologues à Paris ; en août 1981, les spécialistes de l'énergie solaire se retrouvaient à Brighton (Grande-Bretagne). C'est alors pour le CNRS, l'occasion d'illustrer par maquettes, panneaux ou documents, créés spécialement, les recherches de pointe qui sont menées par ses équipes ou annoncer les projets en cours.

Il existe encore d'autres types de participation du CNRS à des expositions :

- la participation régulière tous les ans au Salon des arts ménagers, merveilleux terrain d'essai de l'impact de nos recherches sur un public conduit là par d'autres préoccupations et qu'il convient d'arrêter pour lui montrer que la recherche d'aujourd'hui détermine la vie quotidienne de nos prochaines années ;
- la participation épisodique à la Foire de Tours en 1972 et en 1979, à la Foire de Rennes en 1975, à la Foire de Paris en 1976, à la Foire de Dakar en 1976 et 1978, aux semaines de la jeunesse en 1978, 1980 et 1981, au Festival de Lille en 1980, lorsqu'une partie de ces manifestations est consacrée à la recherche ;

- la participation avec d'autre organismes de recherche sur un thème choisi, par exemple, « La France des quatre coins du monde » à Paris en 1976, où le CNRS a pu montrer avec l'Office de la recherche scientifique et technique d'Outre-Mer, le Muséum, le Bureau des recherches géologiques et minières, les recherches menées par ces organismes dans les territoires d'Outre-Mer. En 1982, la prochaine exposition de géologie au Grand Palais « la Terre, notre planète » en collaboration avec des organismes publics et privés et le Palais de la Découverte ;

- la participation à la Foire de Hanovre où pour la troisième fois, en 1980, à l'instigation de l'Ambassade de France à Bonn, le CNRS avait un

stand dans le hall « Recherche et technologie » ; il présentait aux industriels et aux universitaires allemands ou étrangers, différentes recherches de pointe en spectrométrie, en pharmacologie, en systèmes de transmission de données et ses services de documentation.

A l'étranger, le CNRS est aussi traditionnellement présent lorsque le Comité français des manifestations économiques à l'étranger, organise une

grande exposition scientifique et technique. Il y va du prestige de la France que la recherche fondamentale participe aux côtés de l'ANVAR à ces manifestations. Depuis 1970, cela s'est produit treize fois : au Proche-Orient, en Extrême-Orient, en Amérique du Nord, en Amérique du Sud, en Afrique. C'est très souvent dans les expositions, à l'étranger, que naissent ou s'élaborent de futurs projets d'accord ou de coopération. En 1981 et 1982, le CNRS aura

poursuivi sa politique d'information des divers publics, en créant une exposition destinée aux industriels (Journée CNRS/ANRT) Paris, 24 septembre 1981, et en s'associant pour la première fois avec la bibliothèque publique d'information du Centre Georges Pompidou à Beaubourg, sur la volcanologie - 20 octobre 1981, fin janvier 1982 - cette exposition est destinée à devenir itinérante en France. Enfin, pour la première fois, le CNRS aura transporté l'exposition de préhistoire à l'étranger, à Liège, où les recherches préhistoriques de l'université pouvaient illustrer notre exposition. En 1982, du 13 au 19 janvier, le CNRS est présent auprès de nombreux organismes de recherche à l'exposition de la Maison de la Radio : « La recherche, quel choix pour l'avenir ? », qui se tiendra parallèlement au Colloque national sur la recherche.

Enfin, tentant d'associer une exposition thématique à une présentation régionale, de janvier à avril 1982, le CNRS présentera l'exposition de préhistoire à Poitiers, illustrée des recherches préhistoriques de la région Poitou-Charentes, et accompagnée pour la première fois d'un volet réservé aux recherches du CNRS dans les autres disciplines à l'université de Poitiers. Conférences et visites de laboratoires compléteront cette manifestation qui durera deux mois et demi.

Les résultats obtenus jusqu'à ce jour montrent bien que les expositions sont un lieu privilégié d'échanges et d'ouvertures vers tous les types de publics. A un moment où la recherche est en question, c'est dans les expositions que le grand public vient de lui-même, chercher les réponses. Lorsque le chercheur est présent comme dans « Image de la recherche », le dialogue est alors immédiat. En outre, les expositions permettent l'utilisation de tous les moyens d'information à la disposition du scientifique et la valorisation de tous les aspects de la recherche.

Malheureusement, les limites du calendrier et du budget imposent des choix difficiles : faut-il privilégier les expositions à l'initiative du CNRS, qui connaissent auprès du grand public un succès incontestable ? Comment être absent des salons spécialisés où la place de la recherche fondamentale est prépondérante ? Faut-il abandonner les manifestations où est impliqué le prestige de la science et de la technologie française ? Et bientôt nos efforts ne devront-ils pas se tourner également vers le Musée des sciences et des industries de la Villette, à Paris ?



50^e salon des arts ménagers.

- Paris (Grand Palais) : du 8 octobre 1980 au 12 janvier 1981, *La vie mystérieuse des chefs-d'œuvre : la science au service de l'Art*.
- Nancy : du 14 au 30 novembre 1980, *Image de la recherche*.
- Paris : du 8 au 13 décembre 1980, *Interchimie 80*.
- Lille : du 15 novembre 1980 au 12 janvier 1981, *Festival de Lille*.
- Le Mans : du 2 au 28 février 1981, *Le mois scientifique de la maison des jeunes et de la culture*.
- Paris : du 7 au 16 mars 1981, 50^e salon des arts ménagers.
- Paris : du 21 au 29 mars 1981, 3^e semaine de la Jeunesse.
- Paris : du 6 au 11 avril, 5^e semaine mondiale de l'innovation INOVA 81.
- Liège (Belgique) : du 24 mai au 15 juin 1981, *3 millions d'années d'aventure humaine. Le CNRS et la préhistoire*.
- Paris : du 11 juin au 18 octobre 1981, *Les ex-voto marins dans le monde, de l'antiquité à nos jours*.
- Brighton (Grande-Bretagne) : du 23 au 29 août 1981, 3^e congrès mondial de l'énergie solaire.
- Paris : 24 septembre 1981, *Le CNRS et les entreprises*.
- Paris : Centre Georges Pompidou, du 20 octobre au 25 janvier 1982, *Volcans*.
- Toulouse : du 20 au 25 octobre 1981, 1^e Salon international des techniques et énergies du futur - SITEF.
- Paris : du 30 octobre au 11 novembre 1981, *Réalités du solaire*.
- Lyon : du 13 au 29 novembre 1981, *Image de la recherche*.
- Paris : du 7 au 11 décembre 1981, 69^e exposition de physique.
- Grenoble : Maison de la culture, du 10 décembre au 28 février 1982, *Des Burgondes à Bayard : 1 000 ans de Moyen Âge*.

