

## Le courrier du CNRS 39

**Auteur(s) : CNRS**

### Les folios

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

74 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 39, 1981-01

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/134>

### Présentation

Date(s)1981-01

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

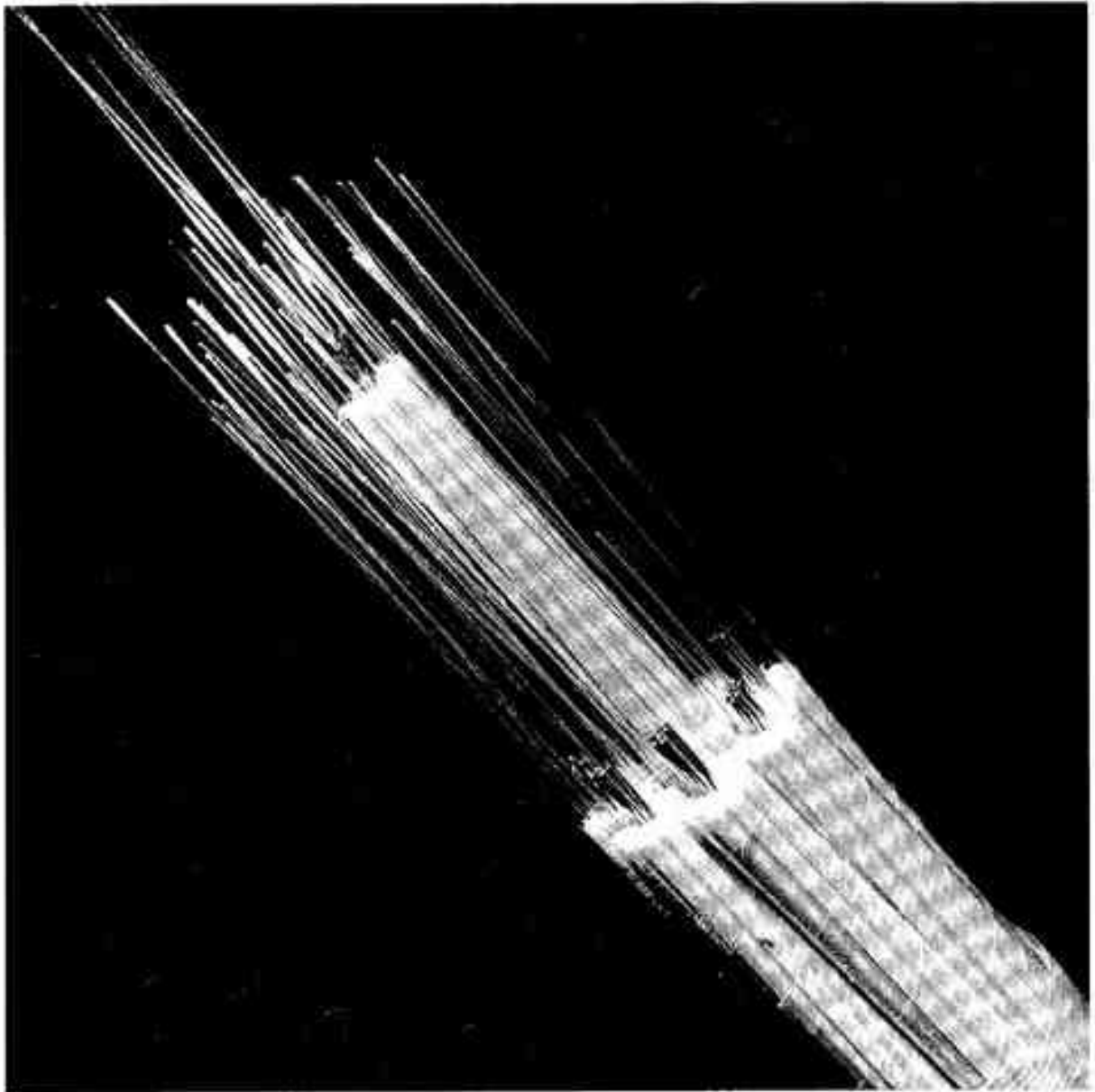
Nombre de pages74

Notice créée par [Valérie Burgos](#) Notice créée le 05/10/2023 Dernière modification le 18/12/2024

---

# LE COURRIER DU CNRS

Trimestriel : n° 39 - Janvier 1981 - 15 F



# le courrier du CNRS

Centre national de  
la recherche scientifique  
15, quai Anatole France  
75700 Paris - Tél. : 555.92.25

Directeur de la publication  
Wladimir Mercouroff

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 Hiéblot, Jacqueline Mirabel,  
Geneviève Niéva, Henri Peronnis,  
Jean-Claude Ribes, Janine Rondést

Direction artistique  
Guy Clergironnet  
Industrie Service

Trimestriel : n° 39 - Janvier 1981 - 15 F

Le Courrier du CNRS remercie ses lecteurs de l'aide qu'ils ont bien voulu lui apporter en répondant très rapidement à son questionnaire. Environ 7 000 réponses nous sont parvenues. Les résultats de cette enquête seront publiés dans un prochain numéro.

Page 1 de couverture : Cable à fibres optiques utilisé pour les télécommunications (photo CNET).  
Page 4 de couverture : Relation entre les aspects dynamiques et figuraux des mouvements d'écriture (voir article p. 39).

## Distinction

Pierre-Gilles de Gennes, médaille d'or du CNRS

4

## Entretien

Entretien avec Maurice Bernard - Les télécommunications

5

## Expliquez-moi

Allo, expliquez-moi le téléphone - Alain Giraud

14



## A propos

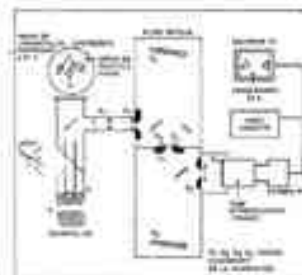
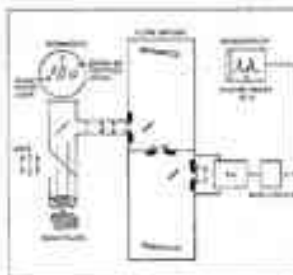
La carte gravimétrique de l'Afrique et de Madagascar -  
Pierre Louis, Julien Rechenmann

16

## A la recherche

La résolution temporelle et la résolution spatiale  
en spectrométrie Raman - Michel Delhayé,  
Michel Bridoux, Francis Wallart

23



## Réflexion sur

Médecine et paléographie - Colette Sirat, Roger Hinzelin

29

## Réflexion sur

Les lois d'organisation motrice dans l'écriture -  
Paolo Viviani

33

## Service

Un nouveau moyen d'information sur les laboratoires  
du CNRS : CNRSLAB -  
Véronique Campion-Vincent, Elisabeth Dartiguenave

40

## La vie des Laboratoires

44

## Éphémérides

65

## A l'affiche

71

## Bibliographie

74

Abonnements et ventes au numéro, le numéro 15 F. Abonnement annuel : 45 F (voir bulletin p. 35-36). 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 bulletin. Les intertitres 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 Chantoin, 75014 Paris - ISBN 2-222-02840-X - © Centre national de la recherche scientifique

# Pierre-Gilles de Gennes, médaille d'or du CNRS

*La médaille d'or du Centre national de la recherche scientifique vient d'être attribuée, pour l'année 1980, à Monsieur Pierre-Gilles de Gennes.*

**P**ierre-Gilles de Gennes est un spécialiste de la physique des milieux condensés. Il a apporté des contributions théoriques marquantes dans des domaines variés : magnétisme, supraconductivité, polymères, cristaux liquides, hydrodynamique, stimulant à



□ Né le 24 octobre 1932 à Paris, Pierre-Gilles de Gennes est ancien élève de l'École normale supérieure de Paris. Agrégé de physique, il entre en 1955 au Commissariat à l'énergie atomique où il prépare sa thèse. De 1961 à 1971, il est maître de conférences, puis professeur à Orsay où il crée le groupe « supraconducteurs » puis le groupe « cristaux liquides ». En 1971, il devient professeur au Collège de France où il est responsable de l'équipe « physique des fluides organisés » (ERA 842). En 1976, il est nommé directeur de l'École supérieure de physique et chimie industrielles de la ville de Paris.

chaque fois la recherche, tant au sein des équipes qu'il a créées que dans un grand nombre d'autres groupes.

Sa thèse, préparée à Saclay, portait sur la diffusion des neutrons par les substances magnétiques, domaine dans lequel les équipes expérimentales de Saclay ont joué un rôle de pionnier. A la même époque, Pierre-Gilles de Gennes et ses collègues découvraient et analysaient le concept de percolation : il devait s'avérer par la suite que l'idée de base avait été lancée un an plus tôt par un mathématicien anglais (Hammersley), mais la contribution française, d'esprit plus physique, est restée importante.

Pierre-Gilles de Gennes s'est ensuite intéressé à la supraconductivité, et notamment aux supraconducteurs dits de 2ème espèce, où l'on assiste à une pénétration partielle du champ magnétique, sous forme de lignes de tourbillon. Il a été l'instigateur de la première expérience prouvant l'existence de ces lignes par diffraction de neutrons, expérience réalisée à Saclay. Pierre-Gilles de Gennes a prédit par ailleurs l'existence d'une supraconductivité de surface dans certains métaux sous champ fort, idée rapidement confirmée par le groupe expérimental d'Orsay.

Par la suite, il a très largement contribué au développement d'un domaine très différent, celui des cristaux liquides qui était à l'époque encore mal connu. Ce sujet a réuni un assez grand nombre d'équipes (rayons X, résonance magnétique, chimie, optique, hydrodynamique, physique des défauts). Pierre-Gilles de Gennes a notamment donné l'explication de la turbidité des liquides nématiques, et montré une analyse remarquable qui existe entre les matériaux dits smectiques

(cristaux liquides lamellaires) et supraconducteurs. Il a aussi analysé certaines instabilités hydrodynamiques reliées aux phénomènes utilisés pour l'affichage par cristaux liquides (montres, calculateurs de poche).

A sa venue au Collège de France, Pierre-Gilles de Gennes a été l'un des animateurs de l'action STRASACOL (Strasbourg, Saclay, Collège) pour la recherche sur les polymères flexibles. Pour les propriétés statiques des chaînes, il a été l'inventeur du « phénomène  $n=0$  » qui permet de relier les problèmes de polymères aux problèmes mieux connus des transitions de phase. En ce qui concerne la dynamique de chaînes enchevêtrées, il est à l'origine du concept de reptation qui trouve de nombreuses applications en rhéologie et en métallurgie des polymères.

**A** l'heure actuelle, Pierre-Gilles de Gennes a deux axes de recherche principaux : d'une part les milieux aléatoires (suspensions de grains dans les fluides, matériaux poreux, supraconducteurs granulaires), d'autre part les colloïdes, domaine ancien mais qui connaît actuellement une renaissance remarquable.

**L**auréat de nombreux prix scientifiques, auteur de plusieurs ouvrages spécialisés, Pierre-Gilles de Gennes a toujours cherché, dans les domaines qu'il a explorés, à clarifier les problèmes en les reliant aux grands concepts de la physique de la matière condensée (défauts, transitions de phases). Cependant, tout en utilisant des outils théoriques sophistiqués, il a su garder le contact avec les expérimentateurs, les associant constamment aux théoriciens dans les groupes qu'il a fondés.

# Entretien avec Maurice Bernard

## Les télécommunications

*Les télécommunications, de la recherche fondamentale aux applications quotidiennes, constituent une véritable révolution technologique. Maurice Bernard, directeur de CNET, explique aux lecteurs du « Courrier du CNRS » ce qu'est, pour notre pays, la bataille des « télécom ».*

*Les télécommunications sont un domaine en plein essor dans tous les pays industrialisés. Comment voyez-vous l'évolution des télécommunications ? Et comment situez-vous la place de la France dans cette bataille technologique ?*

Les télécommunications sont reconnues aujourd'hui comme un domaine essentiel pour l'avenir de notre société et de notre pays. L'évolution des télé-



□ Ancien élève de l'Ecole polytechnique, docteur ès-Sciences, ingénieur général des télécommunications, Maurice Bernard est avant tout un physicien. Chercheur, il a créé et développé, au sein du CNET, dès la fin des années 50, des équipes de recherches en physique des solides ; son apport personnel est très varié tant sur les semi-conducteurs qu'en opto-électronique. Il fut le premier, en 1961 avec son élève Durafourg à établir le critère que devait remplir un matériau semi-conducteur pour être le siège d'un effet « laser ». Maurice Bernard a participé à maintes reprises aux travaux de notre Comité national. Professeur, il enseigne la physique tour à tour à l'Ecole polytechnique, à l'Institut supérieur d'électronique de Paris, à l'Ecole supérieure d'électricité. Ingénieur physicien, il n'a cessé de développer le transfert des connaissances de physiques des solides vers la technologie. Il est depuis deux ans, directeur du CNET.

communications, amorcée depuis longtemps, se poursuit et s'amplifie. La maîtrise de cette évolution doit nous permettre de construire l'avenir au lieu de le subir. Il s'agit d'un champ d'exploration, tant pour la recherche que pour les applications, dont les limites reculent sans cesse, et où la compétition internationale est intense.

C'est une aventure passionnante, comme toute aventure liée au progrès scientifique. Le CNET et ses équipes sont au cœur de ce « défi ».

La France dispose de bons atouts : la commutation temporelle, les transmissions de données, les terminaux télématiques ; dans d'autres secteurs, les composants électroniques, la maîtrise des matériaux électroniques, nous avons un certain rattrapage à faire, un rattrapage qui est au reste largement amorcé !

*Après avoir été longtemps en France une sorte de « parent pauvre », les télécommunications sont maintenant l'objet d'un programme prioritaire, qui en font le premier investisseur du pays. La télématique, les satellites, les fibres optiques, tous ces progrès semblent débiter brutalement. En réalité, il s'agit du résultat de nombreuses années de recherche. Quel est le rôle du CNET dans ce processus ?*

Prenons l'exemple du téléphone. Dans le « redressement » du téléphone en France, il faut distinguer deux phases : l'une concerne l'équipement accéléré du pays fondé pour une bonne part sur la « commutation temporelle », développé initialement au CNET ; l'autre correspond à l'essor de la télématique, dont le règne commence à peine.

Alors, comment cela s'est-il passé dans la réalité ? Le programme d'action prioritaire, décidé par le Président de la République, en 1975, visait à remettre la France, le plus vite possible, pour l'équipement téléphonique, au

tout premier rang des grands pays industriels. La priorité a été mise sur la production, c'est-à-dire le nombre de lignes principales nouvelles installées tous les ans. Ce chiffre est passé de 300 000 par an en 1974 à 2 000 000 par an à partir de 1978. Cet énorme effort d'équipement s'est traduit par la réduction constante du délai moyen de raccordement : ce délai est actuellement de six à sept mois, et dans quelques années, il se chiffrera en jours.

Le rôle du CNET a été important par les recherches qu'il avait menées antérieurement. La « commutation temporelle » (1), qui est l'un des points forts de ce progrès, est née à peu près simultanément aux Bell Laboratories et au CNET, il y a une vingtaine d'années. En France, la commutation temporelle est associée aux noms bien connus de Joseph Libois, Pierre Lucas et André Pinet (2).

La « commutation temporelle » a pris progressivement droit de cité, sur le plan international, et s'impose depuis 1978 comme la technologie moderne de commutation. Les recherches initiales du CNET se sont trouvées effectivement appliquées : une part croissante des millions de lignes principales installées en France chaque année est maintenant réalisée en « temporel ». La France est le pays au monde où il y a le plus de lignes temporelles en service. Conséquence : l'industrie française des télécommunications, grâce surtout aux autocommutateurs français, commence à conquérir les marchés internationaux. C'était l'un des objectifs du plan d'action prioritaire.

La France a fait également un effort d'équipement, en commençant à numériser l'ensemble de son réseau : c'est l'un des pays où la numérisation est la plus répandue.

On sait que, dans très peu de temps, tous les Français qui le souhaitent auront un téléphone dans des délais rai-



sonnables, un téléphone de bonne qualité et à un prix voisin de celui que l'on rencontre dans les autres pays.

C'est pour nous, chercheurs, un point acquis. Voilà pour la première phase : le plan d'action prioritaire a réussi. Nul ne doute plus de son succès. Passons maintenant à la deuxième phase : Qu'entend-on par télématique ? Le mot, forgé récemment par Simon Nora et Alain Minc, recouvre un concept, qui a le mérite de correspondre à une réalité profonde : la pénétration mutuelle réciproque des télécommunications et de l'informatique. Les spécialistes de l'informatique ont de plus en plus besoin d'envoyer leurs données, ou de les traiter à distance, donc d'avoir recours aux télécommunications. Les spécialistes des « Télécom » ont de plus en plus recours à l'informatique parce que les calculateurs commandent tout aussi bien les autocommutateurs que les systèmes de transmission, les systèmes de gestion et d'observation du trafic, etc... Cette pénétration a des conséquences considérables. Elle n'est pas le fait du hasard. Elle est due à ce que des progrès technologiques récents se sont manifestés depuis quelques années et que ça, c'est le terreau, si vous voulez, c'est la sève nourricière de cette télématique.

La microélectronique, qui est l'élément moteur, les satellites de télécommunications, les fibres optiques sont les trois grandes avenues du progrès technique qui sous-tendent cette télématique.

A cette révolution technologique, le CNET naturellement participe pleinement.

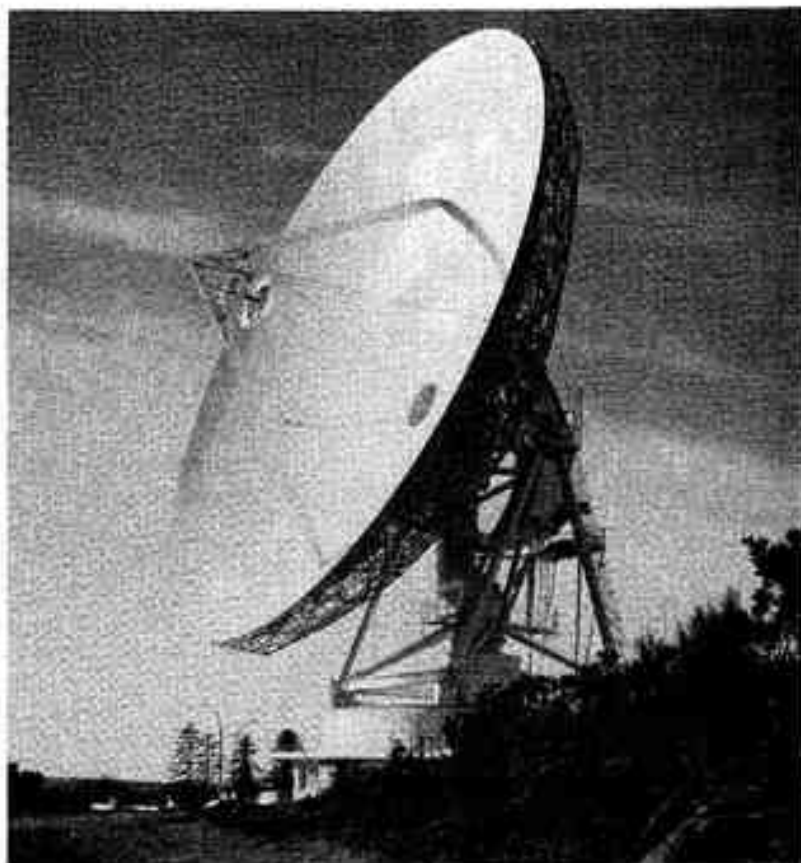
*Qu'est-ce qui fait l'originalité et l'efficacité du CNET ?*

Le CNET est original à plusieurs égards. Le Centre national d'études des télécommunications est un organisme interministériel puisque divers secteurs de l'activité du pays sont intéressés par les « Télécom ».

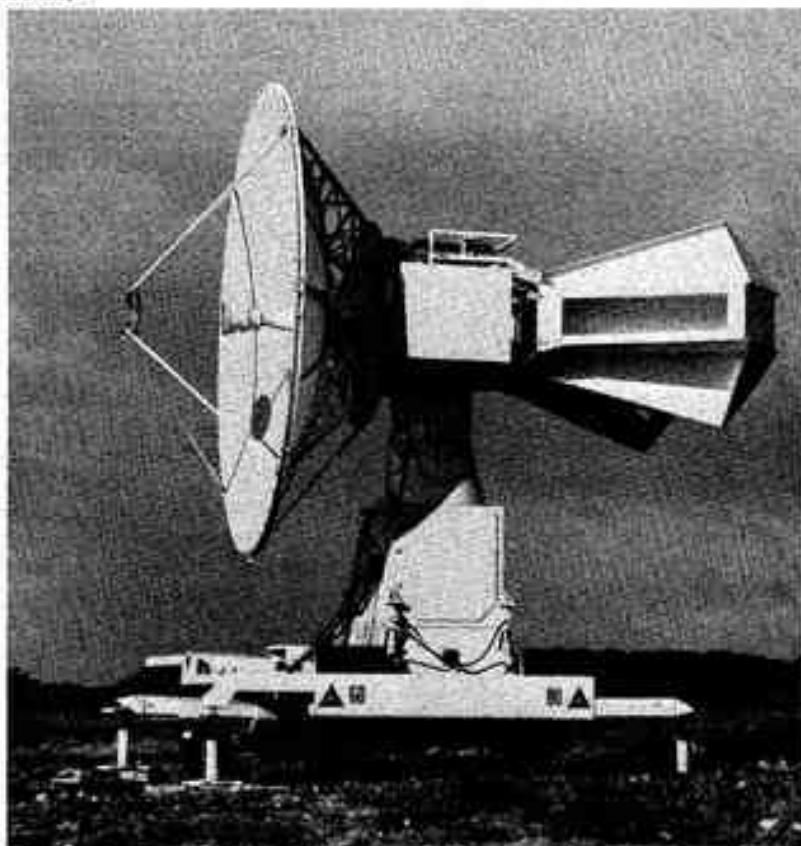
Le CNET dépend de la Direction générale des télécommunications. La DGT est une entreprise publique de 150 000 personnes, avec un chiffre d'affaires de 40 milliards de francs lourds. Ses besoins de recherche sont importants. C'est au CNET que se fait une bonne partie des recherches au profit de cette entreprise publique.

(1) Voir « Allo... Expliquez-moi le téléphone » par Alain Géraud (p. 14).

(2) André Pujet a reçu pour l'ensemble de ses travaux sur la commutation temporelle, le prix Armstrong décerné par l'IEEE en 1978.



Centre de télécommunications par satellite de Pleumeur-Bodou. Antenne PBIV. (Cliché CNET).



Vue de l'antenne et des équipements d'émission et réception d'un des radars du système RONSARD. (Cliché CNET).



Maquette du CNET. Grenoble. (Cliché CNET).

Un des traits originaux du CNET, c'est d'avoir une double mission. Une mission : « Recherche et développement interne » qui recouvre une activité de type fondamental ou appliqué, réalisé dans les laboratoires du CNET, et qui vise à tirer parti du progrès scientifique, à le transformer en progrès technique, à en déduire une maîtrise plus grande vis-à-vis des techniques et de la technologie et à concevoir des matériels et des logiciels plus performants. Et une deuxième mission qui est une mission « Expertise et assistance techniques ». Cette mission d'expertise technique s'exerce au profit de la DGT. En effet, la Direction des affaires industrielles et internationales, la DAI, passe des contrats pour près d'un milliard de francs tous les ans et ces contrats nécessitent une expertise technique approfondie. Par exemple, la définition et l'écriture des spécifications techniques, l'établissement des cahiers des charges, le suivi des marchés, la réception des prototypes... C'est une

assistance technique que le CNET est seul à pouvoir donner. Il y a également une assistance technique donnée aux exploitants : les ingénieurs du CNET les familiarisent avec les nouveaux équipements.

Ces deux missions sont indissociables parce que la qualité de notre expertise technique dépend de notre recherche. Et l'orientation de nos recherches dépend de l'expertise technique qui en quelque sorte polarise « par l'aval » l'orientation de nos recherches.

Le CNET est donc conduit à entretenir et à développer des relations nombreuses et fécondes avec la recherche fondamentale, la recherche appliquée et la recherche industrielle.

Un autre facteur d'originalité est la création relativement récente des comités de programme (3), correspondant aux sept grands domaines d'activité du CNET : recherche scientifique, technologie et composants, distribution, commutation, transmission, nouveaux services et services spéciaux, structure gé-

nérale des réseaux et gestion technique.

Ces sept comités comprennent chacun une douzaine de membres, la moitié sont des experts du CNET, l'autre moitié est constituée d'experts de l'administration centrale. Dans un comité de programme, on reçoit tous les ans, les propositions des chercheurs, relatives au domaine considéré.

Chaque « comité de programme » élabore un ou plusieurs projets de programme pour son domaine ; ces « scénarios » sont soumis pour discussion et pour approbation à un conseil de direction. Le conseil de direction du CNET est présidé par le directeur des affaires industrielles et internationales de la DGT, Jean Syrota, j'en suis le vice-président. Il comprend l'équipe de direction du CNET et les principaux chefs de service de la DGT. Le comité de programme est un lieu de débat et d'échanges dans lequel se trouvent discutés des programmes, évalués les ré-

(3) Voir l'encadré « Les comités de programmes du CNET ».





Cable à fibres optiques, composition photographique. (Cliché CNET).

sultats et dans lequel sont définis annuellement les moyens du CNET en personnel et en crédits.

Il n'y a pas d'études ou de recherches qui soient dictées par une technocratie.

*Le débat sur « Recherche fondamentale » de type universitaire et « Recherche appliquée » de type industriel, est permanent. Le CNET est l'un des rares organismes où ces deux activités sont naturellement menées de front.*

En France, c'est vrai, on a tendance à associer la recherche fondamentale à l'activité universitaire et la recherche appliquée à l'activité industrielle; l'université fait trop rarement de la recherche industrielle, de même les industriels font trop peu de « vraie recherche ».

Au CNET, nous sommes bien placés pour souligner ce qui apparaît de plus en plus comme un défaut de la société française. Précisément, nous sommes

amenés à faire les deux !

Notre vocation, c'est une recherche « finalisée », qui est en grande partie appliquée. Notre rôle, c'est de faire progresser le téléphone, de bâtir la télématique, d'avoir des matériels et des logiciels moins coûteux, plus performants, et de satisfaire des besoins nouveaux. Ce qui correspond plus à l'utilisation des connaissances qu'à leur acquisition.

Mais nous sommes convaincus, et moi le premier, qu'il n'est de bonne recherche appliquée, dans un organisme comme le CNET, sans recherche fondamentale dynamique. Seule la recherche fondamentale nous permet d'être au contact de la connaissance qui vient de s'élaborer. Seule la recherche fondamentale nous met en prise avec la recherche française, notamment avec le CNRS et l'université, et avec la recher-

#### LE CENTRE NATIONAL D'ETUDES DES TELECOMMUNICATIONS

Créé en 1944, le CNET est un organisme interministériel d'études et de recherches géré par le Secrétariat d'Etat aux postes, aux télécommunications et à la télédiffusion, et dépendant de la Direction générale des télécommunications :

- missions permanentes : recherche et développement interne, expertise et assistance technique pour le compte de l'Administration des télécommunications ;
- budget : 545 millions de francs ;
- hommes : 3 800 personnes dont 2 000 ingénieurs et techniciens ;
- implantations : le CNET est implanté dans plusieurs régions : 2 000 personnes dans la région parisienne ; 1 500 sur la lande bretonne à Lannion depuis 1960 ; 150 personnes à Rennes dans une structure composite avec Télédiffusion de France (TDF), connu sous le nom de Centre commun d'études de télévision et de télécommunications (CCETT) ; à Grenoble, un nouveau laboratoire, inauguré au début de 1981.

Signalons aussi les études d'antennes à la Turbie, les stations ionosphériques en Terre Adèle.

che mondiale. N'oublions jamais que la recherche est une affaire planétaire. Si nous n'avions pas des équipes de recherche fondamentale, nous ne pourrions pas faire la même recherche appliquée : nous la ferions moins bien, nous prendrions les décisions avec un temps de retard.

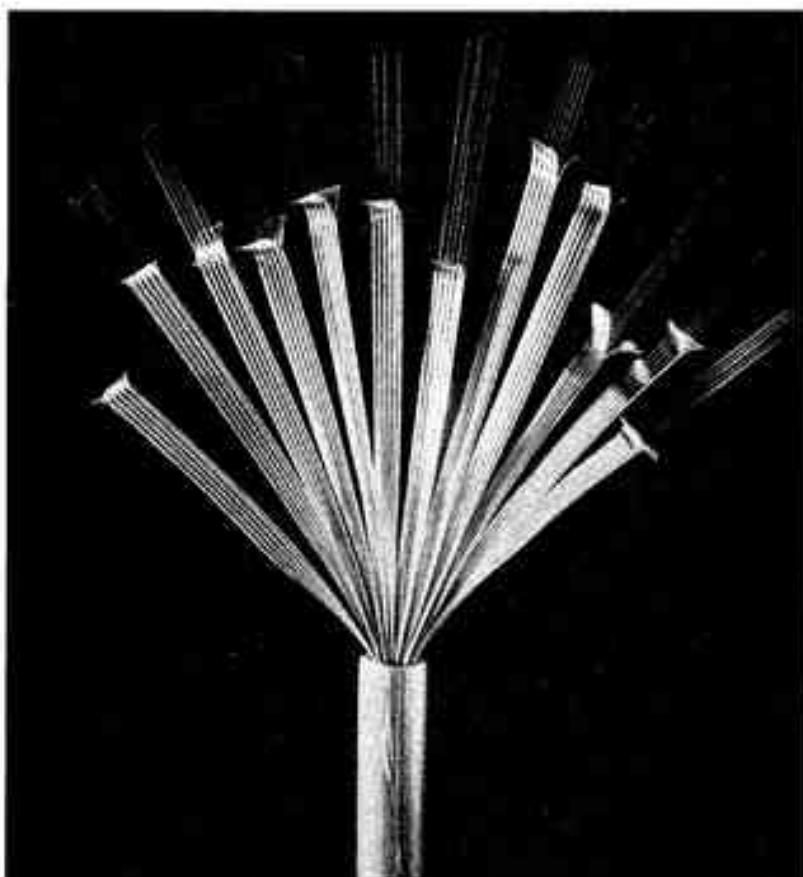
Il y a deux ans, lorsque j'ai été nommé directeur du CNET, j'ai constaté que ses structures de personnel n'étaient pas bien adaptées aux tâches nouvelles. Le monde se rétrécit, mais en même temps l'univers technique dans lequel nous sommes, s'élargit prodigieusement. Le taux d'encadrement du CNET pouvait se chiffrer à 29 ou 30 %. Mon objectif, et l'objectif qui m'est fixé par la DGT et par le gouvernement, c'est de faire passer, très vite, le taux d'encadrement du CNET de 30 à 50 %, en essayant d'attirer les meilleurs chercheurs et les meilleurs ingénieurs. Le CNET est et sera ce que sont et seront ses chercheurs, ses ingénieurs et ses techniciens.

Comment y arrivera-t-on ? Nous espérons qu'un certain nombre de postes seront créés tous les ans. Nous avons eu quatre-vingts postes en 1980, nous espérons en avoir une centaine l'an prochain. Je souhaiterais recruter entre cent cinquante et deux cents chercheurs par an au CNET.

Nous souhaitons faire venir des gens de haut niveau, de tous les horizons. Nous souhaitons faire venir des Français, mais aussi des étrangers, des jeunes et des moins jeunes, des élèves des grandes écoles et des universitaires, des théoriciens et des pragmatiques.

Nous souhaitons surtout attirer des chercheurs du CNRS et de l'université, et des ingénieurs et des chercheurs venant de l'industrie. Je crois en la vertu des mélanges. Nous avons une politique de grande ouverture, cela figure explicitement dans les décisions du conseil des ministres du 16 janvier 1980. Par exemple, nous aurons besoin de mathématiciens, bien plus que dans le passé ; c'est dans cette optique là que nous venons de décider la création d'un département de mathématiques appliquées. Nous voulons continuer à recevoir des physiciens de divers domaines de la physique ; nous sommes même prêts à accueillir des théoriciens, physiciens des particules élémentaires inclus, qui auraient envie de « faire joujou » avec nous sur un certain nombre de sujets. Ils seraient peut-être surpris de voir que les « Télécoms » posent parfois des problèmes abstraits.

Nous aurons besoin de chimistes, d'électroniciens, d'opticiens, de spécia-



Cable à fibres optiques à structure ruban. (Cliché CNET).

## LE CENTRE DE MICROELECTRONIQUE DE GRENOBLE

Le Centre de microélectronique de Grenoble a été créé à la suite des mesures prises par le gouvernement, le 23 mai 1977 pour accroître la capacité nationale de recherche et développement en microélectronique silicium.

Le choix de son implantation s'est fixé sur la région de Grenoble en raison de l'existence d'un environnement universitaire et industriel de qualité particulièrement favorable à l'exécution de sa mission.

L'objectif assigné au Centre est de promouvoir les innovations qui permettront aux utilisateurs de disposer, dans les prochaines années, des circuits intégrés dont l'industrie française, notamment celle des télécommunications, aura besoin pour construire aux conditions les plus économiques les équipements les plus performants. La capacité d'innovation du Centre dont la vocation est nationale, devra être telle que l'industrie française puisse avoir comblé son retard en 1985.

Le Centre compte à l'heure actuelle près de 200 personnes. Le développement de ses activités permettra d'atteindre près de 500 personnes en 1985.

Les activités des équipes de recherches couvrent dès à présent les domaines suivants :

- la conception des circuits : étude de leur architecture et assemblage de leurs éléments constitutifs ;
- la microlithographie : développement des procédés et des équipements de masquage, de gravure - recherche d'une plus grande finesse de détail (évolution vers le micronique et submicronique) ;
- les opérations technologiques élémentaires intervenant dans la fabrication des circuits intégrés qu'il s'agisse d'implantation ionique, de recuit par faisceaux lasers et canon à électrons, de nouvelles méthodes de diffusion ou d'oxydation, de l'utilisation des plasmas ;
- la modélisation qui relie les caractéristiques des matériaux, les paramètres des opérations technologiques et les propriétés des dispositifs électriques qu'elles permettent de réaliser ;
- les machines et automatismes nécessaires à la fabrication des circuits.

Dans ces différents domaines, les équipes de recherche ont présenté depuis 1979, plus de vingt publications originales et déposé sept brevets. Elles ont participé aux principaux colloques, congrès et séminaires internationaux dans le domaine de la microélectronique, contribuant ainsi au rayonnement mondial du Centre.

listes des sciences des matériaux et de spécialistes des sciences humaines.

*Selon quels critères les choisirez-vous ?*

Je choisirai des chercheurs qui ont prouvé par leurs publications, par un certain passé, par un certain acquis scientifique, qu'ils ont mérité une réputation, une notoriété sur des bases objectives. Ils doivent avoir une capacité d'innovation, ce que l'on s'accorde généralement à reconnaître comme une caractéristique de la valeur scientifique. Il nous faut des hommes aptes au dialogue et à la communication. Je souhaiterais aussi voir des chercheurs ayant un talent de création, une mobilité intellectuelle, une mobilité thématique et, pourquoi pas, une volonté de mobilité géographique. Un seul chercheur peut difficilement détenir toutes les qualités, mais un ensemble de chercheurs doit posséder cet ensemble de qualités.

*L'activité scientifique du CNET est particulièrement dynamique dans deux domaines : la recherche spatiale, la physique du solide. Certains laboratoires, communs ou associés au CNRS, comptent parmi les meilleurs du monde. Quels sont, selon vous, en ce qui concerne les axes de recherche, les équipes et les hommes, les motifs de ce succès ?*

Les deux domaines que vous citez, la recherche spatiale et la physique des solides, correspondent à une activité scientifique du CNET qu'on peut qualifier de dynamique. Le CNRS est très lié à ces recherches.

La recherche spatiale a divers aspects et ceci explique pourquoi nous sommes associés au CNRS dans cette affaire. Il y a un aspect proprement scientifique, à la limite spéculatif, qui est de comprendre de façon fine les divers phénomènes concernant la magnétosphère, la géophysique externe, l'environnement des planètes etc... Mais les équipes mixtes CNET-CNRS qui travaillent sur ce sujet se trouvent aussi parfaitement capables d'aborder d'autres aspects de la recherche spatiale, qui sont complémentaires, qui ont des communautés de concepts ou de techniques ; par exemple la propagation des ondes électro-magnétiques dans la basse atmosphère, voire dans la haute atmosphère puisque nous utilisons des satellites et plus généralement les technologies spatiales.

TELECOM 1 que la fusée ARIANE lancera en 1983 pour le

compte de la DGT montre que les télécoms par satellites font partie de notre panoplie. Il y a une quinzaine d'années, le CNET avait joué un rôle essentiel dans les toutes premières tentatives spatiales françaises. Aujourd'hui, le CNET suit le développement industriel de TELECOM 1 et mène les recherches utiles aux satellites futurs de deuxième génération.

Un deuxième domaine dynamique, c'est en effet, la physique des milieux condensés. Le laboratoire dans lequel se fait l'essentiel de nos recherches dans ce domaine là, est associé au CNRS ; ce qui permet au CNRS d'avoir une « visibilité » accrue sur un « labo » qui fait des choses intéressantes, et au CNET d'avoir un conseil scientifique dans un domaine qui nous intéresse beaucoup. Pour les Télécoms, depuis que William Schockley (4) est passé par là, la physique des solides a pris un grand intérêt et l'a conservé. Aujourd'hui la physique des solides est plus complexe, plus multiforme que celle sur laquelle on travaillait il y a 30 ans. Il y a beaucoup de semi-conducteurs aux propriétés encore peu utilisées et il y a beaucoup d'autres matériaux.

D'autres domaines, moins connus, sont activement étudiés au CNET, en particulier la reconnaissance et la synthèse de la parole. J'attire l'attention des lecteurs du « Courrier du CNRS » sur l'acoustique au sens large du terme, qui est une discipline qui s'est beaucoup renouvelée. L'acoustique est une branche extraordinairement active de la recherche scientifique, elle tend à devenir pluridisciplinaire ; elle a complètement dépassé l'aspect classique de l'étude des vibrations... Elle touche les aspects physiologiques au niveau des sensations, au niveau des processus de formation de la parole. On essaye de trouver des méthodes de synthèse de la parole en se fondant sur une simulation des phénomènes acoustiques qui se produisent dans les cordes vocales et dans les conduits vocaux. Une bonne connaissance de la physiologie va de pair avec les progrès techniques. On ne peut pas faire de la reconnaissance de la parole, de la traduction automatique, par exemple sans pousser assez loin les études sur la structure du langage. L'acoustique est une discipline passionnante, pluridisciplinaire et trop ignorée en France. Il y a quelques équi-

pes... Les deux plus connues sont le laboratoire d'informatique pour la mécanique et les sciences de l'ingénieur (LIMSI) du CNRS à Orsay, et l'équipe du CNET à Lannion.

Mais ce qui se fait à l'Institut de recherche de coordination d'acoustique musicale (IRCAM) dans un domaine voisin est aussi passionnant. On s'y intéresse à toutes les langues, mais surtout au français. Et paradoxalement les travaux de l'IRCAM sont mieux connus à l'étranger, notamment aux Etats-Unis, qu'en France. Le fait que l'acoustique au CNRS n'a pas de section à part entière ne favorise pas beaucoup l'essor en France de cette discipline.

Un autre domaine où le CNET mène des recherches actives est celui de l'architecture des systèmes, de la modélisation et de la recherche opérationnelle afin de développer des outils permettant la planification des réseaux.

Par ailleurs, nos besoins en mathématiques sont importants, d'où la création de notre département de recherche mathématique. Nous comptons attirer des mathématiciens, en particulier ceux du CNRS... Le directeur général des Bell Laboratories m'avait dit l'année dernière qu'aux Etats-Unis, il était difficile de trouver certaines compétences en mathématiques et en informatique scientifique, les « Computer sciences ». En France, nous sommes peut-être moins mal placés qu'en Amérique, en raison du bon niveau des recherches en mathématiques. Nous avons là des chances qu'il faudrait saisir.

*Comment voyez-vous, actuellement les perspectives de coopération entre le CNET et le CNRS ?*

La collaboration entre les deux organismes existe et depuis longtemps. La direction du CNRS et la direction du CNET se rencontrent régulièrement deux fois par an, au niveau le plus élevé, depuis 1974.

Deux laboratoires illustrent de manière exemplaire la coopération entre le CNET et le CNRS : le Centre de recherche en physique de l'environnement terrestre et planétaire (CRPE), laboratoire commun au CNRS et au CNET, et le laboratoire associé « Physique électronique et composants » (LA 250) du CNET à Bagnex. Par ailleurs, il y a, depuis longtemps, des membres du CNET au Comité national du CNRS ; à mesure que l'activité scientifique du CNET se développe, le nombre des représentants du CNET dans les commissions a augmenté ; il y en a une dizaine aujourd'hui.

(4) William Schockley, physicien et technicien américain, né à Londres en 1910 - Auteur des travaux de physique des solides, il donna la théorie des jonctions dans les semi-conducteurs (1949) et contribua à l'invention du transistor à jonction (1951) - Prix Nobel de physique 1956.



On peut distinguer plusieurs types de collaboration. Il y a une collaboration institutionnelle, qui se traduit par une série d'actions : la collaboration dans le domaine des programmes, la collaboration en matière d'échanges de chercheurs.

La collaboration dans le domaine des programmes, qui se fait à travers le comité de liaison CNET-CNRS, cela signifie que les scientifiques du CNRS peuvent nous aider à définir nos programmes et à les orienter ; inversement, les chercheurs et les ingénieurs du CNET peuvent aider le CNRS à orienter ses propres programmes. La participation au Comité national, à des « GRECO », les « groupements de recherches coordonnées », à divers modes d'action favorise cette collaboration.

En outre, un comité scientifique consultatif dont la création avait été demandée par le Conseil des ministres du 16 janvier 1980, sera bientôt constitué. Le CNRS pourra, dans ce cadre, bénéficier d'une ouverture connue du CNET.

La collaboration à travers les échanges de chercheurs est très stimulante et enrichissante. Ces échanges de chercheurs, je souhaite les développer vigoureusement. Nous pouvons offrir à un certain nombre de chercheurs des sujets intéressants, un environnement différent, une façon d'aborder les problèmes, des moyens techniques et technologiques qui n'ont pas leur équivalent au CNRS. Nous sommes convaincus que nous pouvons offrir aux chercheurs du CNRS, dans de nombreuses disciplines, de multiples possibilités.

Nous pensons que si un chercheur veut venir travailler au CNET d'une façon permanente, commencer par un échange d'un an ou deux est souvent la meilleure façon de se déterminer. Les textes réglementaires permettent ce type de démarche. Comme je souhaite recruter beaucoup et justement des chercheurs du CNRS, je propose à tous ceux que cela intéresse de venir voir au CNET s'ils peuvent y passer six mois, un an ou deux ans en toute connaissance de cause, avant de franchir le Rubicon !

Inversement des chercheurs ou des ingénieurs d'origine Télécom peuvent s'intégrer à l'« Establishment » de la recherche. L'un des meilleurs exemples est celui de Michel Petit, ingénieur en chef du corps des Télécoms et qui occupe les fonctions de directeur scientifique au CNRS pour les sciences de la terre, de l'océan, de l'atmosphère et de l'espace et de directeur de l'INAG.