Les éditions du CNRS

Ces ouvrages sont disponibles en librairie ou au CNRS - 15, quai Anatole France, Paris 75700 et peuvent être consultés à la librairie des Éditions du CNRS tous les jours, sauf les samedis et dimanches, de 9 h à 12 h et de 13 h 30 à 17 h 30 (fermée au mois d'août).

Mathématiques - physique de base

Oscillations et stabilité selon Foucault. - Critique historique et expérimentale. - Responsable : Paul Acloque. - Collection des travaux de l'Académie internationale d'histoire des sciences, n° 28. - Première preuve positive de l'expérience de Foucault ; autres propositions pour prouver la rotation terrestre ; interprétations analytiques et synthétiques ; permanence aximale des vibrations d'une verge en rotation ; expériences nouvelles sur la polarisation des vibrations par rotation du support.

Sciences physiques pour l'ingénieur

Outils et modèles mathématiques. - Pour l'automatique, l'analyse de systèmes et le

traitement du signal (vol. I). - Responsable : LD. Landau. - Travaux de recherche coopérative sur programme. - Depuis longtemps, les ingénieurs négligent les nouvelles techniques mathématiques et les mathématiques oublient la problématique interne des disciplines. La RCP tente d'établir, d'institutionnaliser la collaboration entre ingénieurs et mathématiciens ; présentation sous forme accessible des divers outils mathématiques et de leur utilisation dans certains problèmes pratiques.

Sciences de la terre, de l'océan, de l'atmosphère et de l'espace

Foraminifères des récifs et lagons coralliens de Moorea (île de la Société). - Responsables : Y. Le Calvez, B. Salvar. - Cahiers de

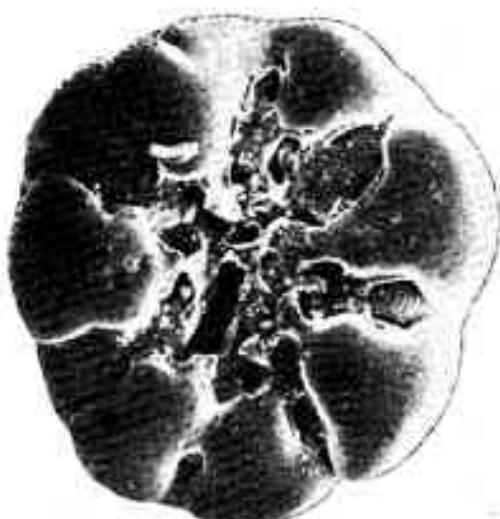
micropaléontologie, 4/1980. - Inventaire de la thanatocoenose (matériel sédimentaire sec) de foraminifères et sa répartition dans les sédiments de l'appareil récif-lagon de l'île haute volcanique de Moorea, à partir d'échantillons récoltés le long de deux radiales allant du rivage à la pente externe, au-delà du récif-barrière.

Migrations organo-minérales dans les sols tempérés. - Nancy, 24-28 septembre 1979. - Colloques internationaux du CNRS, n° 303. - Progrès récents dans la connaissance des mécanismes physico-chimiques et biologiques qui participent aux transports de matière, à travers le sol et les écosystèmes terrestres. (64 communications, dont 12 en anglais).

Géochimie organique des sédiments marins profonds, Orgon IV. - Golfe d'Aden, mer d'Oman (3-26 novembre 1978). - CEPM-CNEXO / Comité d'études géochimiques marines. - Résultats des analyses et des travaux de laboratoire des différentes équipes scientifiques (une vingtaine de chercheurs) : prélevements, mesures, études sur dix stations. Contributions : biologie et biochimie (8), études générales (8), géochimie organique (7).

Paleographie et biogéographie de l'Himalaya et du sous-continent indien. - Responsable : Paul Cassagnau. - Cahiers népalais. - Etude pluridisciplinaire dans une optique mobilisée sur le continent indien et la zone himalayenne : histoire paléogéographique de ces régions, orientée vers la structure de la lithosphère et vers la diversité des peuplements animaux et végétaux. (9 communications en français, 1 en anglais, de la table ronde tenue à l'université Paul Sébastien de Toulouse, 27-28 avril 1979).

Le soleil en tant qu'étoile (the sun as a star). - Responsable : Stuart Jordan. - Monograph series on nonthermal phenomena in stellar atmospheres. - L'astrophysique solaire et stellaire est une science en pleine évolution. Ici, les données d'observations et les mécanismes physiques possibles sont vus d'un œil critique, alors que les modèles atmosphériques et les méthodes d'analyse sont moins développés. La principale contribution que peut faire ce texte pour les astronomies est celle de permettre une évaluation prudente d'un certain nombre de relations entre la physique du soleil et celle des étoiles. (19 articles en anglais, 19 résumés en français).



Foraminifères des récifs et lagons coralliens de Moorea, île de la Société - Cahiers de micropaléontologie 1980. Face inférieure (x100) de cymbaloporella squamosa d'Orbigny.

Sciences de la vie

Le développement des systèmes sémantiques de verbes d'action. - Responsable : J. Bernicot. - Monographies françaises de psychologie, n° 53. - Etude consacrée à l'acquisition des représentations sémantiques (RS) des verbes chez l'enfant. Trois expériences : deux concernent les verbes de transmission de possession, la troisième les verbes de jugement - pour dégager les stades évolutifs, formuler des hypothèses sur les processus et les facteurs de cette évolution.

Niveaux de compréhension et production d'un récit par des enfants de 3 à 11 ans. - Responsables : S. Ehrlich et A. Florin. - Etude de la capacité des sujets de construire une représentation synthétique du récit : niveau d'intégration conceptuelle, corrélations et rapports existant entre plusieurs niveaux d'intégration.

Le feu pastoral dans les Pyrénées centrales (Barousse, Oueil, Larboust). - Responsable : Jean-Paul Métallie. - Le brûlage et son rôle dans l'écosystème de la vallée de la Barousse ; les effets de la périodicité du feu dans les Landes et les forêts ; évolution pastorale.

Cahiers de micropaléontologie 1981, 2. - 8ème colloque africain de micropaléontologie (1ère partie). - Laboratoire de micropaléontologie de l'école pratique des hautes études. - Microfossiles, microflores et nanofossiles du Crétacé et du Tertiaire des bassins ouest-africains, au nord de Madagascar : évolution paléogéographique du plateau continental du golfe de Guinée au tertiaire supérieur. (7 communications en français).