*Comment travaillez-vous avec l'industrie dans ce domaine si étroitement lié au développement de l'économie du pays que sont les télécommunications ?*

Les contacts avec l'industrie sont aussi nécessaires que la liaison avec le CNRS et l'université. Nous avons toujours été en contact avec l'industrie française. Mais le contexte a changé. Nous sommes moins préoccupés par la politique industrielle, nous nous concentrons sur la recherche, l'innovation, les technologies. Et c'est sur ces domaines là, que nous devons maintenir le dialogue avec les industriels.

L'industrie française s'est transformée ; l'industrie des télécommunications était, il y a dix ou quinze ans en France, le fait d'un petit nombre de sociétés très spécialisées, intéressées au seul marché national et n'exportant pratiquement pas, jouissant plus ou moins de quotas et entretenant des relations permanentes avec les administrations.

Aujourd'hui, le paysage a changé, la concurrence est vive sur le marché national comme sur le marché international, les industriels français ont été encouragés à exporter ; ils ont des produits compétitifs.

Entretenir le dialogue avec les partenaires de l'industrie et transférer notre « savoir faire », c'est pour nous un objectif fondamental. Notre recherche est finalisée et notre but ne serait pas atteint si le résultat de nos recherches devait rester confidentiel. Si notre « production » se limitait à des publications et à des brevets, s'il n'y avait pas de transfert dans l'industrie nationale, nous aurions bien mal utilisé nos compétences.

En 1979, nous avons organisé à Lannion des journées sur les télécommunications optiques qui ont rassemblé des petites et moyennes entreprises françaises.

En 1980, nous avons organisé pour les industriels français, à Lannion toujours, une journée sur la synthèse et la reconnaissance de la parole, et, à Paris, une journée sur les lasers à semi-conducteurs. Nous multiplierons ce genre d'initiatives.

Faire savoir ce que nous avons fait, ce que nous allons faire ; telle est notre politique.

*Comptez-vous également susciter la création d'entreprises ?*

Oui. Le gouvernement nous y encourage vivement. Les premières tentatives pour favoriser la création d'entreprises

ont eu lieu en 1980. D'autres suivront. Si une hirondelle ne fait pas le printemps, souvent, la première hirondelle donne des idées aux suivantes... Le changement des habitudes mentales, au CNET, comme chez les autres chercheurs, est pour l'essentiel d'ordre psychologique. Des mesures pratiques ont été étudiées : des prêts, des facilités techniques, l'usage gratuit de licences pendant un certain temps, des possibilités de « parachute » pour aider un candidat qui ne réussirait pas, etc...

*Vous avez un programme chargé pour les années qui viennent.*

J'espère que nous réaliserons notre programme, grâce à la participation de tous.

Je crois qu'il faut parler, expliquer, discuter. La bonne circulation de l'information fait des progrès au CNET et à la DGT depuis quelques années. Les comités de programme constituent un progrès décisif : ils apprennent aux chercheurs du CNET à « causer » entre eux. Parler, parler avec le téléphone, avec la vision-conférence, peu importe, mais échanger : c'est comme cela qu'on fait passer une décision, qu'on forge une doctrine. C'est comme cela qu'on se donne un moral d'acier. Parce que tout le monde arrive à se comprendre.

*Quels sont vos objectifs pour le VIII<sup>e</sup> Plan ?*

Des objectifs ambitieux. Des résultats importants dans des domaines variés.

A la fin du VIII<sup>e</sup> Plan, le centre de Grenoble devrait produire de la recherche de pointe en microélectronique silicium. Nous devrions avoir et nous aurons un centre de niveau mondial.

Les relations CNRS-CNET se seront encore développées, très certainement. Et la notoriété du CNET comme centre mondial de recherche devrait être bien établie. Cela se traduira notamment par de nombreux échanges avec des chercheurs appartenant aux centres de recherche de tous pays. C'est dans cette perspective, précisément, que se situe le laboratoire de Grenoble.

Nous aurons obtenu certains résultats dans des domaines précis : câbles sous-marins en fibres optiques, pour lesquels les compétences du CNET auront servi de levain dans l'industrie. C'est l'industrie française qui

les fera, mais les compétences du CNET y auront grandement contribué. Je crois que la deuxième génération de communication par satellites devrait atteindre le stade du développement.

Vers la fin de 1985, on verra le « numérique » (5) arriver chez l'abonné. On verra l'annuaire électronique se généraliser et la télématique commencera à toucher le grand public. Les fibres optiques remplaceront de plus en plus les supports métalliques de transmission et les villes câblées pour la « Vidéomatique » telles que Biarritz se multiplieront.

*« Une place de pointe pour la France ». C'est le titre du chapitre consacré au CNET dans le livre blanc sur la recherche : « Construire l'avenir ». Quelles sont les chances de notre pays, dans le développement des systèmes de télécommunications dans un cadre international et également dans un cadre régional ou national ?*

L'ambition du CNET fait partie d'une ambition plus générale qui est celle de l'entreprise française de télécommunications. C'est effectivement tout à la fois la recherche et le développement qui sont les composantes fondamentales, pour acquérir la maîtrise des technologies nouvelles. Il est symptomatique de voir que la DGT prend des options volontaristes, par exemple en visant à court terme l'annuaire électronique pour remplacer l'annuaire en papier. C'est l'amorce d'une révolution. Le fait que la France commence à se placer en tête pour ce type d'innovation, montre qu'il y a une ambition de créer les conditions d'un marché national, donc de renforcer puissamment la mise industrielle française afin d'attaquer les marchés internationaux. Toutes ces démarches vont de pair, ne l'oublions pas. Dès l'instant que l'effort de recherche-développement français augmente, dès l'instant que la DGT a une action volontariste pour créer de nouveaux marchés, l'industrie française se trouve renforcée et peut devenir plus puissante, plus agressive donc plus grande exportatrice. Par conséquent, la position française sera meilleure.

*Les nouvelles technologies peuvent-elles contribuer à la vitalité de la langue et de la culture française ?*

La culture et la langue ? Il n'y a qu'une façon de « défendre » une culture et une langue, c'est « d'attaquer ».

Une civilisation, une culture ou une

langue ne se défend que par le mouvement. Ce qui est vraiment essentiel, c'est ce qui est innovation. La culture et la langue française survivront dans la mesure où elles auront quelque chose de nouveau à apporter. Si nous sommes une nation parmi les plus puissantes au niveau industriel et technologique, à la fin du VIII<sup>e</sup> Plan ou à la fin du XX<sup>e</sup> siècle, la langue et la culture françaises se porteront bien, j'en suis convaincu. Si nous ne réussissons pas ces paris industriels, technologiques et scientifiques, — tout est lié — il faudrait alors continuer à se battre le dos au mur pour sauvegarder des lambeaux de culture et de langue françaises.

On ne bâtit que ce que l'on découvre.

*Le progrès technique est infiniment plus rapide que l'adaptation de l'homme aux innovations technologiques qui lui sont proposées. Quelle importance accorde le CNET au dialogue entre l'homme et la machine ?*

Le dialogue entre l'homme et la machine est pour nous absolument essentiel, parce que notre intervention, c'est-à-dire le téléphone, les terminaux, et plus généralement le réseau de « Télécoms » sont justement faits de machi-

nes, mais l'ensemble vise à relier les hommes. Notre slogan publicitaire, « des hommes relient des hommes » le dit clairement. Pour nous, l'interface homme-machine, le dialogue entre l'homme et la machine, l'adaptation de la machine à l'homme, cela reste pour nous essentiel depuis l'invention du téléphone.

Il a bien fallu que le microphone soit adapté aux sons émis par l'homme, il a bien fallu que la capsule téléphonique soit adaptée à l'oreille de celui qui écoute pour que le téléphone soit une réussite. Il s'est trouvé que, finalement, assez spontanément et sans beaucoup de recherches, peu après 1876, très vite le téléphone s'est avéré assez bien adapté à la bouche et à l'oreille. Le téléphone est une machine miraculeusement bien adaptée à l'homme. Ce n'est pas la seule. Le téléviseur n'est pas mal adapté non plus !

Maintenant, nous nous trouvons devant un réseau qui va devenir un réseau de télématique, c'est-à-dire que le téléphone ne va pas être simplement le téléphone de papa, il va être le téléphone des enfants, le téléphone jouet, le terminal intelligent avec lequel on fait bien autre chose que parler ou écouter.

Dès l'instant où vous dialoguez avec un appareil qui a un clavier et qui vous

## COMITES DE PROGRAMMES

### • Sciences pour les télécommunications :

— science des matériaux ; — signaux et systèmes ; — mathématiques appliquées ; — informatique ; — communication et sciences humaines ; — environnement terrestre et électromagnétisme.

### • Composants et technologies :

— composants et technologies de la microélectronique ; — composants et technologies de l'optoélectronique ; — technologie et caractérisation des fibres optiques ; — composants passifs et connectique ; — qualité des composants.

### • Distribution :

— terminal téléphonique ; — électronique sur la ligne d'abonné ; — câbles en développement et matériels associés ; — qualité du réseau local ; — supports futurs et réseau multiservices.

### • Centre de commutation :

— études générales liées aux systèmes ; — études de commutateurs ; — études générales liées au réseau (actuel et futur) ; — suivi de développement de systèmes ; — évolution des systèmes ; — spécifications en commutation.

### • Réseau de transmission :

— études générales de transmission ; — matériels de centre ; — transmission guidée ; — transmission radio-électrique ; — transmission par satellite.

### • Services télématiques et réseaux spécialisés :

— études générales sur les services ; — services de communication avec les mobiles ; — services de communication par le son ; — services de communication par l'écrit ; — vidéographie ; — services de communication par l'image ; — services de transmission de données ; — services spéciaux ; — télécommunications d'entreprise.

### • Réseaux, maintenance, gestion :

— modélisation, planification des réseaux ; — infrastructure, énergie, protection ; — systèmes d'exploitation technique ; — gestion ; — qualité.

(5) Voir rubrique « Expliquez-moi », p. 14.



renvoie l'image de son intelligence ou qui affiche une réponse à la question que vous lui avez posée, je pense qu'on se trouve devant quelque chose d'infiniment plus complexe, de beaucoup plus difficile que le simple téléphone ou le simple téléviseur.

Avec le dialogue homme-machine, nous sommes au cœur du problème. Aussi, avons-nous cruellement besoin de chercheurs en sciences humaines, notamment ceux du CNRS, que nous n'arrivons pas à intéresser à nos problèmes... Le vandalisme, par exemple, qui nous coûte fort cher mériterait d'être étudié par des sociologues et des psychosociologues : quelqu'un s'y est intéressé. Mais, à mon avis, des sociologues devraient spontanément venir nous parler de ces questions complexes. Je suis convaincu qu'ils trouveraient chez nous des foules de sujets d'études passionnants.

*Les télécommunications élargissent considérablement le champ de la communication, qui tend à devenir universelle et immédiate. Mais on souffre de ce nouveau mal du siècle : la solitude, dans une société que certains jugent malade de ses « communications ». Quel monde nous préparez-vous pour demain ?*

Quand on se pose la question de savoir quel impact auront les « Télécoms » ou bien telle autre grande aventure scientifique et technique d'aujourd'hui, par exemple le génie biologique, on y associe en général une sorte

de crainte. Une crainte que l'on nourrit inconsciemment de l'affleurement à la conscience des difficultés de la vie. Alors on parle du mal du siècle. Et on réagit de manière subjective, sentimentale.

Y a-t-il vraiment un mal du siècle ? Le temps présent charrie des guerres, des calamités, des satisfactions et des déplaisirs. Cet avenir qu'on ignore et qui sera en partie ce que les « Télécoms », le génie biologique, bien d'autres innovations le feront, faut-il tellement s'en inquiéter et réagir d'une façon craintive et pessimiste ?

Si on prend le recul que nous pouvons avoir maintenant sur l'avion, l'automobile, la radio, le téléphone, la télévision, le train, on se dit que certes les inconvénients, les nuisances existent. Mais si on continue à vouloir se servir des voitures et à mettre de l'essence dedans, c'est parce que cela plaît à l'homme, et qu'il y trouve son intérêt !

Je suis optimiste. Mais l'optimisme ne doit pas nous empêcher d'essayer de réfléchir. Les Télécoms, c'est vrai, vont élargir de façon fantastique le champ de la communication qui va devenir à la fois universelle et immédiate. Mais, et je suis tout à fait d'accord avec vous sur ce point, cela ne veut pas dire que, psychologiquement, la « communication » soit forcément plus facile. Ça ne voudra pas dire que certains êtres humains dans certaines conditions n'auront pas le sentiment de la solitude. Je dirai que le village est mort depuis longtemps. Comme la place du marché et la place du village, la convivialité as-

sociée à un certain mode de vie est en train de disparaître. Je reste optimiste ! J'ai le sentiment que puisque l'homme a besoin de ce dialogue, il le recherchera et il le recréera. Les nouveaux outils ne devraient pas être un obstacle, au contraire ils ouvriront de nouvelles possibilités. La famille résiste assez bien à l'intrusion du monde moderne. On recrée d'autres morceaux de « la société », à l'usine, au bureau, au club de vacances. On voit se développer un instinct grégaire qui parfois nous surprend. Si l'homme a besoin du contact de ses semblables et si la communication télématique ne lui apporte pas tout, il recréera autre chose.

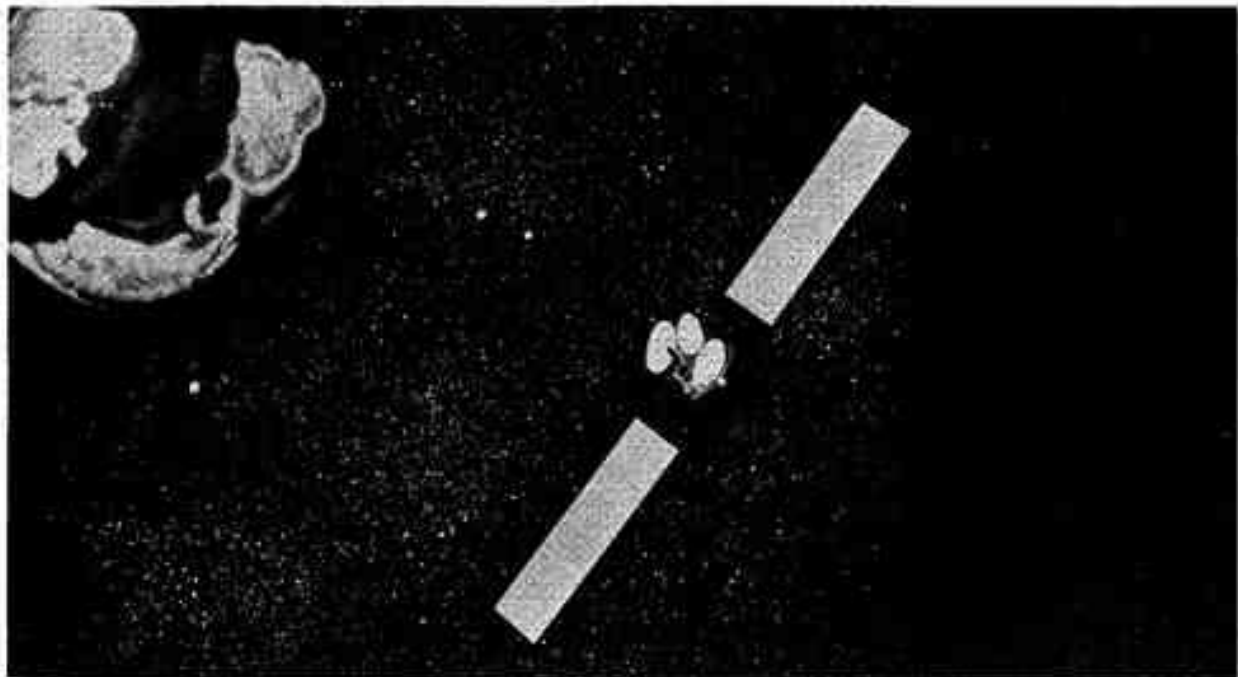
La télévision, les matches sportifs, les vacances, le cadre de vie professionnel suscitent de nouvelles manières de se rassembler et de communiquer. La grande majorité des individus se sont adaptés, depuis l'aube de l'humanité, à des « modes sociaux » successives qui n'ont plus rien à voir avec la vie tribale.

La conscience qu'un Français d'aujourd'hui peut avoir du monde dans lequel il vit est sans commune mesure avec celle qu'il pouvait avoir il y a un siècle. Et les télécommunications comptent pour beaucoup dans cette nouvelle « dimension ».

Alors, quel monde pour demain ?

Toujours optimiste, je dirai simplement : un monde plus large, un monde plus riche.

*Entretien réalisé par Monique Mounier.*



Satellite TELECOM 1 en orbite autour de la terre. (Photo CNET).

# Allo, expliquez-moi le téléphone

*Avec le téléphone du futur, un nouveau dialogue homme-machine s'engage. Mais comment le passage d'une technologie pour spécialiste à une pratique « pour tous » va-t-il s'effectuer ? Seul l'avenir nous le dira.*

Alain GIRAUD

## *Transmission analogique, commutation spatiale, multiplexage en fréquence*

Quand vous communiquez avec quelqu'un au téléphone, il y a deux « miracles ».

Le premier miracle, c'est que quelle que soit la distance, vous vous entendez aussi bien que si vous étiez dans deux pièces voisines, reliées par une ficelle tendue entre deux pots de yaourts. Ce miracle est réalisé par une série d'amplificateurs qui régénèrent le long de la liaison, le signal électrique que votre parole ou celle de votre correspondant module dans le combiné.

Le deuxième miracle, c'est que vous ayez établi la liaison vous permettant d'atteindre, parmi le demi-milliard de postes téléphoniques dans le monde, celui que vous vouliez ; et pourtant il n'y a pas un demi-milliard de fils de cuivre vous reliant à tous ces postes. Ce miracle est réalisé par l'organisation hiérarchisée du réseau : un fil vous relie au central (commutateur) téléphonique le plus proche, vous permettant d'atteindre tous les abonnés de ce central ; ce central est lui-même relié par une « artère » aux autres centraux de la région, et par une plus grosse artère à des centraux de niveau supérieur chargés de connecter les régions entre elles et d'acheminer le trafic international vers des centraux nationaux, reliés entre eux par des artères internationales.

□ Alain Giraud a mené entre 1961 et 1974, des travaux de recherches en astrophysique et géophysique, d'abord aux États-Unis (université du Michigan) puis au CNET (laboratoire commun CNET-CNRS). Il est l'auteur, avec Michel Petit, directeur de l'INAG, d'ouvrages de synthèse sur la physique de l'ionosphère. Depuis 1975, il a dirigé des travaux de prospective socio-économique d'abord en tant qu'adjoint au directeur du CNET, puis au service de la prospective de la DGT.

L'établissement des connections, commandées par votre numérotation au cadran, se fait mécaniquement dans les commutateurs par des matrices de « relais » (ouvert/fermé) qui réalisent à la demande, la liaison électrique de bout en bout.

Les « artères » qui relient les centraux, dimensionnées comme ces derniers en fonction des statistiques de trafic à l'heure chargée, acheminent un grand nombre de communications à la fois. Elles ne sont pas constituées d'autant de fils distincts, mais d'un large « canal » où les différentes voies sont « multiplexées » en fréquence, comme les différents postes émetteurs que vous pouvez sélectionner en tournant le bouton de votre radio.

## *Transmission numérique, multiplexage et commutation temporelle*

Au lieu de faire varier un signal électrique continu qui imite les fluctuations sonores de la voix (transmission analogique), on peut « coder » le signal de parole sous la forme de brèves impulsions binaires (0/1) et le reconstituer à l'autre bout. La transmission n'est plus alors que celle d'impulsions qui « clignotent » des dizaines de milliers de fois par seconde. Or, comme on sait faire « clignoter » l'électronique des millions de fois par seconde, on peut multiplexer les échantillons de parole (pour les acheminer entre centraux) en les intercalant les uns entre les autres, chacun n'occupant la ligne qu'une fraction du temps (multiplexage temporel).

Le travail des centraux n'est plus dès lors d'établir une connexion physique entre deux fils par l'intermédiaire d'un relais, mais de gérer le triage entre de minuscules intervalles de temps (commutation temporelle).

Ainsi le réseau se transforme-t-il peu à peu, d'une gigantesque machine électromécanique, en un non moins gigantesque ordinateur électronique.

La différence est surtout d'ordre économique : le service téléphonique n'a pas tellement changé depuis trente ans, mais une communication locale coûtait alors le même prix qu'un timbre poste, qu'un journal quotidien, qu'un ticket de métro. Elle vaut maintenant trois fois moins cher. Cette tendance va s'accroître. Et à l'avenir la transmission de l'image (télécopie, visiophone), qui peut être codée de la même manière, ne coûtera guère plus cher que celle de la voix.

## *Les supports : câbles, radio, optique*

Le téléphone est en général associé dans l'esprit de ses utilisateurs au « fil » (en fait une paire de fils



de cuivre) qui relie le poste d'abonné au réseau, fils qu'on peut encore voir se balancer de poteau en poteau le long des routes et des voies ferrées. En réalité, ces fils (la « distribution ») ne constituent que le « chevelu » qui relie les abonnés aux centraux de plus bas niveau. Les artères de liaisons des centraux entre eux, acheminant de nombreuses communications multiplexées, utilisent une grande variété de supports, en particulier les câbles coaxiaux (enterrés ou sous-marin), la radio (tours hertziennes et satellites), et depuis peu les fibres optiques.

Pour l'instant, la distribution (le raccordement au réseau) se fait uniquement en mode analogique sur paires de cuivre. L'utilisation de terminaux télématiques digitaux sur le réseau téléphonique (télécopie, annuaire électronique, télé-informatique, etc.) nécessite donc une traduction digitale-analogique (modems) qui limite leur capacité (débit d'information).

Mais deux révolutions se profilent dans le domaine de la distribution :

- la numérisation de la ligne d'abonné sur paire de cuivre, qui augmenterait considérablement les possibilités du réseau existant pour tous les services télématiques, supprimant les modems dans les terminaux dont le coût baisserait, et les performances augmenteraient ;
- l'utilisation de la fibre optique, qui ouvre la perspective de la distribution vidéo commutée (visiophone, télévision à la demande).

#### *Les Interfaces : acoustique, visionique, dialogue homme-machine et intelligence artificielle*

Depuis les débuts du téléphone, une préoccupation essentielle des ingénieurs reste la fidélité de la transmission de la voix dans les conditions les plus économiques. Les recherches dans ce domaine ont abouti à l'analyse détaillée du mécanisme de la perception sonore, et, par le biais des études de codage, à la mise au point des méthodes de synthèse et de reconnaissance de la parole qui débouchent maintenant sur de nombreuses applications industrielles et commerciales.

Un processus analogue se développe à l'heure actuelle dans le domaine de la transmission des images, avec les techniques de codage associées à la télécopie, la téléécriture, la visioconférence, le visiophone et la télévision numérique.

La commande du réseau téléphonique par les abonnés (numérotation au cadran, tonalités) est déjà une forme



Le réseau des télécommunications est discret, à l'image de la nature abstraite de la communication. Rien qui frappe la vue ou l'imagination comme les locomotives de la SNCF ou les centrales de l'EDF. Et même lorsqu'un élément du réseau s'affiche (tours hertziennes), rares sont ceux qui l'associent au téléphone : ici par exemple les antennes de la tour Montparnasse, qui relient entre eux les centraux parisiens, et par où passent vos communications. (Clichés CNET).

primitive de communication homme-machine. Mais avec l'accès à des banques données comme l'annuaire électronique, le téléphone du futur, équipé d'un clavier et d'un écran, va mettre en jeu un dialogue homme-machine complexe, dont la mise au point intéresse la psychosociologie. En effet, le défi posé par la télématique à l'informatique, science de l'intelligence artificielle, est celui du passage d'une technologie pour spécialiste à une pratique « pour tous ». Ce passage s'est effectué aisément lorsqu'il s'agissait de traiter des chiffres (calculatrices), mais le traitement des mots ouvre des perspectives infiniment plus vastes, et aussi plus délicates, ce qui justifie une prudente et patiente expérimentation.

#### *Techniques, sciences et société*

Il est étonnant de constater que la plupart des innovations en matière de communications ont été d'abord, et quelquefois longtemps, considérées comme des joujoux, des « gadgets ». Et pourtant la route qui a mené du télégraphe à la télématique, du simaphore au satellite, explore un territoire immense. Entre la maîtrise du temps et la transformation de l'espace social, entre l'infiniment petit et l'infiniment complexe, les problèmes posés aux ingénieurs, aux savants et aux administrateurs par les télécommunications se sont toujours révélés d'une extraordinaire fécondité.

Dans le sillage du téléphone, on trouve le disque, le cinéma parlant, la télévision, les premiers calculateurs électroniques, le premier transistor. Parmi les retombées scientifiques de ces travaux, il y a des contributions décisives à la mécanique quantique, l'éla-

boration de la théorie de l'information, l'élucidation des mécanismes de la perception animale, la découverte du bruit de fond de l'univers...

Est-il besoin enfin de rappeler à quel point le développement de la télématique interpelle maintenant les sciences sociales, économiques, juridiques, politiques ?

#### **BIBLIOGRAPHIE**

Outre de nombreux ouvrages spécialisés (collection scientifique et technique des télécommunications, CNET-ENST), on pourra consulter sur tous ces sujets : « Télécommunications objectif 2000 », sous la direction de A. Glowinski, Dunod, 1980.  
« Les réseaux pensants », sous la direction de A. Glowinski, J.L. Mitraka et D. Winton, Masson, 1978. Et « History of engineering and science in the Bell system », M. D. Sagan éd., Bell laboratories, 1973.





# La carte gravimétrique de l'Afrique et de Madagascar

*Des mesures sur le terrain des anomalies de la pesanteur ont permis d'établir des cartes gravimétriques. Les auteurs nous présentent quelques interprétations de certaines de ces anomalies qui permettent une meilleure connaissance du sous-sol.*

Pierre LOUIS et Julien RECHENMANN

La gravimétrie consiste à suivre d'un lieu à un autre de la surface terrestre les variations de la pesanteur représentées par les variations de l'accélération  $g$  du mouvement d'un objet tombant en chute libre. Cette accélération  $g$  varie, en effet, selon les points de la surface terrestre où elle est mesurée diminuant avec la latitude ou lorsque l'on s'élève en altitude ;  $g$  est, en outre, proportionnel à la masse attractive et donc dépend de la densité des roches sous-jacentes. En géophysique, l'analyse de ces variations par « analyse gravimétrique », a donc pour but de déterminer localement la distribution souterraine de ces densités, variables selon les roches rencontrées, et dont l'inégale répartition se traduit par des « anomalies » du champ de la pesanteur.

Les appareils employés en prospection pour ces mesures ou « gravimètres », sont des pesons à ressort très sensibles capables de détecter couramment des variations de l'ordre du centième de milligal. Le milligal (ou millième de gal ; unité CGS d'accélération) est l'unité employée par les prospecteurs. A Paris,  $g$  vaut environ 981

gal. Les gravimètres ne sont pas cependant des appareils de mesure absolue ; ils ne sont pas conçus pour fournir la valeur de la pesanteur en un point donné, mais la différence de  $g$  entre deux stations. Ils réalisent donc des mesures relatives, dont les écarts ne représentent en général qu'une amplitude totale d'une centaine de milligals. Afin d'en déduire des indications sur la répartition des densités dans le sous-sol, il est nécessaire de faire subir un certain nombre de corrections aux mesures faites sur le terrain avant de les interpréter.

## Les « anomalies » de la pesanteur

On a vu qu'à la surface du globe la valeur de  $g$  varie avec l'altitude et la latitude, et l'ordre de grandeur des variations dues à ces causes peut être de loin supérieur à celui des anomalies décelables localement. Il est donc indispensable de rendre les mesures comparables entre elles, et pour cela d'éliminer l'influence du relief et de la latitude. Dans la pratique, on définit un modèle de référence, dont les dimensions, la forme, la vitesse de rotation, le relief sont calqués sur le globe réel et l'on calcule ce que pourrait être le champ de gravité à sa surface, en supposant le relief par exemple constitué de roches ayant une densité conventionnelle de 2,67. Ainsi en toute station gravimétrique, nous disposerons de la valeur mesurée de  $g$  (ceci est possible à l'aide des mesures relatives s'appuyant sur une station où une mesure absolue de la pesanteur a été réalisée) et d'une valeur théorique calculée à partir du modèle. La différence entre les deux valeurs, évaluée en milligals, est l'« anomalie de Bouguer », du nom du phy-

sicien français Bouguer (1698-1758) qui fut le premier à la constater lors d'une mesure du méridien terrestre au Pérou.

Anomalie est d'ailleurs un terme trompeur : il ne s'agit que d'un écart par rapport à une valeur calculée selon un modèle fictif, différent de la réalité. A la faveur de ses stations successives, le prospecteur dresse une carte de l'anomalie de Bouguer comme le ferait un topographe traçant des courbes de niveau. Celles-ci sont simplement remplacées ici par des courbes d'égales anomalies (ou isanomales). L'espacement que l'on choisit dépend de la distribution des stations, de la précision des résultats, toutes choses que le géophysicien peut se fixer dans certaines limites en fonction du problème posé. En prospection pétrolière de détail, l'espacement des courbes peut descendre jusqu'à 0,1 milligal ; pour la grande reconnaissance effectuée en Afrique de l'ouest, il n'était que de 10 milligals. Ce sont là des extrêmes. Pour la carte gravimétrique de France établie par le Bureau de recherches géologiques et minières, l'espacement choisi est de 1 milligal.

Sur ces cartes d'anomalies de Bouguer, on remarque que les massifs montagneux se traduisent presque toujours par de larges anomalies négatives. De telles anomalies ne sauraient être dues, comme on l'a cru autrefois, au fait que les montagnes seraient « creuses ». Mais il faut bien imaginer une explication du même type : on admet actuellement qu'il existe sous les zones montagneuses des roches de densité faible – par rapport à la profondeur à laquelle elles se trouvent. Inversement, sous les zones basses (fond des océans, par exemple), il existerait à

□ Pierre Louis, antérieurement géophysicien à l'ORSTOM, est actuellement professeur de géophysique à l'université Montpellier II et directeur du « Centre géologique et géophysique », laboratoire propre du CNRS dont l'un des thèmes majeurs est l'étude de la chaîne pan-africaine en Afrique de l'ouest.

□ Julien Rechenmann, géophysicien, directeur de recherches à l'ORSTOM, a consacré pratiquement toutes ses activités, en tant que responsable des missions de terrain, aux levés gravimétriques de reconnaissance en Afrique occidentale et à Madagascar, et à leur interprétation géologique.

profondeur égale des roches plus denses, ce qui expliquerait les anomalies positives généralement observées lors de mesures faites en mer.

Cette hypothèse repose sur la notion d'isostasie. Cette notion se résume, en gros, par une compensation dite isostatique entre les parties plus ou moins épaisses de l'écorce et la masse du manteau sous-jacent. Cette compensation est illustrée par la figure 2 où l'on voit une chaîne de montagnes déterminer un épaississement de l'écorce, se traduisant par un enfoncement de l'interface écorce-manteau, créant ce que l'on appelle « la racine de la chaîne ».

De tels enfoncements, que limite d'ailleurs la poussée d'Archimède du manteau sous-jacent, déterminent des anomalies négatives de la pesanteur, qui sont fonction de la dimension des épaississements, constitués de matériaux peu denses. Pour préciser un tel modèle, plusieurs paramètres doivent être fixés. Le modèle le plus courant, appelé en abrégé « Airy 30 » (fig. 2) suppose pour l'écorce une épaisseur de 30 km et une densité de 2,67, pour le manteau sous-jacent une densité de 3,27. La définition de ce modèle permet de calculer l'anomalie isostatique. Elle est ensuite cartographiée et conduit à des documents où apparaissent alors les anomalies liées aux écarts entre la structure réelle du sous-sol et le modèle « Airy 30 » tel que nous l'avons défini.

De tels documents, carte des anomalies de Bouguer et carte des anomalies isostatiques ont été établis pour les travaux réalisés en Afrique dont il va être question maintenant.

### Les levés de terrain

L'Office de la recherche scientifique et technique Outre-Mer a, en effet, réalisé, parfois avec la participation financière de nombreux organismes français (Fonds d'aide et de coopération, Bureau de recherche de pétrole, Sociétés pétrolières, etc...) et de plusieurs des Etats africains concernés, une carte gravimétrique de reconnaissance qui couvre une grande partie de la portion francophone de l'Ouest africain ainsi que de l'Afrique centrale. Il s'agit du Sénégal, de presque toute la Mauritanie et du Mali, de la Côte d'Ivoire, de la Haute-Volta, du Togo, du Bénin, du Niger, du Tchad, de l'Empire centrafricain, du Cameroun, du Congo, du Gabon. Toute l'île de Madagascar a également été levée. Ce travail a débuté en 1956 et s'est étendu sur plus de quinze ans. Il s'est poursuivi ces dernières années par des levés réalisés dans le Sud algérien (Tunexrouft) en coopération avec l'Institut de météo-

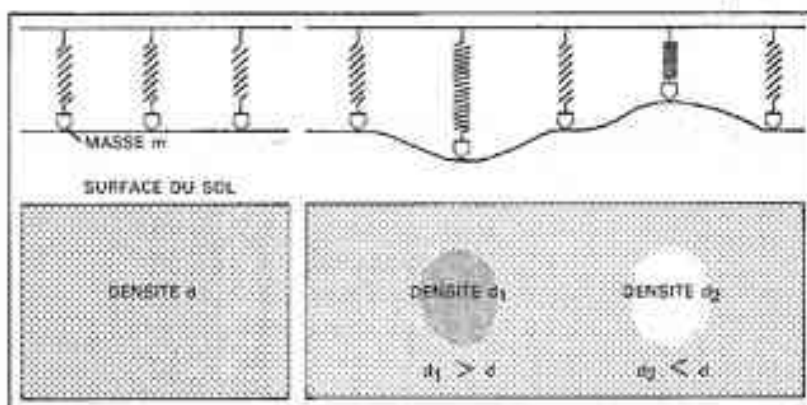


Fig. 1 - Cheminant (à gauche) au-dessus d'un ensemble de roches de densité  $d$ , le peson à ressort subit une elongation constante. Abordant ensuite une zone marquée par la présence d'une masse souterraine de densité  $d_1 > d$ , l'elongation s'accroît. Elle diminue au contraire (à droite) en présence d'une masse de densité  $d_2 < d$ .

### LA PESANTEUR ET SA MESURE

La pesanteur n'est pas exactement la même en tous les points de la surface terrestre. Autrement dit, un objet ne pèse pas exactement le même poids en tous lieux. Pour mettre en évidence cette variation, on ne peut se servir d'une balance, car le poids de l'objet et celui de son contrepoids varient dans les mêmes proportions. On doit utiliser un dynamomètre du type peson à ressort, instrument qui mesure directement une force. On définit la pesanteur en chaque lieu, en se référant au paramètre qui exprime l'accélération du mouvement d'un objet tombant en chute libre.

Le déplacement du peson à ressort visualise, en principe, l'influence des densités locales sur le champ de la pesanteur (fig. 1). Imaginons un support tendu horizontalement et, glissant sur lui, un ressort vertical portant une masse  $m$ . En présence d'un sous-sol homogène, le ressort gardera partout la même elongation. Si par contre il existe localement un excès ou un déficit de densité, l'attraction exercée sur le peson ne sera plus constante : le poids  $mg$  de la masse  $m$  varie comme  $g$  et la longueur du ressort change. La courbe décrite par l'extrémité inférieure du peson peut alors matérialiser les « anomalies » de la pesanteur, créées par la répartition inégale de roches de densités différentes dans le sous-sol.

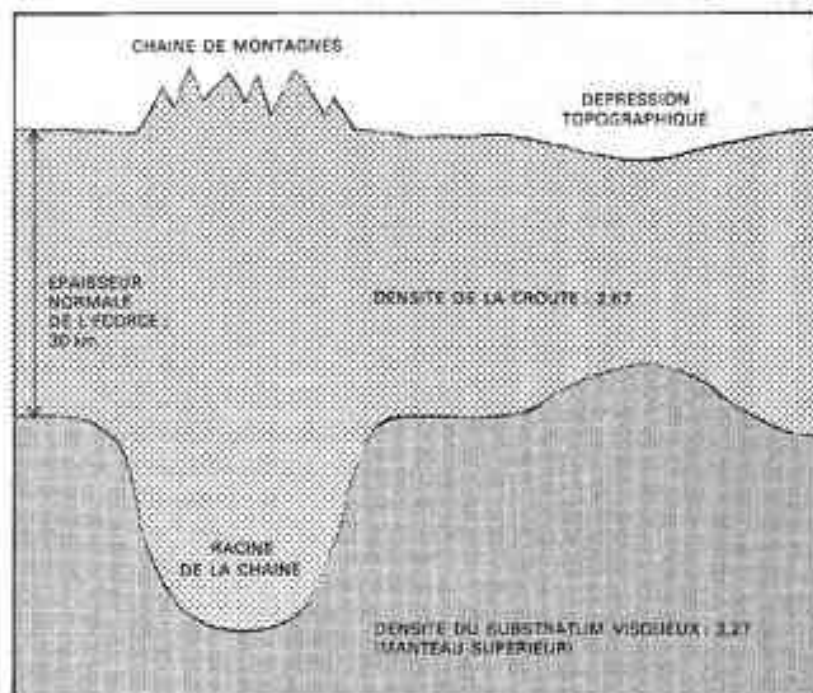


Fig. 2 - La théorie isostatique Airy-30 km repose sur le concept d'une interface considérée comme « normale » à 30 km de profondeur entre une écorce de densité 2,67 et un manteau de densité 3,27. Les montagnes et leurs racines donnent lieu à des « anomalies » négatives (pesanteur diminuée). A l'opposé, les dépressions topographiques donnent lieu à des anomalies positives (pesanteur augmentée).



rologie et de physique du globe d'Alger, la Société nationale de recherches et d'exploitation minière, la Société nationale de transport et de commercialisation des hydrocarbures et le CNRS (Centre géologique et géophysique de Montpellier). Une opération conjointe (ORSTOM, Direction nationale de la géologie et des mines du Mali, Centre géologique et géophysique) a complété ce document dans la région de l'Adrar des Iforas (Mali) en 1977.

L'étendue de la zone couverte et les difficultés de parcours de ces régions ont conduit à réaliser une cartographie à mailles larges. Alors qu'en France, le Bureau de recherches géologiques et minières effectue un levé d'ensemble sur la base d'une station par cinq kilomètres carrés, l'Office de la recherche scientifique et technique Outre-Mer s'est contenté pour l'Afrique d'une station environ par cent kilomètres carrés. Cette densité a varié dans des limites assez larges suivant les particularités locales. L'expérience a montré qu'une telle carte faisait ressortir les grands traits de la structure géologique, ce qui était le but recherché. Son établissement a représenté un travail considérable : environ 70 000 stations gravimétriques ont été effectuées grâce aux moyens de locomotion les plus divers (véhicule tout terrain, pirogue, cheval, marche à travers la brousse avec une colonne de porteurs, avion pour l'établissement de certaines bases de référence). Des missions lourdes comprenant des camions pour le transport d'eau et de l'essence ont effectué le levé des régions désertiques de la Mauritanie, du Niger et du Tchad. Le Ténéré du Tafassasset, région « hyperaride », a bénéficié d'une densité de stations plus élevée que la moyenne, en raison de son intérêt particulier, bien qu'en certains endroits, il ait fallu aller chercher l'eau à plus de 300 kilomètres. Dans d'autres régions d'accès vraiment très difficile, comme les montagnes du Tibesti, le nombre des stations est resté limité.

Pour traiter les mesures de pesanteur, il faut connaître l'altitude et la position géographique des stations. Les méthodes classiques du nivellement géométrique, nécessaire pour des levés serrés, n'étaient pas indispensables ici du fait de la maille de mesures choisie et corrélativement de la précision recherchée. On a donc utilisé une méthode bien moins précise mais beaucoup plus légère : le nivellement barométrique. En ce qui concerne la localisation des stations, dans les régions dépourvues de cartes, les prospecteurs déterminaient leur itinéraire à la bous-

sole, en recourant au compteur hectométrique de leur véhicule (quand ils étaient motorisés), ou en se repérant sur les photos aériennes. Le soir, pour recalculer leur route s'ils n'avaient pas pu occuper dans la journée l'un des points astronomiques que l'Institut géographique national a réalisés dans tous ces pays, ils effectuaient un repérage sur les étoiles.

Cette localisation a été approximative, mais suffisante, étant donné l'écartement des stations. Finalement, le document de la figure 3 a été obtenu grâce à un très important travail exécuté dans des conditions difficiles.

### Interprétations d'anomalies

D'importantes anomalies apparaissent sur cette carte et nous en avons retenu deux ensembles que nous allons examiner :

- les anomalies très allongées du bassin du Tchad dont l'existence a conduit à des recherches d'hydrocarbures. Leur interprétation sera rapprochée des connaissances dont on dispose sur le fossé de la Bénoué ;
- la bande d'anomalies qui s'étend au voisinage du méridien 0° sur plus de 2 500 km et qui borde le craton ouest-africain.

Pour terminer, nous interpréterons un profil de la carte isostatique de Madagascar.

#### 1. Le bassin du Tchad

Les anomalies gravimétriques (fig. 3)

Il existe dans le bassin du Tchad plusieurs anomalies très allongées, plus ou moins continues, toutes situées sur les sédiments quaternaires. L'anomalie marquée 1 est une bande d'anomalies négatives de 50 milligals, atteignant une centaine de kilomètres de largeur qui s'étend sur 800 km. Elle a donné lieu à une étude importante (gravimétrie de détail, sondages électriques, sismique-réfraction) qui a conduit à l'interpréter par l'existence d'un fossé d'effondrement de plusieurs milliers de mètres, rempli de sédiments crétacés, le fossé de Doba, qui aurait subi une invasion marine provenant de la Bénoué. Les travaux pétroliers récents (aéromagnétisme, sismique-réflexion, forages) viennent de confirmer ces hypothèses. L'anomalie 2 est un alignement remarquable sur 1 500 km d'anomalies positives ; leurs amplitudes sont variables et atteignent 50 milligals. Les anomalies négatives 3 et 4 ont été interprétées par des fossés d'effondrement complètement masqués par le recouvrement quaternaire. Le premier, de loin le plus important, s'étend sur plus de 400 km.

Sa largeur varie entre 40 et 60 km. Sa direction est nord-nord-ouest - sud-sud-est. Il semble d'ailleurs se prolonger jusqu'au lac Tchad par un ensemble d'anomalies négatives discontinues, correspondant à des approfondissements du socle (bassin de Bilma, bassin du nord du lac). Le second, parallèle au premier, s'étend sur 250 km avec une largeur de 50 km. Sans entrer dans le détail des diverses études géophysiques (sondages électriques, gravimétrie détaillée, aéromagnétisme) actuellement poursuivies pour des recherches pétrolières, nous pouvons dire que l'existence d'importants fossés dont la profondeur en certains endroits atteint probablement 3 000 m est bien établie. L'étude d'un fossé (le fossé du Tefidet) beaucoup moins important mais géologiquement connu, proche des anomalies et sensiblement parallèle à elles, conduit à situer la formation de ces grabens au Crétacé supérieur.

Des hypothèses ont été proposées pour relier entre elles ces diverses structures. Elles font intervenir l'existence du fossé de la Bénoué sur lequel il est nécessaire de faire le point avant d'examiner les problèmes du bassin du Tchad.

#### Le fossé de la Bénoué

L'étroite relation entre le fossé de la Bénoué et l'ouverture de l'Atlantique sud a été soulignée par de nombreux auteurs. On a rapproché son existence de celle du golfe de Guinée et de l'ouverture de l'Atlantique sud pour consi-

### LEXIQUE

**Craton** : grande étendue continentale stable, dépourvue de chaînes de montagnes récentes.

**Roches basiques, ultrabasiques** : roches denses ferromagnésiennes dérivant du manteau supérieur.

**Tectonique des plaques** : théorie récente dans les sciences de la terre considérant la surface terrestre comme constituée d'un ensemble de plaques relativement rigides et mobiles, en particulier deux plaques peuvent entrer en collision et faire naître une chaîne de montagne. Cette théorie s'appuie également sur le fait que les océans sont en évolution permanente : ouverture pour les uns (type atlantique), fermeture pour les autres (type pacifique). Pour ceux qui sont en expansion, la croûte océanique prend naissance dans une zone médiane (dorsale médio-océanique), pour ceux qui se ferment la croûte est absorbée par plissement dans le manteau (zone de subduction).

**Marge active** : bordure de continent présentant des phénomènes volcaniques et surmontant une zone de subduction.

**Marge passive** : bordure de continent dépourvue de phénomènes volcaniques et ne surmontant pas une zone de subduction.

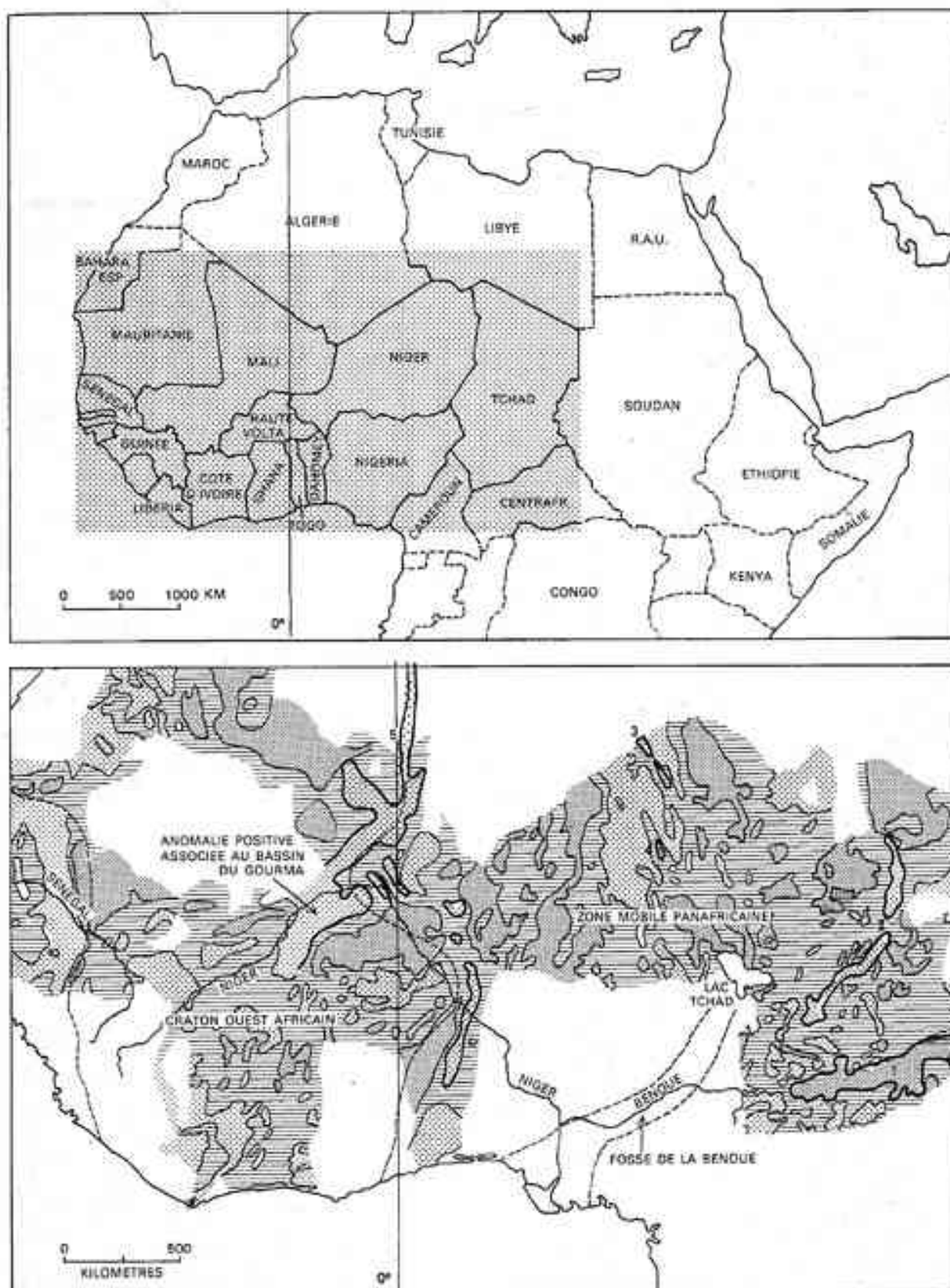


Fig. 3 - Carte situant géographiquement les zones étudiées : en trame, zone de l'Afrique occidentale sur laquelle porte l'article.  
 - Carte gravimétrique mettant en évidence les « anomalies isostatiques », selon Alry-30 km.  
 - Anomalies négatives inférieures à - 10 milligals.  
 - Zones gravimétriquement « normales », entre - 10 et + 10 milligals.  
 - Anomalies positives supérieures à + 10 milligals, pouvant dépasser + 50 milligals.

dérer cet ensemble comme un point triple, tel qu'on en rencontre à la surface du globe et qui correspondent à des lignes de séparation de la lithosphère. Certains ont même pensé que le fossé aurait pu être le siège d'un phénomène d'expansion océanique de durée limitée qui serait à mettre en relation avec l'anomalie gravimétrique positive centrale. Mais des études géologiques récentes ont montré que l'ampleur des phénomènes d'extension et de compression était très faible et que l'anomalie gravimétrique était bien plutôt à rapprocher d'un bombement du socle qu'à la présence d'une ancienne zone d'expansion océanique.

#### Interprétation des traits structuraux du bassin du Tchad

Outre l'intérêt économique des anomalies gravimétriques négatives 1, 3 et 4 qui ont conduit à des recherches et à des découvertes d'hydrocarbures (en particulier au Tchad), les traits structuraux mis en évidence par la géophysique dans le bassin du Tchad peuvent être envisagés sous un aspect plus général. Ils peuvent en particulier être rattachés à la notion de point triple, notion que nous avons déjà vu apparaître à l'occasion du fossé de la Bénoué. En effet, certains géologues pensent qu'un mécanisme s'est fréquemment développé en Afrique qui débute par l'apparition de bombements d'approximativement 1 km de hauteur intéressant une surface de l'ordre de 100 km sur 200 km. Ces bombements sont normalement suivis par du volcanisme alcalin et par la formation de fossés créant des points triples. Leur évolution est alors variable, certains bras peuvent présenter un développement qui les conduit à un stade d'océanisation, d'autres rester au stade fossé. Le point triple du delta du Niger par exemple, a vu un de ses bras devenir l'Atlantique sud, un autre rester le fossé de la Bénoué.

Envisagés sous cet angle, on peut estimer que le fossé de Doba (anomalie 1), les fossés du Niger oriental (anomalies 3 et 4), le fossé de la Bénoué constituent les trois bras d'un point triple qui se situerait au sud-ouest du lac Tchad. Ceci revient à admettre que l'axe positif lourd (anomalie 2) n'est pas une structure à rapprocher des précédentes et à intégrer dans cet ensemble. Elle serait, d'un autre âge. Alors que les fossés sont d'âge crétacé nous pensons, en effet, que la cause de cette anomalie serait constituée par des intrusions de roches denses soit beaucoup plus anciennes (Précambrien supérieur) soit plus récentes si elles sont liées aux phénomènes éruptifs tertiaires

et quaternaires du Cameroun et du Togo. Il semble en tout cas difficile de l'interpréter par des intrusions liées à un fossé continental crétacé car des études géophysiques ont montré que sur son tracé, on ne constatait aucun approfondissement du socle, ce qui n'est pas compatible avec la notion de fossé. L'existence des fossés de la Bénoué, de Doba, du Niger oriental conduit donc à admettre qu'à l'intérieur de l'Afrique au Crétacé existaient des zones en extension. Certains auteurs pensent que ces contraintes dans la plaque africaine résulteraient d'un affrontement de plaques continentales au niveau de l'Afrique du nord mais les idées ne sont pas très précises sur ce point. Ce qu'il est important de retenir, c'est que ces phénomènes d'extension en ayant permis la formation de fossés qui ont subi l'invasion marine crétacée ont donné un intérêt pétrolier à ces régions.

#### 2. Les anomalies du méridien 0°

##### Examen de la carte gravimétrique

Il s'agit essentiellement d'une très longue bande d'anomalies positives pratiquement continue du nord au sud, à l'exception de la partie centrale (boucle du Niger) où elle est plus diffuse. Elle serpente sur plus de 2 500 km, son amplitude est variable et atteint un maximum de près de 100 milligals au Mali (5 sur fig. 3).

Sa largeur est d'une quarantaine de kilomètres. Dans la région des Iforas, des anomalies de plus grande longueur d'onde mais d'une amplitude moindre se superposent à elle. Au sud, au Togo-Bénin elle est bordée, à l'ouest par une anomalie négative importante (de 30 à 40 milligals) qui se situe en grande partie à l'aplomb d'un bassin sédimentaire (bassin voltaïque de Pandjari). En outre, au nord du fossé de Gao, elle présente une ramification vers le sud-ouest associée au bassin subsident du Gourma.

##### Interprétation proposée

Plusieurs méthodes ont permis d'obtenir des indications sur la géométrie des masses perturbatrices créant les anomalies dont les grandes lignes ont été indiquées ci-dessus. Elles correspondent à des corps qui ont une densité comprise entre 2,80 et 2,90 ; leur sommet se situe à faible profondeur, leur épaisseur varie de 6 à 20 km, elles ne semblent pas s'enraciner et présentent en général une limite occidentale à pendage interne. La densité minimale de ces modèles indique que les anomalies sont associées à des roches basiques à ultrabasiques. L'une d'entre elles, la structure gravimétrique d'Amalaoulou est reliée à une intrusion basique

cristallisée à la base de la croûte il y a 850 millions d'années.

L'existence de cette bande d'anomalies positives rapprochée des connaissances géologiques acquises ces dernières années amènent à considérer toute cette région comme résultant d'une collision intercontinentale au Précambrien supérieur, il y a 600 millions d'années. Le schéma envisagé serait le suivant et comprendrait deux événements majeurs. Une phase de distension aurait eu lieu autour de 850 millions d'années le long de la marge orientale du craton ouest-africain qui pour sa part, n'a été touché par aucun événement tectonique depuis 1 700 millions d'années. Cette distension à laquelle est associé un magmatisme dont la structure d'Amalaoulou est un exemple, aurait abouti à une ouverture océanique dont la dimension n'est pas connue.

Dans la région de la boucle du Niger, ce stade d'ouverture océanique a probablement conduit initialement à la formation de trois fossés avec une jonction triple. Deux d'entre eux correspondraient à la zone de suture et auraient évolué en domaine océanique tandis que le troisième, correspondant au fossé du Gourma, aurait avorté ; l'amincissement crustal qui lui serait associé expliquerait l'anomalie gravimétrique positive qui lui correspond. Il y aurait en somme une grande similitude avec l'ouverture au Crétacé de l'Atlantique sud dans le golfe de Guinée, le fossé du Gourma étant une structure analogue au fossé de la Bénoué mais d'une plus grande ampleur. Ce sont là des mécanismes couramment admis actuellement par les géologues dans le cadre des idées sur la tectonique des plaques.

Ulérieurement l'orogénèse pan-africaine s'est réalisée, il y a 600 millions d'années, par fermeture océanique puis collision entre le craton qui se comporte comme une marge passive et le domaine pan-africain à l'Est qui se comporte en marge active (magmatisme...). Les études géologiques et géochimiques montrent que le domaine océanique aurait été absorbé par une zone de subduction pentée à l'Est le long du domaine pan-africain.

La zone de suture serait précisément marquée par la bande d'anomalies gravimétriques du méridien 0°. C'est d'ailleurs un trait assez constant des chaînes orogéniques que des anomalies positives soulignent les zones de suture ; ceci se retrouve aussi bien dans des chaînes anciennes (Canada, par exemple) que dans des chaînes récentes (Alpes) ; il s'agit en fait de matériaux lourds de la base de la croûte ou du



manteau qui sont remontés à l'occasion des phénomènes tectoniques le long des limites de plaques. Il faut bien se rendre compte en effet que le mécanisme de collision est classique en géologie et qu'il se rencontre en particulier de nos jours ; on a pu par exemple pousser la comparaison entre le poinçonnement actuel de l'Asie par l'Inde qui explique l'existence de l'Himalaya et des grands cisaillements du continent asiatique et la collision pan-africaine en Afrique occidentale qui nous intéresse ici.

Les géologues ont montré en outre que cette collision n'avait provoqué un raccourcissement de la bordure du craton ouest-africain que de quelques dizaines de kilomètres. Dans ces conditions, la géométrie complexe de la suture est celle que devait avoir la marge du craton lors de cette collision. Connaissant cette forme, on a essayé de l'utiliser pour expliquer les différences gravimétriques que l'on constate le long de la suture. Les études structurales ont montré que le poinçonnement de la zone pan-africaine par le craton se faisait d'abord suivant une direction sud-est puis ensuite est ; dans ces conditions, la zone de subduction étant approximativement nord-sud, la collision s'est produite initialement le long du promontoire dahomeyen puis dans la région de l'Adrar des Iforas. C'est donc dans ces deux secteurs que les contraintes ont été les plus intenses et ont persisté le plus longtemps, or c'est précisément là que l'on trouve des anomalies de grande longueur d'onde, positives associées au socle réactif et au magmatisme, négatives au Bénin correspondant probablement en partie à un épaississement crustal. Entre ces deux promontoires, la région de la boucle du Niger représente une large baie du craton où les déformations ont été plus tardives et relativement moins importantes et où ont pu se trouver conservées des roches caractéristiques de marge active ou même de croûte océanique. Ce domaine est caractérisé gravimétriquement par des anomalies étroites associées à des roches basiques à ultrabasiques.

Nous voyons que les données gravimétriques rapprochées des données géologiques ont permis de proposer un schéma pour l'histoire de toute cette bordure orientale du craton ouest-africain. Ce schéma présente évidemment un intérêt scientifique certain, en montrant que les mécanismes (tectonique des plaques en particulier) qui entraînent actuellement l'évolution de la surface de notre globe intervenaient déjà au Précambrien supérieur. Mais il

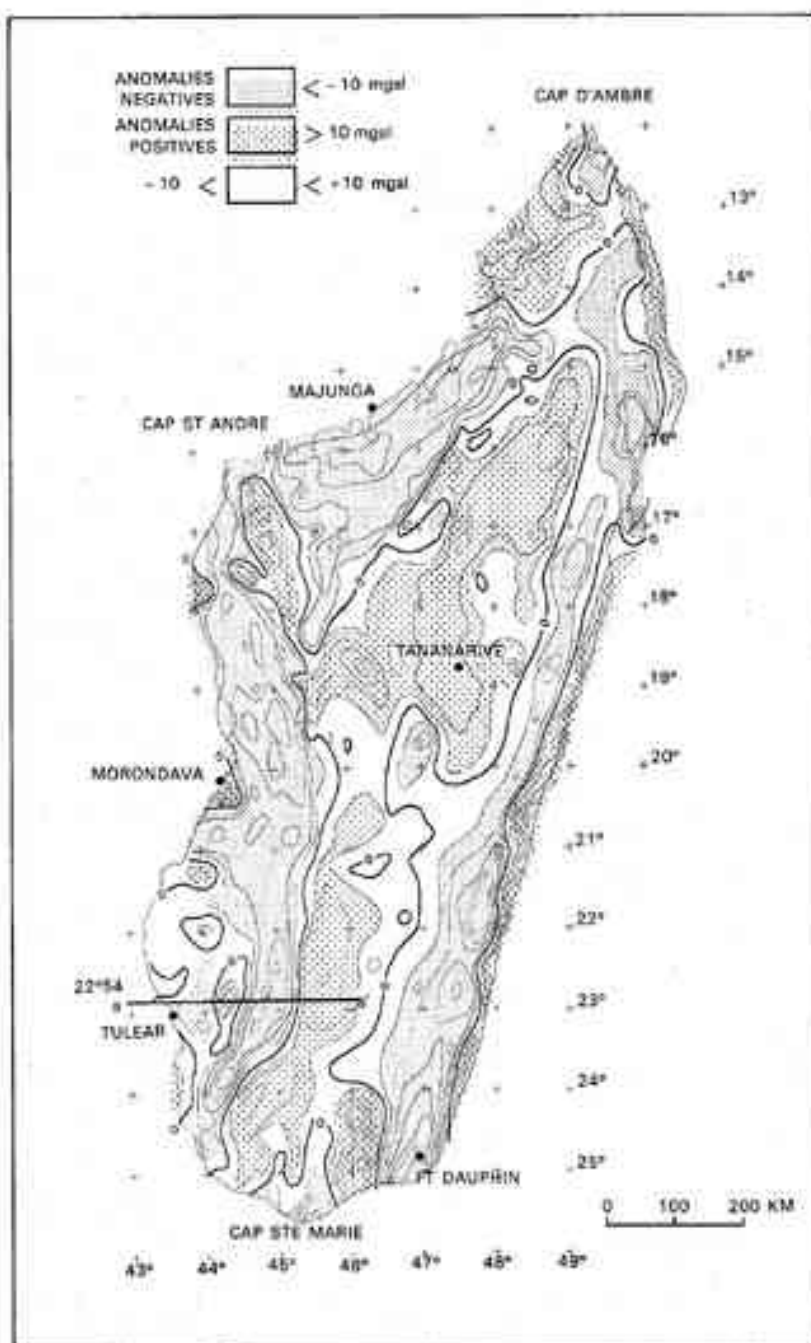


Fig. 4 - Carte isostatique de Madagascar.

en présente également un important sur le plan économique en permettant de guider les recherches minières dans toutes ces régions.

### 3. Madagascar

A Madagascar, les variations topographiques sont importantes et une carte des anomalies de Bouguer serait très corrélée à une carte du relief ; c'est la raison pour laquelle nous préférons présenter la carte des anomalies isostatiques (Airy 30) sur laquelle les effets géologiques sont plus directement apparents (fig. 4). Une telle carte pré-

sente de nombreuses anomalies. A titre d'exemple d'interprétation faisant intervenir des causes à la fois superficielles et profondes, nous retiendrons le profil a-a' de la figure 4 située au nord de Tuléar. Cette coupe (fig. 5) se situe dans le sud du bassin sédimentaire de Morondava qui est assez bien connu par la géologie, la prospection sismique et les forages à la suite des travaux effectués en vue de recherche d'hydrocarbures. On sait que l'épaisseur des sédiments atteint près de 8 000 mètres de part et d'autre d'une forte remontée du socle. Le calcul montre

facilement que ces variations d'épaisseur de la couverture sédimentaire sont insuffisantes pour expliquer totalement le profil gravimétrique observé. On est donc conduit à admettre une double origine pour cette anomalie, l'une superficielle due à l'influence des sédiments (courbe  $C_1$ ), l'autre, d'origine profonde, de plus grande longueur d'onde résultant d'ondulations du manteau autour de l'interface écorce-manteau supposée à 30 km (courbe  $C_2$ ).

Le modèle simple auquel on aboutit,

schématisé en compartiments de socle affaissés ou surélevés, présenté sur la figure 5, donne une anomalie ( $C_1 + C_2$ ) voisine de celle observée. L'agencement structural tel qu'il résulte du modèle ressortirait d'une tectonique verticale qui est connue en surface et qui affecterait l'ensemble de l'écorce à Madagascar et aboutirait à un schéma en « touches de piano ».

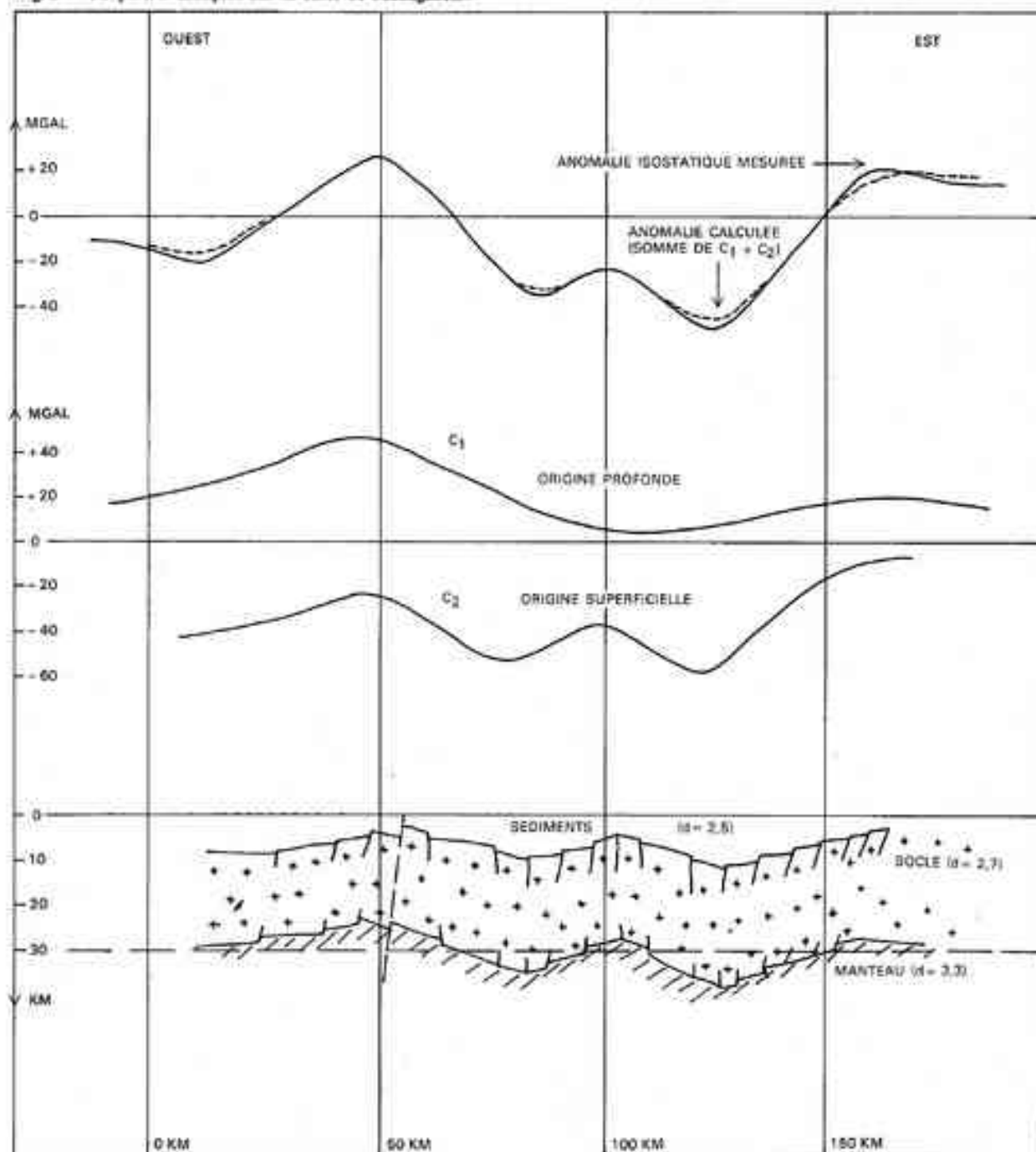
On voit donc, par un tel exemple, que la gravimétrie combinée avec des données obtenues par ailleurs, dans le cas présent sismique, forage, peut per-

mettre de proposer des schémas intéressants toute l'écorce.

#### BIBLIOGRAPHIE

Des précisions sur les régions examinées peuvent être trouvées dans :  
- pour le bassin du Tchad, *Contribution géophysique à la connaissance du bassin du lac Tchad*, F. Loola, Mém. ORSTOM n° 42.  
- pour la zone du méridien 0°, *Les anomalies gravimétriques de la bordure orientale du craton ouest-africain : géométrie d'une suture pan-africaine*, R. Beyer et A. Langer, Bulletin Société géologique de France, 1978, t. XX, n° 6.  
- pour Madagascar, *Mesure gravimétriques à Madagascar*, J. Rechenmann, Mém. ORSTOM en préparation.

Fig. 5 - Coupe a-a' indiquée sur la carte de Madagascar.





# La résolution temporelle et la résolution spatiale en spectrométrie Raman

*L'effet Raman connu un développement considérable à l'avènement des sources laser. Le Lasir a joué un rôle déterminant pour le développement des spectromètres Raman : l'échantillon atteint le micro-cube et le temps d'enregistrement quelques pico-secondes.*

Michel DELHAYE, Michel BRIDOUX, Francis WALLART

Une des principales originalités du Laboratoire de spectrochimie infrarouge et Raman du CNRS est d'avoir, conjointement aux études fondamentales, cherché à développer les techniques de spectrométrie de vibration, et même à en imaginer de nouvelles, essentiellement dans le domaine de la spectrométrie Raman (fig. 1) en profitant des différents progrès technologiques. Plusieurs de ces nouveaux instruments d'analyse de la matière ont été ensuite développés et commercialisés par l'industrie française de l'instrumentation.

L'apparition des sources laser a permis la renaissance et un développement considérables de la spectrométrie Raman. L'effet Raman spontané étant un phénomène très peu intense par rapport à la diffusion sans changement de longueur d'onde, le progrès de ces techniques est précisément lié à la coexistence de source laser et de détecteurs photoélectriques excellents dans le domaine spectral où ce phénomène peut s'observer dans les meilleures conditions, c'est-à-dire dans la fenêtre comprise entre l'absorption électronique ultraviolette et l'absorption vibration-

□ Michel Delhaye, professeur à l'université de Lille I de 1962 à 1979, dirige le laboratoire de spectrochimie infrarouge et Raman depuis 1974. Ce laboratoire propre du CNRS comporte deux sections, l'une dans le groupe de Vitry-Thiais, l'autre à l'université de Lille.

□ Michel Bridoux, professeur à l'université de Lille I et directeur de l'IUT de Béthune, est le créateur de la technique dite « Multicanale » en spectrométrie Raman.

□ Francis Wallart, professeur à l'université de Lille I et sous-directeur de la section lilloise du LASIR, a développé les méthodes de spectrométrie Raman rapide et leurs applications.

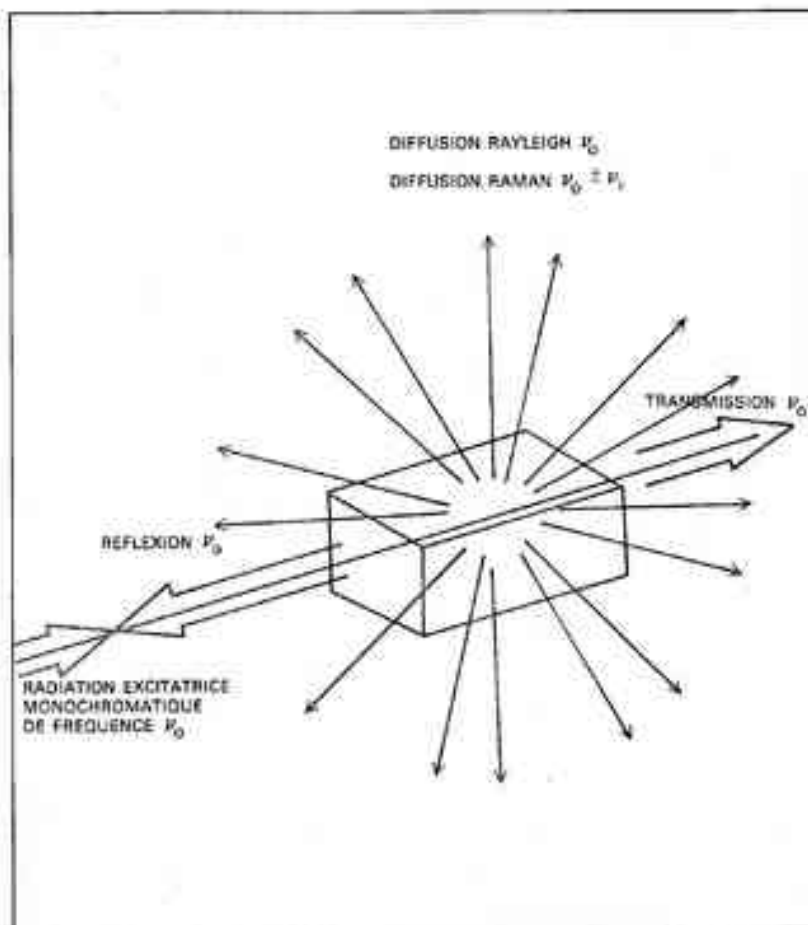


Fig. 1 - Transmission, réflexion et diffusion de la lumière. Tous les édifices polyatomiques, ions, molécules, cristaux, présentent des modes de vibration qui les caractérisent sans ambiguïté. L'excitation d'un milieu matériel (gaz, liquide, solide) par un faisceau laser permet d'observer des changements de fréquence dus à ces vibrations. Pour une radiation excitatrice de fréquence  $\nu_0$ , l'analyse spectrale de la lumière diffusée fait apparaître des composants de très faible intensité, de fréquence  $\nu_0 + \nu_1$  ou  $\nu_0 - \nu_1$ . Les décalages de fréquence  $\nu_1$  sont caractéristiques des vibrations moléculaires. L'observation se fait couramment dans le domaine visible, mais l'excitation résonnante dans les bandes électroniques (UV ou visible) produit une exaltation qui accroît la sensibilité et la sélectivité de la méthode. Ce phénomène appelé effet Raman, découvert en 1928, est une méthode d'analyse de la matière non destructive fondée sur les propriétés moléculaires.

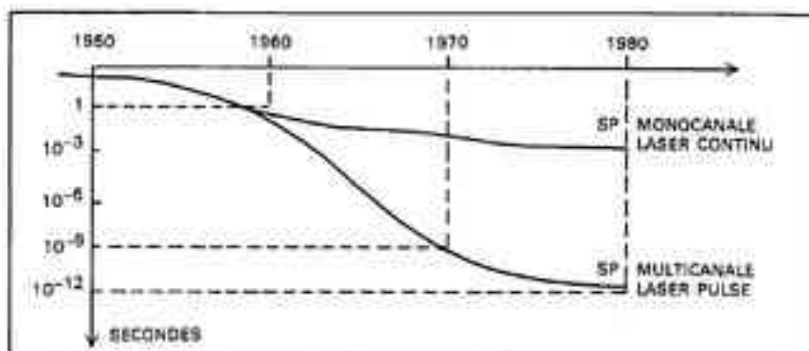


Tableau 1 - Résolution temporelle. Avant 1950, il fallait plusieurs heures pour obtenir un spectre Raman. Maintenant il est possible de l'enregistrer pendant une seule impulsion de quelques dizaines de picosecondes. Cependant dans ces conditions des phénomènes non linéaires extrêmement intenses peuvent gêner l'observation de l'effet Raman spontané.

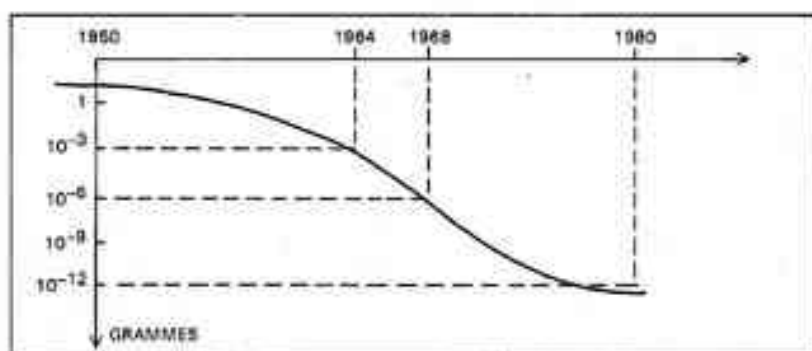


Tableau 2 - Résolution spatiale. Avant 1950, il était nécessaire de préparer des échantillons de grand volume de l'ordre de quelques cm<sup>3</sup>. Depuis 1976, l'utilisation de la « Micro-sonde Raman » permet d'étudier un volume d'échantillon de l'ordre du micron cube, c'est-à-dire d'analyser des picogrammes de manière non destructive.

nelle infrarouge. En outre, la mise sur le marché de réseaux holographiques a permis de diminuer considérablement le taux de lumière parasite. L'évolution de ces techniques a conduit à diminuer aussi bien le temps nécessaire à l'obtention d'un spectre que le volume des échantillons susceptibles d'être analysés. Les tableaux 1 et 2 montrent les résultats obtenus dans ces domaines au cours des trente dernières années.

#### Méthodologie actuelle en spectrométrie Raman

Le développement des sources de lumière laser, la création et la construction de nouveaux spectromètres durant les vingt dernières années ont diversifié considérablement le champ d'application de la spectrométrie Raman.

Consacrée depuis longtemps à des études structurales à partir des vibrations des molécules et des cristaux, la spectrométrie Raman devient de nos jours, grâce à une méthodologie très en pointe, un outil qui permet d'« interroger » un petit volume de matière à des instants bien déterminés de son évolution, même si celle-ci est très rapide (analyse temporelle) et d'en saisir une « image » microscopique de la distribution des différents composés dans un échantillon (analyse spatiale) (tableau 3).

- La spectrométrie Raman classique

ECHANTILLONNAGE	TYPE DE SPECTROMETRE	DETECTEURS	FONCTION	SPECIFICITE DES METHODES	RESOLUTION TEMPORELLE
	A SPECTROMETRE MONOCANAL	PM	ANALYSE SEQUENTIELLE DE L'INFORMATION SPECTRALE	STRUCTURE DE LA MOLECULE ETUDE DE LA REACTION CHIMIQUE	≥ 1 SECONDE
	B QUANTOMETRE	PM PM PM	COLLECTION SIMULTANEE DES INFORMATIONS SPECTRALES ET SPATIALES POUR QUELQUES ELEMENTS SPECTRAUX	ANALYSE SIMULTANEE DE QUELQUES ESPECES MOLECULAIRES	DE QUELQUES MINUTES A QUELQUES NANOSECONDES
	C SPECTROMETRE STIGMATIQUE MULTICANAL	IE	COLLECTION SIMULTANEE DES INFORMATIONS SPECTRALES ET SPATIALES POUR UN GRAND NOMBRE D'ELEMENTS SPECTRAUX	ANALYSE STRUCTURALE TEMPORELLE ET SPATIALE	≥ 10 PICOSECONDES
	D FILTRE OPTIQUE A BANDE ETROITE	IE	CARTOGRAPHIE DE LA DISTRIBUTION DES ESPECES MOLECULAIRES, IMAGERIE RAMAN	ANALYSE DE MATERIAUX HETEROGENE RESOLUTION SPATIALE : ~ 1 µm	10 A 100 SECONDES

PM : PHOTOMULTIPLIEUR  
IE : INTENSIFICATEUR D'IMAGES + BARRETTE OU MATRICE DE PHOTODECTEURS

Tableau 3 - Méthodologie actuelle en spectrométrie Raman.

à détection par photomultiplicateur (spectrométrie monocanale) (tableau 3a) et à balayage rapide du spectre permet d'enregistrer les spectres Raman à la cadence de plusieurs dizaines de spectres par minute.

- Le spectromètre comportant plusieurs photomultiplicateurs détectant chacun une raie spectrale prédéterminée (tableau 3b), appareil encore appelé quantomètre, « surveille » en permanence, quelques espèces moléculaires présentes dans l'échantillon et précise également leur localisation spatiale.

- Plus élaboré est le spectromètre multicanal (tableau 3c) avec un détecteur à très grand nombre d'éléments photosensibles qui reçoit en permanence la totalité de l'image spectrale de diffusion Raman de l'échantillon. Il est capable d'en saisir une « photographie » instantanée avec des « temps de pose » allant de la milliseconde à quelques picosecondes.

- Enfin les plus récents travaux menés dans le domaine de l'instrumentation en spectrométrie Raman-laser ont conduit à créer un véritable microscope Raman qui fournit directement des images représentatives de la localisation des espèces (tableau 3d).

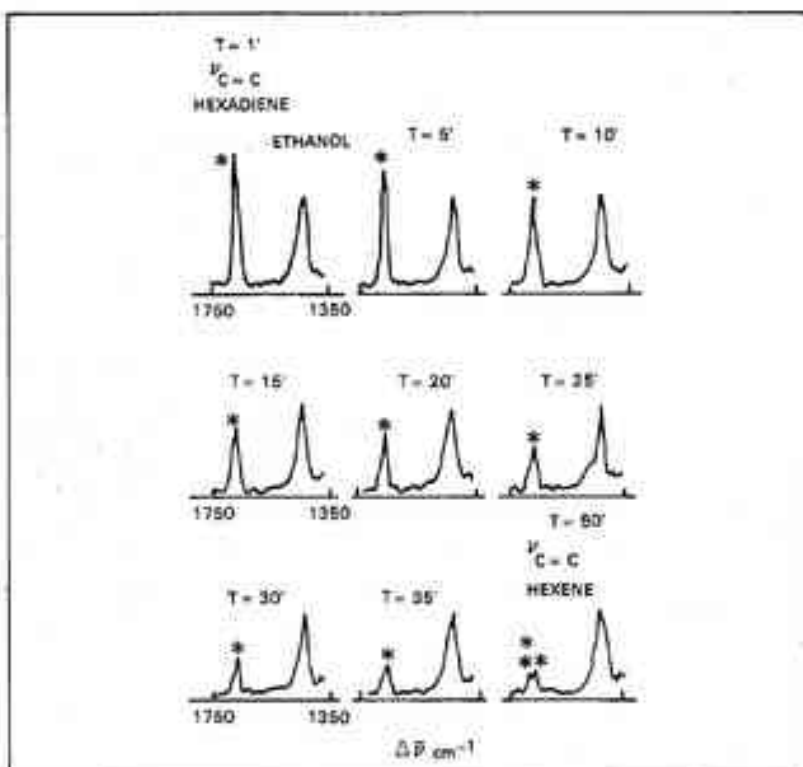


Fig. 2 - Etude par spectrométrie Raman rapide de l'addition d'acide chlorhydrique sur la molécule d'hexadiène\*  $\text{H}_3\text{C}-\text{CH}=\text{CH}-\text{CH}=\text{CH}-\text{CH}_3$  conduisant à l'hexène chloré\*\*  $\text{H}_3\text{C}-\text{CH}=\text{CH}-\text{CHCl}-\text{CH}_2-\text{CH}_3$ , durée d'enregistrement : 5 secondes. T = époque de l'enregistrement du spectre par rapport au début de la réaction.

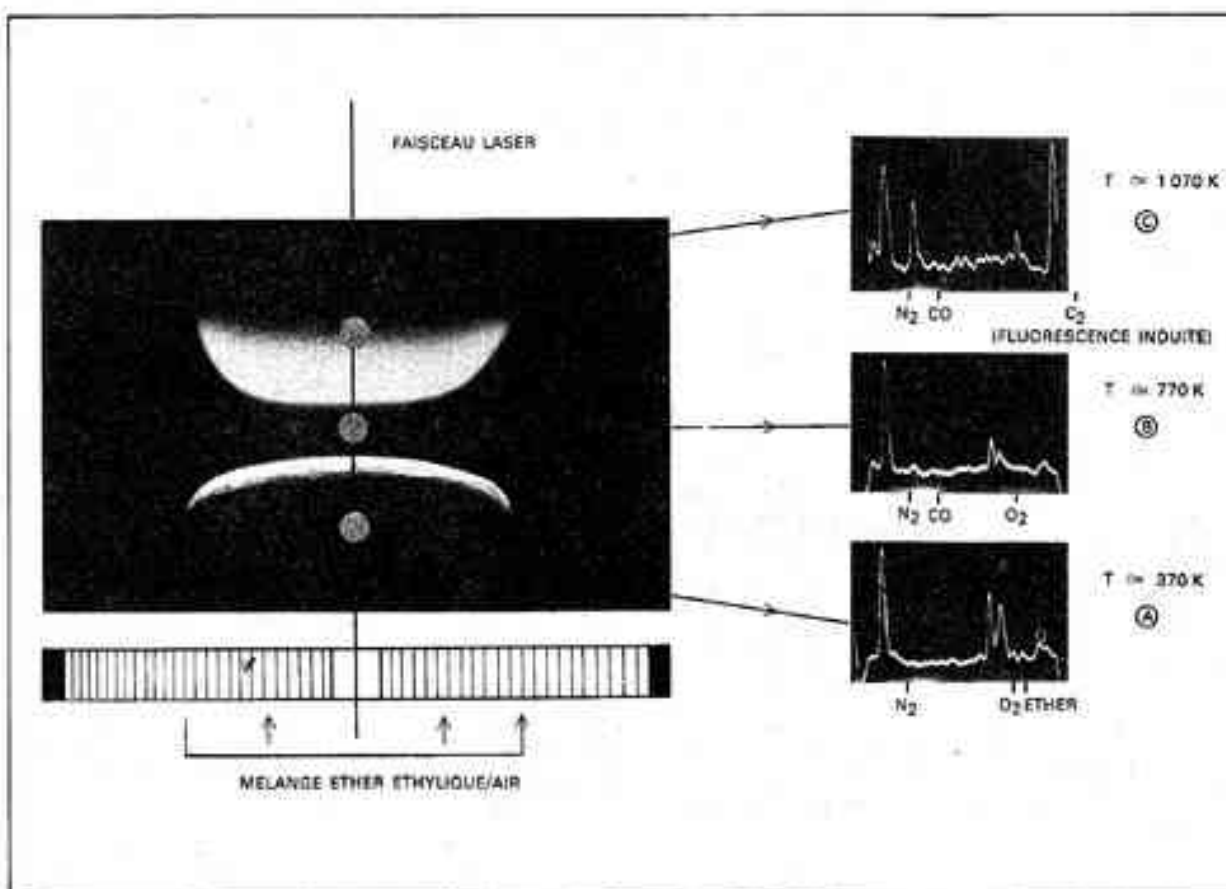


Fig. 3 - Analyses spectrale et spatiale d'une flamme d'éther éthylique/air stabilisée sur un brûleur.

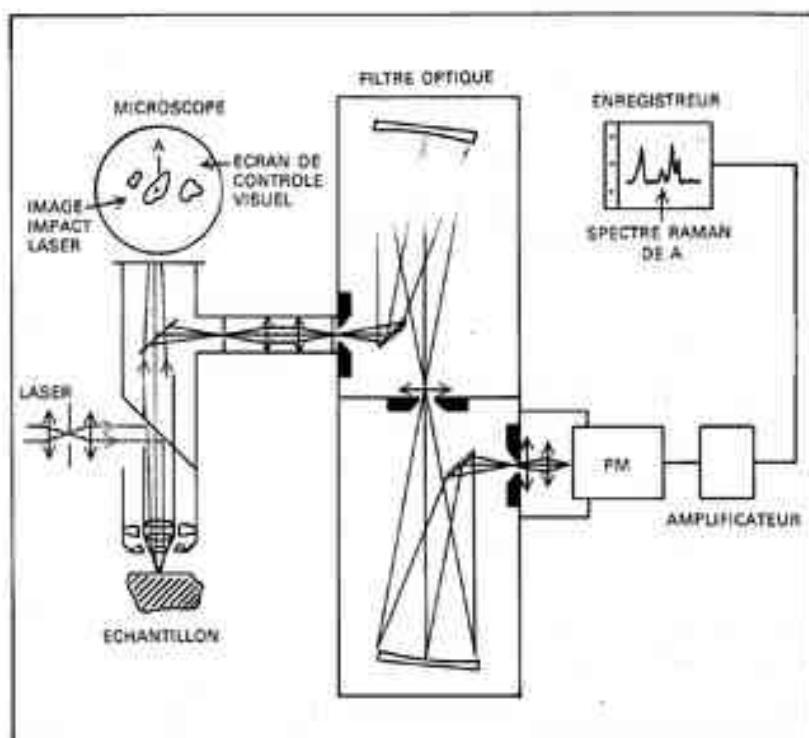


Fig. 4 - Microspectromètre Raman. Quand la microsonde Raman fonctionne en microspectromètre, l'objectif du microscope focalise le faisceau laser en une tache de diamètre voisin du micromètre sur le composé à étudier et recueille la lumière diffusée dont l'analyse spectrale est effectuée séquentiellement par le filtre optique. Le détecteur est un photomultiplicateur suivi d'un amplificateur et d'un enregistreur à plume.