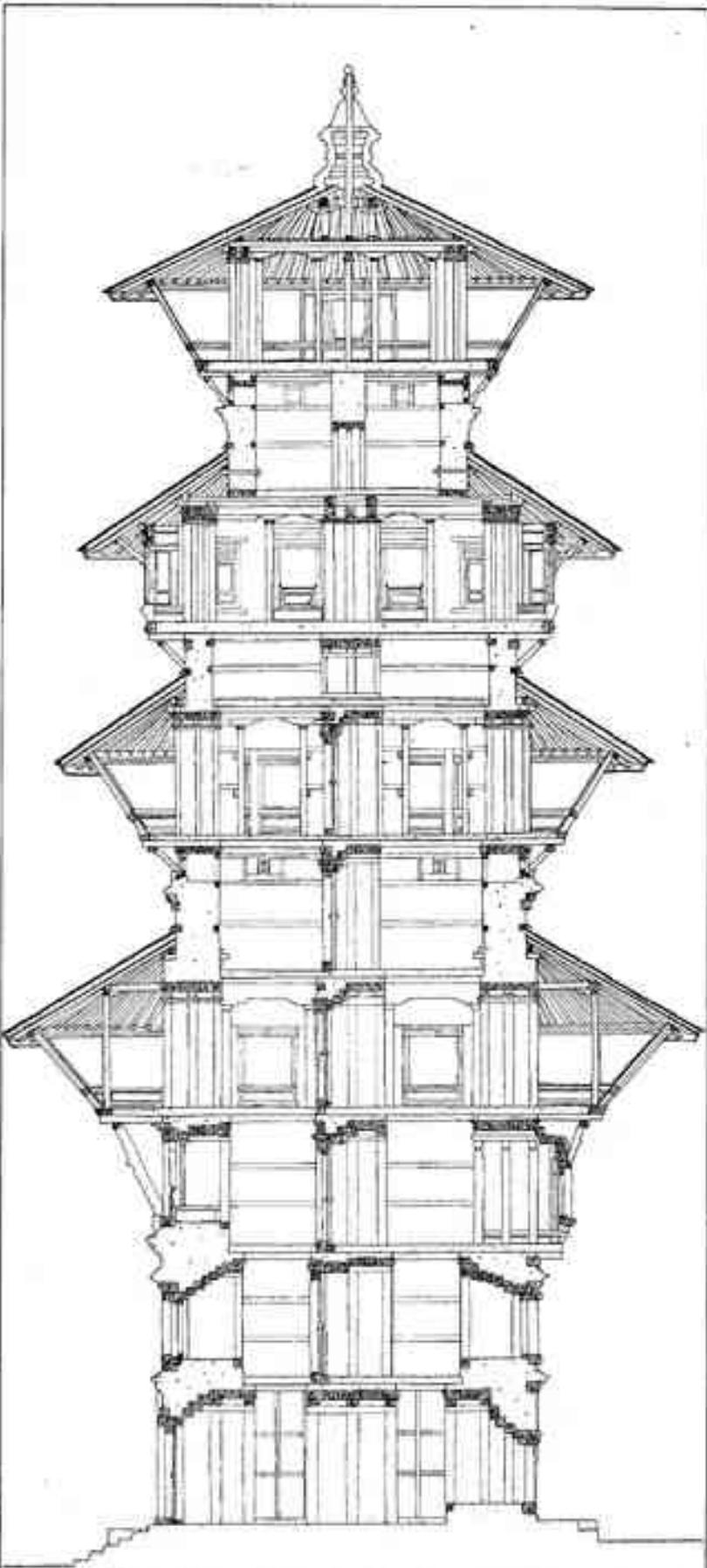
L'homme et la maison en Himalaya. - Ecologie du Népal. - Responsable : Gérard Toffin. - Cahiers népalais. - L'habitat domestique en tant que patrimoine national népalais ; l'architecture vernaculaire recouvre des phénomènes politiques, religieux ou économiques ; le Terai, le moyen pays des cartes indo-népalaises, la vallée de Kathmandou et le monde Néwar, le moyen pays des tribus, les hautes vallées himalayennes. (13 contributions en français, 1 en anglais ; résumés).

Cahiers de micropaléontologie 1981, 1. - Symposium : chitinozoaires (nature et systématique) - paléomycologie. - Laboratoire de micropaléontologie de l'école pratique des hautes études. - Symposium sur l'évolution parallèle des organismes de pré-cambrien. Proposition pour chitinozoaires : attributions systématiques, affinités fongiques ; regroupement de micro-organismes fossiliés ; relations entre les champignons fossiles et actuels ; les mycota. (10 communications en français, 2 en anglais).

Les hommes fossiles de Qafzeh (Israël). - Responsable : B. Vandermeersch. - Cahiers de paléontologie. - Étude de six squelettes humains fossiles adultes, provenant des niveaux moustériens ; comparaisons avec des Néandertaliens, des Homo Erectus et des Cro-Magnons. Les hommes de Qafzeh sont interprétés comme des Proto-Cro-Magnons.

Sciences sociales

L'intégration de la monnaie de crédit dans le circuit économique. - Responsable : B. Rizzo. - Analyse centrée sur la nature de la monnaie et sa fonction d'instrument de



L'homme et la maison en Himalaya. La tour Bassantapur de l'ancien palais royal de Kathmandu : coupe transversale.

tement. Relation stricte établie entre la création de la monnaie, la production des marchandises, la distribution et l'affectation des revenus. Un maillon essentiel : la distribution du revenu monétaire.

Annuaire des pays de l'océan Indien. Vol. VI, 1979. - Co-édition avec les Presses universitaires d'Aix-Marseille (PUAM). - Dans ce volume, la plus grande partie des études est consacrée aux aspects de l'Islam contemporain dans l'océan Indien ; une nouvelle rubrique « Sociétés » traite de la Réunion (démographie, délinquance). Présentation différente pour les informations bibliographiques.

Mutations des campagnes du Tiers-Monde : interventions urbaines et encadrement étatique. - Ouvrage collectif. - Examen comparatif de nombreux cas locaux ou régionaux et des différents processus adoptés : large fresque des paysanneries. Principaux éléments : l'emploi, l'urbanisation du cadre de vie, les actions sectorielles, l'implantation technologique et industrielle en milieu rural, les formes de pénétration de l'Etat et des idéologies dans les campagnes.

Tables du journal Le Temps. - Vol. IX (1895-1897). - Introduction : P. Albert. - Institut français de presse et des sciences de l'information - section d'histoire / centre de documentation sciences humaines. - Fidèle à la politique gouvernementale, *Le Temps* atténue son opposition au radicanisme, reste hostile au socialisme, appuie la colonisation, soutient l'alliance russe et prévoit le rôle futur des Etats-Unis. Une place toujours importante est consacrée aux rubriques culturelles ou de variétés.

Archives parlementaires de 1787 à 1860. - Recueil complet des débats législatifs et politiques des chambres françaises - Première série (1787 à 1979). - Tome XCII, du 1er messidor au 20 messidor, an II (19 juin au 8 juillet 1794). - Ouvrage collectif. - Analyse des séances, procès-verbaux des délibérations, dans l'ordre chronologique. Ces documents reflètent l'histoire politique, militaire, religieuse, sociale et économique de la période précédant la chute de Robespierre.