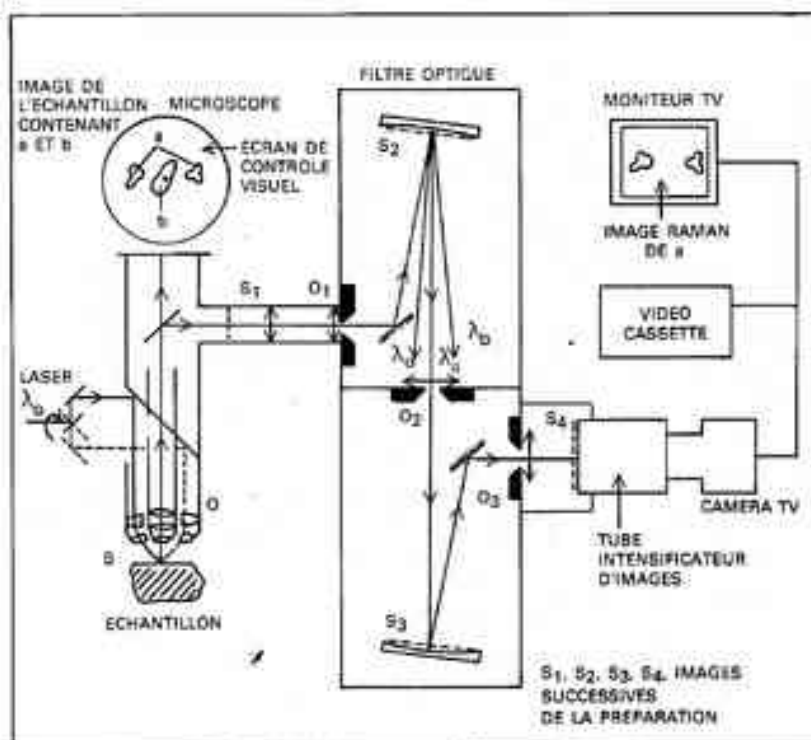


Fig. 4 - Microscope Raman. Au contraire, quand la sonde est utilisée en microscope Raman, l'échantillon hétérogène est éclairé sur tout le champ du microscope. En calant le filtre optique sur une raie Raman caractéristique de l'un des constituants a ou b de l'échantillon, il est possible d'obtenir la répartition d'un composé dans la substance hétérogène. Chaque composé est ainsi localisé dans l'échantillon. La détection comprend un tube intensificateur d'images suivi d'une caméra de télévision pour bas niveaux lumineux. L'image dans la raie Raman est visualisée sur l'écran d'un moniteur de télévision.

## Spectrométrie Raman résolue dans le temps

### Spectrométrie Raman monocanale à balayage rapide

Dans cette technique, un seul élément spectral est analysé à un instant déterminé. Un système de balayage opto-mécanique permet de faire défiler tous les éléments spectraux du spectre à analyser devant l'unique détecteur. L'information spectrale est collectée séquentiellement. L'analyse complète du spectre demande un temps de l'ordre de la seconde dans les meilleurs cas. Cette technique a été principalement développée pour l'étude des transformations chimiques dont le temps de demi-réaction se situe entre quelques minutes et quelques secondes et se prête bien à des études cinétiques.

La figure 2 représente l'évolution d'une partie du spectre Raman d'une solution de cis 2 trans 4 hexadiène dans l'éthanol au cours de son hydrochloruration. Chaque spectre enregistré en cinq secondes, comporte une raie caractéristique de l'hexadiène due à la vibration du groupement  $>C=C<$ . L'évolution de l'intensité de la raie en fonction du temps est directement liée à la quantité d'hexadiène dans le mélange en réaction. En fin de réaction, une raie de faible intensité témoigne de la formation d'hexène chloré.

L'utilisation de la spectrométrie Raman rapide permet ainsi de suivre l'évolution d'une réaction chimique et d'accéder aux constantes de vitesse et aux énergies d'activation intéressant le physicochimiste.

### Spectrométrie Raman multicanale

Le spectrographe à plaque photographique est l'exemple le plus familier d'un spectromètre multicanal conduisant à l'acquisition simultanée et indépendante de l'information spectrale provenant de tous les éléments spectraux contenus dans l'image spectrale.

Dans les spectromètres multicanaux modernes, la plaque photographique est remplacée, pour des raisons de meilleure sensibilité et de traitement électronique des images spectrales, par des tubes spéciaux de prise de vue de télévision ou des mosaïques de photodétecteurs.

Le gros avantage de cette méthode par rapport à la spectrométrie monocanale est d'éviter toute perte d'information spectrale pendant la durée de la mesure. En particulier, cela permet d'obtenir la totalité de l'image spectrale en un temps aussi court que le permet le nombre de photons disponible, ce qui est évidemment impossible avec un spectromètre à balayage qui n'analyse



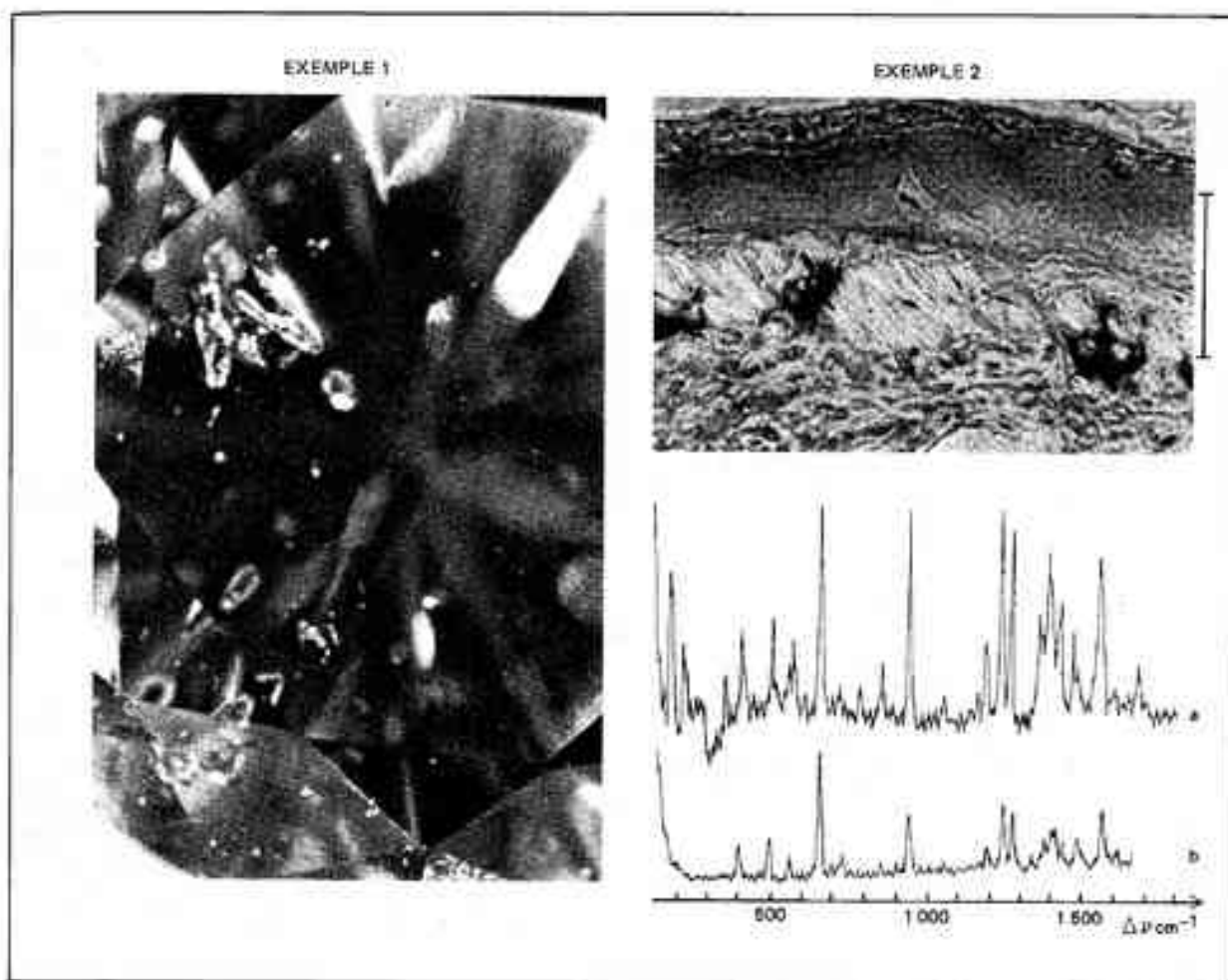


Fig. 5 - Exemple 1 - Identification d'inclusions dans des pierres précieuses. Dans ce diamant taillé en brillant, on peut détecter des cristaux de diopside en inclusion. Les phases incluses sont identifiées « in situ » directement au travers d'une face cristalline ou d'une facette d'une pierre taillée. Les deux opérations d'identification et d'authentification sont réalisées simultanément par enregistrement des spectres Raman de la gemme et de ses inclusions (différenciation des pierres synthétiques, localité d'origine, type de gisement, etc.). (Cliché : H.J. Schubnel). - Exemple 2 - Identification de pigment dans des coupes histologiques. Concrétion de guanine dans une coupe histologique de poisson. La taille des aiguilles est de  $30 \times 1,3 \mu\text{m}$ . (Cliché : R. Martoja). Spectres Raman obtenus : (a) avec la guanine commerciale ; (b) à partir d'une seule aiguille, la quantité de matière est voisine de quelques picogrammes. L'absence de raies Raman de basse fréquence indique que la guanine est amorphe dans cette coupe histologique.

chaque élément que pendant une très faible fraction du temps. Cette méthode est en particulier bien adaptée à la détection de la diffusion Raman excitée par une seule impulsion lumineuse de très courte durée (microseconde, nanoseconde et picoseconde) fournie par un laser pulsé.

Par exemple, il est possible à l'aide d'un appareil de spectrométrie laser multicanale en impulsion d'enregistrer le spectre Raman d'un échantillon excité pendant vingt-cinq picosecondes.

Ce spectre instantané complet de l'échantillon est mis en mémoire par la chaîne de détection constituée de composants comparables à ceux utilisés en télévision.

Les empreintes digitales que constitue le spectre Raman correspondent à l'interrogation pendant vingt-cinq picosecondes de la structure de la molécule

irradiée, ce qui permet d'analyser les mécanismes réactionnels dans lesquels la molécule est impliquée.

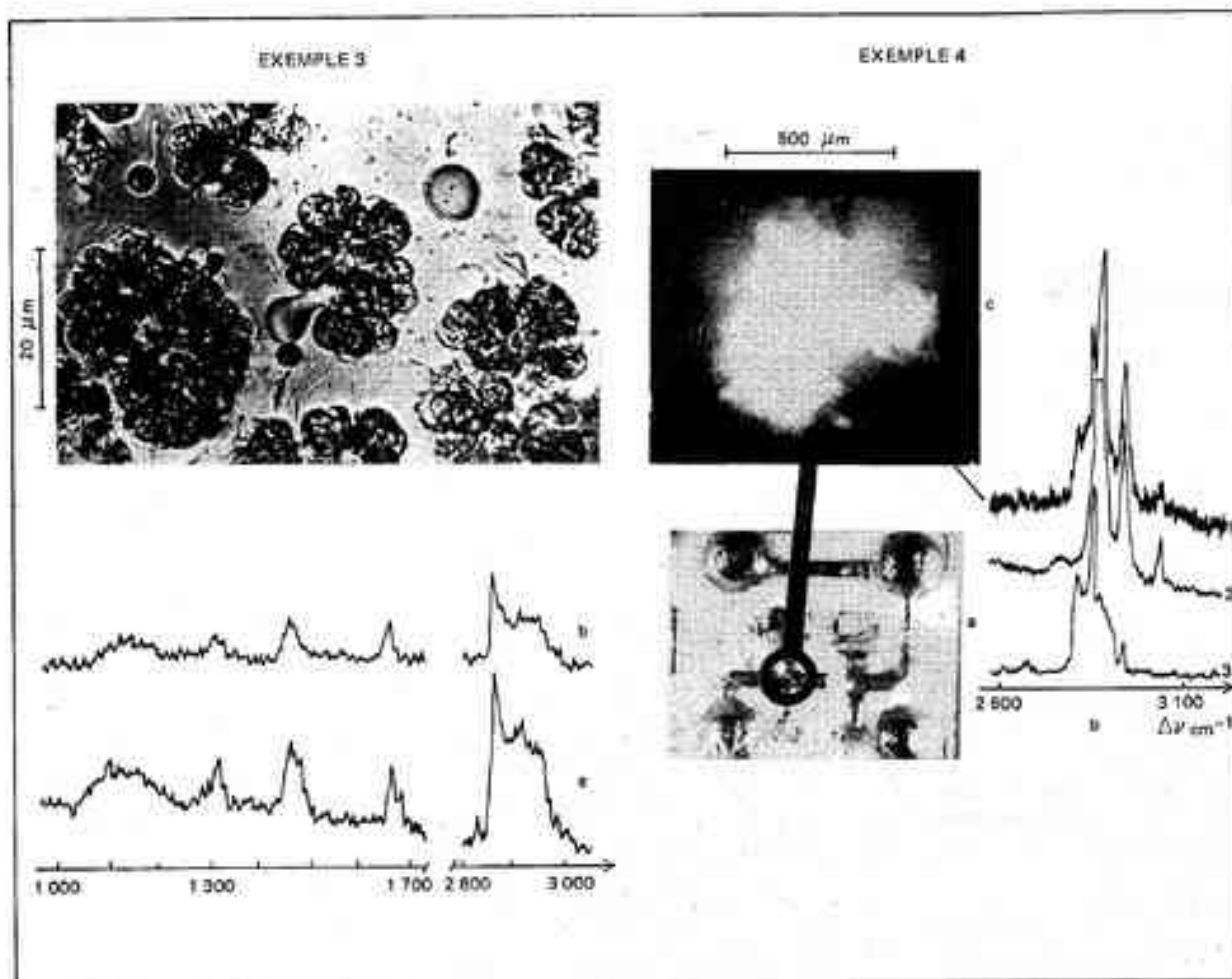
Cette technique ouvre une voie d'applications nouvelles de la spectrométrie Raman à l'étude des étapes ultrarapides de réactions chimiques. Cela permet l'identification des intermédiaires réactionnels, des espèces radicalaires et des molécules à l'état excité dont la durée de vie est très courte et dont la connaissance est essentielle pour la compréhension de la dynamique chimique.

Une autre application spécifique de la spectrométrie Raman laser multicanale conduit en un temps très court à une analyse à la fois spectrale et spatiale d'une phase liquide ou gazeuse, siège de réactions chimiques. Ce type d'analyse particulier est bien illustré actuellement par l'étude des réactions

d'oxydation et de combustion en phase gazeuse, milieu très hétérogène du point de vue de sa composition et de sa température.

La figure 3 schématise l'analyse « spectro-spatiale » par spectrométrie Raman d'une flamme en deux stades d'éther éthylique/air stabilisée sur un brûleur. Cette flamme, caractérisée par la présence de deux fronts de flamme lumineux séparés par une région obscure, est excitée par une impulsion laser de vingt nanosecondes de durée, dans une direction perpendiculaire aux fronts de flamme. Le traitement de l'image spectrale détectée par spectrométrie Raman multicanale permet de repérer une partie des espèces moléculaires présentes en trois points localisés avec précision dans la phase gazeuse en cours d'oxydation et de combustion. Cela permet même de préciser la tem-





- Exemple 3 - Identification d'hydrocarbure. Algues synthétisant des hydrocarbures. (Cliché : F. Lagueau). Spectres Raman de l'hydrocarbure : (a) dans la gouttelette expulsée de l'algue ; (b) dans la vacuole de l'algue. On constate que les spectres Raman sont identiques et par conséquent correspondent au même hydrocarbure. - Exemple 4 - Contrôle de matériaux industriels, identification d'un produit de corrosion perturbant le fonctionnement d'un micro-circuit. Un dépôt jaune est détecté sur un connecteur sous la couche protectrice de silicone. Directement à travers la couche protectrice, le produit de corrosion est identifié et sa distribution est observée. (a) Micrographie d'un micro-circuit dont le fonctionnement est perturbé par la corrosion (dans le cercle). (b) Spectres Raman. - 1, du dépôt sur le connecteur plomb-étain. - 2, du silicone recouvrant le connecteur. - 3, du matériau de référence : Laurate de plomb. (c) Image dans la raie Raman du Laurate de plomb.

pénètre en ces trois points par l'étude du profil de la bande de vibration de la molécule d'azote.

#### Analyse locale par spectrométrie et microscopie Raman

Il est bien connu qu'un faisceau laser peut être focalisé dans un volume très petit dont les dimensions sont limitées à une fraction de micron par la diffraction de la lumière. On pouvait donc imaginer une « micro-sonde » mettant à profit l'effet Raman pour effectuer une analyse locale à partir des spectres de vibration moléculaire.

Cet instrument a été réalisé par l'association d'un microscope optique classique, d'un filtre optique à réseaux holographiques et d'un système de détection monocanal et multicanal. Cet

appareil peut fonctionner soit en spectromètre, soit en microscope Raman (fig. 4).

L'échantillon analysé est placé sur la platine du microscope et grâce à une optique spéciale, irradié par un faisceau laser de faible puissance. Les deux modes d'utilisation couramment employés sont :

- l'irradiation ponctuelle (le volume irradié est de l'ordre de quelques microns cubes) et enregistrement du spectre Raman ; le spectre ainsi obtenu permet l'identification sans ambiguïté des substances situées dans le volume irradié. La limite de détection peut atteindre quelques picogrammes. L'analyse, non destructive, s'effectue *in situ* à l'air libre ou sous atmosphère contrôlée ;
- l'irradiation globale (d'une zone variant de 300 à 10  $\mu\text{m}$  de diamètre se-

lon l'optique utilisée) et formation d'une image micrographique filtrée qui donne la distribution de la substance choisie avec une résolution spatiale de l'ordre du micron.

Les domaines d'application sont nombreux et variés (fig. 5). On peut citer par exemple la géologie (minéraux, inclusions fluides, micropaléontologie), la gemmologie (identification et authentification de pierres précieuses, ex. 1), la biologie (analyse directe sur coupes histologiques, ex. 2, ou même sur cellules vivantes, ex. 3), la chimie de l'environnement (analyse de poussières industrielles, urbaines ou d'aérosols), le contrôle de matériaux industriels (polymères, fibres synthétiques, semi-conducteurs, circuits intégrés, ex. 4) et l'analyse de défauts ou inclusions (verres, céramiques, fibres, etc...).

# Médecine et paléographie

*Pourquoi certains peuples écrivent-ils de droite à gauche et d'autres de gauche à droite ? En se replaçant dans les mêmes conditions d'écriture qu'autrefois, les auteurs montrent qu'apparemment aucune raison physiologique n'intervient dans ce choix.*

Colette SIRAT, Roger HINZELIN

Les études physio-morphologique de l'écriture ont été faites généralement pour des écritures en caractères latins, exécutées par une personne assise sur un siège devant une table à écrire plate. En effet, le but de ces études était de trouver la position la plus rationnelle, celle qu'il faut enseigner à l'enfant pour qu'il puisse écrire de manière confortable, sans nuire à son maintien et à sa santé (1). Toutefois, la table à écrire que nous connaissons ne date que du XVI<sup>e</sup> siècle. Le pupitre incliné lui-même n'est guère antérieur au IX<sup>e</sup> siècle (2). Depuis les environs de 3500 avant J.C. et durant plus de quatre millénaires, l'homme a écrit dans d'autres positions du corps, du bras, de la main. De plus, on a écrit sur des matériaux et avec des instruments très différents de ceux que nous utilisons actuellement : argile, tablette de cire, pour n'en citer que deux, fort communs dans l'Antiquité.

Dans les tracés graphiques des écritures diverses, quelle est la part jouée par les positions du corps ? Autrement dit, dans l'histoire « graphique » des écritures, quel est le rôle de la mécanique humaine et est-il contraignant ?

L'alphabet (inventé entre 2000 et 1500 avant J.C. environ) fut, dès le début, et avec quelques exceptions, écrit de droite à gauche, choisissant entre les deux grands systèmes

d'écritures qui étaient alors en usage, le système égyptien qui s'écrivait de la droite vers la gauche et non la direction gauche vers droite, utilisée dans le système cunéiforme. Les Grecs, qui adoptèrent l'alphabet aux environs du IX<sup>e</sup> siècle avant J.C., l'écrivirent d'abord en boustrophédon, c'est-à-dire en sillons, une ligne dirigée vers la droite suivie d'une autre dirigée vers la gauche puis gauche vers droite (3). Au V<sup>e</sup> siècle, la direction de l'écriture se fixa définitivement vers la droite et tous les alphabets gréco-latins ont suivi cet usage, alors que les écritures hébraïques et arabes continuent, jusqu'à nos jours, à être dirigées de la droite vers la gauche.

Ce choix était-il dicté par une nécessité physiologique ? Autrement dit, peut-on concevoir que le matériau utilisé et la position de la main dans l'écriture grecque ancienne aient joué un rôle dans la fixation de la direction gauche vers droite ?

Telle est la question qui fut posée à des médecins. Sur une suggestion du docteur M. Kahn, appartenant au CHU de Cochin, le docteur Liafranc, du même CHU et chirurgien de la main, proposa d'utiliser les techniques d'enregistrement de l'effort musculaire et mit en relation les deux auteurs de cet article.

Nous fondant sur la représentation iconographique du scribe en Grèce, nous avons essayé de reconstituer les mouvements de l'écriture sur le matériau et avec l'instrument qui nous semblent avoir été le plus généralement utilisés dans la Grèce antique : la tablette de cire, et le style de fer ou de bois.

Le but de ces expériences était de mettre en évidence la part jouée par l'effort musculaire dans l'écriture de

l'alphabet, ou plus exactement des traits dont la composition forme les lettres, lorsqu'un droitier écrit de gauche à droite et de droite à gauche.

Pour éviter que l'habitude d'écrire dans un sens ou dans l'autre vienne fausser les résultats, on a choisi une personne écrivant régulièrement dans les deux sens (français et hébreu).

L'enregistrement de l'effort musculaire nécessaire aux divers mouvements, c'est-à-dire l'électromyogramme, a été recueilli par un appareil d'électromyographie qui permet d'enregistrer l'activité électrique du muscle en mouvement. Cet électromyogramme est constitué par des tracés où apparaissent les potentiels qui sont visibles sur l'oscilloscope de l'appareil, lesquels sont filmés par une caméra. Lorsque le muscle travaille beaucoup, les tracés sont riches en potentiels, si le muscle diminue sa force de contraction, les potentiels diminuent également.

L'activité électrique peut être quantifiée à l'aide d'une courbe d'intégration. Il existe une relation linéaire entre l'amplitude de la courbe de l'électromyogramme et la force développée par le muscle.

Au cours de cette étude, nous avons utilisé une courbe d'intégration qui permet d'effectuer des comparaisons d'activité plus fidèle. Deux types d'électrodes ont été employés. Des électrodes de surface qui permettent un enregistrement global, et des électrodes aiguilles qui permettent un enregistrement musculaire plus sélectif à l'intérieur de chaque muscle.

Différents muscles ont été étudiés : avec des électrodes aiguilles, les extenseurs des doigts et du poignet, les fléchisseurs des doigts et en particulier

□ Colette Sirat, directeur d'études à l'Ecole pratique des hautes études (IV<sup>e</sup> section) dirige la section de paléographie hébraïque à l'Institut de recherche et d'histoire des textes.

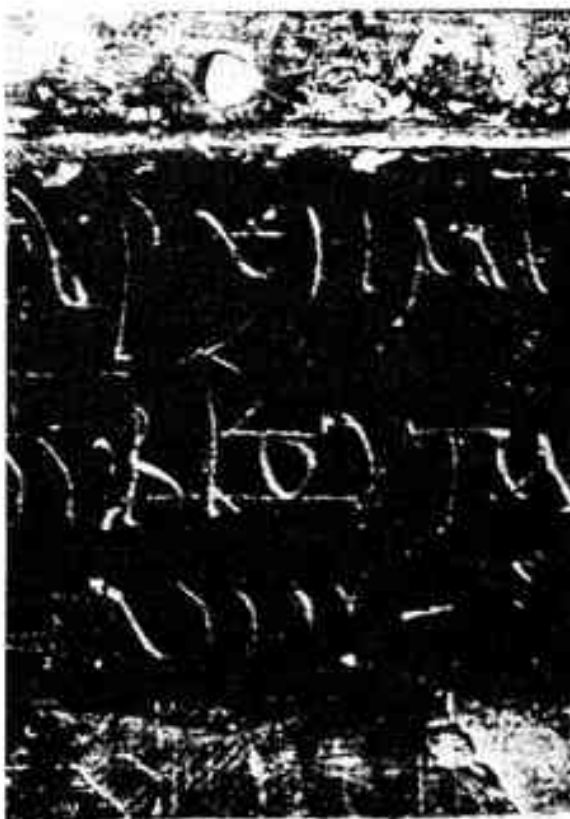
□ Roger Hinzelin, docteur en médecine, diplômé de rééducation fonctionnelle et de réadaptation a été attaché et chargé d'enseignement au Centre hospitalo-universitaire Henri Mondor.



Fillette écrivant sur un diptyque ouvert – début du III<sup>e</sup> siècle avant J.C. (Musée du Louvre, n° CA 2 160).



Scribe écrivant sur un diptyque avec un stylet – VI<sup>e</sup> siècle avant J.C. (Musée du Louvre, n° CA 684).



Tablette grecque. (Staatliche Museen zu Berlin, n° P 14 000).



Une des tablettes utilisée pour l'expérience.



Vue de l'appareil. A droite, le docteur R. Hinzlin ; à gauche, le docteur Lisfranc ; écrivant, Mme Sirat. (Photo M. Mako).



Position du poignet et des doigts. (Photo M. Mako).

ceux du pouce et de l'index, les fléchisseurs du poignet, les muscles abducteurs de l'épaule et fléchisseurs du coude, avec des électrodes de surface.

Ainsi qu'on peut le constater sur les tracés, l'effort musculaire nécessaire pour creuser des traits verticaux ou deux traits verticaux associés à un trait horizontal est à peu de chose près, le même dans les deux directions ; les essais (non reproduits ici) pour l'écriture des alphabets latin et hébreu ont donné les mêmes résultats. Il ressort donc de ces expériences que la direction de l'alphabet, même lorsque celui-ci est gravé dans un matériau dur comme la cire, avec un instrument dur comme un style, n'a pas de base physiologique. Il reste à se demander si le risque d'effacement qui existait dans les tablettes d'argile existe pour la cire. Dans les tablettes fabriquées par Mme M. de Pas (cire vierge additionnée de 5 % de carbone), la surface est solide et brillante et on peut y poser la main et le poignet. La position du poignet en suspension est nécessitée par l'effort de creusement et non par la nature de la surface de la cire.

Ainsi, dans les conditions d'écriture que nous avons adoptées, les traits principaux utilisés dans l'alphabet comme l'alphabet lui-même, sous sa forme latine et hébraïque, s'écrivent aussi facilement de gauche à droite et de droite à gauche. La main n'a pas eu de part dans le choix de la direction de l'écriture et, pour elle, la direction gauche ou droite est indifférente, elle ne fait que suivre la direction choisie par l'œil et le cerveau.

Il ne faudrait pas étendre indûment ce résultat à tout l'histoire de l'écriture ; il ne s'agissait ici que d'éclairer un point précis et de répondre à une question qui se posait dans un contexte historique, matériel et physiologique étroitement délimité. Il n'en reste pas moins qu'il serait intéressant de cerner de plus près, les différents facteurs qui ont joué un rôle dans l'histoire graphique des écritures. Parmi ces facteurs multiples et souvent difficiles à cerner, l'élément physiologique est, par l'utilisation de l'électromyographie, relativement facile à isoler et mériterait de l'être dans la reconstitution d'autres chapitres, clé de l'histoire des écritures.

#### NOTES

- (1) Dr. H. Callewaert, *Physiologie de l'écriture manuelle*, Paris, 1937 ; *L'écriture rationnelle*, Bruxelles, 1942 ; *Graphologie et physiologie de l'écriture*, Louvain, 1954.
- (2) Par exemple : B.M. Metzger, *When did scribes begin to use writing desks*, *Historical and literary studies*, Leyde, 1948, pp. 123-137.
- (3) L.M. Jeffery, *The local scripts of archaic Greece*, Oxford, 1961.





ELECTRODES AIGUILLES



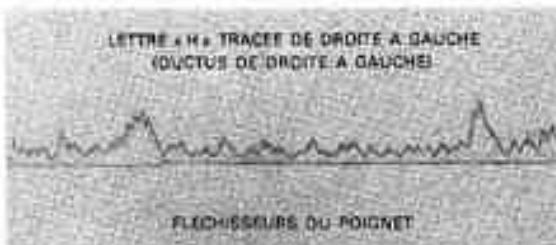
ELECTRODES DE SURFACE



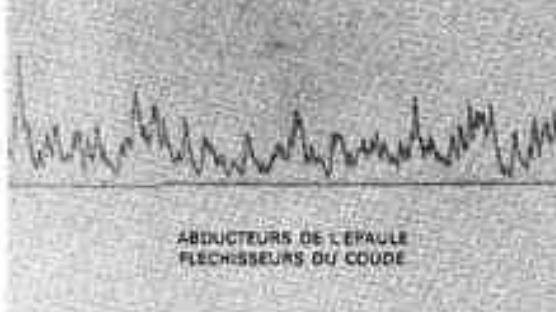
FLECHISSEURS DES DOIGTS  
(POUCE + INDEX)



EXTENSEURS DES DOIGTS + POIGNET



DOCTUS DE DROITE A GAUCHE



ABDUCTEURS DE L'ÉPAULE  
FLECHISSEURS DU COUDE



FLECHISSEURS DES DOIGTS  
(POUCE + INDEX)



EXTENSEURS  
(DOIGTS + POIGNET)



DOCTUS DE GAUCHE A DROITE



ABDUCTEURS DE L'ÉPAULE  
FLECHISSEURS DU COUDE

Courbe d'intégration permettant d'effectuer des comparaisons d'activité plus fidèle. Deux types d'électrodes ont été employés. Des électrodes de surface qui permettent un enregistrement global, et des électrodes aiguilles qui permettent un enregistrement musculaire plus sélectif à l'intérieur de chaque muscle.

- Avec des électrodes aiguilles, les extenseurs des doigts et du poignet, les fléchisseurs des doigts et en particulier ceux du pouce et de l'index ont été étudiés.
- Les fléchisseurs du poignet, les muscles abducteurs de l'épaule et fléchisseurs du coude ont été étudiés avec des électrodes de surface.

# Les lois d'organisation motrice dans l'écriture

*Menacée par l'emploi généralisé de machines de tous genres, la vieille écriture à la main n'est cependant pas près de disparaître. Elle va même nous aider à comprendre les mécanismes nerveux par lesquels nous contrôlons nos mouvements.*

Paolo VIVIANI

Les mouvements d'écriture résultent de l'action coordonnée de plusieurs muscles et articulations, et chaque aspect de ces mouvements est a priori pertinent pour la performance. Une compréhension détaillée de cette coordination n'est pas à notre portée actuellement. C'est pourquoi, dans l'étude du geste graphique, il semble préférable d'adopter une attitude strictement phénoménologique, en essayant de dégager quelques principes généraux d'organisation motrice, indépendamment de l'analyse des mécanismes physiologiques et bio-mécaniques qui sous-tendent la performance. Bien qu'elle nous soit imposée par l'état actuel des connaissances, cette démarche globaliste ne constitue pas pour autant un repli méthodologique. Comme cela a été le cas dans d'autres domaines scientifiques, il est au contraire probable que la compréhension de la logique d'ensemble du geste graphique soit un préalable nécessaire pour toute tentative d'interprétation des mécanismes sous-jacents.

Dans cet article, nous passerons rapidement en revue quelques résultats obtenus dans une telle perspective globaliste.

## Les invariants globaux

L'amplitude et la durée d'un mouvement sont liées par un principe de portée générale qui s'applique à la classe très vaste des mouvements ballistiques, autrement dit des mouvements rapides dont l'exécution n'est pas con-

□ Paolo Viviani est maître de recherche au département de physiologie neurosensorielle du Laboratoire de physiologie du travail de Paris.

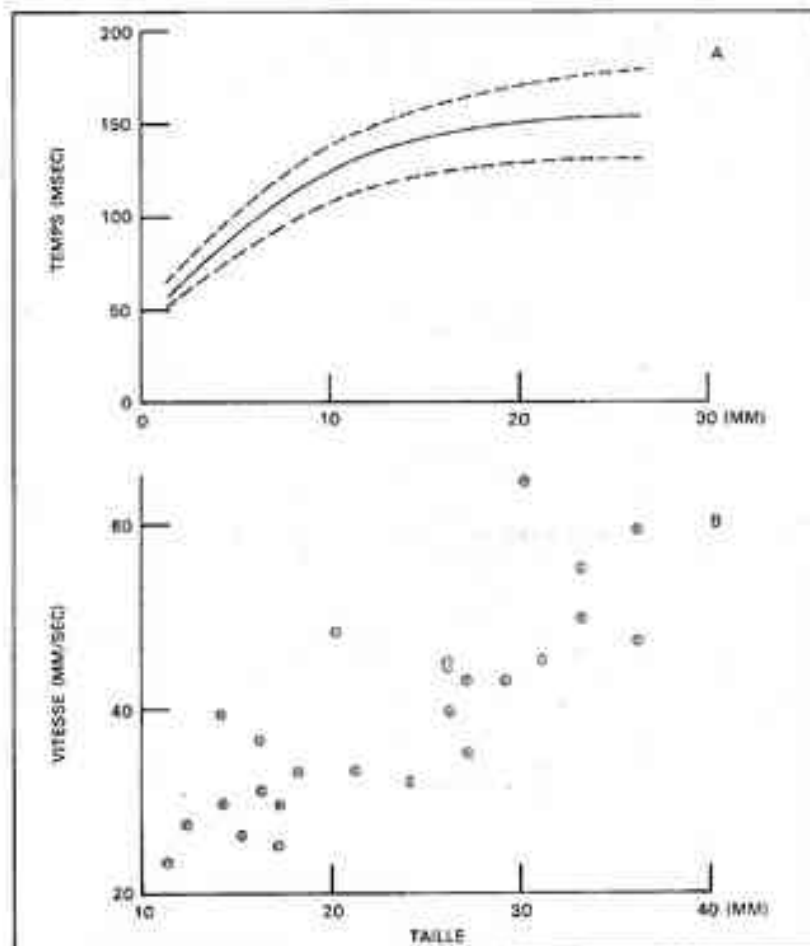


Fig. 1 - Démonstration du « Principe d'isochronie ». - A. Le cas des mouvements linéaires simples : le sujet trace 100 traits verticaux, dont la longueur varie entre 2 et 25 mm. En abscisse et en ordonnée, sont indiquées respectivement la longueur et la durée du geste. Les valeurs moyennes (ligne continue) et les variances (lignes interrompues) montrent que la durée croît beaucoup moins que proportionnellement en fonction de la longueur. La durée est pratiquement constante au-delà de 15 mm (redessiné de Michel, 1971). - B. Le cas des mouvements complexes d'écriture : chaque point représente la vitesse moyenne d'exécution en fonction de la longueur de la trajectoire pour chaque lettre de l'alphabet. On remarquera la forte corrélation positive qui existe entre les deux quantités. Ce graphique a été tracé à partir des données numériques originales obtenues par Freeman (1914).

trôlée volontairement de façon continue. Ce principe, énoncé quantitativement en 1954 par Fitts dont il a pris le nom, affirme que, lorsque la précision du mouvement est imposée, sa durée est une fonction logarithmique de l'amplitude. Par conséquent, la vitesse d'exécution croît en fonction de l'amplitude, ce qui implique, qualitative-

ment, une tendance spontanée à rendre la durée du mouvement moins variable que son amplitude.

Le principe est valable pour des mouvements aussi différents que les saccades oculaires (Yarbus, 1967) et les gestes de la main (fig. 1A). Il s'applique par ailleurs aussi bien à des mouvements simples qu'à ceux dont la

trajectoire est fort complexe. C'est, en particulier, le cas de l'écriture, comme l'avait montré – il y a déjà 65 ans – Freeman (1914) dans une très belle étude sur ce sujet (fig. 1B). En simplifiant quelque peu la réalité expérimentale, on peut affirmer que le temps nécessaire pour écrire une lettre est presque indépendant de la longueur du trait. C'est pourquoi on évoque parfois, à propos de la loi de Fitts, la notion de « Principe d'isochronie » (Viviani et Terzuolo, 1981).

Une autre importante propriété globale des mouvements continus est ce qu'on appelle le « Principe d'équivalence motrice » (« Motor Equivalence »; Bernstein, 1967; Lashley, 1930; Hebb, 1949). Dans le cas particulier des mouvements d'écriture, ce principe traduit l'observation courante suivante : lorsqu'on écrit un même mot dans des formats très différents, la forme résultante est la même, malgré le fait que les muscles et les articulations mises en jeu peuvent être tout à fait différents (fig. 2). Cette invariance de la forme par rapport à la taille (invariance homothétique spatiale) indique que les composants du mouvement sont représentés dans le système nerveux central dans un code très abstrait, indépendant des commandes motrices spécifiques nécessaires à la réalisation d'une forme de taille donnée.

Un deuxième aspect complémentaire de l'invariance structurelle est illustré par l'observation suivante. Si l'on écrit un même mot à des vitesses intentionnellement différentes, tout en gardant constante sa taille, la durée de chaque portion du mouvement change proportionnellement à la durée totale du geste. Il faut par conséquent conclure que la représentation interne d'un mouvement ne spécifie pas la durée absolue de chacun de ses composants mais plutôt les rapports abstraits entre ces durées. Autrement dit, la séquence temporelle d'événements dynamiques qui caractérise le geste d'écriture d'un mot peut être plus ou moins étalée dans le temps sans perdre sa spécificité (invariance homothétique temporelle).

Les deux formes d'invariance structurelle que nous venons de décrire sont toujours présentes simultanément dans l'écriture normale. Elles s'imbriquent par ailleurs avec la loi de Fitts évoquée plus haut. Aussi, lorsqu'une lettre ou un mot sont écrits dans des tailles différentes, la durée d'exécution croît moins que la taille (fonction logarithmique), mais croît tout de même. Ces variations non intentionnelles de la durée totale se répercutent proportionnellement

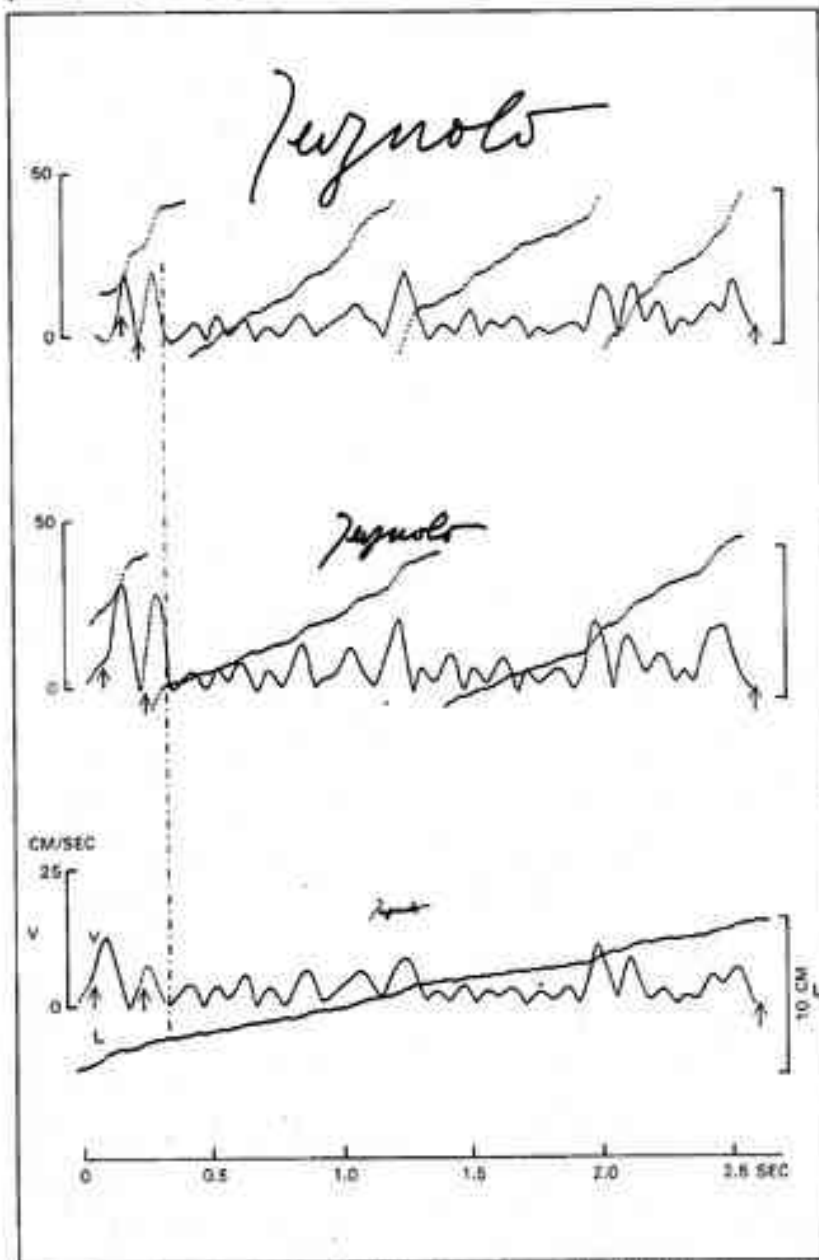


Fig. 2 – Invariance homothétique spatiale. – La signature d'un individu reste parfaitement reconnaissable quelle que soit la taille à laquelle on l'écrit. Cette observation, apparemment banale, est d'autant plus intéressante que des changements considérables de taille impliquent la mise en jeu de muscles et articulations entièrement différents. La signature du bas a été tracée à une taille normale (mais réduite photographiquement). Celle du haut est environ quatre fois plus grande et nécessite l'intervention de tous les muscles du bras et de l'épaule. Les courbes en pointillé représentent la longueur de la trajectoire en fonction du temps. Les courbes continues représentent la vitesse tangentielle du mouvement. L'exemple figuré illustre un cas où le « principe d'isochronie » s'applique strictement : la durée totale du mouvement est maintenue constante, en dépit des changements de taille, en accroissant proportionnellement la vitesse d'écriture. Il faut aussi remarquer que la durée de chaque segment du geste reste invariant (reproduit de Viviani et Terzuolo, 1980).

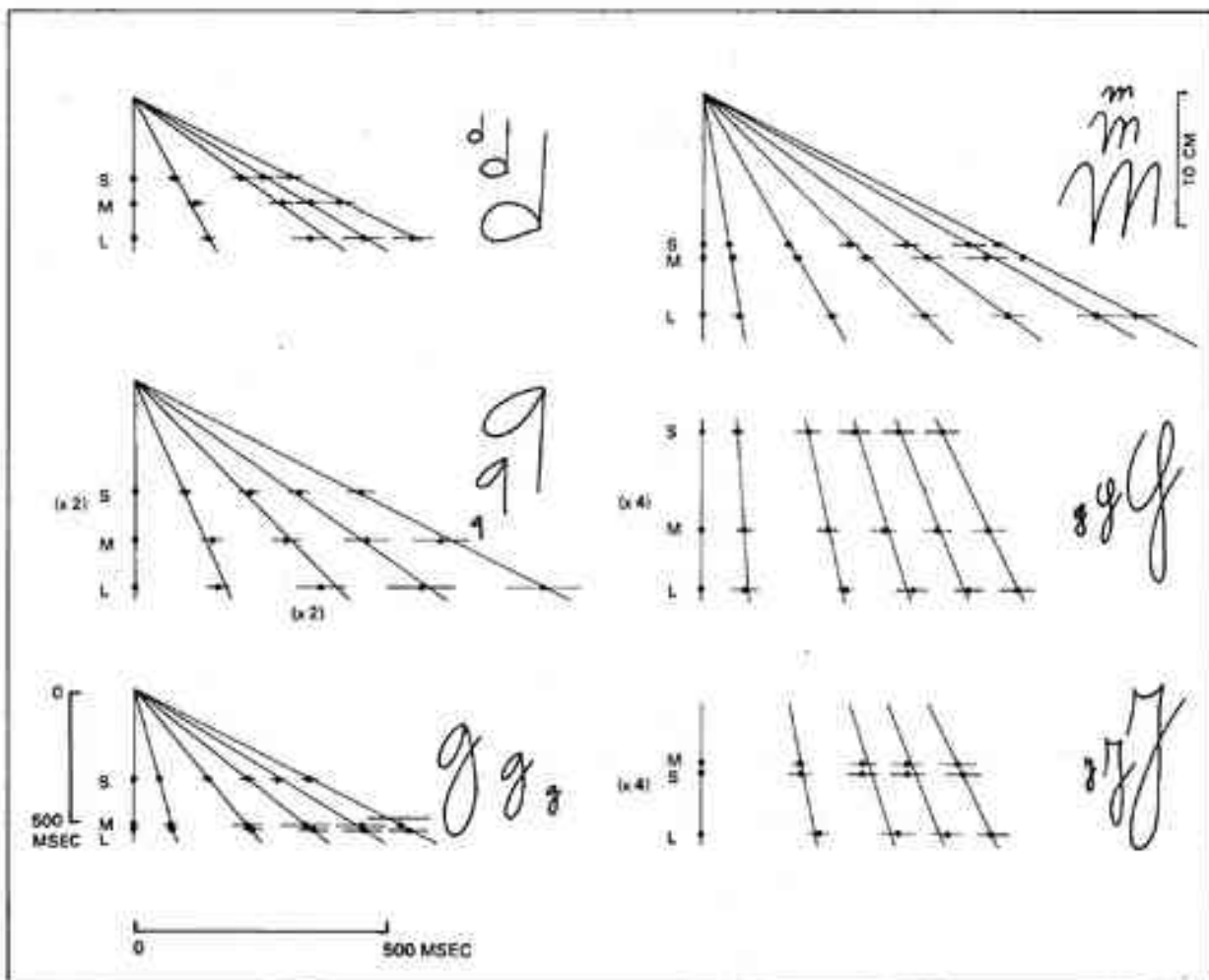


Fig. 3 - Invariance homothétique temporelle. - Lorsqu'on écrit la même lettre en des tailles différentes on constate, en général, des variations corrélatives de la durée du geste. Les exemples figurés montrent que ces variations se répercutent proportionnellement sur tous les composants du mouvement. En effet, la séquence temporelle de ces composants se contracte ou s'étale en fonction de la durée totale. Comme dans le cas des déformations projectives, les rapports temporels restent inchangés (reproduit de Viviani et Terzuolo, 1980).

sur tous les composants du mouvement, exactement comme dans le cas où - à taille constante - la vitesse d'exécution est modulée intentionnellement (fig. 3).

#### Relation entre forme et mouvement

Certes, nous sommes encore incapables de comprendre les mécanismes physiologiques sous-jacents aux principes d'isochronie et d'homothétie ; et pourtant le sens, la logique, voire même la valeur téléonomique de ces principes paraissent assez clairs. En effet, la possibilité pour le système de contrôle de représenter de façon rigide (invariante) certaines caractéristiques du geste, tout en gardant la possibilité complémentaire de moduler d'autres caractéristiques - telles que par exemple la durée totale - semble répondre à un principe d'organisation optimale assez intuitif. En revanche, lorsque nous

essayons de descendre du niveau global considéré jusqu'ici vers les aspects les plus élémentaires du geste, les résultats expérimentaux perdent quelque peu de leur transparence, et vont même, parfois, à l'encontre de l'intuition.

Du point de vue bio-mécanique et cinématique, le geste d'écriture est strictement continu, sauf aux points de rebroussement très accentués. Il serait donc naturel de supposer que la logique du contrôle nerveux soit également continue, comme c'est le cas, par exemple, dans la plupart des servo-mécanismes construits par l'homme. Par ailleurs, toujours à partir de la même intuition bio-mécanique et cinématique, il serait également naturel de supposer que la vitesse du geste soit indépendante de la forme de la trajectoire. A priori, il n'y a pas plus de raisons de penser que vitesse et forme sont liées dans l'écriture qu'il y en a de

penser que le tracé de la route impose la vitesse d'une voiture.

Il est remarquable que des progrès récents dans la compréhension du geste graphique aient amené à une révision totale de ces deux points de vue. A vrai dire, Binet avait remarqué, dès 1893, que la vitesse du geste baisse dans les segments très courbés de la trajectoire (fig. 4). Par ailleurs, Freeman dans l'étude mentionnée plus haut écrivait : « ... nous nous représentons une lettre non pas comme un tout uniforme, mais comme la composition d'unités subordonnées ». Ces remarques, qui vont à l'encontre de l'approche bio-mécanique n'avaient pas empêché les recherches ultérieures (par exemple, Denier van der Gon et Thuring, 1965 ; Hollerbach, 1980) de poursuivre cette approche et de s'inspirer des modèles oscillatoires du mouvement, issus des théories physiologiques de Feldman (1966). Les résultats quantitatifs suivants confirment





Fig. 4 – Premiers enregistrements dynamiques de l'écriture. – Dès 1890 Binet et son collaborateur Courtier, essayaient d'enregistrer la vitesse du geste graphique à l'aide du crayon électrique de Edison, qui perforait le papier environ 200 fois par seconde. La distance entre chaque point représente la trajectoire parcourue en 5 msec et permet d'évaluer la vitesse tangentielle moyenne du geste dans cet intervalle. On peut constater, qualitativement, qu'il existe une relation entre la courbure de la trajectoire et la vitesse tangentielle. On voit en particulier que la vitesse décroît considérablement lorsque le tracé est très courbé. Le tracé figuré a été redessiné à partir des données originales de Binet, conservées dans les archives du Laboratoire de psychologie de Paris V. Nous remercions Mme G. Oléron qui nous a permis de reproduire ces données.

définitivement que la logique du contrôle du geste graphique ne peut, en aucun cas, être ramenée à celle des systèmes oscillatoires continus.

L'enregistrement des mouvements d'écriture par des méthodes électromagnétiques, dont l'erreur de mesure est de l'ordre de 0,025 mm, et l'emploi de techniques digitales de traitement de l'information, permettent de calculer avec beaucoup de précision la vitesse (tangentielle) du mouvement  $V$ , qui décrit les aspects dynamiques du geste, le rayon de courbure  $r$  de la trajectoire, qui en décrit les aspects formels et le déroulement temporel de l'angle  $\alpha$  qui, en vertu de la relation :

$$\frac{d\alpha(t)}{dt} = V(t)/r(t)$$

résume ces deux aspects (fig. 5A).

On peut alors constater que, non seulement l'intuition de Binet se trouve confirmée qualitativement, mais encore qu'une relation très simple et très forte

existe entre les aspects dynamiques et figuraux du geste : la vitesse du mouvement est proportionnelle au rayon de courbure de la trajectoire. Il s'ensuit deux conclusions importantes. La première est que, dans le geste graphique, la forme détermine la dynamique du mouvement : une fois spécifié ce que l'on veut écrire, la vitesse d'exécution en découle automatiquement. Deuxièmement, à cause de la relation mathématique qui existe entre les quantités  $V$ ,  $r$  et  $\alpha$ , les résultats impliquent que la vitesse angulaire du geste  $d\alpha(t)/dt$  est constante. Autrement dit, comme en mécanique Galiléenne un corps en mouvement, non soumis à l'action de forces externes, parcourt distances égales en temps égaux, ainsi dans le geste graphique, la trajectoire parcourt angles égaux en temps égaux.

Dans la réalité, la situation est à la fois plus complexe et plus intéressante que la description que nous venons de

donner. En effet, la vitesse angulaire est constante sur des intervalles temporels finis, mais peut passer brusquement d'une valeur à l'autre (fig. 5B, C, D). Ces changements discontinus recouvrent mais ne coïncident pas avec les discontinuités figurales (points de rebroussement et d'inflection). Par conséquent, la segmentation du mouvement que ces changements induisent reflète une discontinuité dans l'organisation spatio-temporelle des commandes motrices et non pas une discontinuité dans les paramètres cinématiques résultants (force, accélération, vitesse). La coordination d'unités subordonnées postulée par Freeman doit être donc interprétée comme l'agencement séquentiel d'unités d'action définies par une valeur constante de la vitesse angulaire.

Les lois d'organisation motrice qui expriment les rapports entre forme et dynamique du mouvement ont un do-

maine de validité remarquablement étendu. En effet, il est possible de montrer qu'elles restent valables en présence de certaines contraintes mécaniques externes et même dans le cas de la copie d'un élément graphique préalablement tracé. Ceci est particulièrement remarquable lorsqu'on songe que les mécanismes de contrôle visuo-moteur et le temps d'exécution sont très différents entre l'écriture spontanée et la copie.

Les quelques résultats que nous avons passé en revue semblent montrer que la démarche globaliste qui prime l'analyse des lois d'organisation du geste graphique, peut apporter des informations précieuses sur cette forme si complexe de mouvement. Beaucoup reste à faire dans ce domaine et des perspectives différentes peuvent être envisagées à la lumière des résultats déjà obtenus. Nous voudrions pour conclure mentionner une seule parmi ces perspectives possibles, qui nous semble particulièrement importante en raison de ses implications pratiques.

On sait depuis longtemps qu'une analyse attentive de l'écriture permet de dépister certaines formes pathologiques, et notamment certains troubles neurologiques. Ces analyses sont limitées du fait que la trace écrite n'apporte pas d'information sur les aspects dynamiques du geste, dont on sait l'importance sémiologique. Les nouvelles méthodes d'enregistrement permettent par contre de prendre en compte très précisément ce facteur capital. Par ailleurs, il est vraisemblable que toute atteinte du système nerveux se reflète très précocement sur l'équilibre délicat exprimé par les lois d'organisation du geste graphique, avant même que des signes évidents de cette atteinte apparaissent dans les aspects purement figuratifs du mouvement. Aussi envisageons-nous de tester sur des patients atteints de troubles de la coordination motrice, la validité des résultats obtenus chez des sujets normaux.

#### BIBLIOGRAPHIE

N. Bernstein, *The coordination and regulation of movements*, New-York, Pergamon press, 1967.

- A. Bloet et J. Courlet. Sur la vitesse des mouvements graphiques. *Revue philosophique*, 1893, 35, pp. 654-671.  
 J.J. Denier van der Gon et J.-Ph. Thuring. The guiding of human writing movements. *Kybernetik*, 1965, 2, pp. 145-148.  
 A.G. Feldman. Functional tuning of the nervous system with control of movement or maintenance of a steady posture-II. Controllable parameters of the muscles. *Biophysica*, 1966, 11, pp. 565-578.  
 P.M. Fitts. The information capacity of the human motor system in controlling the amplitude of the movement. *Journal of Experimental Psychology*, 1954, 47, pp. 381-391.  
 F.N. Freeman. Experimental analysis of the writing movement. *Psychological Review Monograph supplement*, 1914, 17, pp. 1-46.  
 D.O. Hebb, *The organization of behavior*, New York, John Wiley & Sons, 1949.  
 J.M. Hollnagel. An oscillation theory of handwriting. *MIT Artificial Intelligence Laboratory Internal Report*, AI-TR, 1980, p. 554.  
 K.S. Lashley. The problem of serial order in behavior, in L.A. Jeffress (ed.), *Cerebral mechanisms in behavior*, New-York, Wiley, 1951, pp. 112-136.  
 F. Michel. Etude expérimentale de la vitesse du geste graphique. *Neuropsychologia*, 1971, 9, pp. 1-13.  
 P. Viviani et C.A. Terzuolo. Space-time invariance in learned motor skills, in G.J. Stelmach et J. Requin (eds), *Tutorials in Motor Behavior*, Amsterdam, North-Holland, 1980, pp. 525-533.  
 P. Viviani et C. Terzuolo. The organization of movement in handwriting and typing, in B. Butterworth (ed.), *Language production, vol. II: the production of language in non-speech modalities*, London, Academic press, 1981.  
 A.I. Yarbus, *Eye movements and vision*, New-York, Plenum press, 1967.

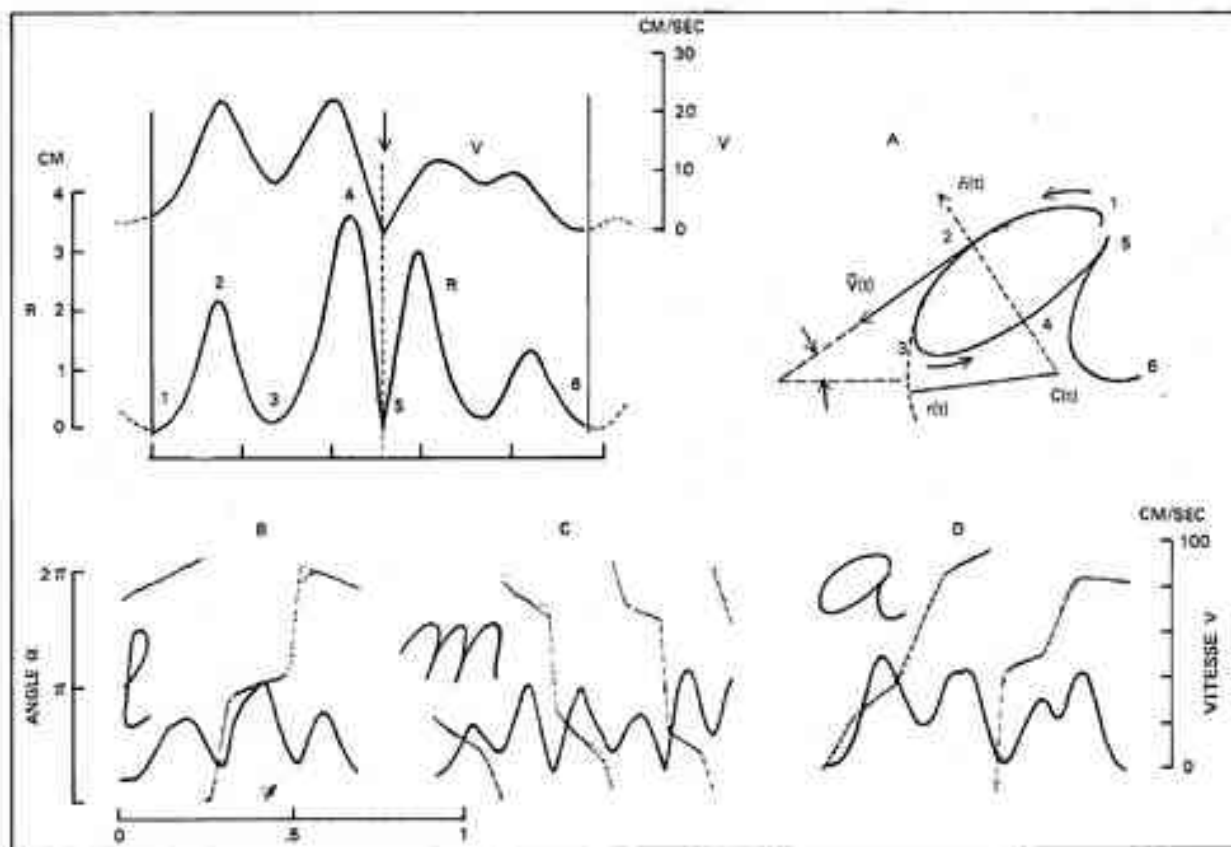


Fig. 5 - Relation entre les aspects dynamiques et figuratifs des mouvements d'écriture. - Le rayon de courbure  $r(t)$  et le module de la vitesse tangentielle  $V(t)$  décrivent respectivement les aspects figuratifs et dynamiques du mouvement, alors que la variation temporelle de l'angle  $\alpha(t)$  que forme la tangente à la trajectoire résume ces deux aspects. Les quantités  $r$  et  $V$  montrées dans le diagramme de la partie A peuvent être calculées avec précision à partir des mesures effectuées à l'aide d'une table digitalisante électro-magnétique. On remarquera la grande similitude qui existe entre les deux courbes. Dans les parties B, C et D de la figure, les courbes notées  $V$  représentent le module de la vitesse tangentielle, tandis que les points montrent les valeurs (modulo  $2\pi$ ) de l'angle  $\alpha(t)$ . Dans tous les cas, il est clair que la pente  $d\alpha(t)/dt$  de l'angle  $\alpha$  subit des changements brusques qui permettent de segmenter le mouvement en unités d'actions discrètes (reproduit de Viviani et Terzuolo, 1981).

# Un nouveau moyen d'information sur les laboratoires du CNRS : CNRSLAB

*L'information scientifique et technique revêt des formes multiples : publications scientifiques, brevets, congrès, expositions... Face à cet afflux d'informations, comment identifier le chercheur ou le laboratoire qui est à l'origine de la recherche : CNRSLAB propose une nouvelle approche de l'information scientifique et technique.*

Véronique CAMPION-VINCENT, Elizabeth DARTIGUENAVE

CNRSLAB est une base de données qui permet de cerner l'action du CNRS dans tous les domaines scientifiques. Cette base décrit en effet les quelques 1 500 formations de recherches soutenues par le CNRS, premier organisme français de coordination et de financement de la recherche fondamentale, dans tous les secteurs scientifiques (mathématiques, physique nucléaire, sciences physiques pour l'ingénieur, chimie, sciences de la terre, de l'océan, de l'atmosphère et de l'espace, sciences de la vie, sciences sociales, humanités). Si cet ensemble ne représente pas la totalité de la recherche française, on peut dire cependant qu'il en constitue une part essentielle.

CNRSLAB permet un nouvel accès aux informations contenues dans la collection, bien connue maintenant, de l'Annuaire CNRS (1). La base est mise à jour annuellement pour refléter fidèlement la situation des équipes et l'action du CNRS. Pour que CNRSLAB soit ouvert à tous, le CNRS a décidé de charger cette base sur le serveur QUESTEL/TELESYSTEMES (2) et de le mettre ainsi à la disposition du public. CNRSLAB est donc interrogeable en conversationnel sur ce serveur grâce au langage d'interrogation

MISTRAL (3). QUESTEL/TELESYSTEMES met à la disposition des utilisateurs un certain nombre de bases de données bibliographiques scientifiques et techniques : celles du CNRS (PASCAL, FRANCIS...) et d'autres telles que EDF-DOC (électricité); URBAMET (urbanisme); INPI (brevets).

Ces bases de données constituent des fichiers magnétiques stockés sur les ordinateurs de Valbonne-Sophia Antipolis. Par les réseaux TRANSPAC, EURONET-DIANE, TYMNET et le réseau propre de TELESYSTEMES (4), ils sont accessibles en France et dans la plupart des pays d'Europe.

## Une information sur les recherches en cours

CNRSLAB est un complément indispensable à l'information provenant des publications scientifiques. En effet, CNRSLAB permet de connaître l'environnement scientifique dans lequel les chercheurs évoluent. Il permet de situer des recherches, connues à travers des publications, dans le cadre plus général du laboratoire où elles ont été effectuées. CNRSLAB permet d'obtenir une

réponse actualisée à la question :

Où travaille-t-on sur tel ou tel thème ?  
● Le racisme (exemple 1)

Les possibilités d'interrogation permettent de croiser plusieurs critères afin d'affiner la question et en conséquence la pertinence des résultats.

● Plusieurs types d'interrogations centrées sur un thème « corrosion » (exemple 2) :

- qui travaille sur la corrosion ?
- dans la région de Toulouse ?
- où joindre M. Talbot, spécialiste de la corrosion ?

CNRSLAB est un instrument utile pour localiser des chercheurs.

Si l'utilisateur s'intéresse au problème de la décision mais du point de vue des systèmes d'informatiques d'aide à la décision (exemple 3).

CNRSLAB permet de retrouver le laboratoire qui édite telle ou telle revue. Cette possibilité n'existe qu'en sciences de l'homme.

CNRSLAB peut être utile aux industriels qui s'intéressent aux applications de la recherche fondamentale. Prenons l'exemple de la surveillance sismique du territoire (exemple 4).

CNRSLAB permet de connaître les

## FICHE TECHNIQUE CNRSLAB

● 1 500 notices correspondant aux laboratoires et aux diverses formations de recherche financées par le CNRS.

● domaine : toutes les sciences de base : mathématiques, physiques, chimie, sciences de la terre, de l'atmosphère, de l'océan et de l'espace, sciences de l'homme, sciences de la vie (1981).

● chaque notice comprend 150 à 1 000 mots.

● tous les mots de la notice sont interrogeables soit 18 000 termes distincts environ.

● 14 000 noms cités (chercheurs CNRS, enseignants-chercheurs, etc.).

● coût : 260 F l'heure d'interrogation.

● édition des références : possibilité d'éditer les références (0,60 F la référence) en différé sur l'ordinateur situé à Valbonne-Sophia Antipolis. Elles parviennent au destinataire sous 48 heures.

□ Véronique Campion-Vincent et Elizabeth Dartiguenave dirigent le service « recherches en cours » du Centre de documentation sciences-humaines du CNRS qui publie annuellement : *Annuaire CNRS - Sciences de l'homme* (sous la responsabilité de la direction des relations extérieures du CNRS) ; *Répertoire raisonné des doctorats d'Etat en cours*, 1. *Lettres et sciences humaines*, 2. *Droit, science politique, sciences économiques, gestion* (en collaboration avec le fichier central des thèses, université de Paris X, sous la responsabilité de la direction des enseignements supérieurs du Ministère des universités).

EXEMPLE 1

70001+

TABLE INDICATEUR RACIS+ : 4  
T1 : RACIS+ / T1  
T2 : RACIS+ / T2  
T3 : RACIS+ / T3  
T4 : RACIS+ / T4  
SELECTIONNER OU NON ?

7r tt

\*5\* RESULTAT : 2  
PROCEDURE, OU ETAPPE DE RECHERCHE : 6

7.-vi max

-1- 965 C.C.H.S  
NO : 00.0580  
DIR : JACQUARD, ALBERT  
TYP : RCP 580  
T1 : GROUPE DE RECHERCHE SUR LE RACIS+  
ADR : 100/27 RUE DU COMMANDEUR/75014 PARIS/ (TEL: 320.13.45)  
MAJ : 1980  
OS : 58  
AD : 01  
GSP : 100  
CH : 30\*; 31; 34; 35; 38; 40; 41  
PER : JACQUARD A.\*; LARES N. (MRE); MELEZE-MODREZEJEWSKI J.; GUILLAUMIN C.  
(MRE)  
RCH : RECHERCHES:  
- ECO-NATURALISME ET NEORACISME, HYPOTHESES ET THEORIES NOUVELLES (C. GUILLAUMIN)  
- LE STATUT DE L'ETRANGER: ENQUETE SUR LES TECHNIQUES NORMATIVES ET LES REALITES SOCIALES DE DIFFERENTES SOCIETES, NOTAMMENT EN EUROPE, AUX TEMPS MODERNES (J. MELEZE-MODREZEJEWSKI)  
- REJET SOCIAL ET REJET IMMUNOLOGIQUE. LES MEMBRANES DE L'ORGANISME (LES HYPOTHESES DE JONAS SALK) (P. JACQUARD)  
- LITTERATURES, RELATIONS ETHNIQUES ET RACIS+ EN EUROPE (N. LARES)  
DE : HISTOIRE DES IDEES; HISTOIRE; RACIS+; JUIFS; ANTHROPOLOGIE PHYSIQUE; PHENOTYPOLOGIE  
PUB : PERIODIQUES ET COLLECTIONS OU APPLICATIONS:  
- SCIENCES ET TENDANCES SOCIALES  
- (TRIMESTRIEL)  
  
-2- 295 C.C.H.S  
NO : 04.0245  
DIR : LEDRUT, RAYMOND  
TYP : LA 245  
T1 : CENTRE DE RECHERCHES SOCIOLOGIQUES DE TOULOUSE  
ADR : UNIVERSITE DE TOULOUSE II/109 BIS RUE VAQUELIN/31061 TOULOUSE CEDEX/  
(TEL: (61) 41.11.05)  
MAJ : 1980  
OS : 24  
AD : 14  
GSP : 100  
CH : 31\*  
PER : PAGES R.; BENAYOU C. (ELLE); LEDRUT R.\*; LUCAS Y. (MRE); MEVRES J. Y.; TESSAC (DE) G.; VIGUIER M. C. (MRE); ATAGIE J.; CALVET G.; DRULHE R.; ELIARD A. (MRE); HAICHAULT M. (MRE); MORIN P. (MRE); RIVALS C.; ROJTMAN P. J.; ROY C.; SCHMITMAN Y.  
RCH : RECHERCHES:  
- SOCIOLOGIE DES PHENOMENES URBAINS (R. LEDRUT) - RACIS+ ET DISCRIMINATION DANS LES VILLES FRANCAISES: APPREHENSION DE LA MULTIPLICITE DES DETERMINATIONS D'UN PHENOMENE QUI S'INSCRIT DANS UN PROCESSUS RACISTE ET DISCRIMINATOIRE - POUVOIR LOCAL ET POLITIQUE URBAIN DANS LES VILLES MOYENNES - TRANSFORMATIONS DES STRUCTURES DU POUVOIR LOCAL EN FRANCE DEPUIS LES DEBUTS DE LA IIIe REPUBLIQUE. ANALYSE DU POUVOIR AU NIVEAU COMMUNAL ET DEPARTEMENTAL - SYMBOLOGIE ET PRATIQUE DE LA VILLE ...



## EXEMPLE 2

### Qui travaille sur la corrosion ?

BASE CONNECTEE CNRSLAB  
PROCEDURE: OU ETAT DE RECHERCHE 1

TECORROSION

TERME REALISANT CORROSION: 4  
T1 CORROSION /SC — Mots-clés (descripteurs)  
T2 CORROSION /SCH — Recherches  
T3 CORROSION /PUB — Publications/Applications  
T4 CORROSION /ESP — Equipements spécifiques  
SELECTIONNER OU NON ?

TS: 27

\*1\* RESULTAT 20

### 20 formations sont concernées

TYP : — Type et numéro CNRS  
T1 : — Titre de la formation  
ADR : — Adresse  
DIR : — Responsable  
LE : — Mots-clés (descripteurs)  
RCI : —

TYP : EDR 400  
T1 : CHIMIE DES RESEAUX DE TRANSITION  
ADR : UNIVERSITE PARIS VI - PIERRE ET MARIE CURIE/INSTITUT - REACTAGE/4  
PLACE JUSSIEU-75230 PARIS CEDEX 05 / TEL: 06.25.45 P. 10.144  
DIR : JOHANN YVES  
LE : RESEAUX DE TRANSITION CLUSTERS CRYSTALLOCHIMIE POLYMERES  
RCI : RECHERCHES  
— ETUDE CRYSTALLOCHIMIE DES COMPLEXES FORMES A PARTIR DE CLUSTERS DE  
RESEAUX CRYSTALLINS AVEC DES TRANSISTEURS DE CORROSION

### Qui travaille sur la corrosion dans la région de Toulouse ?

#### Toulouse est dans la 14ème circonscription

TS: 14

\*2\* RESULTAT 21  
PROCEDURE: OU ETAT DE RECHERCHE 3

TS ET 2

\*3\* RESULTAT 2  
PROCEDURE: OU ETAT DE RECHERCHE 4

TS: 14 / TYP / T1 / DIR / ADR

-1- 202 C. CHRS  
TYP : CDR 204  
T1 : LABORATOIRE DES COMPOSES ACIDES POLYFUNCTIONNELS  
DIR : LUTHER PRINCE  
ADR : UNIVERSITE DE TOULOUSE III-118 ROUTE DE NARBONNE/31067 TOULOUSE CEDEX  
TEL: (61) 50.17.00 P. 470

-2- 202 C. CHRS  
TYP : CDR 205  
T1 : CHIMIE DES RESEAUX DE TRANSITION  
DIR : JOHANN YVES  
ADR : ECOLE NATIONALE SUPERIEURE DE CHIMIE/LABORATOIRE DE PHYSICO-CHEMIE  
DE RESEAUX DE TRANSITION/31067 TOULOUSE CEDEX TEL: (61) 50.05.00

### Où joindre Monsieur TALBOT, spécialiste de la corrosion ?

TS: 14 / TYP / T1 / DIR / ADR

\*4\* RESULTAT 1

TS: 14 / TYP / T1 / DIR / ADR / PER

-1- 202 C. CHRS  
TYP : EDR 210  
T1 : LABORATOIRE D'ELECTROCHIMIE ANALYTIQUE ET APPLIQUEE  
DIR : THOMAS BERNARD  
ADR : ECOLE NATIONALE SUPERIEURE DE CHIMIE DE PARIS/11 AVE PIERRE ET MARIE  
CURIE/75231 PARIS CEDEX 05 / TEL: 06.25.45 P. 35.071  
PER : TALBOT J. / TEL: 06.25.45 P. 35.071

équipements spécifiques des laboratoires d'une région. Existe-t-il une caméra électronique dans la région de Poitiers ? (exemple 5).

CNRSLAB est donc un instrument qui permet de répondre à des questions très diverses.

### Comment interroger CNRSLAB ?

#### • Se connecter directement.

Il suffit d'avoir à sa disposition une ligne téléphonique, un terminal et de contracter un abonnement (gratuit) à QUESTEL/TELESYSTEMES.

Le langage d'interrogation MISTRAL est puissant et facile à apprendre et à manier. QUESTEL/TELESYSTEMES organise des sessions de formation d'une journée (5).

#### • Contacter l'un des services producteurs de la base de données.

— Pour les sciences de l'homme : Centre de documentation sciences humaines (6).

— Pour les autres secteurs : Banque des connaissances et des techniques (7).

Ces services interrogeront CNRSLAB pour vous. Ils peuvent aussi fournir des informations complémentaires sur les formations de recherche.

#### • De nombreux organismes publics sont également connectés à TELESYSTEMES.

Des bibliothèques universitaires ayant accès à TELESYSTEMES sont implantées dans de nombreuses villes françaises (Amien, Angers, Besançon, Caen, Chateaufort, Clermont-Ferrand, Compiègne, Grenoble, Lille, Limoges, Lyon, Montpellier, Nantes, Nice, Orsay, Paris - huit connexions - Pau, Poitiers, Reims, Rennes, Strasbourg, Toulouse).

#### (1) Annuaire CNRS:

— Mathématiques, informatique, physique 1978 (64 F);

— Chimie 1979 (100 F);

— Sciences de la terre, de l'océan, de l'atmosphère et de l'espace 1980 (100 F);

— Sciences de la vie 1976 (100 F) (édition automatisée 1981 en préparation).

en vente aux Editions du CNRS - 15, quai Anatole France, 75700 Paris.

— Sciences de l'homme 1980 (80 F).

en vente au CDSH - 54, boulevard Raspail, 75006 Paris.

(2) TELESYSTEMES est la filiale informatique du groupe France câbles et radio qui est lui-même une filiale de l'administration des télécommunications. Le centre serveur QUESTEL est l'une des directions de TELESYSTEMES. C'est un service de bases de données accessibles en conversationnel.

(3) MISTRAL est le logiciel utilisé pour gérer et interroger ces bases. Il a été créé et développé par la CII-Henrywall Bull et adapté par TELESYSTEMES.

(4) Il s'agit de réseaux de télécommunications permettant la connexion avec les ordinateurs situés à Valbonne-Sophia Antipolis.

(5) QUESTEL/TELESYSTEMES - 40, rue du Cherche Mide, 75006 Paris - tél. : 544.38.13.

(6) CDSH (Mme Vincent) - 54, boulevard Raspail, 75006 Paris - tél. : 544.38.49 poste 357.

(7) BCT (Mme Cachelou) - 43, rue Caumartin, 75009 Paris - tél. 266.93.10 poste 210.

#### EXEMPLE 3

##### ? DÉCISION

\*8\* résultat 26 → 26 formations de recherche s'intéressent à la prise de décision.

?/CN 02

\*9\* résultat 48 → 48 formations relèvent de la discipline informatique, automatique, analyse des systèmes.

?8 ET 9

\*10\* résultat 6 → 6 formations relèvent des disciplines, informatique, automatique, analyse des systèmes, s'intéressent à la prise de décision.

-3- 719 C.CNRS

TI : GROUPE DE RECHERCHE EN ANALYSE DE SYSTEME ET CALCUL ECONOMIQUE

ADR : GRASCE/UNIVERSITE D'AIK-MARSEILLE III/FACULTE D'ECONOMIE APPLIQUEE/5  
AVENUE VICTOR-HUGO/13100 AIX EN PROVENCE/ (TEL: (42) 27.95.01)

DIR : MUNIER, BERTRAND

CN : 021 33\*

DE : ECONOMIE; ANALYSE DE SYSTEMES; DECISION; ECONOMETRIE; THEORIE

#### EXEMPLE 4

? surveillance /pub

\*1\* RESULTAT 5

\*2\* RESULTAT 2

2 formations de recherche sont concernées par la surveillance sismique.

?..vi stdr + /pub

-1- 1031 C.CNRS

NG : 14.0012

DIR : SCHLICH, HOLLAND

TYP : IIAG 12

TI : INSTITUT DE PHYSIQUE DU GLOBE DE STRASBOURG

ADR : UNIVERSITE DE STRASBOURG I/5 RUE DESCARTES/67084 STRASBOURG CEDEX/  
(TEL: (88) 61.48.20)

MAJ : 1980

PUB : PERIODIQUES ET COLLECTIONS OU APPLICATIONS:

- EVALUATION DU POTENTIEL GEOTHERMIQUE DU TERRITOIRE
- SURVEILLANCE SISMIQUE DU TERRITOIRE

#### EXEMPLE 5

Existe-t-il une caméra électronique dans la région de Poitiers ?

Une sélection dans le champ ESP, (équipements spécifiques) donne le résultat suivant :

TX /ESP RCH CAMERA ELECTRONIQUE

\*5\* RESULTAT 5

?/AD 15+ ET 5 ← Poitiers est dans la 15<sup>e</sup> circonscription CNRS

\*6\* RESULTAT 1

?..UI /TYP /TI /ADR /ESP

-1- 259 C.CNRS

TYP : LA 193

TI : ENERGIE ET DETONIQUE

ADR : UNIVERSITE DE POITIERS/ECOLE NATIONALE SUPERIEURE DE MECANIQUE ET  
D'AEROTECHNIQUE/RUE GUILLAUME-VII/86034 POITIERS CEDEX/ (TEL:  
(49)88.32.17)

ESP : EQUIPEMENTS SPECIFIQUES:

- BANES DE STERIOSCOPIE (MIROIRS SPHERIQUES DE GRAND DIAMETRE 0>40)
- CAMERAS ELECTRONIQUES (IMACON J.HAILAND) ET OPTIQUES
- LASERS MODULES (SPECTRA PHYSICS)
- CHAINES DE MULTICHRONOMETRIE (THOMSON CSF ET MB ELECTRONIQUE)
- SYSTEME D'ACQUISITION DE DONNEES (HEWLETT PACKARD)

# La vie des Laboratoires

*Physique nucléaire et  
physique des particules*

## forme des noyaux des isotopes radioactifs du sodium

On sait depuis longtemps que l'étude à très haute résolution de la structure des raies optiques émises par des atomes excités permet d'obtenir les valeurs de grandeurs caractéristiques des propriétés des noyaux telles que leur moment magnétique  $\mu$ , leur moment quadropolaire  $Q$  ou leur spin  $I$ . En particulier, la valeur de  $Q$  caractérise l'écart à la symétrie sphérique de la répartition des charges dans le noyau et reflète, en quelque sorte, la forme prise par celui-ci.

De telles expériences de spectrométrie optique à très haute résolution, utilisant les remarquables propriétés des lasers à colorants accordables, avaient été entreprises dès 1974 pour étudier

systématiquement les évolutions de ces grandeurs nucléaires tout au long de séries d'isotopes d'atomes alcalins radioactifs produits en ligne derrière des accélérateurs à protons. C'est ainsi, par exemple, que 28 isotopes ou isomères du rubidium ont pu être étudiés, de même que 36 du césium, après une dizaine d'isotopes du sodium. Concernant ces derniers, la petitesse des structures était telle qu'elle n'avait pas permis la mesure des moments quadropolaires. En effet, dans ces expériences, aussitôt créés, les atomes sont formés en jet et interagissent avec la lumière du laser se propageant perpendiculairement à leur trajectoire, de manière à s'affranchir d'élargissements Doppler trop importants. Cependant, bien que le jet soit assez fortement collimaté, un effet Doppler résiduel subsiste et contribue à masquer la structure lorsque celle-ci est faible. Dans ces conditions, à l'excitation optique effectuée par le laser, on superpose un champ radiofréquence qui donne lieu à

une résonance entre deux sous-niveaux hyperfins du niveau excité : c'est une expérience typique de double résonance. Le signal détecté est, là encore, élargi par effet Doppler, mais sur la transition de radiofréquence seulement : l'élargissement Doppler, proportionnel à la fréquence, est alors négligeable. Cette expérience de double résonance, faite sur le synchrotron à protons du Centre européen pour la recherche nucléaire, a permis la mesure précise des moments quadropolaires des isotopes de masse 21, 25, 26, 27, 28 et 29 du sodium. L'analyse de ces mesures, par comparaison avec celles de déplacements isotopiques faites antérieurement par la même équipe, a montré l'existence d'un effet de volume, mais n'a pas mis de déformation du noyau en évidence.

□ Laboratoire Aimé Cotton - Orsay -  
Dir. : Serge Feneuille.

□ Laboratoire René Bernas - Orsay -  
Dir. : Robert Klapisch.

*Sciences physiques pour  
l'ingénieur*

## recherche en informatique musicale

Au sein du Laboratoire de mécanique et d'acoustique de Marseille, l'équipe PAIM (Psychoacoustique et informatique musicale) s'intéresse à la recherche sur la synthèse des sons, en particulier à l'aide d'un ordinateur muni de convertisseurs numérique-analogique. Cette recherche inclut une phase mathématique, au cours de laquelle des méthodes de synthèse ou

d'analyse-synthèse sont étudiées dans le but général d'une utilisation en acoustique musicale, et une phase dans laquelle ces procédés sont mis en œuvre, notamment à l'aide du programme MUSIC V, mais plus généralement sous forme de programme d'ordinateurs ou de proposition de matériel numérique (hardware). L'utilisation effective de ces techniques nécessite un cadre psychoacoustique dans lequel les effets sensibles des divers paramètres physiques sont étudiés sous l'angle musical. Outre un aspect de connaissance, important dans ce domaine à peine exploré, cette recherche conduit à des réalisations dont les retombées

dans le domaine public sont inévitables. Les derniers progrès de la microélectronique rapide laissent espérer des mises en œuvre en temps réel ne restreignant pas trop les possibilités musicales actuellement accessibles (mais hors temps réel) à l'aide d'un programme général tel que MUSIC V. Le corpus de connaissances acquis peut permettre d'envisager une pédagogie associée à ces nouveaux moyens.

Dès à présent, des réalisations musicales ont vu le jour, notamment dues à des membres de notre équipe, et l'écoute de ces musiques peut permettre de comprendre la nature et la fonction de leurs orientations. Au cours de cette

dernière année, trois disques sont parus, fruits de cette recherche en informatique musicale.

Michel Redolfi (responsable de l'informatique musicale du Groupe de musique expérimentale de Marseille, travaillant en collaboration avec l'équipe PAIM) a utilisé pour la fabrication de la matière sonore de ses œuvres un synthétiseur numérique, le Synclavier. Il s'agit d'un microordinateur pilotant une série d'oscillateurs numériques couplés en modulation de fréquence, qui présente l'avantage de pouvoir être commandé à l'aide de dispositifs tels que claviers, potentiomètres. Cette approche plus tactile du monde des sons permet au compositeur de contrôler en temps réel la vie interne des événements (ou masse) sonores. Un important travail de studio lui a ensuite permis de composer les œuvres sur le disque<sup>1</sup>. Leurs titres (Pacific ocean tubular waves and immersion) laissent clairement entendre la volonté d'une analogie avec le monde aquatique dans la manière de manipuler l'énergie sonore, l'utilisation d'un réenregistrement sous-marin venant renforcer cette tendance (« La vision de ces cosmos creux d'eau et de lumière dont les forces centrifuges énormes semblent concentrer un instant l'histoire énergétique de la planète, a motivé l'esthétique de cette œuvre »).

Daniel Arfib (attaché de recherche dans l'équipe PAIM) propose trois œuvres<sup>2</sup> entièrement synthétisées sur ordinateur (à l'aide du programme MUSIC V) où la volonté compositrice est d'utiliser celui-ci comme un outil permettant de manœuvrer plus aisément les textures sonores et de créer un univers d'apparence naturelle. « Voyelles d'éveil », « Le souffle du doux » et « L'approche de la lumière » ont été réalisées sur le miniordinateur de l'équipe et utilisent en particulier une méthode de synthèse nouvelle (une combinaison de distorsion non linéaire et de modulation d'amplitude) et des techniques sonores (effets de chœur, de souffles) ou compositionnelles (sur les rapports harmoniques) développées par le compositeur lors de sa recherche. Cet enregistrement est une invitation à un voyage, où la nature climatique plus qu'événementielle du son laisse à l'auditeur le choix d'une écoute moins intellectuelle, plus sensible.

Jean-Claude Risset (responsable du Laboratoire d'informatique et d'acoustique musicale de la faculté des sciences de Luminy et de l'équipe psychacoustique et informatique musicale - PAIM - du Laboratoire de mécanique

et d'acoustique) présente quatre œuvres<sup>3</sup> comportant des sons synthétisés par ordinateur (à l'aide du programme MUSIC V) aux Bell laboratoires, à l'IRCAM et à Marseille-Luminy. Ces sons d'ordinateurs interviennent soit seuls (Mutations), soit en dialogue avec les instruments ou la voix (Dialogues, Moments newtoniens, Inharmonique) : leurs timbres sont souvent composés comme des accords, ce qui permet d'établir des liens étroits entre sons naturels et sons artificiels, qui se répondent et s'opposent ou se fondent et se prolongent (ainsi timbres ou textures inharmoniques sont les reflets ou les « mutations » des harmonies instrumentales). L'ordinateur permet aussi un continuum sonore que manifestent par exemple des sons glissants paraissant se déplacer dans l'espace ou monter indéfiniment.