La notion de personne en Afrique noire (réimpression). - Responsable : G. Dieterlen. - Paris, 11-17 octobre 1971. - Colloques internationaux du CNRS, n° 544. - D'emblée et toujours, l'individu, en Afrique noire, est situé en un ou plusieurs points d'une chaîne d'ancêtres, ainsi qu'en plusieurs lieux de cosmos ou de son entourage naturel et social.

Atlas ostéologique des mammifères. - Vol. II en deux coffrets. - Responsables : Léon Palei et M.A. Garcia. - Dessins de squelettes et silhouettes d'animaux appartenant au Laboratoire d'anatomie comparée du Muséum national d'histoire naturelle. Matériel pour l'identification des mammifères du quaternaire, suite au vol. I.

Gallia Préhistoire. - Tome 23, 1980, fascicule 2. - Fouilles et monuments archéologiques en France métropolitaine. - Le cheval du Pléistocene moyen dans les grottes de Lunel-Viel (Hérault). Informations archéologiques : Nord-Pas-de-Calais, Poitou-Charentes, Alsace, Auvergne, Limousin, Aquitaine, Languedoc-Roussillon, Rhône-Alpes, Provence-Alpes-Côte d'Azur, Corse.

La presse d'éducation et d'enseignement (XVIII^e siècle-1940). - Tome 1/A-C. - Répertoire analytique. - Responsable : P. Caspard. - Analyse des revues - présentation générale, objectif, contenu - qui

rend compte de la diversité idéologique, sociologique et institutionnelle de la presse d'éducation. Instrument de recherche et de réflexion sur la nature et l'évolution du phénomène éducatif.

L'équilibre général transitoire et intransitoire : problèmes d'existence. - Responsable : Monique Florenzano. - Monographies du séminaire d'économétrie, XVI. - L'existence de l'équilibre dans une économie finie ; exposé de la théorie des théorèmes de point fixe ; l'équilibre transitoire : les conditions d'existence d'un quasi-équilibre et d'un équilibre ; l'équilibre intransitoire dans une économie d'échange et dans une économie abstraite.

L'énergie solaire en France. - Approche socio-économique. - Responsable : P. Criqui. - Etude des conditions économiques et sociales du développement de l'énergie solaire en France en l'année 2000. Deux étapes : l'application des critères d'évolution micro-économiques aux solutions énergétiques solaires ; identification des obstacles techniques, institutionnels ou financiers au développement de ces innovations.

Viticulteurs en crise à Laure-Minervois. - Responsable : M. Pastor-Barrue. - Analyse socio-économique en profondeur de la crise viticole languedocienne, du particulier : la commune de Laure-Minervois (l'auteur y est né) au général, par l'étude de la société locale, à l'intérieur d'un changement qui affecte non seulement la région mais la France et l'Europe.

La communication inégale. - L'accès aux médias dans les campagnes algériennes. - Responsable : F. Chevallodé - Préface : J.C. Passeron. - La grande augmentation des moyens de diffusion reste insuffisante ; importance de la situation sociale des individus, du lieu de résidence, de la condition masculine ou féminine, de la position familiale, de l'instruction ; l'utilisateur exerce pourtant un véritable choix.

Le Maghreb et l'Afrique subsaharienne. - Responsable : Slimani Chikhi. - Centre de recherches et d'études sur les sociétés méditerranéennes. - Politique africaine de l'Algérie, la Libye, le Maroc, la Tunisie. La crise saharienne et ces Etats. L'OUA et la question saharienne. Dimensions transafricaines et tiers-mondistes de la politique étrangère.

Industriels algériens. - Responsable : Jean Penef. - L'industrie privée algérienne étudiée sur le terrain. Les industriels, leur émergence, les caractéristiques de leurs usines, leur rôle politique.

Paroisses et communes de France : Haute-Vienne. - Responsable : Isabelle Empereur-Bissonnet. - Dictionnaire d'histoire administrative et démographique. - Treizième dictionnaire de la collection établie par département ; informations communales sous la forme d'un fichier alphabétique ; les éléments d'une histoire du peuplement de la France.

Grands notables du Premier Empire. - Vol. 7. - Direction : L. Bergeron, G. Chaussinand-Nogaret. - Aube, Marne : G. Clause - Haute-Marne : G. Viard. - A partir des sources nationales, départementales ou privées, reconstitution des carrières des élites de la France post-révolutionnaire (éléments familiaux, professionnels, politiques).

Les processus de l'humanisation : l'évolution humaine, les faits, les modalités. - Responsable : Denise Ferembach - Préface : Professeur J. Thibault. - Colloques inter-

nationaux du CNRS, n° 599. - Grandes étapes de l'évolution humaine ; controverse sur les modalités de passage de l'une à l'autre, sur les origines de l'*Homo Sapiens Sapiens*. Transformations dans la morphologie et la physiologie humaine. (37 communications en français, 13 en anglais).

Islam, société et communauté : anthropologies du Maghreb. - Responsable : E. Gellner. - Cahiers du Centre de recherches et d'études sur les sociétés méditerranéennes, n° 12. - Les origines des Berbères : légendes et données anthropologiques ; la stratification sociale Touareg adaptée au monde d'aujourd'hui ; les toubous et leur organisation interne : solutions aux problèmes de coopération et de défense. Les Aït Attia du Maroc comparés aux Pathans du Pakistan. Constantine et le rôle des mythes et légendes locaux. (7 communications en français, 1 en anglais).

Vivre ou survivre ? Les centres d'hébergement pour personnes âgées. - Responsables : M. Drulhe et J.P. Gorde - Préface : R. Ledrut. - La vieillesse réglée par une institution : celle qui l'héberge ; les institutions d'hébergement définitif, la collectivité de leurs pensionnaires et les relations sociales. Les variables biographiques et types d'institutions, éléments déterminants de la vie sociale.

Annuaire français de droit international. - Tables quinquennales (1975-1979). - Récapitulation des textes, de la jurisprudence, des auteurs par année de parution ; références avec renvois à un arrêt, texte ou sujet.

La politique de choix des fonctionnaires dans les pays européens / La fonction publique en Europe. - Responsable : Ch. Debbasch. - Mutations économiques et sociales de l'administration ; les fonctionnaires, mentalités et comportement ; politique de recrutement des agents de l'Etat ; études comparatives des problèmes de l'administration dans les différents pays européens.

Annuaire de législation française et étrangère. - L'évolution du droit dans les différents pays - nouvelle série - tome XXVII, 1978. - Chroniques et notices sur les événements législatifs les plus caractéristiques de l'évolution juridique et de la jurisprudence en France, et dans de nombreux pays au cours de l'année précédente. Une table analytique facilite les recherches.

Droit international privé. - Année 1980-1981 - Ouvrage collectif. - Réflexions sur l'espace juridique européen en matière civile et commerciale, sur les effets de jugements étrangers indépendants de l'exécution, la codification nationale du droit international privé.