Ces trois disques illustrent trois démarches qui ont chacune sollicité dans différentes directions les possibilités de l'informatique musicale. La recherche dans ce domaine se poursuit, en particulier pour se préparer à tirer le meilleur parti musical des progrès de la microélectronique et du traitement du signal numérique.

□ Laboratoire de mécanique et d'acoustique - Marseille - Dir. : B. Nayroles.

## combustion turbulente en couche limite soufflée

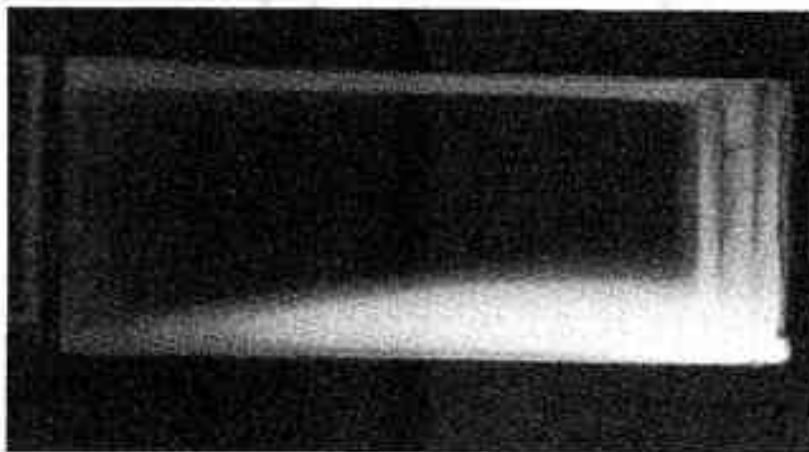
Depuis plusieurs années, de nombreuses études expérimentales et théoriques ont été entreprises pour connaître comment la turbulence d'un

écoulement interagit avec des réactions chimiques fortement exothermiques qui se déroulent en son sein. Tous les écoulements de combustion courants étant très turbulents (foyers industriels, chambres de combustion de turboréacteur, etc.), les réponses à ce problème présentent donc un intérêt pratique immédiat.

Dans le cadre de l'ATP « Turbulence et milieux réactifs », une installation expérimentale a été mise au point au Laboratoire d'énergétique et de détonique dont le but est d'étudier comment la structure dynamique d'un écoulement, connue quand celui-ci est non réactif, est modifiée par des processus chimiques et aussi comment se développent les fluctuations des grandeurs thermodynamiques telles que température et fractions massiques des espèces chimiques présentes. Un mélange froid (20°C) de propane et d'air est injecté à travers une plaque poreuse dans un écoulement turbulent de gaz brûlés (1 200°C) parallèle à la plaque et provenant d'une combustion primaire en amont de cette plaque.

Une première série de résultats expérimentaux a déjà été obtenue, qui montre en particulier que la combustion est stabilisée dans une zone se trouvant immédiatement en aval du bord d'attaque de la plaque, par mélange turbulent des gaz chauds et du mélange combustible. Des mesures de fluctuations de vitesse et température ainsi qu'une comparaison avec les résultats numériques donnés par un modèle théorique doivent permettre de déterminer quels sont les rôles respectifs des réactions chimiques et de la convection turbulente.

□ LA 193 « Laboratoire d'énergétique et de détonique » - Poitiers - Dir. : Jean-Claude Jaqueson et Numa Manson.



Combustion d'un mélange frais propane-air injecté à travers une paroi poreuse dans un écoulement de gaz brûlés à 1 200°C (LA 193 - Poitiers).



## le développement de la recherche en capteurs industriels

Les industries chimiques posent actuellement trois problèmes aux scientifiques. Celui de la fabrication en continu, celui des économies d'énergie, enfin celui de la maîtrise des pollutions. Les solutions de ces problèmes passent par une connaissance de grandeurs physiques liées à la composition et à la structure des matériaux en élaboration. La température, la pression, le débit et la composition sont essentiels pour connaître l'état d'un gaz. Il faut d'ailleurs d'informations pour connaître les états d'un liquide ou d'un solide, surtout en formation. Le Laboratoire des sciences du génie chimique du CNRS dans son équipe « Traitement de l'information chimique » développe actuellement – dans la perspective d'applications industrielles – des recherches dans cet axe.

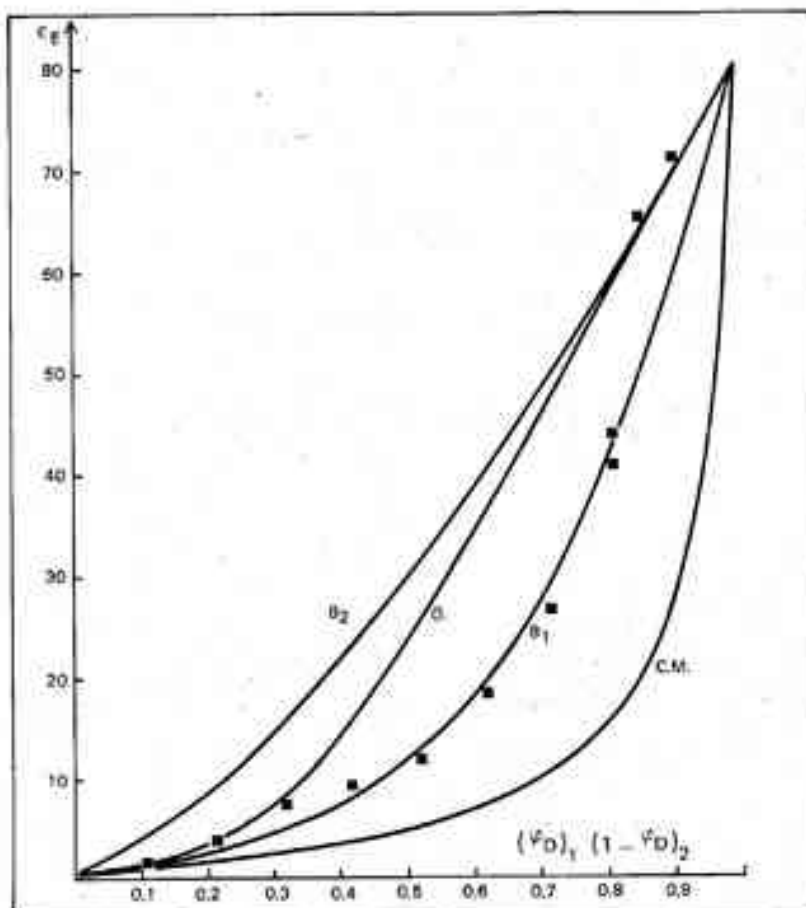
### Recherches en capteurs industriels

Un capteur industriel moderne doit livrer une information fiable, continue, non destructive. Il doit le faire dans des situations parfois sévères. Il doit être représentatif d'une grandeur liée à la qualité recherchée d'un produit et à la surveillance de cette qualité. Il doit enfin fournir suffisamment d'information pour que celle-ci puisse être traitée. Un thermocouple étalonné, un manomètre calibré sont des exemples de tels capteurs, mais ils sont insuffisants. Il n'existe pas encore de capteurs équivalents pour suivre en continu la composition ou l'homogénéité d'un matériau.

### Une information nécessaire et suffisante

L'objectif d'une mesure physico-chimique et celui d'une mesure industrielle en ligne sont complémentaires, parfois apparemment contradictoires. Dans le premier cas, il s'agit de trouver le maximum d'informations en vue d'un résultat à caractère universel. Dans le second cas, il s'agit d'obtenir une information minimum pour élaborer une régulation autour d'un point de consigne. Ce dernier est d'ailleurs déterminé à partir de considérations fondamentales, si bien que l'opposition apparente ne l'est que dans le temps.

Un exemple saisissant de cet aspect conflictuel est fourni par l'effet Maxwell-Wagner (1). La partie imagi-



Permittivité diélectrique du binaire démixé eau-terpène à 25°C en fonction de la fraction volumique des phases. Les carrés représentent les résultats expérimentaux, la courbe C.M., la tentative d'interprétation par la formule non polaire de Clausius et Mossotti, la courbe O, par celle, polaire, de Onsager; enfin les courbes B1 et B2 par celle de Bruggeman qui n'est pas symétrique par inversion des phases. La figure met en évidence une percolation pour une fraction de 82,5 % d'eau en volume et une variation de vingt points en absolu de la permittivité. (Laboratoire des sciences du génie chimique - Nancy).

naire de la permittivité diélectrique d'un matériau imparfaitement isolant croît très rapidement lorsque la fréquence du courant appliqué diminue et tend à s'annuler. Cela traduit encore le fait qu'on ne peut pas déterminer une résistance électrique par une mesure de capacité. Mais dès que la fréquence dépasse les fréquences ordinaires, l'effet disparaît pour laisser place aux phénomènes classiques des pertes diélectriques ordinaires. Voici donc un effet parasite. C'est pourquoi toutes les mesures diélectriques sont faites à moyenne fréquence pour éviter sa présence. Mais, lorsqu'en contrôle de fabrication, on cherche à détecter la présence de défauts, alors l'effet Maxwell-Wagner est du plus vif intérêt. Il est très sensible, il fournit un « gain » important, fonction de l'hétérogénéité du matériau. Des études de développement sont menées actuellement.

### Un capteur d'état d'émulsification

Un rassemblement de travaux

récents (2) met en évidence le fait que la permittivité diélectrique d'une émulsion, mesurée aux fréquences ordinaires (1 KHz) dépend fortement de la différence des valeurs des permittivités de chaque phase, de la fraction volumique occupée par chaque phase, de la phase qui se trouve dans l'état dispersé. On voit l'intérêt évident de la mesure de la permittivité d'une émulsion surtout lorsque l'une des phases est de l'eau (dont le comportement diélectrique est anormalement élevé), comme le montre la figure ci-dessus portant sur le binaire eau-terpène à 25°C. Le gain de la permittivité en fonction de la fraction volumique de l'eau est important, lorsque la quantité de cette dernière est élevée, ce qui est une circonstance fréquemment rencontrée dans une préparation en émulsion.

Mais il y a plus. La permittivité apparente de l'émulsion permet de mettre facilement en évidence la percolation du système. Pour une fraction

d'eau de 82,5 % en volume, le système percole et sa constante diélectrique relative au vide « saute » de 45 à 65 en mesure absolue.

La mesure de la permittivité diélectrique est fiable, rapide, non destructive, peu onéreuse. Elle fournit aux fabrications en ligne un outil qui, sans être universel, est du moins utilement complémentaire et à l'avenir certain.

(1) R. Coelho : *Physics of dielectrics for the engineer*, Elsevier, 1979.

(2) C. Grasse, J.L. Greffe, *J. chim. phys.*, 1979, 76 (4), p. 305 à 327.

□ Laboratoire des sciences du génie chimique - Nancy - Dir. : Jacques Villermaux.

## interactions coulombiennes et transitions de Peierls dans les systèmes quasi-unidimensionnels

Ces dernières années de grands progrès ont été obtenus dans la compréhension des systèmes métalliques quasi-unidimensionnels. Les transitions métal-isolant, que l'on observe généralement à basse température dans ces matériaux, ont été décrites comme des distorsions de Peierls. Dans ce modèle, la transition de phase est caractérisée par la condensation d'une onde de densité de charge (ODC) associée à une distorsion périodique du réseau. L'existence d'un tel état fondamental a été prouvée dans plusieurs composés par diffusion diffuse des rayons X au Laboratoire de physique des solides d'Orsay.

A cause des fluctuations unidimensionnelles, les caractéristiques de la distorsion de Peierls (par exemple la valeur de la température de transition  $T_c$ ) sont très sensibles au couplage interchaîne qui peut résulter soit d'une intégrale de transfert interchaîne  $t_\perp$  non nulle, soit d'une interaction coulombienne directe entre ODC.

Cependant, comme la synthèse des conducteurs organiques est, encore maintenant, davantage le fait du hasard que de la prévision, les études expérimentales de l'effet du couplage interchaîne sont assez rares. Ces études concernent surtout la famille du TTF-TCNQ dont les molécules de donneur (TTF) et d'accepteur (TCNQ) forment des empilements distincts. La méthode généralement utilisée consiste à substituer les atomes d'hydrogène des molécules de TTF ou de TCNQ par des groupements de dimension variable, de

façon à écarter les empilements de donneur et d'accepteur. Malheureusement, ces modifications stériques n'affectent pas seulement les interactions entre empilements, mais également les interactions à l'intérieur d'un même empilement. Il en résulte qu'aucune véritable étude systématique de l'effet du couplage interchaîne n'a pu être réalisée jusqu'à présent.

Récemment une équipe du Centre de recherche Paul Pascal, travaillant en collaboration avec des chercheurs du Laboratoire de chimie-physique macro-moléculaire (ERA 23) pour la synthèse et du Laboratoire de cristallographie et physique cristalline (LA 144) pour la cristallographie, a découvert une nouvelle série de composés organiques conducteurs qui a permis de réaliser la première étude expérimentale de l'effet des couplages coulombiens sur la température de transition de Peierls. Ces composés sont des matériaux ternaires contenant des cations alkyl ammonium, du TCNQ et de l'iode. L'iode est sous forme de colonnes d'ions  $I_3^-$  parallèles aux empilements de TCNQ qui assurent la conduction électrique. Colonnes d'iode et empilements de TCNQ forment des plans séparés par les cations ammonium. Lorsque la taille de ces cations augmente, la distance entre ces plans augmente sans modification structurale à l'intérieur des plans. Un seul paramètre varie donc : la distance entre empilements de TCNQ dans une direction cristallographique.

Les études physiques ont montré que la température de transition métal-isolant varie dans de grandes proportions : de  $T_c = 158$  K avec le cation tétraméthyl  $N,N,N,N'$ -diméthylène-diammonium à  $T_c = 68$  K avec le cation tétraméthyl  $N,N,N,N'$ -dodécaméthylène-diammonium. A partir des résultats structuraux, il a été possible de calculer l'interaction coulombienne entre ODC portées par les empilements de TCNQ. Une relation expérimentale quantitative a ainsi été obtenue entre la température de transition de Peierls et le couplage coulombien. Elle vérifie que pour un couplage nul (système purement unidimensionnel), la température de transition  $T_c = 0$ . Ce travail constitue la première étude expérimentale du rôle des fluctuations unidimensionnelles dans les transitions métal-isolant des conducteurs organiques.

### Publications

- P. Dupuis, S. Flandrois, P. Delhaes and C. Coulon : *Organic metals : a new class of conducting ion-radical salts based on TCNQ and iodine*, J.

chem. soc. chem. comm., 337, 1978.  
- C. Coulon, S. Flandrois, P. Delhaes, C. Hauw and P. Dupuis : *Effect of interchain coulomb interactions on the metal-insulator transition in quasi one-dimensional systems : an experimental study based on an homogeneous series of TCNQ salts*, *Phys. rev. B.* (sous presse).

□ Centre de recherche de chimie structurale Paul Pascal - Talence - Dir. : Adolphe Pacault.

## réactivité des solides

### Préoxydation de nuances d'alliages

L'équipe 04 du Laboratoire de recherche sur la réactivité des solides a réussi à mettre au point, dans le cadre d'une action DGRST, des traitements de préoxydation de nuances d'alliages du type Fe 10,5 Cr 5 Al qui confèrent à ces matériaux une résistance de longue durée à la corrosion pour le soufre liquide et vapeur jusqu'à des températures de l'ordre de 800°C.

La protection est obtenue par oxydation en atmosphère d'oxygène à la pression atmosphérique à 1000°C durant quelques heures de façon à obtenir par ségrégation des éléments d'alliage, une couche protectrice de quelques microns constituée en moyenne partie par de l'alumine.

L'immunité du matériau est limitée par l'hétérodiffusion dans la couche d'oxyde qui a été contrôlée en utilisant des radiotraceurs ( $^{35}S$ ).

Des comportements identiques ont également été obtenus par préoxydation d'alliages Fe 17 Cr cémentés en présence de mélanges Al-Si.

Les matériaux ainsi testés doivent permettre la réalisation d'échangeurs thermiques fonctionnant avec le soufre comme fluide caloporteur à des températures de l'ordre de 750°C, donc plus élevées que celles actuellement accessibles avec les fluides habituels ( $H_2O$ , Na liquide). La réalisation d'une unité pilote utilisant les matériaux décrits est en cours de conception et de réalisation au Commissariat à l'énergie atomique en relation avec l'Electricité de France.

### Hydratation des constituants du ciment

Les études menées par l'équipe 01 du Laboratoire en collaboration avec le Département des ciments et réfractaires de Martin Marietta Laboratories (Baltimore, Etats-Unis) ont apporté des progrès dans la connaissance des mécanismes très controversés d'hydratation des constituants du ciment.

Les expériences réalisées à Dijon ont permis de délimiter sur le diagramme chaux-silice-eau, le domaine d'existence des solutions sursaturées métastables à plus ou moins longue durée de vie obtenues au contact de l'eau avec la variété triclinique  $T_1$  du silicate tricalcique  $3\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2$ . La limite tracée, qui constitue la courbe de supersolubilité des hydrosilicates de calcium permet de prévoir la cinétique de précipitation des hydrates en fonction des concentrations locales en ions  $\text{Ca}^{2+}$  et  $\text{OH}^-$  et silicates dans la phase liquide à la périphérie des grains. Ces expériences ont également établi la congruence de la dissolution du silicate tricalcique pour donner ces solutions sursaturées, tandis que des considérations thermodynamiques ont montré que cette dissolution était conditionnée par une étape de protonation des ions  $\text{O}^{2-}$  et  $\text{SiO}_4^{4-}$  du silicate tricalcique à l'interface par les molécules d'eau.

L'étude de la période initiale de l'hydratation par ESCA, faite à Baltimore, a d'abord apporté une confirmation directe de cette étape d'hydroxylation superficielle, grâce à la déformation observée du pic de  $\text{O}_{1s}$  dont le maximum glisse vers une énergie supérieure (écart  $\sim 0,6\text{ eV}$ ). Elle a également mis en évidence dans les premières secondes du contact de  $3\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2$  avec l'eau, le passage du rapport  $\text{Ca}/\text{Si}$  par un minimum (fig. 1) traduisant le transfert sélectif transitoire des ions  $\text{Ca}^{2+}$  de la surface dans la solution. Ce rapport remonte ensuite jusqu'à un maximum voisin de 3, puis décroît régulièrement jusqu'à 1,5 où il se stabilise ce qui traduit d'abord l'établissement du régime de dissolution congruente, puis la formation au voisinage immédiat de l'interface d'une couche d'épaisseur croissante d'un hydrosilicate de rapport  $\text{Ca}/\text{Si} < 3$ . La partie décroissante de la courbe exprime la diminution progressive de la contribution du substrat ( $3\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2$ ) et sa cessation au bout de trente minutes environ ; la valeur 1,5 du rapport  $\text{Ca}/\text{Si}$  peut être alors exclusivement attribuée à la couche d'hydrates d'épaisseur suffisante (2-4 nm) pour masquer le substrat.

Des résultats semblables ont été également obtenus avec la variété  $\beta$  du silicate dicalcique, le minimum étant moins accusé et la vitesse de dissolution beaucoup plus faible.

L'utilisation du STEM a montré que la dissolution des grains polycristallins

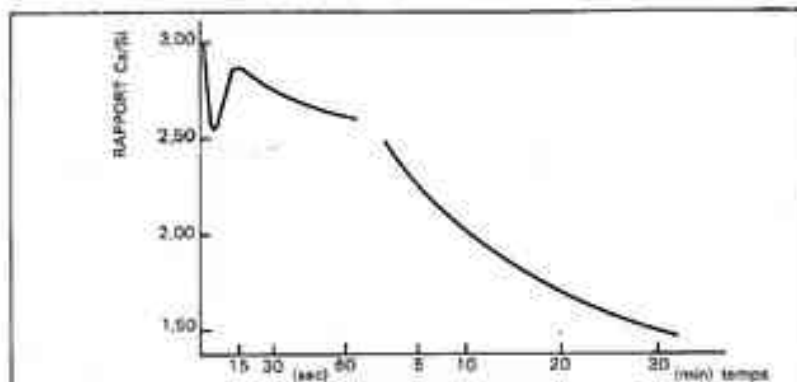


Fig. 1 - Variation du rapport  $\text{Ca}/\text{Si}$  - déterminé par ESCA - en fonction du temps d'hydratation du silicate tricalcique. (LA 23 - Dijon).

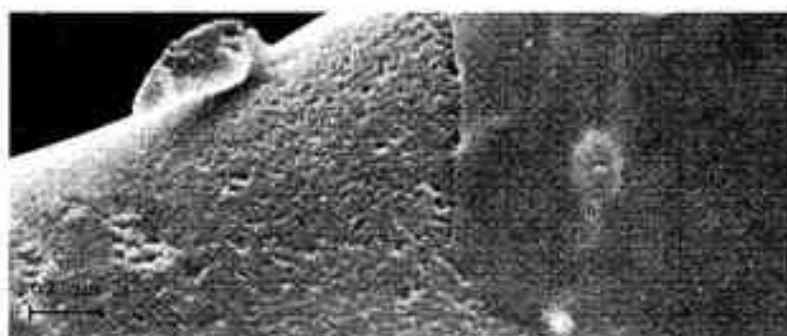
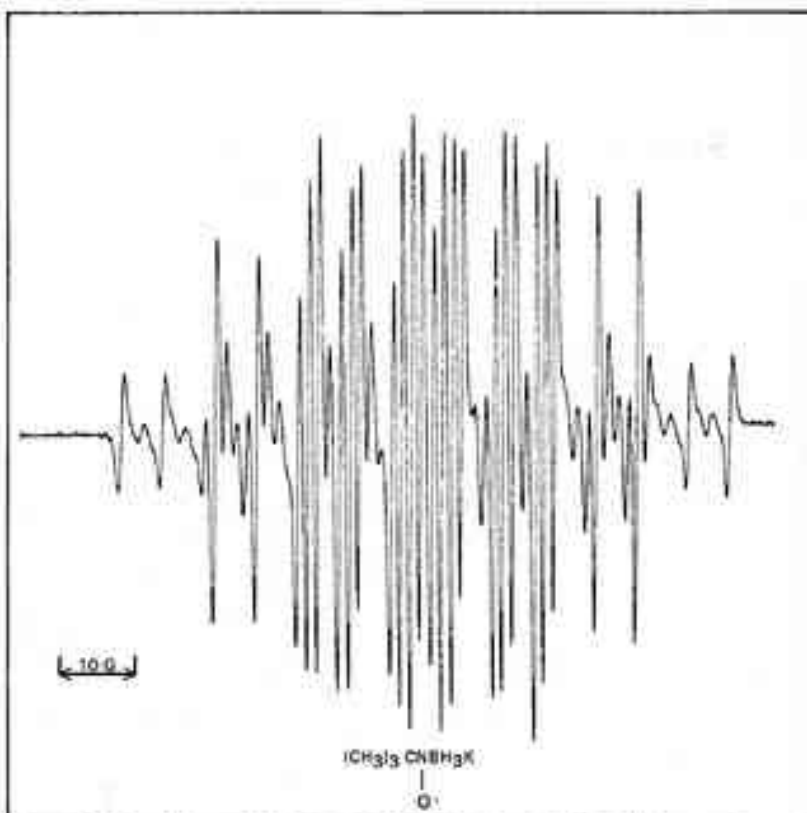


Fig. 2 - a) Partie attaquée par l'eau d'un grain de silicate tricalcique, b) Partie du grain ayant résisté à l'attaque après 15 minutes. (LA 23 - Dijon).

Fig. 3 - Observation d'hydrosilicates de calcium sur (a) et entre (b) les grains de silicate tricalcique (30 minutes d'hydratation). (LA 23 - Dijon).

Fig. 4 - Formation des premiers hydrates sur du silicate bicalcique (15 secondes d'hydratation). (LA 23 - Dijon).





Spectre RPE expérimental du nitroxyde de tertibutyle et de trihydridoborate de potassium en solution dans le benzène en présence de dicyclohexyl-18-crown-6 à 25°C. Le spectre RPE montre le couplage de l'électron célibataire avec un noyau d'azote, trois noyaux d'hydrogène équivalents et un noyau de bore. Les deux isotopes du bore,  $^{11}\text{B}$  (abondance naturelle 80,42 %) et  $^{10}\text{B}$  (abondance naturelle 19,58 %) sont responsables de la complexité du spectre présenté. (Centre de résonance paramagnétique électronique de l'université de Provence).

de silicate tricalcique n'était pas uniforme (fig. 2) mais dépendait vraisemblablement de l'orientation des cristallites et de l'existence de défauts.

En confirmation des résultats obtenus à Dijon, les clichés pris après trente minutes de contact de  $3\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2$  avec l'eau, montrent que la formation d'hydrates n'est pas « topochimique » mais résulte d'un processus de précipitation à partir de la solution : des hydrates feuilletés apparaissent non seulement à la périphérie d'un grain (a) mais aussi dans l'espace entre deux grains (b) (fig. 3). Avec le silicate dicalcique, de minuscules hydrates de morphologie différente ont été mis en évidence après un temps de contact avec l'eau de quinze secondes (fig. 4).

L'intérêt des moyens d'observation directe du solide est donc manifeste pour compléter les conclusions tirées des variations des concentrations ioniques locales en solution et de leur signification sur le diagramme chaux-silice-eau.

#### Publication

— P. Barret : Cinétique hétérogène, collection Techniques de l'ingénieur, fas-

cicules J 1 160, 1 161, 1 162, 1 163, 70 pages.

□ LA 23 « Laboratoire de recherches sur la réactivité des solides — Dijon — Dir. : Pierre Barret.

## boronitroxydes

Depuis la découverte du sel de Frémy en 1845, de nombreux travaux ont été consacrés à des molécules organiques paramagnétiques appelées, nitroxydes, dont différentes caractéristiques sont étudiées par résonance paramagnétique électronique (RPE). Les nitroxydes intéressent en effet différents secteurs scientifiques comme la chimie (réactifs chimiques, inhibiteurs de réactions radicalaires, études de mécanismes réactionnels mettant en jeu des radicaux libres), la biochimie (études de complexes enzyme-substrat), la biologie (marquage de molécules actives) et la physique (mise au point de magnétomètres et de gradiomètres ultra-sensibles).

Une nouvelle classe de nitroxydes contenant une liaison covalente azote-

bore appelée « boronitroxydes » a été mise en évidence par RPE dans la réaction de différents composés nitroso avec les borohydrures de sodium et de potassium dans des solvants polaires aprotiques et dans le benzène en présence d'éther couronne.

L'intensité et la persistance des signaux observés par RPE permettent d'envisager l'isolement des molécules responsables de ces signaux puis l'étude dans le cadre d'une recherche pluridisciplinaire de leurs propriétés dans différents domaines.

Les premiers travaux relatifs aux boronitroxydes ont été publiés au « Journal of American chemical society », 1980, 102, 5 696 et une note destinée à attirer l'attention du milieu scientifique international sur cette innovation est parue dans la revue américaine « Chemical and engineering news », 25 août 1980, p. 26.

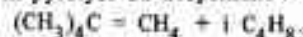
□ LA 109 « Intermédiaires à courte durée de vie en synthèse organique » — Marseille — Dir. : Marcel Bertrand.

□ LA 126 « Chimie moléculaire et pétrochimie » — Marseille — Dir. : Jacques Metzger.

## nouvelle méthode de détermination de constantes de vitesse de processus radicalaires

Une méthode originale a été mise au point pour déterminer les constantes de vitesse de processus radicalaires d'une réaction en chaînes. Cette méthode consiste à effectuer l'étude cinétique de la réaction avant l'établissement de l'état quasi-stationnaire pour les radicaux libres, c'est-à-dire à très faible avancement. Pour ce faire, un réacteur continu agité à très court temps de passage a été utilisé ; les produits principaux de la réaction ont été analysés par chromatographie gazeuse.

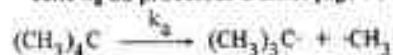
La méthode a été appliquée au cas de la pyrolyse du néopentane :



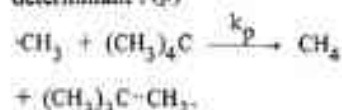
Soit  $(\text{CH}_4)$  la concentration du méthane formé et soit  $V$  la vitesse d'apparition du méthane au même avancement. Le mécanisme connu de la réaction a permis de prévoir qu'à une concentration initiale de néopentane et à une température données,  $1/V^2$  doit varier linéairement avec  $1/(\text{CH}_4)$  lorsque l'avancement varie. C'est bien ce qu'on a observé expérimentalement. Les expressions théoriques de l'ordonnée à l'origine  $Y_0$  et de la pente  $P$  de cette droite comportent trois constantes de vitesse :



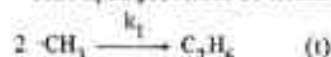
– celle  $k_a$  du processus d'amorçage : (a)



– celle  $k_p$  du processus de propagation déterminant : (p)



– celle  $k_t$  du processus de terminaison :



La constante  $k_t$  étant connue ( $10^{12.4}$  mole<sup>-1</sup>.cm<sup>3</sup>.s<sup>-1</sup>), la mesure de  $Y_0$  et de  $P$  a permis de déterminer les valeurs numériques, à la température considérée, des constantes  $k_a$  et  $k_p$ .

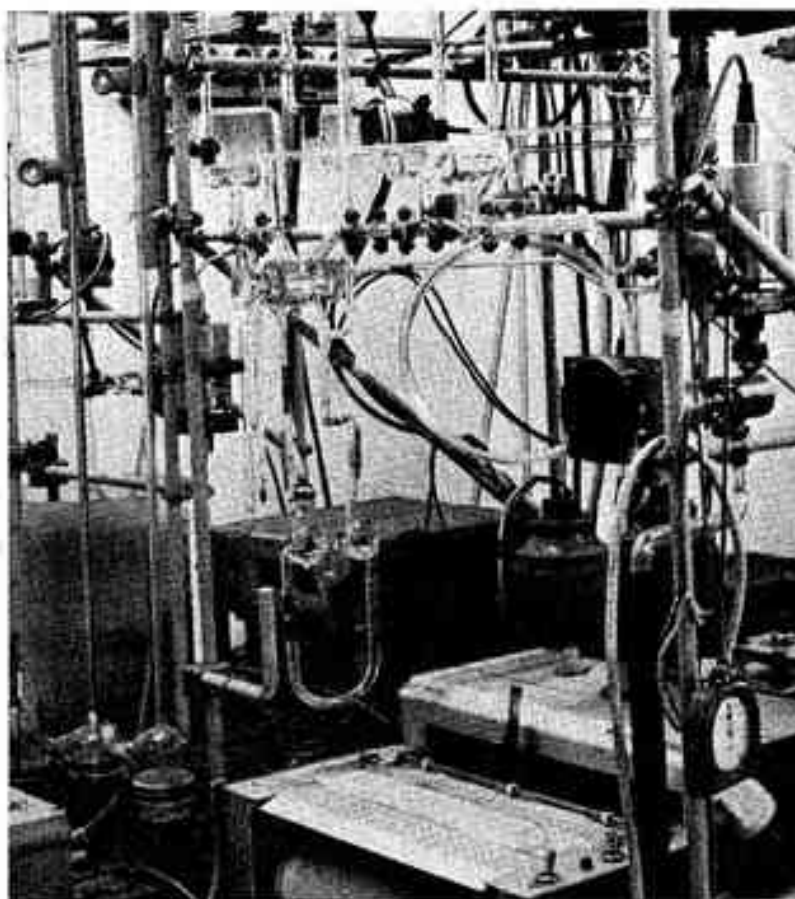
En faisant ces déterminations à diverses températures (430-457°C), on a établi les expressions de  $k_a$  (en s<sup>-1</sup>) et de  $k_p$  (en mole<sup>-1</sup>.cm<sup>3</sup>.s<sup>-1</sup>) :

$$\log k_a \approx 17,6 - \frac{84\,000}{4,576\,T}$$

$$\log k_p \approx 11,7 - \frac{10\,300}{4,576\,T}$$

Rappelons que la constante de vitesse  $k_a$  du processus d'amorçage peut aussi être déterminée en étudiant la cinétique d'apparition de produits mineurs. Mais, si l'on connaît la constante de vitesse  $k_t$  du processus de terminaison, la nouvelle méthode décrite ici permet d'atteindre simultanément la constante de vitesse  $k_p$  du processus de propagation déterminant, en étudiant seulement la cinétique de formation d'un produit principal de la réaction.

□ ERA 136 « Réactions radicalaires et photochimie » – Nancy – Dir. : Michel Niclause.



Montage expérimental pour l'étude cinétique d'une réaction radicalaire en chaînes à très faible avancement (ERA 136 – Nancy).

## publication

M.L. Martin, J.J. Delpuech et G.J. Martin : *Practical NMR spectroscopy*, 460 pages – Heyden – Londres, 1980.

□ ERA 315 « Résonance magnétique nucléaire et réactivité chimique » – Nantes – Dir. : Gérard Martin. □ ERA 222 « Physico-chimie des solutions organiques » – Nancy – Dir. : Jean-Jacques Delpuech.

*Institut national d'astronomie et de géophysique*

## missions d'interventions sismologiques à El Asnam (Algérie) et Salerne (Italie)

Le séisme destructeur d'El Asnam, survenu le 10 octobre 1980 à 13 h 23 est le plus important connu dans toute cette région de Méditerranée occiden-

ta (magnitude 7,2). Une mission de l'Institut national d'astronomie et de géophysique (INAG) a été immédiatement organisée et a pu se rendre sur place avec son matériel en moins de trente-six heures. Dirigée par A. Cisternas, cette mission comprenait une dizaine de chercheurs en provenance de l'Institut de physique du globe de Paris (Paris VI), du Laboratoire de géophysique interne de l'université scientifique et médicale de Grenoble, du Département des sciences de la terre de l'université Pierre et Marie Curie (Paris VII) et du Laboratoire de géolo-

gie structurale de l'université des sciences et techniques du Languedoc (Montpellier), et parmi ces chercheurs, deux algériens en stage dans des laboratoires français.

L'objectif de cette intervention était l'étude sur place des phénomènes de la rupture en surface, de l'activité sismique postérieure après le choc principal et de la réponse des terrains aux répliques de forte magnitude.

Les premières observations font état de déformations de surface d'exceptionnelle importance, affectant une zone orientée nord-est – sud-est, longue

de près de 50 km et large d'environ 500 m. Le mécanisme est celui d'une faille inverse avec chevauchement du cumulé atteignant jusqu'à 6 m avec un déplacement latéral pouvant atteindre plus d'1 m. Le réseau sismique mis en place enregistre un grand nombre de répliques de magnitude comprise entre 3 et 5.

A la demande des responsables algériens du CNAAG (Centre national d'astronomie, d'astrophysique et de géophysique), l'INAG a installé pour plusieurs mois le réseau télémétré, géré par l'Institut de physique du globe de Strasbourg (université Louis Pasteur) afin de poursuivre ces études de sismicité.

Le 23 novembre vers 19 h 30, un autre séisme de magnitude voisine de 7 a affecté les régions voisines de la Méditerranée, près de la ville de Salerne (Italie). Les équipes de l'INAG sont encore intervenues (six personnes, soit : quatre sismotectoniciens et néotectoniciens et deux sismologues avec

huit stations). Cette intervention se situe dans le cadre des accords de coopération entre CNR (Consiglio nazionale delle ricerche) d'une part, et le CNRS-INAG d'autre part.

Ces deux événements sismiques méritent d'être étudiés de façon très approfondie, compte-tenu de leur caractère remarquable dans ces régions et des retombées en matière d'amélioration de nos connaissances pour la sismogénèse et la prévision des séismes, objet d'une action thématique programmée de l'INAG, dont l'animateur est Guy Perrier.

□ Institut d'astronomie et de géophysique  
- Paris - Dir. : Michet Petit.

### projet franco-chinois d'étude des structures du Tibet et de l'Himalaya

L'ensemble des participants français à la mission Tibet-Himalaya est au-

jourd'hui rentré en métropole. Cette mission s'est déroulée du 20 juillet au 28 octobre avec la participation du côté français de trente personnes : deux médecins, deux interprètes et vingt-six chercheurs en provenance de divers laboratoires de géophysique et géologie du CNRS et des universités : Institut de physique du globe de Paris (Paris VI), Institut de physique du globe de Strasbourg (université Louis Pasteur), Ecole nationale supérieure de géologie de Nancy, Laboratoire de géologie structurale de l'université des sciences et techniques du Languedoc (Montpellier), Laboratoire de géologie (université de Poitiers), Laboratoire de tectonophysique (université de Nantes), Laboratoire de géologie dynamique interne et Laboratoire de géologie historique (Paris XI), Département des sciences de la terre (Paris VII), Centre de recherches pétrographiques et géochimiques de Nancy.

On rappelle que cette mission s'inscrit dans le cadre du programme de



Tremblement de terre d'El Asnam (Algérie) - 10 octobre 1980. Aspect de la faille principale traversant la campagne. Le rejet est ici bien visible. (INAG - Paris).



Campagne Himalaya-Tibet 1980 : équipe des magneto-théoriciens à Lhasa. (INAG - Paris).

coopération franco-chinoise entre le CNRS et son institut national, l'INAG d'une part, l'Académie des sciences et le Ministère de la géologie de la République populaire de Chine, d'autre part.

L'objectif général est la compréhension de la genèse du plateau du Tibet, plateau exceptionnel dans le monde par son étendue (1 million km<sup>2</sup>), son altitude moyenne (4 500 m), sa sismicité active, l'épaisseur anormale de la croûte continentale dans cette région, etc., et l'analyse de l'évolution géodynamique de cette zone du globe où s'est

produit et continue de se développer l'une des collisions continentales les plus spectaculaires, celle entre le continent indien, détaché du Gondwana, il y a 200 millions d'années environ, et le continent eurasiatique.

Ce programme est prévu pour être réalisé en trois ans. La première vacation de 1980 (20 juillet-9 septembre, chef de mission : F. Proust) a été essentiellement consacrée à des études de caractère géologique : ophiolites de la suture du Tsang Po, géologie structurale, tectonique et néotectonique, pétro-

graphie des granitoïdes, sédimentologie, stratigraphie, etc. La région reconnue s'étend sur un millier de kilomètres d'est en ouest et quelques centaines de kilomètres du nord au sud.

La deuxième vacation de la mission (1er septembre-28 octobre, chef de mission : J. Mercier) a pro parte poursuivi les études géologiques déjà entreprises ; pour une autre part, elle a été consacrée à des programmes de géophysique : étude de la sismicité naturelle d'une région considérée comme active à 300 km au nord de Lhasa, prélèvement d'échantillons pour études paléomagnétiques d'un certain nombre de formations, enfin, campagne de magnéto-tellurique pour l'étude de l'épaisseur et de la structure profonde de la croûte.

Il est encore trop tôt, alors que les échantillons ne sont toujours pas étudiés en laboratoire, ni les données recueillies dépouillées, pour présenter les premiers résultats de cette campagne. On peut cependant indiquer que les observations de terrain sont déjà riches de promesses pour espérer répondre à un certain nombre des questions posées, notamment pour ce qui concerne les caractères de la croûte océanique ancienne (ophiolites) et les mouvements de surface actuels ou subactuels ; ces dernières observations semblent vouloir confirmer les hypothèses proposées actuellement.

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

## mission au Sahara malien

Une récente mission du Laboratoire de géologie du Quaternaire au Sahara malien, (sur des crédits du Ministère de la coopération) a observé dans la région située entre le Tanezrouft au nord, l'Azaouad au sud, le Timétrine à l'est et la Majabât-al-Koubra à l'ouest, d'importants dépôts lacustres quaternaires. Ils sont riches en poissons, mollusques et restes végétaux (*Typha* sp., diatomées, pollens). Ceux-ci confirment la présence de vastes plans d'eau douce ; cependant, les valeurs des isotopes stables du carbone et de l'oxygène témoignent d'une forte évaporation. Le Pulmoné terrestre *Limicolaria turiformis* abonde au bord des

formations lacustres et témoigne également d'une humidité permanente à cette même période. La Charophyte *Leichtnamia* sp. a été observée dans les dépôts pour la première fois en Afrique. Des restes osseux de grands mammifères (éléphant, antilopes) et de nombreux sites néolithiques riches en matériel de broyage et en vertèbres de poissons sont associés à ces formations.

L'analyse du radiocarbone des coquilles a livré trois dates s'étalant entre 6 000 et 7 500 ans BP. L'oscillation humide observée confirme bien, au Mali nord-oriental, la remontée du Sahel, d'un ordre de 3° à 4° en latitude, déjà observée en Mauritanie et au Tchad.

□ Laboratoire de géologie du Quaternaire - Marseille - Dir. : Hugues Faure.

## la dissolution des minéraux : un problème toujours actuel

La compréhension du phénomène d'altération des roches passe par celle de la dissolution de leurs constituants : les minéraux. Tant en France qu'à l'étranger, de très nombreux travaux ont été consacrés à ces questions soit par l'étude des profils d'altération naturels, soit par expérimentation. Depuis quelques années, l'accent est mis sur l'étude des processus physico-chimiques qui gouvernent l'altération en examinant les phénomènes d'un point de vue cristallogénétique ou en utilisant divers modèles thermodynamiques. L'intérêt pour ces travaux est d'autant plus soutenu que l'altération ne touche pas seulement les roches mais aussi beaucoup de matériaux artificiels comme les verres ou les



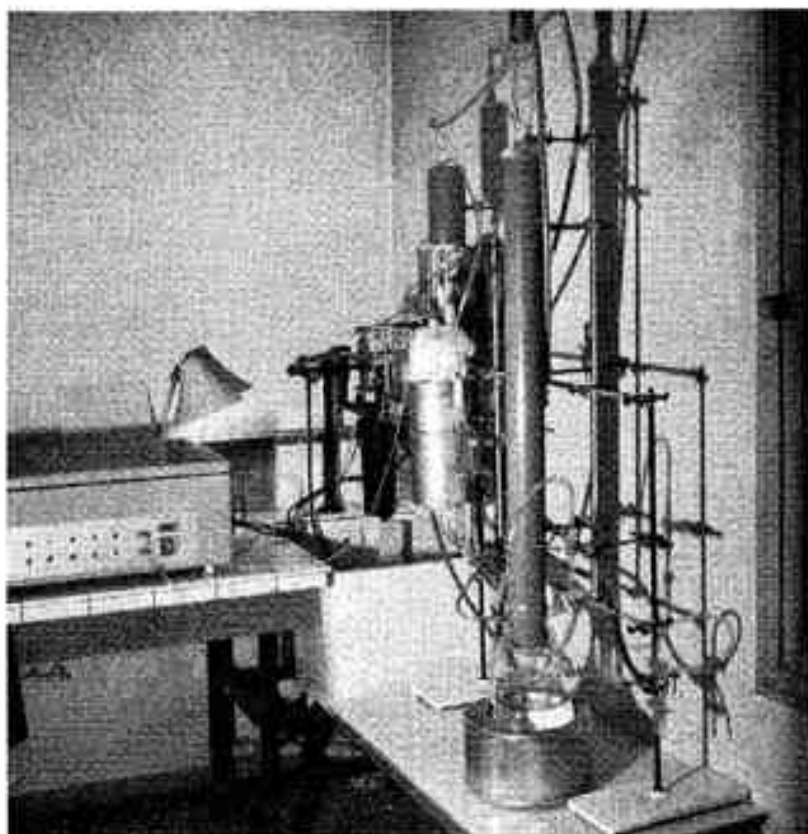


Fig. 1 - Vue générale de l'appareil à percolation continue réalisé au laboratoire. (ERA 765 - Orsay).

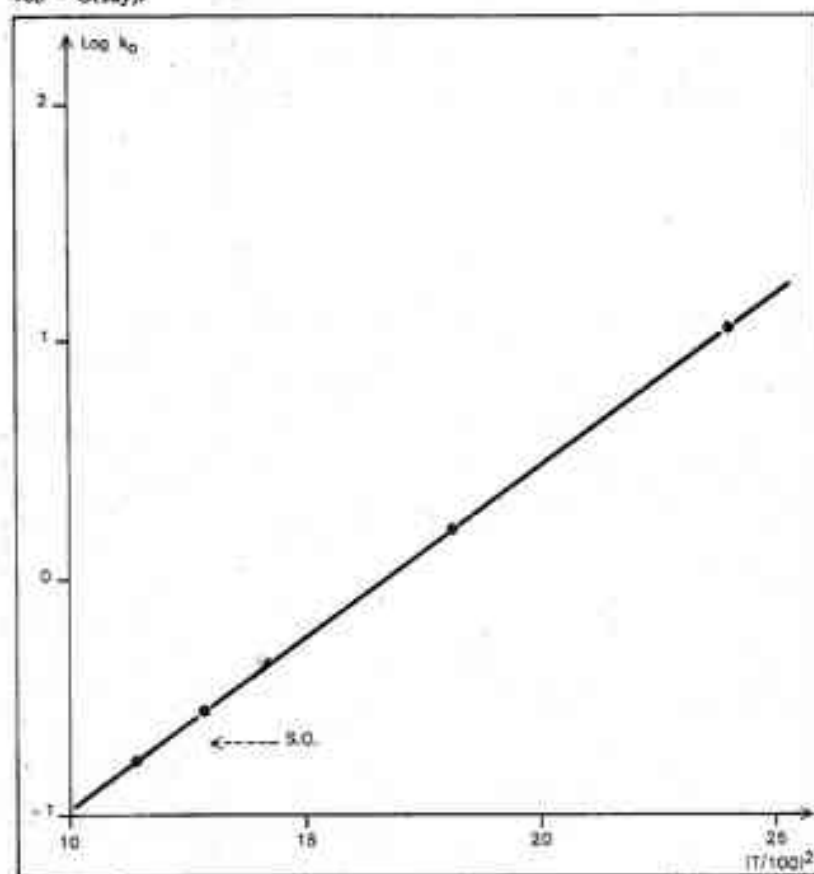


Fig. 2 - Loi linéaire de variation de  $\text{Log } k_0$  en fonction de  $(T/100)^2$ . Le point noté S.O. correspond aux expériences effectuées en système ouvert. (ERA 765 - Orsay).

bétons.

Il est clair que pour le géologue comme pour le spécialiste des matériaux, il est essentiel de connaître la cinétique de l'altération afin d'en prévoir les effets.

Parmi les minéraux étudiés par voie expérimentale, les feldspaths ont fait l'objet du plus grand nombre de travaux car d'une part ce sont des minéraux très abondants et d'autre part leur structure cristallographique est bien connue.

En reprenant l'ensemble des résultats dont les premiers remontent à 1938 (Correns et Von Engelhardt), on constate qu'ils sont très cohérents bien que les expériences aient été faites dans des conditions très variées (système ouvert ou fermé, température, pression, pH de la solution d'attaque). Par contre, leur interprétation débouche sur des modèles contradictoires. Cet état de fait tient à ce que chaque théorie proposée privilégie soit l'aspect cinétique, et alors la variation d'enthalpie libre associée à la dissolution n'apparaît pas, soit l'aspect thermodynamique et le facteur temps est alors le grand absent.

Il manque donc un « pont » entre ces deux aspects, et les tentatives faites dans ce sens à partir de la cinétique chimique classique et de la thermodynamique de l'équilibre n'ont pas abouti. Aussi avons-nous proposé une approche reposant sur la thermodynamique linéaire du non-équilibre, pont logique entre les aspects cinétique et thermodynamique des réactions chimiques proches de l'équilibre, outil qui semble bien adapté à l'étude de la dissolution des minéraux. Le calcul montre alors que si  $w$  est la cinétique de dissolution, ramenée à l'unité de surface d'une poudre de minéral de granulométrie donnée, et  $A$  l'affinité chimique de la réaction correspondante à la température  $T$

$$w = k_0 \frac{A}{T} \quad (1)$$

où  $k_0$  est une constante caractéristique du minéral à la température  $T$ . Cette équation est valable dès qu'un état stationnaire couplant les phénomènes de dissolution et de diffusion des espèces en solution est réalisé.

Cette relation a été appliquée à la dissolution de l'albite en système fermé, à partir de résultats expérimentaux empruntés à Lagache (1965). L'estimation de  $k_0$  en système ouvert et à 85°C, donc dans des conditions différentes a été effectuée pour confirmation avec un appareil à percolation continue, contrôlé en pH, température (de 20 à



100°C) et débit (de 0 à 5 l/jour), spécialement conçu pour ce type d'expérience (figure 1). L'accord obtenu par ces deux méthodes est illustré par la figure 2.

Par ailleurs, l'application de la relation (1) à la dissolution de la calcite oolithique du Dogger, encaissant de la nappe d'eau chaude du doublet géothermique de Melun (bassin de Paris), a fourni une contribution déterminante à l'étude du vieillissement de ce site menée par le Bureau de recherches géologiques et minières (A. Desplan, 1979).

En conclusion, tout laisse à penser que cette interprétation des phénomènes de dissolution permettra, dans un proche avenir, de comparer les « réponses spécifiques » (les  $k_d$ ) des minéraux sur une réelle base commune. Une application possible de ce travail est la prévision de l'évolution de matériaux artificiels tels que les bétons...

#### BIBLIOGRAPHIE

- C.W. Correns et W. von Engelhardt (1958). - *Chemie der Erde*, 12, 1.
- M. Lagneau (1965). - *Bull. soc. fr. minéral. cristall.*, 38, 223-253.
- P. Massard (1977). - *Bull. soc. fr. minéral. cristall.*, 100, 177-184.
- A. Desplan (1979). - *Thèse de 3ème cycle, Orsay*.
- P. Massard et A. Desplan (1980). - *Bull. minéral.*, 103, 317-323.

- P. Massard. - *Bull. minéral. à paraître*.

□ ERA 765 « Physico-chimie des processus bio-sédimentaires » - Orsay - Resp. : Michel Steinberg.

## publications

- Jean-Claude Pion : *Altération des massifs cristallins basiques en zone tropicale sèche. Etude de quelques toposéquences en Haute-Volta*, Sci. géol. mém., 57, 1979, 220 p. Pour tous renseignements, s'adresser à la bibliothèque de l'Institut de géologie - 1, rue Blessig, 67084 Strasbourg Cedex.

□ Centre de sédimentologie et de géochimie de la surface - Strasbourg - Dir. : Georges Millot.

- Catalogue des collections paléontologiques françaises. Publication de l'Office national de gestion des collections paléontologiques françaises. Editions du Département des sciences de la terre, université Claude Bernard, Lyon I, 1980, 306 p. (rédacteur : A. Prieur). Cet ouvrage a été publié à l'occasion du 26ème congrès géologique international. Il comporte principalement des tableaux analytiques des collections, mais aussi des index alphabétiques et la liste des musées et des universités

conservant des collections paléontologiques.

- Synthèse paléogéographique du Jurassique français par le groupe français d'étude du Jurassique (R. Enay, C. Mangold, E. Cariou, D. Contini, S. Debrand-Passard, P. Donze, J. Gabilly, A. Lefavrais-Raymond, R. Mouterde, J. Thierry). Document des laboratoires de géologie de Lyon, mémoire hors série n° 5, 1980, 210 p., 1 fig., 3 tabl., 42 cartes. Le texte de cet ouvrage est bilingue. Chaque fascicule comporte le texte entier en français et en anglais. L'illustration est constituée de 42 cartes en couleurs, donnant la reconstitution paléogéographique de la France depuis l'Hettangien jusqu'au Kimmeridgien et au Portlandien. Pour chaque étage, il y a une ou plusieurs cartes de faciès et une carte interprétative.

□ LA 11 « Centre de paléontologie stratigraphique et paléocologie » - Lyon - Dir. : Louis David.

## PIREN

Rectificatif : dans le n° 38, octobre 1980 du Courrier du CNRS, p. 60, une erreur s'est glissée dans l'intitulé du laboratoire ; il fallait lire □ ERA 594 « Mécanique des fluides réels » - Strasbourg - Resp. : Jean-José Fried.

## Sciences de la vie

### procédé Marcellin

Une recherche-développement a été conduite par un groupe franco-québécois, composé d'une part pour le Québec du Centre de recherche en sciences appliquées à l'alimentation (CRESALA) de l'université du Québec à Montréal et de la Société des vergers Spenard Inc. de Saint Eustache ; d'autre part pour la France, du Laboratoire de physiologie des organes végétaux après récolte (POVAR) du CNRS et de la Société Bachman.

Cette réalisation expérimentale a eu lieu à Saint Eustache, près de Montréal. Un lot de trente-cinq tonnes de pommes McIntosh du Québec a été mis en conservation par un procédé expérimenté pour la première fois à l'échelle industrielle en Amérique du nord, « le procédé Marcellin ».

Le principe est celui de l'atmosphère contrôlée, c'est-à-dire « l'hibernation prolongée » par contrôle différentiel des dégagements gazeux, grâce à l'em-

ploi d'une membrane. Ses avantages sont une meilleure qualité du produit, des coûts d'investissement réduits et surtout une consommation énergétique pratiquement nulle.

Cette technique d'étanchéité a été choisie pour permettre, si les résultats sont concluants, l'adaptation de ce procédé aux entrepôts existant en Amérique du nord.

Le projet, subventionné depuis deux ans par le Ministère québécois de l'agriculture, des pêcheries et de l'alimentation, a reçu début juin une subvention de \$ 33 000, au titre du programme d'innovation technologique franco-québécois dont il est le premier projet accepté.

Ce nouveau programme, créé en novembre 1979 par la Commission permanente de coopération franco-québécoise, se situe dans la politique de développement des relations économiques franco-québécoises, telle que définie par les Premiers ministres de la France et du Québec lors de leur rencontre en février 1979. Il a pour but le soutien des projets de recherche menés

par des équipes franco-québécoises, et susceptibles de produire des retombées économiques intéressantes à court terme pour le Québec et la France. Les projets peuvent porter sur la création, l'invention ou l'adaptation de produits et de procédés, ou encore, viser à démontrer la faisabilité d'une invention ou d'une technologie à l'aide de prototype de démonstration. Associant des entreprises et des laboratoires de recherche des deux côtés de l'Atlantique, il procède par appels d'offres, sélection et subvention conjointes.

□ Laboratoire de physiologie des organes végétaux après récolte - Meudon - Dir. : Daniel Côme.

## recherches en orthopédie

L'activité du laboratoire, actuellement, est de développer l'emploi des substances riches en carbonate de calcium dans les remplacements ou les comblements osseux.

On emploie actuellement, après des

études préliminaires, les Favites, les Porités et les Lobophyllias, qui sont différentes catégories de « coraux ». Ces substances madréporaires, que l'on trouve dans le Pacifique, sont très utiles pour les traitements des non-consolidations osseuses.

Ces substances ont été employées dans les comblements et les remplacements. D'après les schémas ci-dessous, on remarque d'abord, qu'il y a un envahissement par les vaisseaux de ces substances poreuses, puis, rapidement, un échange de carbonate de calcium sous l'influence de l'anhydride carbonique et qu'il y a, progressivement, remplacement de cette substance madréporaire par de l'os.

Ces recherches sont très intéressantes car elles permettent d'éviter le prélè-

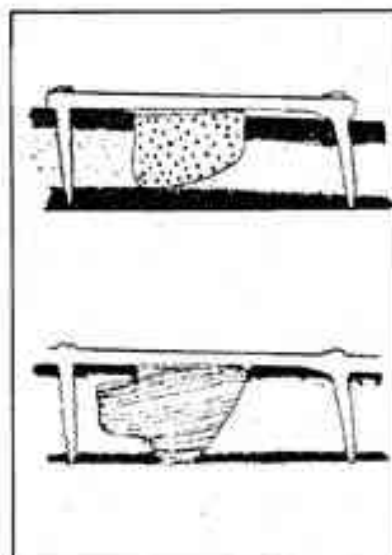
vement de greffes osseuses sur un autre site donneur chez l'humain et cette substance se comporte comme un véritable os de remplacement. Les remplacements peuvent atteindre une longueur de 8 cm environ.

Un brevet a été pris par l'ANVAR et des possibilités de généralisation de cette méthode s'ouvrent et une firme internationale de produits médicaux semble intéressée par l'achat de ce brevet.

□ RCP 356 « Colonisation par cellules osseuses de matériaux madréporiques » - Garches - Resp. : Alain Patel.

Fig. 1 - Comblement d'une perte de substance corticale de 8 mm fixée par plaque. (RCP 356 - Garches).

Fig. 2 - Remplacement d'une résection complète diaphysaire de 25 mm. (RCP 356 - Garches).



## Sciences sociales

### corpus du mobilier traditionnel français

Lorsqu'en 1941, commencèrent les premières enquêtes sur le mobilier traditionnel, le but essentiel était de rassembler, lorsqu'il en était encore temps, une vaste documentation constituée de monographies sur des meubles, *in situ*, dans toutes les régions de France alors accessibles. Un modèle de monographie, des normes de dessin technique, des conseils de photographie assurèrent l'homogénéité du travail. Le résultat fut entreposé dans les archives du musée des ATP sous forme de 13 784 monographies.

Une sauvegarde de ce patrimoine était alors assurée ; quarante ans après, le « Corpus du mobilier traditionnel français » est en cours de publication. Une quinzaine de volumes sont prévus. Le premier consacré à la Normandie est sorti en novembre 1980. Le second consacré à la Bourgogne, Bresse, Franche-Comté est sous presse et sortira vers mars 1981.

Le temps n'est plus à la collecte : les intérieurs « traditionnels » ont pour la plupart disparu, les meubles sont dispersés ou tout au moins détachés de leur contexte initial. Sur la base de la documentation réunie, la recherche est

possible. L'étude de l'iconographie permet la comparaison intra et interrégionale. La morphologie des différents types de meubles, leur diversité, leurs constantes et leur différenciation au niveau des décors, les influences des styles savants, le décalage chronologique des styles régionaux peuvent comparativement être appréhendés. L'utilisation de l'automatique documentaire permet de saisir certaines des données fournies par les monographies et de vérifier, de préciser les grandes tendances du mobilier régional.

□ Centre d'ethnologie française - Paris - Dir. : Jean Cuisenier.

### peuplements protohistoriques de l'Europe nord-occidentale

L'URA 12 du Centre de recherches archéologiques a depuis sa création, en 1973, accru son effectif et modifié son programme de recherche. En effet, à l'origine, ses travaux portaient sur les premiers peuplements sédentaires (Néolithique) de l'Europe et ne comptait que quatre chercheurs à plein temps, l'ensemble de l'équipe étant constitué de collaborateurs bénévoles ou de chercheurs associés temporairement. C'est au cours de ses travaux menés principalement dans la vallée de l'Aisne, dans le cadre d'un programme

de sauvetage (1), et dans le Hainaut belge que l'URA 12 a été amenée à élargir le champ chronologique de ses recherches et à en restreindre le territoire géographique. Parallèlement le nombre de ses chercheurs et techniciens à temps plein a atteint la dizaine. Outre les travaux personnels des chercheurs, l'activité de l'équipe est orientée, autour de fouilles archéologiques, selon trois axes principaux : 1) une périodisation chronologique des époques protohistoriques ; 2) recherche de l'aspect économique et social des populations concernées ; 3) création d'un Centre d'archéologie expérimentale.

#### Les fouilles archéologiques

En 1980, outre les fouilles de sauvetage pratiquées au rythme des extractions intensives de sable, l'URA 12 poursuit des décapages de grandes surfaces (9 000 m<sup>2</sup> en 1979 et 5 000 m<sup>2</sup> en 1980) et l'étude de sites menacés à plus long terme qui servent ainsi de modèles. Cette stratégie est, pour les périodes pré- et protohistoriques sans conservation de sol, la seule manière de saisir l'ensemble d'un habitat et l'organisation socio-économique qui lui est liée. Ce sont pour les trois moments historiques essentiels (Néolithique, Chalcolithique et début de l'urbanisation de la Tène III), les sites de Cuiry-lès-Chaudardes, de Berry-au-Bac et de Villeneuve-Saint-Germain.

#### • Cuiry-lès-Chaudardes

Le plus ancien village agricole fouillé en France, expression d'une popula-

tion néolithique venue d'Europe centrale (Danubien), le village de Cuiry reste l'un des sites clés du Néolithique quant à la périodisation chronologique du nord de la France dans son contexte européen et quant au modèle socio-économique d'une population qui a perduré pendant plus d'un millénaire sur un territoire qui s'étend de la Hongrie au bassin parisien. La campagne de fouille de 1980 a porté à vingt le nombre d'habitations mises au jour sur une surface de deux hectares actuellement décapée. Reprise en 1980, l'analyse ostéologique exceptionnelle, puisqu'ailleurs les ossements sont détruits par l'acidité des sols, devrait permettre une définition des différents stades de développement économique du Néolithique danubien, en particulier au moment du passage d'une économie de production directement consommée à une économie de « surproduction » et d'échange.

#### ● Berry-au-Bac (Chalcolithique)

En 1979, ont été reconnues, pour la première fois, des habitations (trois) à l'intérieur d'un type de structure bien connu en France et en Europe : une enceinte défensive avec rempart de terre et fossé, datée, ici, d'une période post-rössen. La fonction d'habitat semble, cette fois, sans conteste pour ce type de site trop souvent interprété par nos collègues anglo-saxons comme lieu de culte ou de rencontre. L'absence de traces d'habitat contemporaines à l'extérieur, renforce cette hypothèse (campagne de 1980). Ces enceintes défensives marquent une rupture totale dans l'évolution de l'habitat jusqu'alors ouvert et se place à un moment où l'on observe, en Europe orientale, l'apparition des échanges, de la métallurgie et des différences sociales.

#### ● Villeneuve-Saint-Germain (La Thène III)

Agglomération gauloise située dans un méandre de l'Aisne, c'est pour le nord de la France un site exceptionnel. Avec la campagne de 1980, la surface fouillée atteint deux hectares. Bâti au moment de la conquête romaine et protégé par un rempart de terre et deux fossés, le site révèle une véritable urbanisation de l'espace : rues quadrillant l'habitat selon les points cardinaux, maisons quadrangulaires construites à l'intérieur d'enclos, greniers, silos, caves, quartiers spécialisés avec bâtiments agricoles ou restes métallurgiques ou vestiges de frappe de monnaie.

Rappelons que la mise au jour de



Cuiry-lès-Chaudardes (Aisne) : décapage par pelle mécanique d'une maison néolithique, seule la trace des fondations est conservée, (URA 12 - Paris).

Reconstitution d'une des maisons du site néolithique de Cuiry-lès-Chaudardes (Aisne). (URA 12 - Paris).

Atelier d'archéologie expérimentale de Chassemy (Aisne) : vue de la maison gauloise. (URA 12 - Paris).

(1) Avec le concours des affaires culturelles (service des fouilles), du Département de l'Aisne, de la DORST, des universités de Paris I et de Paris VII, et du CNRS.



tels sites n'a été possible que grâce à l'utilisation d'engins mécaniques, et que l'exploitation des données, structures et objets qui se comptent par milliers n'est réalisable que grâce aux techniques informatiques. Un micro-ordinateur (Apple II) a été acquis, dans le cadre d'un contrat DGRST, en vue d'un enregistrement direct sur le terrain.

#### • Echange avec l'étranger

L'identité entre les travaux du laboratoire et ceux de chercheurs et institutions européennes ont, en 1980, conduit l'URA 12 à renforcer des contacts déjà étroits avec certains pays et à participer à de nombreuses manifestations scientifiques en Allemagne, Angleterre, Belgique, Bulgarie, Espagne, Italie, Finlande, Pologne et Tchécoslovaquie. C'est dans ce cadre d'échanges qu'une partie de l'équipe fouille, depuis 1977, dans le Hainaut belge où trois maisons danubiennes ont été découvertes en 1980.

Un centre d'archéologie expérimentale et une exposition de plein-air

En 1977 et pour la première fois en France, l'URA 12 a reconstruit une maison du Néolithique danubien validant ainsi certaines hypothèses architecturales, sachant que l'archéologue formule hypothèses et interprétations sans qu'il puisse les valider, opération pourtant nécessaire à toute démonstration scientifique. La création de données expérimentales pouvant être comparées aux données archéologiques permet, cependant, de valider ou d'invalidier les hypothèses de départ. C'était également développer une tendance muséographique nouvelle : une maison reconstituée étant plus explicite quant à la vie des sociétés anciennes que tel type de céramique auquel on ne peut les réduire. En 1980, l'équipe a mis en place, en milieu forestier, un atelier d'archéologie expérimentale à Chassemy dans l'Aisne (un hectare).

Les premières expérimentations (âge du fer) ont débuté, dans le cadre d'un film de vulgarisation scientifique (2), par la reconstitution d'une maison gauloise, d'un char, des essais de labour, de moisson, de métallurgie. D'autres

constructions de maisons néolithiques sont en projet. La surface d'expérimentation sera étendue afin d'essais d'agriculture et de conservation des grains conduits, en collaboration, par un membre de l'équipe et P. Reynolds qui, en Angleterre, mène depuis plusieurs années de telles expérimentations mais dans un contexte écologique différent et pour le seul âge du fer.

Enfin, l'expérimentation permettra à l'équipe de fouille d'émettre de nouvelles hypothèses et interprétations que le fouilleur ne peut normalement envisager, faute de pouvoir supposer que tel acte entraîne tels types de données archéologiques.

L'aspect muséographique se distinguera par la création de stages destinés en particulier aux écoles. En deux mois, trois mille personnes ont visité l'Atelier d'archéologie expérimentale.

(2) Avec la participation du Ministère de l'Environnement, du Département de l'Aisne et de TF 1. Ce film sera diffusé début 1981.

□ URA 12 « Les premiers peuplements sédentaires de l'Europe nord-occidentale » - Paris - Resp. : Gérard Bailoud.



Sépulture néolithique à Coulon - Deux-Sèvres. (LA 133 - Talence).

### découverte d'une sépulture néolithique à Coulon (Deux-Sèvres)

Le coteau de Montigné, à Coulon (Deux-Sèvres), en bordure de l'ancien rivage de l'océan Atlantique, correspond à un habitat fortifié occupé du Néolithique final aux débuts de l'âge du fer. La fouille de sauvetage programmée en cours, a donné en 1980 des résultats particulièrement intéressants. Le village protohistorique a été dégagé sur plus de 3 000 m<sup>2</sup> et montre maintenant pour la première fois l'organisation des habitations quadrangulaires (plus de 350 trous de poteau) au sein d'enclos délimités par des palissades et leur association avec des foyers, des silos, un puits et diverses fosses. Au sein de l'habitat, une sépulture féminine du Néolithique final a été mise au jour. Le squelette, bien conservé en position repliée, était accompagné de silex et de tessons. Il a pu être moulé. Son intérêt est évident pour la connaissance de la période. Le coteau de Montigné s'affirme comme un site-clé pour la connaissance du Néolithique et de la protohistoire des régions atlantiques.

□ LA 133 « Institut du Quaternaire » - Talence - Dir. : François Bordes.



## la science au service de l'art

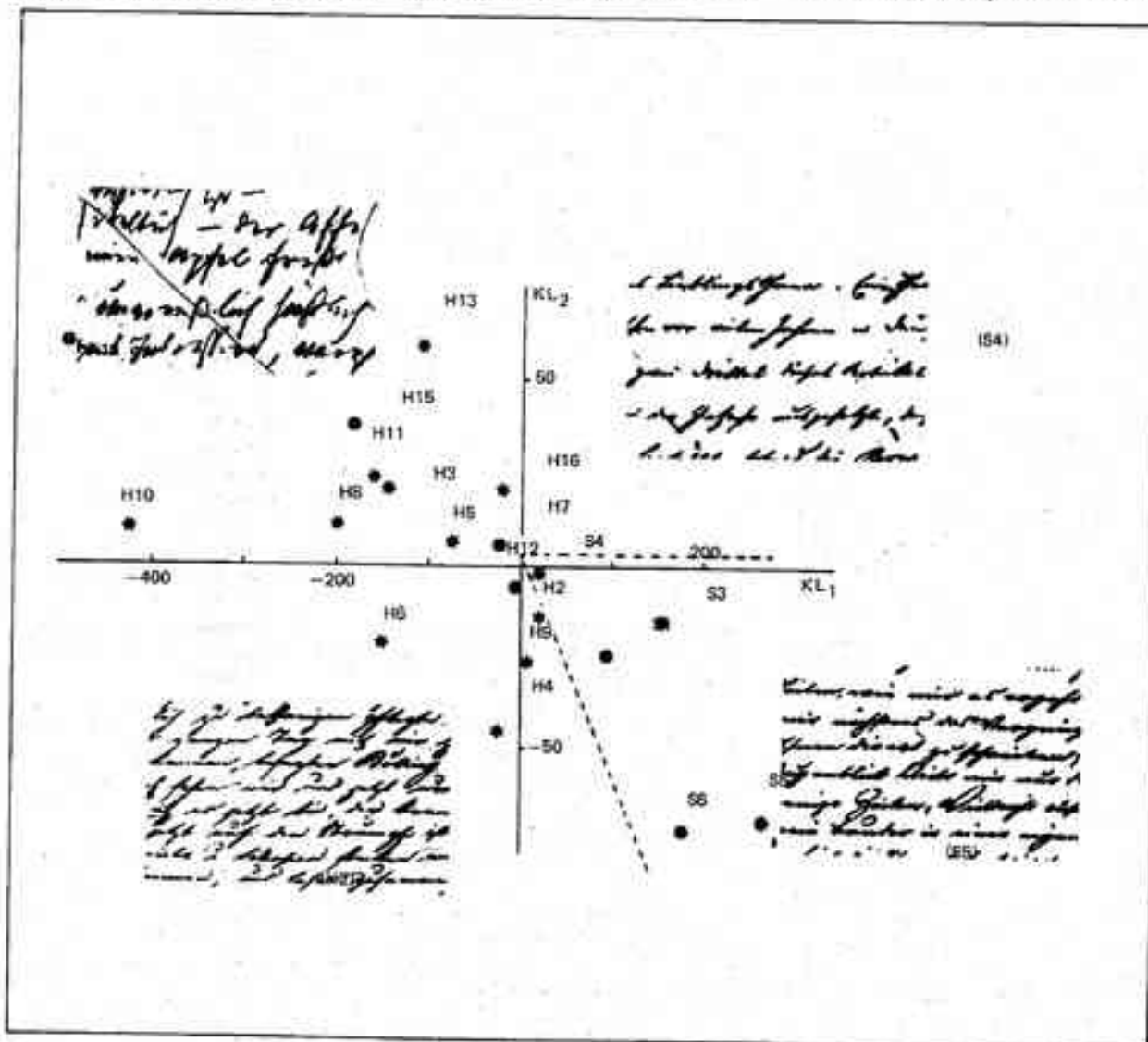
La signification profonde des œuvres d'art disparaît à tout jamais lors du retour à la terre de ceux qui les ont créées. André Malraux a parlé, en des pages célèbres, de ces mystérieux messages des « voix du silence », que nul jamais ne saura parfaitement déchiffrer. Mais il reste cependant d'autres choses à attendre des œuvres d'art que le plaisir raffiné et égoïste de l'esthète, ou l'admiration, plus suspecte, de l'amateur de chefs-d'œuvre spectaculaires ou rares. L'un des grands mérites de l'exposition organisée par Mme Madeleine Hours (1) est de l'avoir su montrer. L'omniprésence des techniques n'empêche pas, en effet, qu'il s'agisse avant tout d'une exposition

d'idées.

Le thème choisi rendait naturelle la participation du Centre national de la recherche scientifique, aux côtés du Laboratoire de recherche des musées de France. Une trentaine d'équipes du CNRS présentent ainsi une sélection de ce que certaines méthodes modernes d'analyse peuvent apporter à la recherche scientifique dans le domaine de l'archéologie, de l'histoire, ou de la linguistique. Parmi celles-ci, que l'on ne peut ici citer toutes, on note sans surprise l'importance particulière de la contribution des formations propres du secteur des Humanités (Centre de recherches archéologiques, Institut de recherche et d'histoire des textes, Centre de recherche sur la conservation des documents graphiques, Centre d'histoire et d'analyse des manuscrits modernes) ; l'un de leurs objectifs princi-

paux est, en effet, de permettre, dans des conditions scientifiques et financières optimales, la diffusion de techniques nouvelles de travail dans les communautés scientifiques.

Une première visite de l'exposition nous conduirait d'une technique à l'autre. On verrait ainsi des techniques de conservation, comme celles qui permettent de préserver les bois gorgés d'eaux, ex-voto gaulois des sources de la Seine, ou outils du cuisinier médiéval trouvés dans les lacs alpestres. Dans le même esprit, on verrait aussi comment la grotte de Lascaux a été sauvée des méfaits de visites trop nombreuses, ou comment statues et vitraux peuvent surmonter les attaques de la pollution. On verrait enfin les soins qu'il faut apporter à la conservation des papiers, manuscrits médiévaux, mais aussi livres imprimés d'un XIX<sup>e</sup>



Grâce à une analyse statistique de leurs paramètres caractéristiques, on peut séparer les textes écrits par Henri Heine (H) de ceux écrits par ses secrétaires (S). (Centre d'histoire et d'analyse des manuscrits modernes).

siècle dont les supports se détruisent peu-à-peu, emportant dans leur mort lente toute une part de notre patrimoine.

Cette visite nous montrerait aussi des techniques d'analyse. On verrait ici des procédés de datation, comme le carbone 14, la thermoluminescence, la dendrochronologie, qui aident à préciser la date de fabrication d'un objet. On verrait aussi des techniques permettant de retrouver les méthodes de travail des artistes et des artisans : composition des pâtes de céramiques, composition des vernis et des couleurs, radiographies montrant les structures internes des objets, techniques de fonte des objets en métal. On verrait enfin des techniques d'analyse qui ne sont plus limitées aux chefs-d'œuvre proprement dits, mais s'attachent aux traces, parfois imperceptibles, de la vie quotidienne des hommes du passé, des techniques qui aident à retrouver des moments appartenant tout autant à notre patrimoine historique que les testaments des princes ou les tableaux de Léonard.

Grâce à ces dernières techniques, on peut reconstituer l'environnement des hommes préhistoriques, au moyen par exemple de la palynologie (étude des pollens) ou de la paléozoologie. L'étude des vertèbres de poissons (ostéologie), ou celle des traces d'usure des dents humaines aident à retrouver leurs habitudes alimentaires. L'analyse des résidus trouvés au fond des amphores romaines permet de retrouver leur contenu initial, depuis longtemps évanoui, et de reconstituer des circuits commerciaux du monde antique. La photographie aérienne, et les techniques de filtrage optique, montrent des structures architecturales enfouies, mais aussi les traces laissées dans notre paysage par les cadastres romains. L'analyse optique des écritures aide à dater, ou à identifier, des manuscrits, l'exposition présente à ce sujet, l'analyse célèbre qui a permis de conclure que le célèbre « bordereau » n'était pas de la main du capitaine Dreyfus (2).

En réalité, tous ces travaux nous incitent à une deuxième visite de l'exposition du Grand Palais, qui la présente comme une exposition d'idées. Au travers des techniques montrées au public, on trouve en effet bien plus que le simple reflet d'une collaboration exemplaire entre les sciences de la nature et celles de la culture.

On voit, ainsi, combien la recherche scientifique dans le domaine des Humanités a évolué. Dans ses objets, qui, en histoire depuis l'école des *Annales*, comme en archéologie et en linguisti-

que, ne privilégient plus la source rare et singulière, mais cherchent à retrouver une vision globale des mondes et des sociétés passées. Dans ses méthodes aussi, qui ont dépassé le stade de la description objective, pour y ajouter la quête de l'explication, voire la vérification d'hypothèses. Une fouille archéologique ne saurait plus avoir pour conclusion unique, une publication simplement descriptive des vestiges dégagés, elle ne se justifie désormais que si elle aide à résoudre des problèmes historiques, et à mieux comprendre des sociétés.

L'exposition montre bien que la justification des techniques expliquées, souvent sophistiquées et coûteuses, se trouve dans ce type d'approche scientifique. Ce ne sont pas des moyens d'analyse gratuites, des prétextes à des promesses technologiques. Au-delà des nécessités de la conservation, ce sont des méthodes, qui, combinées à d'autres plus traditionnelles, aident à trouver des réponses aux grands problèmes de la recherche en Humanités. La connaissance du passé demeure un élément de notre patrimoine, même si l'on a, depuis longtemps, renoncé à la quête naïve d'hypothétiques lois de l'histoire. En ce sens, on pourrait dire des savants qui exposent leurs travaux au Grand Palais qu'ils ont fait parler les voix du silence...

(1) *La vie mystérieuse des chefs-d'œuvre (la science au service de l'art)*, Galeries nationales du Grand Palais, Paris, jusqu'au 5 janvier 1981.

(2) cf. *Cette revue*, n° 16, avril 1975, pp. 23-29, *Approche analytique d'une expertise en écriture : un exemple, l'affaire Dreyfus*, J.M. Foumrat.

## construire et vivre à Pompéi

Afin de matérialiser par une réalisation globale, plusieurs années de travail sur l'étude des techniques de construction à Pompéi, et en précédant les publications en cours, le Service d'architecture antique (bureaux de Paris et d'Aix-en-Provence), a entrepris sur ce site campanien, le tournage d'un film long métrage, avec l'aide technique du Service d'étude, de réalisation et de diffusion de documents audiovisuels (SERDDAV).

Dans la ville antique elle-même, outre les vues détaillées des modes de construction et de décoration significatifs de chaque époque de l'expansion pompéienne (époque grecque, époque samnite, époque de la colonisation romaine, époque impériale), des démonstrations ont été faites sur les pratiques de construction, le transport des pierres et leur mise en place, les méthodes topographiques et la distri-

bution publique de l'eau. Par ailleurs, afin de rendre plus perceptible le maintien de techniques et de modes de vie, pratiquement inchangés depuis l'Antiquité, une large part a été faite à l'enregistrement de documents à caractère ethnographique, tels que le cycle de fabrication artisanale de la chaux, l'extraction et la taille de la pierre, le travail du bois, la fabrication du pain et les aspects de l'architecture rurale.

Enfin, le directeur des antiquités de la région de Naples, le professeur Fausto Zevi, a fait le bilan de deux siècles de fouilles et présenté les méthodes contemporaines de travail archéologique et de restauration.

Ce film, distribué par la cinémathèque du SERDDAV, doit également être remis au service didactique du Musée national de Naples et doit s'intégrer, au niveau universitaire, dans un programme audiovisuel d'enseignement de l'architecture romaine.

Le tournage, réalisé entre mai et juillet 1980 a été effectué, sous la direction de Jean-Pierre Adam et Pierre Varène, par Jérôme Blumberg et Daniel Cavillon, opérateurs, Michèle Cavillon et François Didio, ingénieurs du son et Thérèse Adam, script et photographe.

□ Service d'architecture antique - Bureau de Paris - Resp. : Jean-Pierre Adam.

## archéologie et cultures du Nil moyen

L'URA 9 du Centre de recherches archéologiques et la mission archéologique française au Soudan, ont réouvert en 1969, le chantier de l'île de Saï (Nubie soudanaise) auquel elles avaient dû renoncer provisoirement afin de participer aux travaux urgents dans la zone menacée par la montée des eaux du nouveau barrage d'Assouan (par exemple, les fouilles de l'importante forteresse de Mirgissa sur la deuxième cataracte).

L'île de Saï, l'une des plus grandes du Nil (11,5 x 5 km), se situe au cœur d'une région encore assez mal connue archéologiquement, entre la deuxième et la troisième cataracte. C'est une position stratégique facile à défendre et du sommet de laquelle on peut surveiller les routes d'accès, celles du désert occidental et de la vallée. Saï a joué un rôle essentiel dès la protohistoire (sans parler des sites préhistoriques paléolithiques et néolithiques en cours d'étude). Elle était bien connue des Egyptiens avant la conquête du Nouvel Empire (son nom ancien de « Shaât » se retrouve dans le toponyme moderne); les

conquérants des débuts de la XVIII<sup>e</sup> dynastie y ont tous laissé des traces de leur passage (reliefs, inscriptions, statues) et y ont bâti une ville fortifiée (et son temple), entourée de cimetières.

Avant la conquête égyptienne, Saï était une principauté nubienne importante, dont le siège principal se trouvait au sud de l'île. L'habitat est malheureusement détruit, mais une nécropole de plusieurs milliers de tombes permet d'éclaircir cette période fort trouble de l'histoire de la Nubie. Saï n'est d'ailleurs pas seulement un site important au Moyen et au Nouvel Empire (vers 2000-vers 1250 avant J.C.) : les civilisations de Napata et de Méroé, puis du groupe X, ont laissé leurs traces dans la forteresse et surtout dans les immenses nécropoles qui s'étendent au sud-ouest de celle-ci et qui ne le cèdent ni en étendue ni en nombre aux cimetières des civilisations antérieures.

Saï deviendra un des plus importants évêchés de Haute-Nubie du VII<sup>e</sup> au XIII<sup>e</sup> siècle de notre ère, évêché situé à la frontière entre les royaumes chrétiens médiévaux de Nobatia et de Makouria. La forteresse visible actuellement remonte à cette époque, bien qu'elle ait été reconstruite et modifiée par le sultan turc Sélim I en 1518. L'église métropolitaine dont quatre colonnes sont encore debout, s'élève à l'extrémité nord de l'île ; d'autres vestiges chrétiens, habitats, églises et cimetières, sont dispersés le long des rives.

De 1969 à 1979, outre les sondages destinés à comprendre l'occupation de l'île, les fouilles ont porté sur trois points principaux : le site Kerma méridional, la ville égyptienne, les nécropoles pharaoniques.

La culture Kerma, qui, croyait-on, avant les travaux de l'URA 9, occupait la haute vallée du Nil à la deuxième période intermédiaire (vers 1750-vers 1580) a, en fait, une histoire beaucoup plus ancienne et plus complexe qu'on ne le supposait. Culture nubienne, on y retrouve les ensevelissements sous tumuli, le développement des sacrifices humains et animaux, la tradition de la très belle poterie rouge à tranche noire avec décor géométrique incisé ou imprimé. La fouille d'une petite part des cimetières a révélé la complexité et le raffinement qu'a atteints ce peuple guerrier chez qui l'élevage a toujours joué un rôle dominant. A l'origine, vers 2000 avant J.C., de petites sépultures, signalées par une stèle et des pierres, contenaient un seul squelette entouré de ses objets personnels. Plus tard, dans de grandes fosses circulaires, le défunt est couché sur un lit et accom-

pagné de moutons ou de chèvres sacrifiés rituellement, d'offrandes alimentaires, de ses objets et armes personnels, et d'un grand nombre de poteries. Le puits est recouvert d'un tumulus dont le type se perpétuera, tumulus orné de galets blancs au centre, d'un cercle de pierres noires sur le pourtour, et entouré d'un nombre plus ou moins élevé de bucrânes. Pendant l'une des dernières phases, la culture Kerma (vers 1700-vers 1500 avant J.C.), quand celle-ci s'oppose à l'Égypte et occupe les forts de la deuxième cataracte) atteint son apogée et achève son développement, comme on peut le voir par la finesse des lits décorés de motifs sculptés en ivoire, ou de la poterie rouge à bord noir au lustre métallique, pour ne citer qu'eux. Cette civilisation s'égyptianisera au cours de la XVIII<sup>e</sup> dynastie, sous la répression égyptienne.

Dans la ville égyptienne, - avec son enceinte, ses quartiers administratifs et résidentiels, ses magasins - un petit temple de grès, bien que très ruiné, construit puis reconstruit par Thoutmosis III et son vice-roi Nehy, a fourni de très beaux blocs inscrits. La fouille des fondations révélait sous le dallage, les restes d'un assez grand coffre de bois recouvert de feuilles d'or et le bras d'une statue d'ébène. Le sable de fondation contenait de nombreux petits objets votifs, dont certains inscrits aux noms de Menkheperre, d'Amon et de Meni. Huit dépôts ont été découverts, contenant une masse de vases et d'objets miniatures, ainsi qu'une assiette comportant une courte inscription en hiéroglyphes qui donne le nom du dépôt, et des plaquettes avec le nom du fondateur.

Des nécropoles pharaoniques, la plus importante est celle qui porte le sigle SAC 5 et se compose d'une trentaine de tombes d'un type unique - à puits et chambre(s) terminale(s) - dont les seules variantes sont leur nombre et leur disposition. Comme toutes les sépultures de ce type, il s'agissait de caveaux collectifs, vraisemblablement familiaux, utilisés durant une longue période. Le dégroupement d'un certain nombre de superstructures composées d'un mur d'enceinte et parfois d'une chapelle et d'une pyramide en briques crues, a prouvé l'existence, au-delà des cérémonies d'inhumation, d'un culte funéraire régulier, revêtant, semble-t-il, les mêmes formes qu'en Égypte. En dépit des pillages, le site s'est révélé d'un grand intérêt archéologique et historique. Parmi les nombreux objets exhumés - dont le nombre et la qualité font d'autant plus regretter l'absence de

sépulture intacte - est particulièrement remarquable, l'abondance d'une série d'objets en relation avec les conceptions funéraires égyptiennes : chaoubtis, scarabées de cœur, pectoraux, vases votifs en rapport avec les cérémonies d'embaumement et d'inhumation... Par là-même, le cimetière de Saï prend place parmi ces nécropoles de Haute-Nubie de type purement égyptien, non seulement par la forme des tombes et du matériel, mais par une grande fidélité aux coutumes funéraires les plus fondamentales dans l'esprit des Égyptiens. C'est également dans ces nécropoles que l'on trouve le plus d'objets inscrits portant les noms et les titres des défunts. A Saï, neuf personnages ont été identifiés dont un « Prêtre-Ouab », un « Prophète », un « Supérieur de la Ouadjet » et deux « Comtes ». L'intérêt de ce cimetière réside en outre dans la présence, parmi le matériel, d'objets attribuables à la XIX<sup>e</sup> dynastie (1314-1200 avant J.C.), et peut-être même postérieurs, période, on le sait, particulièrement sous-représentée dans les nécropoles de Nubie. Toutes les cultures humaines qui se sont succédées dans la haute vallée du Nil ont donc laissé des traces à Saï, et c'est pourquoi l'exploration en est aussi importante pour la compréhension générale du pays. Outre les fouilles du Soudan, l'URA 9 vient de reprendre l'étude d'un site de Moyenne Égypte, celui de Dara. Placé aux débouchés des anciennes pistes du désert menant vers les oasis occidentales, celui-ci - à l'exception d'une occupation tardive et secondaire, romaine et copte - consiste principalement en un champ de mastabas dominé par un gigantesque monument carré de 120 m de côté, mastaba semble-t-il, mais peut-être pyramide, il reste à le découvrir. Les vestiges datent de la première époque intermédiaire (vers 2400-vers 2200 avant J.C.). Explorés de 1946 à 1951, puis abandonnés, les monuments ont fourni des inscriptions et des objets de très belle qualité qui semblent appartenir à une petite cour locale dont le prince a pu porter le titre de pharaon (le cartouche d'un pharaon inconnu a été découvert sur le site) et être enterré dans le grand monument, dont l'architecture, très complexe et inédite, est encore à étudier. L'URA 9 se propose de publier les résultats des anciennes campagnes et de reprendre la fouille qui devrait apporter des éclaircissements sur la situation confuse de la Moyenne Égypte en cette période troublée.