Annuaire européen d'administration publique. - Tome III, 1980. - Préface : Ch. Debbasch, J. Guillet - Introduction : Ch. Debbasch. - Centre de recherches administratives d'Aix-Marseille. - La première partie est consacrée aux compétences du pouvoir local. Vie administrative de chaque pays : analyse, chronologie et bibliographie. Chronique européenne : questions budgétaires ; chronique scientifique : l'administration en Suède ; chronique comparative : le système canadien. (17 résumés en anglais).

Bibliographie annuelle de l'histoire de France, du cinquième siècle à 1958. - Année 1980, tome XXVI. - Responsable : Colette Albert-Samuel. - Institut d'histoire moderne et contemporaine. - 10 200 notices de livres et revues provenant du dépouillement de 1 875 périodiques et de 258

congrès et volumes de Mélanges français et étrangers. Classement : manuels généraux et sciences auxiliaires de l'histoire ; histoire politique de la France ; histoire des institutions ; histoire économique et sociale ; histoire religieuse ; histoire de la France Outre-Mer ; histoire de la civilisation ; histoire locale.

La Mure en Matheysine : la volonté de vivre. — Équipe de recherche sur le changement social et culturel (ouvrage collectif). — Centre de recherche d'histoire de l'Italie et des pays alpins. — Les communes minières du canton de la Mure (Isère) perçues par l'image et le verbe. Ce document photographique commence par la nationalisation du charbon en France ; la population (et les aléas de la production minière), vue sous

L'aspect social et culturel

L'année 1768 à travers la presse traitée par ordinateur. - Responsables : J. Varboot et P. Jansen. - Interrogation de douze périodiques de l'année 1768 et traitement par ordinateur des résultats de leur dépouillement ; constitution de « Listings » relatifs aux auteurs, aux œuvres et aux thèmes ; introduction et principes de la méthode.

Le commerce du café à Haïti : habitants, spéculateurs et exportateurs. — Responsable : C.A. Girault. — Centre d'études de géographie tropicale, Bordeaux. — Le café et le commerce mondial situent Haïti, dans un contexte de dépendance interne et externe. La macro-économie actuelle du café et le corps social haïtien, dont l'auteur dégage le maillon essentiel : les spéculateurs.

La taxation des paysans et les pratiques usuraires, causes de la désagrégation de l'espace haitien.

La réforme des collectivités locales en Europe du Nord-Ouest. — Ouvrage collectif. — Institut français des sciences administratives. — L'état des réformes des collectivités régionales et locales en France, Belgique, RFA et RDA. Les réformes suivent-elles des méthodes, de quelle manière sont-elles mises en œuvre ? Le découpage des communes, un mythe ou un problème permanent ? Dans quelle mesure les collectivités locales ont-elles des crises financières ? Rapport comparatif sur les moyens humains des réformes locales dans les pays de l'Europe de l'Ouest. (9 communications).



La Mure en Matheysine : la volonté de vivre – Fleuve généalogique du bassin houiller de la Mure. Dessin de A. Chrétien, in « Le mineur matheysin », n° 7, août – novembre 1942.

Aneuaire français de droit international, Tome XXVI, 1980. - Ouvrage collectif. - Neuf études : le Zimbabwe, la France et les droits de l'homme, la Convention de Madrid (13 octobre 1979), Traité sur la non-prolifération, Convention interdisant les armes bactériologiques, le statut du chef d'Etat déchu, Jérwan, les Accords de Camp David et le Traité de paix israélo-égyptien, l'admission d'un nouveau membre à l'OUA. Jurisprudence, organisations universelles - Nations Unies, droit économique et coopération internationale, domaine public (mer, fleuve, air), organisation de l'Europe.

Humanités

Catalogue général des manuscrits des bibliothèques publiques de France. - Tomes LVIII bis et LXI (suppléments) : Aix-en-Provence, Arles, Pau, Rouen). - Ministère de la culture et de la communication / direction du livre. - Crée en 1841, cette publication rend compte de la quasi-totalité des fonds hérités des grandes collections de l'Ancien Régime ; le volume LVIII bis comprend les tables des tomes 57 et 58 parus en 1971 ; le volume LXI contient des suppléments au catalogue primitif : dons ou acquisitions depuis le XIX^e siècle.

Répertoire des ouvrages imprimés en langue italienne au XVII^e siècle, conservés dans les bibliothèques de France. - Tome VII : Q-R-S. - Responsable : Suzanne P. Michel. - Recensement, indications bibliographiques et localisation de ces ouvrages dans les bibliothèques de Paris et de province.

David et Jonathas. - Tragédie mise en musique. - Responsable : M.A. Charpentier - édité par J. Duron. - Centre d'études de la musique française aux XVII^e et XIX^e siècles. - Opéra-biblique, créé en 1688, en cinq actes et un prologue, du Père Bretonneau, sur une musique de M.A. Charpentier. Imitation de l'antique, cette œuvre donne une dimension humaine au drame de David.

Le temple B. de Volubilis. - Responsable : H. Morestin. - Études d'antiquités africaines. - Résultats des fouilles de cet édifice religieux de tradition indigène, un des plus vastes monuments de Volubilis ; présentation, iconographie et caractéristiques d'un très grand nombre de stèles ; étude chronologique et recherche sur les pratiques religieuses.

Biblia patristica. - Tome 3 - Origène. - Centre d'analyse et de documentation patristiques. - Index des citations et allusions bibliques dans la littérature patristique. - Index des références bibliques (57 600) contenues dans l'œuvre d'Origène. Les trois tomes de Biblia patristica constituent un répertoire unique des textes relatifs à l'Ancien et au Nouveau Testament, pour l'ensemble de la littérature chrétienne des trois premiers siècles.

Antiquités africaines. - Tome 16, 1980. - Hommages à Jean Lassus (3). - Études archéologiques et historiques sur l'Afrique du Nord, depuis la Protohistoire jusqu'à la conquête arabe. (14 articles : 12 en français, 2 en anglais).

La lettre hébraïque et sa signification - Colette Sirat. - Micrography as art (traduction) - Leila Avrin. - Explication de dessins écrits à l'aide de lettres hébraïques écrites en très petit module ; cette décoration graphique est étudiée au point de vue

de l'histoire de l'art et de la mentalité des peuples.

Catalogue des collections égyptiennes du Musée national de céramique à Sèvres. - Responsable : J. Bulé. - Description des pièces et classification selon leurs caractéristiques techniques et archéologiques.

Histoire de Champlieu et de sa région. - Responsable : G. Laurencin. - De la période gallo-romaine à nos jours, la vie quotidienne, les répercussions des événements nationaux ou internationaux, les transformations sociales et économiques de ce village, situé entre Lyon et Grenoble.

Les techniques de conservation des grains à long terme - Leur rôle dans la dynamique des systèmes de cultures et des sociétés. - Tome 2. - Responsables : M. Gast et F. Sigaut. - Partout, en tout temps, l'homme a cherché à conserver les aliments essentiels à l'aide de techniques diverses. Les archéologues rejoignent les ethnologues et les historiens dans la compréhension des structures ; en résulte une nécessaire décentralisation des pouvoirs, de nouvelles voies pour des recherches futures.

Rire y sociedad en el teatro español del Siglo de oro / Rire et société dans le théâtre espagnol du Siècle d'or. - 3ème colloque du groupe d'études sur le théâtre espagnol. - Toulouse, 31 janvier-2 février 1980. - Aspect social et signification du rire théâtral au Siècle d'or. La « comédie sérieuse » de Cervantes et de Calderon ; le théâtre allégorique de Tirso ; le burlesque et la comédie de « figures » ; l'intermède ; le théâtre scolaire ; le paynans comique de Lope de Vega. (13 communications en espagnol).

Les langues dans le monde ancien et moderne. - Responsable : J. Perrot. - 1^{re} partie : les langues de l'Afrique subsaharienne (G. Manessy) - 2^{me} partie : Pidgins et créoles (A. Valdman). - Description de langues africaines selon le schéma : présentation générale, éléments de phonétique, structure de l'énoncé, classes de mots et catégories grammaticales, matériel lexical, un texte et sa traduction.

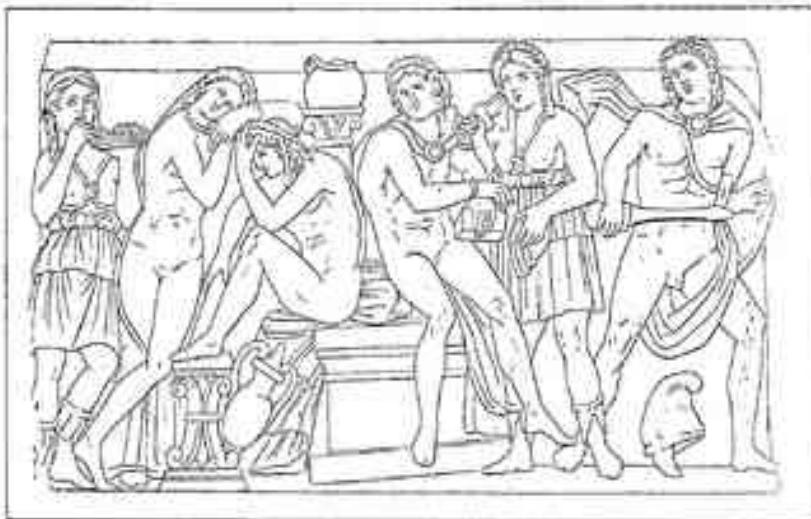
Bibliographie du théâtre français des XV^e et XVI^e siècles (2^{me} édition). - Responsable : Halina Lewicka. - Les moralités : les farces, les soties et les monologues, sauf les mystères ; tentative de bilan de la recherche dans ce domaine. - Co-édition avec Zaklad Narodowy im. Ossolińskich-Wydawnictwo, Wrocław (Pologne).

Les voies de la création théâtrale. - Vol. IX - La formation du comédien. - Responsable : Anne-Marie Gourdon. - Analyse de deux types de formation théâtrale : l'école d'art dramatique et l'étude en groupe ou en troupe. Apports des méthodes françaises : les méthodes du Conservatoire (Paris), de l'ENSAD (Strasbourg) et du CUIFERD (Nancy). Quelques exemples des théâtres québécois, américains, portugais, belge, suédois, polonais, Berlin-est.

Les comédiens français du XVII^e siècle (3^{me} édition). - Dictionnaire biographique. - Responsables : G. Mongredien et J. Robert. - Inventaire des troupes de comédiens français du XVII^e siècle ; biographie des comédiens ; relevé des passages de troupes ou de comédiens isolés dans les diverses villes (France et étranger).



Le trésor d'argenterie gallo-romaine de Notre-Dame-d'Allençon (Maine-et-Loire). XL^e supplément à « Gallia ». Partie antérieure d'une tête face et profil.



Mythologie gréco-romaine, mythologies périphériques - Etudes d'iconographie - Interprétation d'images d'urnes funéraires étrusques : Florence, Mus. Arch., 5777 (98). D'après Brunn, Rillel I, pl. 84, n°1.

Abbey. — Cahier n° 10. — Responsable : Jean Chavaillon. — Documents pour servir à l'histoire de la civilisation éthiopienne. — Etude de la faune fossile du gisement de Melka-Kunturé. Recherches geomorphologiques dans la basse vallée de l'Omo. La médecine des Debteras. Les plantes et les hallucinogènes. (10 communications en français, 2 en anglais, 1 en italien).

Catalogue des écrits manuscrits en écriture latine portant des indications de date, de lieu ou de copiste. — Tome 4 (1ère partie). — Manuscrits de l'anti-pape Benoît XIII, de Sir Thomas Philipp, du duc de la Tremouille, du cardinal d'Armagnac ; recueil de manuscrits datant du VIII^e siècle ; textes d'auteurs tels qu'Adémar de Chabannes (XI^e siècle).

Le trésor d'argenterie gallo-romaine de Notre-Dame d'Alençon (Maine-et-Loire). — Responsable : François Barotte. — XL^e supplément à Gallia. — Découverte, composition et nature du trésor ; datation et analyse stylistique ; inscription et tracé du sanctuaire à nervé ; catalogue descriptif.

Les plus anciens recueils de miracles de Saint Démétrius et la pénétration slave dans les Balkans. — Vol. 2, Commentaire. — Responsable : P. Lemerle. — Travail d'historien, ce complément aux récits johanniques (1er recueil et recueil anonyme) les explique, les éclaire et les replace dans leur contexte ; la liste annotée des travaux consacrés aux Miracles, résume les questions posées par les deux recueils.

Recherches sur le XVIII^e siècle. — Tome 4. — Responsables : A. Robinet, P. Clair. — Centre d'histoire des sciences et des doctrines. — Autour de Descartes, lumière et représentation de l'espace, la théorie des tourbillons. Autour de Spinoza : Ethica 77. Cartésiens et leibniciens ; philosophes anglais : Toland, King, Berkeley ; philosophie politique : Emeric Cruce, Juriel, le robinsonisme.

Cahier Heine 2. — Ecriture et genèse. — Responsable : M. Werner. — Centre d'histoire et d'analyse des manuscrits modernes. — Contribution à l'étude des sources littéraires ; renouvellement de certaines questions classiques ; le texte et la structure des Mémoires soumis à une révision critique.

Oeuvres pour luth seul de Jean-Baptiste Be-

sard. — Responsables : A. Souris et M. Rollin. — Corpus des luthistes français. — J.-B. Bessard en tant que musicien, anthologiste, maître de luth et compositeur ; ses œuvres et ses recueils consacrés au luth solo.

Lexique ethnologique de l'irlandais ancien — Lettre B. — I. Vendryes. — Responsable : E. Bouchery et P.Y. Lambert. — Histoire de 406 mots de l'irlandais ancien ; date, extension et variétés de sens, références ; rapports des mots avec les langues voisines : italiennes, germaniques, britanniques, et mots empruntés. — Coédition avec le Dublin Institute for Advanced Studies.

Textes littéraires en dialecte lyonnais (XVI^e-XIX^e siècles). — Poèmes, théâtre, noëls et chansons. — Responsables : S. Escoffier et A.M. Vurpas. — Cinq siècles de pièces, chansons ou poèmes en dialecte lyonnais. Traductions au mot à mot pour respecter la signification.

Codices Chrysostomici Graci. — IV : Codices Austriae. — Responsable : Wolfgang Lackner. — Recensement et identification des pièces attestées sous le nom de S. Jean-Chrysostome, trouvées à Vienne. Textes variés : théologie, droit, philosophie, histoire.

La forteresse byzantine de Thamugadi. — Tome I. Fouilles à Tingad (1938-1956). — Responsable : Jean Lassus. — Etudes d'antiquités africaines. — Etude de la forteresse de Thamugadi, construite par le général byzantin Solomon. Ce volume présente le monument et les fouilles, remettant au volume 2 la description du grand sanctuaire romain sur lequel la forteresse est édifiée.

Donat et la tradition de l'enseignement grammatical. — Responsable : Louis Holtz. — Etude de Donat, grammairien latin de l'Antiquité tardive. Le manuel dans lequel douze siècles ont appris le latin, accédé à la science et à la langue écrite : l'édition critique du texte de Donat distingue le grammairien et son œuvre de la complexe tradition qui l'a suivi. Valeurs fonctionnelle et pédagogique ; aspects de la doctrine de l'enseignement.

Manuel d'Araméen samaritain. — Responsable : L.H. Vilkas. — Traduit en français par J. Margain, le manuel comporte les contributions des savants Cowley, Kahle et Ben-Hayyim, celles-ci complétant le dernier manuel de J. Rosenberg en 1901.

Mythologie gréco-romaine, mythologies périphériques. — Responsables : L. Kahil et C. Augé. — Colloques internationaux du CNRS, n° 593. — Les divinités et héros mythiques gréco-romains vus à partir de documents iconographiques ; confrontation de cette imagerie avec celle du monde méditerranéen ancien : l'Ouest (Italie, Gaule, Espagne, Maghreb, Libye), la Thrace et la Dacie, l'Orient (Chypre, Syrie, Jordanie, peuples arabes) et l'Egypte.

La lexicographie du latin médiéval et ses rapports avec les recherches actuelles sur la civilisation du Moyen Âge. — Colloques internationaux du CNRS, n° 589. — Le latin médiéval en rapport avec : les problèmes linguistiques, les études historiques et juridiques, les études philosophiques, religieuses et spirituelles, les sciences, les arts et techniques ; le bilan et méthodes de la lexicographie.

Recherches sur Nîmes préromaine : habitats et sépultures. — Responsable : Michel Py. — XL^e supplément à Gallia. — Les origines de la ville de Nîmes : la protohistoire et la préhistoire à partir de fouilles dans les domaines de l'habitat, des sépultures et de la civilisation matérielle. Recherches dans les collines, plaines, quartiers, routes de la ville pré-romaine.

Les communications dans la péninsule ibérique au Moyen Âge. — Actes du colloque de Pau, mars 1980. — Responsable : P. Tucco-Chala. — Collection de la maison des pays ibériques, IV. — Relations transpyrénéniques : politiques et militaires, intellectuelles et religieuses, économiques et commerciales ; la péninsule ibérique et les voies de circulation routière, maritime, ferroviaire ; les péages : pour la construction et l'entretien des routes ; sur l'origine du chemin de St-Jacques. (8 exposés en français, 6 en espagnol).

Vivre et mourir en Lyonnais à la fin du Moyen Âge. — Responsable : Marie-Thérèse Lorcin. — Étude démographique des testaments du XIV^e et XV^e siècles : évolution des comtés de Lyon et du Forez. Parentés et solidarités : la famille conjugale, les légataires facultatifs. La vie religieuse et culturelle, civilisation matérielle.

Le corpus des sceaux de l'empire byzantin. — Tome II : l'administration centrale. — Responsable : V. Laurent. — Publications de l'institut français d'études byzantines. — Parution posthume du manuscrit du P. Laurent, 1205 numéros vérifiés et accompagnés de reproductions assurant le contrôle des lectures ou la datation ; matériel en provenance de l'administration centrale classés en services centraux, fonctions diverses, la capitale.

L'examen des écritures : l'œil et la machine. — Essai de méthodologie. — Responsable : C. Sirat. — Études de paléographie hébraïque. — Comparaison entre la vision scientifique et la vision humaine des tracés de l'écriture ; réflexion sur les recours entrepris : l'utilisation des moyens de laboratoire, considérations sur le fonctionnement de l'œil humain, rapport que l'œil entretient avec l'esprit qui preside à la vision, la voie de la psychologie de la forme.

La musique de luth en France au XVI^e siècle. — Responsable : Jean-Michel Vaccaro. — Étude historique de l'évolution du répertoire du luth soliste au cours du XVI^e siècle ; problèmes méthodologiques et problèmes esthétiques suscités par la transcription en notation moderne des tablatures anciennes.

Comité national - Printemps 82

	DATES	SALLE DU CONSEIL	SALLE JEAN PERRIN	SALLE HENRI LAUGIER
MARS	L 1 MA 2 ME 3 J 4 V 5	XVIII - CHIMIE ORGANIQUE XVIII - BIOLOGIQUE XVIII -	III - ELECTRONIQUE III - OPTIQUE III -	XXVII - BIOLOGIE VEGETALE XXVII - XXVII -
	L 8 MA 9 ME 10 J 11 V 12	XXXVI - ETUDES XXXVI - LITTERAIRES XXXVI - FRANCAISES XXXVI -	XXI - T&B - BIOLOGIE XXI - CELLULAIRE XXI - XXI -	VIII - PHYSIQUE ATOMIQUE VIII - ET MOLECULAIRE VIII -
	L 15 MA 16 ME 17 J 18 V 19	XXX - ANTHROPOLOGIE XXX - PREHISTOIRE XXX - ETHNOLOGIE	XIII - CRYSTALLOGRAPHIE XIII - XIII -	IX - STRUCTURE ET IX - DYNAMIQUE IX - MOLECULAIRE
	L 22 MA 23 ME 24 J 25 V 26	XXIII - PATHOLOGIE XXIII - EXPERIMENTALE XXIII - ET COMPAREE XXIII -	XXXVII - CIVILISATIONS XXXVII - CLASSIQUES XL - HISTOIRE MODERNE XL - ET CONTEMPORAINE XL -	IV - MECANIQUE IV - ENERGIE IV -
AVRIL	L 29 MA 30 ME 31 J 1 V 2	XIV - GEOPHYSIQUE ET XIV - GEOLOGIE INTERNE XIV -	XII - PHYSIQUE DES SOLIDES XII - XII - XII -	XXIX - ECOLOGIE XXIX - XXIX -

VACANCES DE PRINTEMPS 1982 DU LUNDI 5 AU VENDREDI 16 AVRIL

L	19			
MA	20	XXVIII - BIOLOGIE	X - PHYSICO-CHIMIE DES	XXXII - GEOGRAPHIE
ME	21	XXVIII - ANIMALS	X - INTERACTIONS ET DES	XXXII -
J	22	XXVIII -	X - INTERFACES	XXXII -
V	23	XXVIII -		
L	26	XXXIX - ANTIQUITES	XXXI - SOCIOLOGIE ET	XVI - OCÉANOGRAPHIE ET
MA	27	XXXIX - NATIONALES	XXXI - DEMOGRAPHIE	XVI - PHYSIQUE DE
ME	28	V - PHYSIQUE THEORIQUE	XXXI -	XVI - L'ATMOSPHERE
J	29	V -		
V	30	V -		
MAI	3	I - MATHÉMATIQUES ET	XX - BIOPHYSIQUE	XIX - PHYSICO-CHIMIE DES
MA	4	I - MODELES	XX -	XIX - POLYMERES
ME	5	I - MATHÉMATIQUES	XX -	XIX -
J	6		XX -	
V	7		XX -	
L	10		XXXV - LINGUISTIQUE	
MA	11		XXXV - GÉNÉRALE	
ME	12	II - INFORMATIQUE	XXXV -	XXXIII - SCIENCES
J	13	II - AUTOMATIQUE	XXXV -	XXXIII - ÉCONOMIQUES
V	14	II -	XXXV -	XXXIII -
L	17	XVII - SYNTHÈSE	XV - GÉOLOGIE	
MA	18	XVII - ORGANIQUE ET	XV - SÉDIMENTAIRE ET	XXII - BIOLOGIE DES
ME	19	XVII - REACTIVITÉ	XV - PALEONTOLOGIE	XXII - INTERACTIONS
J	20	ASCENSION	ASCENSION	ASCENSION
V	21			XXII -
L	24			
MA	25	XXXIV - SCIENCES	XXV - PHYSIOLOGIE	XLI - PHILOSOPHIE
ME	26	XXXIV - JURIDIQUES ET	XXV -	XLI - EPISTEMOLOGIE
J	27	XXXIV - POLITIQUES	XXV -	XLI -
V	28	▼	XXV -	
JUIN	31	PENTECÔTE	PENTECÔTE	PENTECÔTE
MA	1	XXVI - PSYCHOPHYSIOLOGIE	VII - ASTRONOMIE ET	
ME	2	XXVI - ET PSYCHOLOGIE	VII - ENVIRONNEMENT	XI - CHIMIE DES
J	3	XXVI -	VII - PLANÉTAIRE	XI - MATERIAUX SOLIDES
V	4	XXVI -	VII -	XI -
L	7			
MA	8		VI - PHYSIQUE NUCLÉAIRE	XXIV - THERAPEUTIQUE
ME	9	XXXVIII - CIVILISATIONS	VI - ET CORPUSCULAIRE	XXIV - EXPÉRIMENTALE
J	10	XXXVIII - ORIENTALES	VI -	XXIV - PHARMACOLOGIE
V	11	XXXVIII -	VI -	

INDEX PAR MATIÈRES COMPLÉMENT 1981

Physique nucléaire et physique des particules

42 Le point : les faisceaux d'ions lourds - Jodi Galin

Sciences physiques pour l'ingénieur

40 A la découverte : l'absorption active du bruit : de l'utopie à la réalité industrielle - Bernard Nayroles

Chimie

42 Distinction : la médaille d'or du CNRS - Jean-Marie Lohn

43 A la découverte : le soufre, agent double : poison ou promoteur de l'activité catalytique du platine - Jacques Oudar

Sciences de la terre, océan, atmosphère, espace

40 Réflexion sur : l'émission radioélectrique des comètes - Eric Gérard

40 La coopération internationale : mission d'intervention de l'INAG à El Asnam - Équipe d'intervention de l'INAG

42 La coopération internationale : mesure des champs électriques ionosphériques auroraux par l'expérience STARE - Jean-Paul Villain

43 A propos : la théorie de la convection stellaire - Jean Latour

Sciences de la vie

41 La génétique au CNRS - Roger Monier

41 Souvenirs sur Boris Ephrussi - André Lwoff

41 Génétique formelle, génétique moléculaire - Jean Tavitski

41 La génétique microbienne - Maxime Schwartz

41 Des gènes dans les mitochondries - Peter Slonimski

41 La drosophile, hier et aujourd'hui - Madeleine Gans, Nicole Prud'Homme

41 Une génétique adaptée aux cellules d'organismes supérieurs : la génétique somatique - Gérard Buttin

41 De la génétique somatique à l'étude des cancers - Jacques Jamet

41 Des cellules hybrides pour étudier la différenciation cellulaire - Mary Weiss

41 La cartographie des gènes humains - Marc Fellous

41 La définition et la reconnaissance du "soi" - Jean Daumas

43 Le Point : la gamma-tomographie cardiaque - Roland Ilti et Jacques Laurent

43 A la recherche : la communication chez les primates - Bertrand Député

Sciences sociales

40 Le point : premières communautés paysannes en domaine méditerranéen - Jean Cuilaine

40 A propos : morphométrie macroscopique de la céramique néolithique - Claston-Bernard Arnal et Maurice Fabre

42 Réflexion sur : les effets économiques indirects du T.G.V. - Alain Bonnafous

42 A propos : la carte climatique détaillée de la France - Jean Mounier, Marie-France de Saintignon

43 Entretien : réflexion sur les sciences sociales - Edmond Listre

Humanités

40 Au-delà des frontières : la médecine indienne traditionnelle - Arion Roqu

42 Distinction : la médaille d'or du CNRS - Roland Marin

42 A la découverte : éthnomusicologie et représentations de la musique - Gilbert Rouget, Bernard Loriat-Jacob, Hugo Zemp, Pierre Sallée

Divers

42 Editorial : le Courrier du CNRS fait peau neuve - Vladimir Mercourov

42 Politique de la science : entretien avec Paul Germain, Secrétaire perpétuel de l'Académie des sciences

42 Rencontre : colloque national sur la recherche et la technologie

43 Personnalités : Claude Fréjacques, Président du CNRS - Jean-Jacques Payan, Directeur Général du CNRS

43 Editorial : une période passionnante pour le CNRS - Jean-Jacques Payan

43 Relations publiques : à la découverte du public : les expositions du CNRS - Geneviève Peronnin

Articles ayant fait l'objet d'un tiré à part

LE COURRIER DU
CNRS