□ URA 9 « Archéologie et cultures du Nil Moyen » - Lille - Resp. : Jean Vercoutter.



## fouilles en Syrie du sud et en Jordanie

La zone méridionale de la Syrie représente un ensemble géographique remarquablement homogène dont l'originalité s'explique par sa formation volcanique qui impose au relief et à l'hydrographie des caractéristiques qui conditionnent largement l'implantation humaine. L'âge, et par conséquent le degré de dégradation des coulées basaltiques, différencient plusieurs types de paysages qui vont des nappes récentes, déserts de pierres aux formes tourmentées (Ledja, Kraa, Safa) aux grands plateaux aux sols épais et fertiles (Nougra), sans oublier les zones montagneuses du Djaulan et surtout du Djebel Druze, plus arrosées, qui conservent des traces de forêts et dont les pentes basses permettent des cultures plus variées. Toute cette zone conserve un nombre considérable de vestiges, non seulement dans le domaine architectural mais encore dans celui des structures agraires ou des voies de communications antiques. Un grand nombre de ces vestiges, en particulier des villages « morts », encore conservés entiers, sont actuellement menacés par un développement démographique et économique très rapide de la région qui conduit à la réoccupation des sites antiques et à la multiplication des constructions qui oblitèrent les traces plus anciennes.

Cette région, encore considérée comme un repaire de brigands au I<sup>er</sup> siècle avant J.C. apparaît à l'époque romaine, avec un peuplement dense dans de larges zones, une richesse agricole remarquable et une politique de constructions et d'urbanisation dont bénéficient non seulement quelques villes mais surtout de nombreux petits centres qui sont des communautés villageoises dotées d'une organisation politique originales, largement autonome. L'évolution administrative de la région est significative. Partagée au début de notre ère entre le royaume nabatéen (au sud) et un protectorat iduméen (au nord), puis entre les provinces romaines de Syrie et d'Arabie, elle est progressivement unifiée pour former le centre de gravité de la province d'Arabie restructurée (fin du III<sup>e</sup> siècle).

Le programme de l'équipe a pour objet d'étudier les étapes et les conditions de développement, en complétant les prospections et les relevés de vestiges visibles par des opérations



Fouille de Si 8 : façade du sanctuaire « préromain » et installations vinicoles (au 1<sup>er</sup> plan). (URA 20 - Paris).



Statuaire en basalte du Hauran (musée de Damas). (URA 20 - Paris).



de fouilles ponctuelles choisies de manière à éclairer des ensembles plus vastes. Les travaux en cours se déroulent donc à des échelles différentes :

- A l'échelle de l'ensemble de la région : étude des ressources offertes par le paysage naturel (terre et eau, végétation), mise en culture et structures agraires (les murettes, résultat de l'épierreage des champs conservent la trace de différentes phases d'un parcellaire antique et des différents types de cultures, céréales, vignes, jardins), implantation des villages et relations avec leur terroir, urbanisation et voies de communications. C'est aussi à l'échelle de la région qu'apparaît l'originalité d'une civilisation indigène de la Syrie intérieure qui se développe jusqu'à la fin du I<sup>er</sup> siècle de notre ère et se manifeste avec éclat dans l'architecture et la sculpture. L'étude du décor architectural a permis déjà de préciser la chronologie des constructions et d'établir des liens avec d'autres régions de la Syrie intérieure et même la Mésopotamie hellénisée. On reconnaît d'autre part, dans une partie de la statuaire qui doit être attribuée à la même période, des travaux particuliers qui doivent s'expliquer comme un héritage de vieilles formules orientales.

- A l'échelle d'une zone plus limitée du Djebel, le secteur Qanawat-Si : la même perspective d'archéologie du paysage est appliquée dans une étude exhaustive devant aboutir à une carte archéologique détaillée. Cette zone englobe la ville de Qanawat, membre de la Décapole, un terroir aux cultures variées en contact avec les espaces de la montagne voués à l'élevage, des villages satellites et le sanctuaire de Si dont le rayonnement s'étend à l'ensemble de la région.

- Fouilles de Si : le choix s'est porté d'abord sur un petit sanctuaire, seul exemplaire relativement bien conservé d'une petite série de monuments « pr romains » caractérisés par des plans, une technique et surtout des décors originaux. La phase représentée par le monument fouillé peut être à présent décrite précisément dans le dernier quart du I<sup>er</sup> siècle après J.C.

Dans un deuxième état, une intéressante installation vinicole s'est installée sur les ruines de ce sanctuaire, utilisant la surface dallée de la cour comme pressoir et l'entourant de six cuves de formes et sans doute de fonctions différentes. Cette installation, protégée par une tour, lie ce monument à l'étude du paysage où la vigne semble avoir occu-

pé la première place (plusieurs exemplaires similaires ont été identifiés dans la région).

Une série de sondages réalisés à partir de 1980 a tenté de préciser le début de l'occupation du site dans le grand sanctuaire de la colline (temple de Baalshamin) et sur une porte monumentale à l'est de l'éperon barré. Elle ne semble apporter, pour l'instant, aucun témoignage antérieur au I<sup>er</sup> siècle avant J.C.

En revanche, dès cette date l'ensemble du site pourrait avoir subi une organisation cohérente. Dans la plaine, la fouille de deux tombes en liaison avec le découpage des champs et une voie romaine permettra, après étude du matériel, de préciser la chronologie de l'occupation agricole. Elles représentent par ailleurs une formule de véritable tumulus en pierres sèches montée autour d'une chambre funéraire construite dans une technique archaïque à encorbellement de forme ronde ou rectangulaire, avec ou sans colonne centrale. Céramique : la céramique qui dans la région, n'avait jamais été étudiée, constitue un instrument indispensable pour dater les étapes de la mise en valeur et de l'urbanisation de la région. Les fouilles de Si fournissent dès à présent, avec des

séries importantes, situées stratigraphiquement, des bases pour cette étude, commencées par l'examen du matériau céramique. Une étude pétrographique (lames minces) a permis de distinguer les productions utilisant les argiles locales nées de la décomposition des basaltes. Elle oriente la recherche des provenances d'autres séries vers des régions aux caractéristiques géologiques bien définies. Pour les formes, un code de classement systématique a été établi et l'étude des corrélations entre les types, sur les différents chantiers, commencée.

- Jordanie. Dans la même perspective qu'en Syrie méridionale, l'URA 20 est engagée dans l'étude du site d'Iraq-el-Emir, dont le monument le plus important est en cours de publication (E. Will). Au premier quart du II<sup>e</sup> siècle avant J.C., ce site est le centre d'un vaste domaine princier hellénistique, reposant sur un système d'irrigation très élaboré et de vastes travaux de terrassement dont la partie la plus spectaculaire (digue retenant un lac artificiel autour du Qasr) a été datée par la fouille de la Porte Monumentale.

□ URA 20 « Archéologie de la Syrie du sud et de la Jordanie (IV<sup>e</sup> siècle avant J.C., VII<sup>e</sup> siècle après J.C.) » - Paris - Resp. : Jean-Marie Dentzer.



Partie est de Bosra. (URA 20 - Paris).

## numismatique

Le Centre « Ernest Babelon » qui a succédé à la RCP 483 a trois principaux thèmes de recherche : la structure des monnaies et des métaux utilisés pour leur frappe ; la circulation monétaire d'après les monnaies de fouilles ; l'organisation des ateliers et la nomenclature numismatique.

Le premier thème étant celui de la RCP 483, les études dans ce domaine ont une place prépondérante et font appel à des techniques analytiques sophistiquées (fluorescence X, activation neutronique au californium 252, activation protonique au cyclotron). Celles-ci s'attachent soit au dosage des constituants majeurs, soit à celui des éléments présents à l'état de traces.

De nombreuses études ont été menées ou sont actuellement en cours et se répartissent en deux groupes :

- Des recherches sur la variation du titre, la technologie de fabrication et la différenciation des ateliers monétaires. Citons l'étude de la monnaie dans le royaume sous Philippe Auguste et celle sur le monnayage de Valérien Gallien et de Constantin.

- Des recherches sur la caractérisation du métal utilisé pour la frappe des monnaies athéniennes, thasiennes, eubéennes et massaliètes.

Parmi les nombreux résultats, ceux obtenus sur les monnaies d'argent émis par la cité phocéenne ont contribué de façon importante à la connaissance de ce monnayage.

Le monnayage d'argent de Marseille, mis en circulation entre le milieu du IV<sup>e</sup> siècle et le milieu du I<sup>er</sup> siècle avant J.C. comporte d'une part des oboles et dioboles, et d'autre part des drachmes lourdes et des drachmes de poids très allégé par rapport aux premières.

Les dosages obtenus par activation protonique au cyclotron d'Orléans ont montré que les valeurs du fer et surtout du cuivre permettent de classer les monnaies en deux groupes. L'étude de ces deux nuages de points a permis de montrer : que la drachme lourde et la drachme légère ne sont pas frappées avec le même métal, ce qui ne fait que confirmer la rupture intervenue entre la fabrication des deux pièces, ce que l'étude métrologique laissait pressentir ; qu'un second renouvellement intervient après la neuvième des onze séries d'émissions ; que les oboles sont groupées uniquement dans la zone des drachmes lourdes et deux dernières séries de drachmes légères mais que, en revanche, les six dioboles analysées se situent dans la zone de la drachme légère.

Ce résultat est très important, car il implique d'admettre l'arrêt de la fabrication de l'obole au moment de l'introduction de la drachme légère et son éventuelle reprise à une époque tardive, ce qui bouleverse radicalement la problématique primitivement adoptée sur ce sujet.

□ URA 27 « Centre de recherches numismatiques Ernest Babelon » - Orléans - Resp. : Jean-Noël Barrandon.

## audiovisuel et recherche théâtrale

Afin d'améliorer ses structures et l'articulation de ses recherches, en fonction également de l'extension de ses champs d'activité, le groupe de recherches théâtrales et musicologiques, s'est donné une nouvelle organisation. Outre les services centraux administratifs et techniques, il comporte désormais six équipes : « Histoire du théâtre, des spectacles et des fêtes », « Théâtre moderne », « Le théâtre, phénomène social (sociologie, psychologie, pédagogie) », « Atelier, pratiques théâtrales d'aujourd'hui », « Musicologie, théâtre et musique », « Théâtre et moyens audiovisuels ».

L'accent sera porté aujourd'hui sur l'équipe « Théâtre et moyens audiovisuels ». Depuis plusieurs années, le groupe s'intéresse particulièrement à ces problèmes et il a notamment collaboré avec le SERDDAV pour la réalisation de documents audiovisuels (films, vidéo), organisé avec le festival d'automne, la première confrontation internationale de films et sur le théâtre, et animé une importante table ronde internationale de films et sur le théâtre, et animé une importante table ronde équipe « Théâtre et moyens audiovisuels » entend poursuivre sa collaboration avec le SERDDAV tout en développant ses activités propres de recherche. Ces activités s'organisent selon les axes suivants : rapports entre théâtre, cinéma et télévision particulièrement dans le domaine de la transmission de l'œuvre théâtrale par les mass-médias, insertion de la projection cinématographique et de l'image vidéo dans le spectacle théâtral, mise à la disposition de la recherche théâtrale de la vidéo en tant que mémoire du spectacle, instrument d'investigation permettant de déceler le non-vu et d'approfondir l'analyse.

Depuis juin dernier, l'équipe « Théâtre et moyens audiovisuels » a réalisé un certain nombre de bandes vidéo qui doivent aider dans leurs tra-

voux, les auteurs d'études destinées à paraître dans le volume X des Voies de la création théâtrale : La classe morte et Wielopole-Wielopole pris respectivement en deux et trois versions, selon des points de vue divers permettant des approches différentes des spectacles, des analyses contrastées et comparatives. Ces bandes ont suscité une réflexion critique collective avec le réalisateur du spectacle Tadeusz Kantor, elles serviront de base à un séminaire de 3<sup>ème</sup> cycle sur « La vidéo au service de la recherche théâtrale » (année universitaire 1980-1981 - formation de 3<sup>ème</sup> cycle « Etudes théâtrales » de Paris III). C'est dire que d'une part elles constituent des documents, que d'autre part elles s'inscrivent dans le cadre d'une recherche expérimentale sur les possibilités et les limites de la vidéo au service de la recherche théâtrale, sur la manière de la pratiquer et de l'utiliser avec le maximum de profit. Cette démarche sera poursuivie.

L'équipe « Théâtre et moyens audiovisuels » a organisé avec le Centre Georges Pompidou une très importante « Journée Tadeusz Kantor » le 17 octobre 1980, qui a obéi à une double démarche exploratoire de son travail à travers les bandes présentées et le large entretien avec l'homme de théâtre polonais. Cette journée a permis de poser de nouveaux jalons dans la recherche sur l'œuvre de Kantor et confirmé les possibilités offertes par un vrai travail de collaboration entre praticiens de la scène et chercheurs.

La cellule d'animation audiovisuelle du Ministère des affaires étrangères ayant demandé à l'équipe de concevoir pour l'Institut français de Budapest, une manifestation sur le thème « Théâtre et audiovisuel » (10-16 novembre 1980) le programme en a été mis au point et les participants choisis par l'équipe, dans un but multiple : faire connaître des expériences marquantes des théâtres français et étrangers, tournées par des chaînes de télévision ou sous forme de bandes vidéo (SERDDAV, Groupe de recherches théâtrales et musicologiques du CNRS, etc.), proposer un travail de comparaison entre des tournages d'une même œuvre ou d'un même thème à des fins ou par des personnalités différentes, poser les problèmes des rapports entre langage théâtral et langage télévisuel lors de la réalisation d'émissions de télévision, à partir de mises en scène d'œuvres dramatiques ou lyriques, examiner les possibilités de la vidéo en tant qu'instrument de recherche théâtrale tout en posant les problèmes sub-

jectivité/objectivité des réalisateurs, techniques à utiliser, procédés à exclure. Cette manifestation s'est transformée en une véritable table ronde permanente, venant s'insérer entre les projections, s'appuyant sur elles, et donnant lieu à un dialogue fructueux entre spécialistes français et hongrois. Elle sera suivie d'autres qui profiteront autant à la recherche qu'aux échanges culturels.

□ GR 27 « Groupe de recherches théâtrales et musicologiques du CNRS » - Paris - Resp. : Denis Bablet.

## vocabulaire scientifique

Le GRECO 16 « Histoire du vocabulaire scientifique », a pour particularité de permettre le rassemblement de chercheurs de spécialités différentes

dans la mesure où, lors de la lecture de n'importe quel texte scientifique, se posent des problèmes concernant l'usage, la compréhension, voire la traduction de mots. Déjà de nombreuses disciplines ont fait part de leurs difficultés en la matière, même si parfois la recherche du vocabulaire ne représentait pas le centre de gravité de la recherche entreprise. Sa tâche consiste donc à extraire les informations et les conclusions tirées de ces expériences et de ces travaux.

Dès le début de la formation du GRECO, est apparu le caractère indispensable de la mise en place de la documentation : celle-ci est réunie dans deux fichiers : l'un, bibliographique, l'autre lexicographique français, latin, grec. Toutefois, cette entreprise n'est pas lexicographique ou lexicologique au sens restreint du mot. Il s'agit de constituer une histoire des concepts et des langages dans l'histoire des scien-

ces à travers l'histoire des mots.

Le propos final est de créer, dans le temps, un dictionnaire historique du vocabulaire scientifique.

Le premier numéro des *Documents pour l'histoire du vocabulaire scientifique* paru en décembre 1980, regroupe les articles suivants : « Ebauche d'une notice sur *Momentum* », « Origine et histoire du terme *Horizon* en géologie et paléontologie », « Eléments pour la notice du mot *Phase* », « Apotélematique et initiatives (dans les anthologies de Vettius Valens) », « A propos de la traduction des *Parallipomènes* de Kepler ».

Pour tous renseignements, s'adresser à Mme Martine Groult-Trampoglieri, GRECO - 9, rue Malher, 75004 Paris - tél. 278.33.22.

□ GRECO 16 « Histoire du vocabulaire scientifique » - Paris - Dir. : Jacques Roger.



« Wiciopole-Wiciopole », de Tadeusz Kantor (Florence, 1980) - (GR 27 - Paris). - Cliché Jacque Hanich.



# Éphémérides

## au jour le jour

11-13 novembre. Strasbourg  
Assemblée générale de la Fondation européenne de la science.  
15-30 novembre. Nancy  
Huitième exposition « Image de la recherche »  
9 décembre. Paris  
Réunion du comité scientifique du CNRS.  
17 décembre. Paris  
Réunion du conseil du CNRS.  
27-28 janvier. Lindau (RFA)  
Réunion du conseil scientifique de la Société EISCAT (sondeur européen à diffusion incohérente).

## distinctions

Ordre national de la Légion d'honneur  
- Est promu au grade d'officier :

M. Étienne Bonnier, professeur à l'Institut national polytechnique de Grenoble, directeur du Laboratoire de thermodynamique et physico-chimie métallurgiques (LA 29).

- Sont nommés au grade de chevalier :

M. François Juillet, directeur de recherche à l'Institut de recherche sur la catalyse, chargé de mission auprès du préfet de la région Rhône-Alpes.

Mme Alberte Pullmann, directeur de recherche au Laboratoire de biochimie théorique.

Ordre national du mérite

- Sont promus au grade de commandeur :

M. Hubert Curien, président du Centre national d'études spatiales (ancien directeur général du CNRS d'octobre 1969 à juillet 1973).

M. Félix Trombe, directeur de recherche titulaire honoraire au CNRS.

- Sont promus au grade d'officier :

Jacques Badoz, directeur de recherche, responsable de l'équipe de spectroscopie en lumière polarisée (ER 5).

M. Jacques Lions, membre de l'Institut, professeur au Collège de France, membre du Conseil du CNRS.

M. Jean Rouch, directeur de recherche.

M. Georges Wippler, professeur à l'université Louis Pasteur à Strasbourg, directeur du Centre de recherche sur les macromolécules de Strasbourg.

- Sont nommés au grade de chevalier :

M. Jean-Claude Achard, maître de recherche, responsable de l'équipe de chimie

métallurgique et spectroscopie des matériaux à base de terre rare (ER 209).

M. Eustrate Avrameas, directeur de recherche.

M. Paul Cruveller, sous-directeur du Laboratoire d'astronomie spatiale du CNRS à Marseille.

Mme Laurence Fries, chargée de mission auprès du directeur de la Délégation générale à la recherche scientifique et technique.

M. Marcel Israël, ingénieur au CNRS.

M. Bernard Jouffrey, directeur du Laboratoire d'optique électronique à Toulouse.

M. Maurice Nivat, professeur à l'université de Paris VII, directeur du Laboratoire d'informatique théorique et programmation (LA 248).

Mme Françoise Perrot, chargée de recherche.

Ordre des Palmes académiques

- Sont promus au grade de commandeur :

M. Pierre Grapin, directeur de recherche.

M. Pierre Routhier, directeur de recherche, responsable de l'équipe de recherche « Provinces métallogéniques » (ER 194).

- Sont promus au grade d'officier :

M. Roger Brunet, directeur de recherche, directeur du Centre de documentation des sciences humaines.

M. Pierre Marty, ingénieur au CNRS.

M. Roger Peyturaux, directeur de recherche.

M. Jacques Villiermaux, professeur à l'École nationale supérieure des industries chimiques de Nancy, directeur du Laboratoire des sciences du génie chimique.

M. Jacques Winter, directeur scientifique du secteur des mathématiques et de la physique de base au CNRS.

- Sont nommés au grade de chevalier :

M. Pierre Arrighi, chef du bureau administratif de la direction scientifique sciences de la vie.

M. André Baldy, ingénieur au CNRS.

Mlle Colette Bernard, documentaliste au CNRS.

M. Maurice Birot, directeur de recherche, responsable de l'équipe de recherche « Travaux épigraphiques, philologiques et historiques sur Mari » (ER 193).

M. Mario Borillo, directeur de recherche, directeur du Laboratoire d'informatique pour les sciences de l'homme.

M. Jean Bouleau, administrateur délégué de la 10ème circonscription - Alsace.

M. André Wolf, ingénieur au CNRS.

M. Raymond Durgetto, physicien au CNRS.

Mlle Hedwige Duvignau, programmeur système au CNRS.

M. Yves Farge, directeur de recherche, directeur du Laboratoire pour l'utilisation du rayonnement électromagnétique (LURE).

Mme Nelly Jobert, directeur de recherche.

Mlle Albertine Lacuisse, technicienne biologiste au CNRS.

M. Sydney Leach, directeur de recherche, directeur du Laboratoire de photophysique moléculaire.

M. Joseph Le Chapelain, physicien au CNRS.

M. Albert Libchaber, directeur de recherche.

M. Jacques Mallet, ingénieur au CNRS.

Mlle Alberte Marchais, documentaliste au CNRS.

Mme Alice Ohi, documentaliste au CNRS.

M. Jean Pépin, directeur de recherche, responsable de l'équipe « Histoire des doctrines de la fin de l'Antiquité et du haut Moyen-Age » (ER 76).

M. Maurice Picon, ingénieur au CNRS.

M. Paul Rempp, directeur de recherche.

Mme Evelyne Ritz-Eberle, ingénieur au CNRS.

M. Michel Sauzade, directeur de recherche.

## nominations

M. Roger Monier, directeur scientifique du secteur des sciences de la vie au CNRS, directeur de l'Institut de recherche sur le cancer à Villejuif a été nommé président du comité scientifique de l'Institut national de la recherche agronomique.

M. Simha Arom, maître de recherche au Laboratoire de langues et civilisations à tradition orale, a été nommé pour un an, directeur des services musicaux à la radio de Jérusalem (Kol Israël).

M. Raymond Châleat, professeur à l'université de Besançon, directeur du Laboratoire de mécanique appliquée (LA 4) a été élu membre correspondant étranger à l'Académie tchécoslovaque des sciences.

## prix

Prix de l'Académie des sciences

Prix du Commissariat à l'énergie atomique décerné à M. Pierre Joliot, directeur de



recherche et Mme Anne Joliot, chargé de recherche, pour leurs travaux sur le mécanisme de la photosynthèse chlorophyllienne.

Prix Montyon décerné à M. Jean Gaviglio, directeur de recherche, pour ses recherches expérimentales sur la turbulence en régime supersonique.

Prix Lalande-Valz décerné à M. André Brahic, professeur à l'université Pierre et Marie Curie, responsable de la RCP 544 « Anneaux des planètes », pour ses travaux sur l'étude dynamique des systèmes plats.

Prix Deslandres décerné à M. Roger Bonnet, directeur de recherche, directeur du Laboratoire de physique stellaire et planétaire, pour l'ensemble de ses recherches sur le spectre ultraviolet du soleil.

Prix Henri de Parville décerné à M. Paul Sorha, chargé de recherche, pour ses travaux de physique théorique concernant les particules fondamentales.

Fondation Pierre Lafitte décerné à M. Philippe Goy, maître de recherche, pour sa contribution à l'étude de l'interaction des états de Rydberg atomiques avec le rayonnement millimétrique.

Prix en hommage aux savants français morts en 1940-1945 : Henri Abraham, Eugène Bloch, Georges Brahat, Louis Cartan, Fernand Holweck, décerné à M. Guy Bellessa, chargé de recherche, pour ses contributions à l'étude acoustique des surfaces et des métaux amorphes.

Prix Landucci-Kodak-Pathé décerné à M. Michel Bienfait, professeur à l'université d'Aix-Marseille II, responsable de l'équipe « Surfaces-interfaces » (ERA 899), pour ses travaux sur la structure atomique des surfaces et des couches adsorbées.

Fondation du général Ferrié décerné à Mme Odile Macchi, maître de recherche, pour ses travaux sur le traitement du signal et leurs applications aux systèmes de communication.

Prix Gustave Ribaud décerné à M. Francis Rondélez, chargé de recherche, pour ses travaux sur la mesure des conductivités thermiques par des méthodes optiques.

Prix Cahours-Houzeau décerné à M. Jean-Louis Pascal, attaché de recherche, pour ses travaux sur les oxydes de brome et de chlore.

Prix Jean-Baptiste Dumas décerné à M. Jean-Pierre Sauvage, maître de recherche, pour ses travaux sur la photodécomposition de l'eau.

Prix Paul Pascal décerné à M. Paul Rempp, directeur de recherche pour ses travaux sur les macromolécules modèles.

Prix James Hall décerné à M. Hervé Chamley, professeur à l'université de Lille I, co-responsable de l'équipe « Tectonique et sédimentation » (ERA 764), pour ses études sur les sédiments océaniques.

Prix Charles Jacob décerné à M. Jean Didier, professeur à l'université de Clermont-Ferrand, directeur du Laboratoire de chronologie des terrains cristallins et volcanologie (LA 10), pour ses travaux sur les granites hercyniens et leurs enclaves.

Prix Foulon d'anatomie et zoologie décerné à Mme Marie Raabe, directeur de recherche, responsable de l'équipe de neuroendocrinologie des insectes (ER 24), pour ses recherches de neuroendocrinologie des insectes.

Fondation Pouchard décerné à M. Joachim Mateu, maître de recherche, pour ses travaux sur l'écologie des insectes sahariens.

Prix Montyon décerné à M. Jean-Marie Pleau, chargé de recherche, pour ses tra-

voux sur l'hormone thymique et ses récepteurs.

Prix Alfred Dutens décerné à M. André-Jean Berteaud, directeur de recherche, responsable du groupe de recherche « Organisation moléculaire et macromoléculaire » (GR 35), pour ses travaux sur les ondes millimétriques et leur rôle de sensibilisation aux rayons X en radiothérapie.

Fondation Henriette Regnier décerné à M. Christian Larsen, maître de recherche, pour ses travaux sur la leucémogénèse expérimentale.

Prix Gaston Rousseau décerné à M. Michel Dy, chargé de recherche, pour ses travaux sur les macrophages et les lymphokines en immunité de greffe.

Prix Roy-Vaucouloux décerné à Mlle Ethel Moustacchi, maître de recherche, co-responsable de l'équipe de radiogénétique, biochimie des interactions noyau-mitochondrie (ER 200), pour ses travaux de radio-génétique et leurs conséquences sur le contrôle de la pollution mutagène et cancérogène.

Médaille Louis Pasteur (Fondation A.R. Prévot) décernée à M. Jean Le Gall, maître de recherche, directeur adjoint du Laboratoire de chimie bactérienne, pour ses recherches sur les bactéries sulfatoreductrices.

Prix Montyon décerné à M. Alain Rérat, directeur du Centre de recherche sur la nutrition, pour l'ensemble de ses recherches sur la physiologie des organes digestifs.

Prix Fanny Emden décerné à M. Bruce Diner, chargé de recherche, pour ses travaux sur les mécanismes photosynthétiques.

Prix en hommage aux savants français morts en 1940-1945 : Raymond Croland, Paul Reiss, Fred Viès et Eugène Wollman, décerné à Mlle Sonia Apelgot, maître de recherche, pour ses recherches sur le mécanisme de l'effet suicide cellulaire par la transmutation des atomes radioactifs incorporés dans l'ADN.

Fondation Charles Frémont décerné à M. Emile Pelletier, maître de recherche, pour ses recherches sur les revêtements multidielectriques et leurs applications.

Prix Peyches décerné à M. Jacques Liège, professeur à l'université de Paris VI, directeur du Laboratoire des hautes températures et désordres structuraux (LA 302), pour son étude des propriétés semi-conductrices et chimiques des oxydes de vanadium dans leur état amorphe.

Prix Bordin décerné à Mme Michèle Vergne, maître de recherche, pour ses travaux sur les représentations des groupes de Lie.

Prix Marquet décerné à M. Michel Waldschmidt, professeur à l'université Pierre et Marie Curie, responsable de la RCP « Théorie des nombres » (RCP 303), pour ses travaux de théories des nombres.

Prix Henry Wilde décerné à MM. Gérard Beaudin, ingénieur CNRS, et Bernard Lazareff, assistant à l'université Pierre et Marie Curie, pour le développement de mélangeurs très sensibles en ondes millimétriques.

Prix Petit d'Ormoys décerné à M. André Rassin, professeur à l'université de Grenoble, responsable de l'équipe « Radicaux libres stables » (ERA 20), pour ses travaux sur les radicaux libres.

Fonds Paul Doistau - Emile Blutel : - un prix est décerné à M. Denis Jérôme, maître de recherche, pour ses travaux sur les cristaux à une dimension.

Fonds des laboratoires : - une subvention est accordée à M. André Morzikoff, chargé de recherche, pour lui

permettre de poursuivre ses recherches sur le rôle physiologique joué par certains pigments dans divers organismes planctoniques.

#### Prix de la Société française de physique

M. Maurice Kléman, directeur de recherche, responsable de la RCP 608 « Parois et domaines », a reçu le grand prix de physique Jean Ricard.

M. Pierre Atten, maître de recherche au Laboratoire d'électrostatique de Grenoble a reçu le prix Ancel de physique de la matière condensée.

M. Henri Dubost, chargé de recherche au Laboratoire de photophysique moléculaire d'Orsay a reçu le prix Aimé Cotton de physique atomique et moléculaire.

M. Roland Seneor, maître de recherche et M. Jacques Magnen, maître de recherche ont reçu le prix Langevin de physique théorique.

M. Jacques Rabier, attaché de recherche au Laboratoire de métallurgie physique (LA 131) de Poitiers, a reçu le prix Alain Belot.

#### Autres prix

M. Jean Rosa, professeur à l'université Paris-Val-de-Marne, responsable de l'équipe de génétique moléculaire du globe rouge (ERA 914) a reçu le grand prix Claude-Bernard de la ville de Paris pour l'ensemble de ses travaux en biochimie hématologique.

M. Dominique Stehelin, maître de recherche, l'équipe du docteur Guido Biozzi « Immunité cellulaire » (ER 70) et Mlle Stissel, maître de recherche, ont reçu le prix Rosen de cancérologie pour l'ensemble de leurs travaux et particulièrement pour les recherches sur les fonctions immunologiques des macrophages et des lymphocytes et leurs modifications au cours des états pathologiques.

M. Raymond Besson, directeur du Laboratoire de chronométrie et piézoélectricité de l'Ecole nationale supérieure de mécanique et des microtechniques a reçu le grand prix de l'électronique général Ferrié pour l'année 1980. Ce prix lui a été décerné pour ses recherches sur les effets non linéaires dans les cristaux de quartz et leur application au développement industriel des oscillateurs de très grande précision.

M. Duc-Can Dang a reçu le prix Darolles de l'Académie nationale de médecine pour son étude de la différenciation sexuelle chez le fœtus d'un primate, le macaque crabier, *Macaca fascicularis*.

M. Paul Mandel, ancien directeur du Centre de neurochimie de Strasbourg a reçu le prix « Recherche et médecine » de l'Institut des sciences de la santé.

M. Michel Descamps, maître-assistant à l'université de Lille I, Laboratoire d'endocrinologie comparée des invertébrés de Lille (LA 148) a reçu le prix Strand de la Société zoologique de France pour ses recherches sur l'endocrinologie des myriapodes.

Mme Marie Lagueux, chargée de recherche, M. Charles Hetru, attaché de recherche, Mme Francine Goltzen, maître-assistante à l'université Louis Pasteur de Strasbourg, Mme Christine Kappler, technicienne, M. Jules A. Hoffmann, maître de recherche, directeur de l'équipe « Biologie humorale des insectes » (ERA 118) ont reçu le prix 1980 du Journal of insect physiology, pour leurs travaux effectués dans le cadre de l'ERA 118.

M. L. Mester de Parajd, directeur de recherche, a reçu le prix Mitsuda 1980, pour

ses travaux concernant la désoxyfructosérotinine.

M. François Bordès, professeur à l'université de Bordeaux I, directeur du Laboratoire de géologie du Quaternaire et préhistoire (LA 133), a reçu le grand prix national de l'archéologie du Ministère de la culture et de la communication.

M. Erol Gelenbe a reçu la médaille d'argent de la Fédération des sociétés savantes d'informatique (IFIP) notamment pour ses deux ouvrages « Modeling and performance evaluation of computer systems » et « Measuring, modeling and evaluating computer systems ».

Nous apprenons avec regret la disparition de Pierre Boiteau qui depuis 1965 avait entrepris une collaboration très fructueuse avec l'Institut de chimie des substances naturelles de Gif-sur-Yvette. Au cours de plusieurs missions de terrain, il rapporta des centaines d'échantillons et des tonnes de plantes qui furent étudiées non seulement à Gif mais dans de nombreux autres laboratoires français ou étrangers. Ses travaux scientifiques sont consignés dans près de trois cents mémoires, dans plus d'une quinzaine d'ouvrages dont l'un des plus connus est « Les Triterpénoïdes en physiologie végétale et animale ». Le Courrier du CNRS lui avait ouvert ses colonnes pour un article concernant la flore malgache et ses potentialités en thérapeutique (Courrier du CNRS, n° 14, octobre 1974).

Nous apprenons avec regret la brutale disparition de Monique de Leersnyder, chargée de recherche au Laboratoire d'endocrinologie comparée des invertébrés de Lille (LA 148). Ses recherches effectuées successivement à la faculté catholique de Lille puis à l'université de Lille I (LA 148) ont porté sur l'osmorégulation du crabe *Eriocheir sinensis* et sur les modalités du contrôle endocrinien de la gamétogenèse chez les crustacés.

## Sciences physiques pour l'ingénieur

### Rencontres

8-12 septembre 1980. Marseille  
3ème symposium international sur « Les lasers à écoulement et les lasers chimiques » organisé par l'Institut de mécanique des fluides de Marseille (LA 3) avec le concours de nombreux organismes dont le CNRS, la Direction des recherches études et techniques, le Commissariat à l'énergie atomique, la Société française de physique, la Compagnie générale d'électricité et l'European office of aerospace research and development. Pour tous renseignements, s'adresser à MM. J.P. Caressa et B. Forestier, co-présidents du 3ème GCL, IMFM - 1, rue Honorat, 13003 Marseille.

## Chimie

### Rencontres

26-27 juin 1980. Dijon  
Journées d'étude sur les défauts ponctuels dans les oxydes organisées par le Laboratoire de recherches sur la réactivité des solides. Plusieurs contributions ont porté sur le rôle des défauts ponctuels dans les phénomènes d'hétérodiffusion dans des oxydes

tels que NiO, CoO, TiO<sub>2</sub>, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> et la discussion s'est élargie aux problèmes de protection des alliages métalliques vis-à-vis de la corrosion sèche par formation de films minces d'alumine ou d'autres oxydes. Les tables rondes ont permis d'aborder le problème des équilibres entre défauts ponctuels dans les solides et de discuter les techniques expérimentales donnant accès aux interactions impuretés lacunes. Enfin, un tour d'horizon des utilisations des oxydes liés aux problèmes énergétiques a été effectué : jauges à oxygène destinées au réglage de la carburation des moteurs à explosion, jauges à oxygène pour le contrôle de la marche de convertisseurs d'acier, etc.

## Science de la terre, de l'océan, de l'atmosphère et de l'espace

### Rencontres

Mai 1980. Pékin  
Premier symposium international sur le plateau du Qinghai-Xizang organisé par l'Academia Sinica auquel ont participé des chercheurs du GRECO Himalaya Karakorum. Ceux-ci ont présenté des communications se rapportant aux sciences de la terre, de la vie et aux sciences sociales qui seront publiées dans un volume spécialement édité par les organisateurs.

24-27 septembre 1980. Grenoble  
Colloque « Cartographie de la végétation à petite échelle » organisé par l'Union internationale des sciences biologiques et le Laboratoire de biologie végétale de Grenoble, « Ecologie et biogéographie des grands systèmes montagneux » (LA 242). Les communications seront publiées dans les « Documents de cartographie écologique », (Laboratoire de biologie végétale, B.P. 53, centre de tri, 38041 Grenoble).

## Sciences de la vie

### Rencontres

15-20 septembre 1980. Orléans  
Ecole d'été sur l'origine et les formes primitives de la vie impulsée par le comité mixte européen des coopérations scientifiques du Conseil de l'Europe, et mise en œuvre par le groupe de recherches sur la chimie cosmique, l'évolution chimique et l'exobiologie de l'Assemblée parlementaire du Conseil de l'Europe. Elle a bénéficié de l'aide du Centre de biophysique moléculaire et de l'université d'Orléans pour son organisation locale.

## Sciences de l'homme

### Rencontres

21 mai 1980. Paris  
« Journée » annuelle du Centre d'histoire des sciences et des doctrines (ER 75) sur le thème « Révélation et rationalité au XVII<sup>e</sup> siècle ».

18-21 juin 1980. Lyon  
Colloque international du CNRS sur Soufflot et l'architecture des lumières, organisé par M. D. Ternois, responsable de l'ERA 455 « Rôle de Lyon dans les échanges artistiques (XVI<sup>e</sup> et XVII<sup>e</sup> siècle) rassemblant autour des communications sur Soufflot un certain nombre de contributions à l'étude de deux autres architectes de la fin du XVIII<sup>e</sup> siècle, Ledoux et De Wailly. Il s'inscrivait dans le cadre des journées internationales d'histoire de l'architecture placées sous l'égide du Comité français

d'histoire de l'art et son organisation scientifique reposait à la fois sur l'ERA 445 et sur l'ERA 66 de l'université de Paris-Sorbonne (Centre de recherches sur l'histoire de l'architecture moderne et médiévale). Les actes de ce colloque sont déjà disponibles. Cahiers de la recherche architecturale, supplément aux numéros 6-7, octobre 1980, publiés avec le concours du CNRS. A cette occasion, un volume collectif sur Soufflot et Lyon, paraîtra en 1981 aux Presses universitaires de Lyon.

22-25 septembre 1980. Paris  
Journées d'étude sur les problèmes fonciers en Afrique noire, tenues au Centre de recherches juridiques et historiques de l'université de Paris I. Organisées à l'initiative du Ministère de la coopération et avec le concours de l'Association des Instituts de recherche sur le développement et du Laboratoire d'anthropologie juridique de Paris, ces journées ont principalement réfléchi aux conséquences contemporaines de l'introduction d'un nouveau modèle foncier avec la colonisation.

23-26 septembre 1980. Gif-sur-Yvette  
Table ronde internationale, organisée conjointement par le Laboratoire d'anthropologie sociale et le Laboratoire d'anthropologie et de préhistoire des pays de la Méditerranée occidentale, autour du thème suivant « Une nouvelle approche théorique et méthodologique de la parenté : l'exemple touareg ».

13-15 novembre 1980. Ivry  
Journées de tonologie organisées dans le cadre du thème « Description des langues » du Laboratoire de langues et civilisations à tradition orale. L'objet de cette rencontre était de permettre aux linguistes, dont les recherches portent sur des langues à tons, de s'informer sur les systèmes tonaux qu'on trouve dans des zones géographiques autres que celles sur laquelle ils travaillent plus particulièrement et de confronter leur méthodologie. Il y avait, pour chaque grande zone (Afrique, Asie du Sud-Est et Nouvelle-Calédonie, Amérique du Sud), une présentation générale, suivie d'exposés plus courts sur des langues de la même zone. Ces exposés étaient accompagnés de bandes magnétiques avec des exemples de réalisation phonétique. Les problèmes abordés portaient sur l'interaction tons/accent, tons/intonations, tons/focus et également sur la genèse des systèmes et sur les méthodes de représentation (par exemple segmentale ou supra-segmentale).

21-22 novembre 1980. Toulouse  
Table ronde sur les « Mines et fondrières antiques de la Gaule » organisée par la formation (RCP 496).

27-28 novembre 1980. Bordeaux  
Colloque sur « Les villes dans le monde ibérique » organisé par le groupement d'intérêt scientifique « Maison des pays ibériques ». Le phénomène urbain a été abordé sous les angles les plus variés, qu'il s'agisse du point de vue historique, romanesque, juridique. Les travaux exposés ont permis de manifester combien la recherche actuelle, même en matière de sciences de l'homme pouvait être inscrite dans le présent, tant par les thèmes de ses préoccupations que par sa méthodologie. Pour tous renseignements, s'adresser à M. le Président Joseph Pérez, GIS 120015 « Maison des pays ibériques », université de Bordeaux III, 33405 Talence.



## médailles d'argent

### Mathématiques – physique de base

Max Kuroubi, professeur à l'université de Paris VII, « théories géométriques » (LA 212), Paris.  
Fernand Renard, maître de recherche, Laboratoire de physique mathématique théorique (ERA 154), Montpellier.

### Sciences physiques pour l'ingénieur

Raymond Besson, professeur à l'École nationale supérieure de chronométrie et de micromécanique, Besançon.  
Claude Deutch, maître de recherche, Laboratoire de physique des gaz et des plasmas, Orsay.

### Chimie

Olivier Kahn, professeur à l'université de Paris XI, responsable de l'équipe de spectrochimie des éléments de transition (ERA 672), Orsay.  
Nicolas Spassky, maître de recherche, Laboratoire de chimie macromoléculaire (LA 24), Paris VI).

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

Yan Bottinga, directeur de recherche, « transferts de matière dans la croûte et le manteau supérieur – aspects géochimiques et structuraux » (ERA 888), Nice.  
Georges Pedro, directeur de recherche à l'INRA, Versailles.

### Sciences de la vie

Harvey Eisen, maître de recherche, équipe

de parasitologie expérimentale (ER 220), Paris.  
Jacques Blondel, maître de recherche, Centre d'études phytosociologiques et écologiques Louis Emberger, Montpellier.

### Sciences sociales

Jacques Barrau, professeur au Muséum d'histoire naturelle, « recherches et documentation ethnobotaniques et ethnozoologiques » (ERA 773), Paris.  
Jacques Dupasquier, directeur d'étude à l'EHESS, Centre de recherches historiques, Paris.

### Humanités

Jacques Petit, professeur à l'université de Besançon, « étude des manuscrits et textes clandéliens » (ERA 518), Besançon.  
Jeanne Robert, section 37 : langues et civilisations classiques.

## médailles de bronze

### Physiques nucléaire et physique des particules

Bernard Berthier, attaché de recherche, Service des basses énergies du CEA, Saclay.

### Mathématiques – physique de base

Guy Métivier, professeur à l'université de Rennes, Institut de recherche et de mathématiques (LA 305), Rennes.  
Thibaut Damour, attaché de recherche, Groupe d'astrophysique relativiste, Meudon.  
Jean-Louis Vialle, maître-assistant à l'université de Paris XI, Laboratoire Aimé Cotton, Orsay.  
Gérald Bastard, chargé de recherche, Groupe de physique des solides de l'École normale supérieure (LA 17), Paris.  
Jean Cadoz, attaché de recherche, Laboratoire de physique des matériaux, Meudon.

### Sciences physiques pour l'ingénieur

Jean Gastinel, chargé de recherche, Institut de programmation, Paris VI.  
Yvan Ségui, chargé de recherche, Laboratoire de génie électrique (LA 304), Toulouse.  
Tadeusz Mathia, chargé de recherche, Laboratoire de technologie des surfaces (ERA 666), Ecully.

### Chimie

Jean-Louis Pascal, chargé de recherche, Laboratoire des acides minéraux (LA 79), Montpellier.

Danièle Ménétrier, chargé de recherche, Laboratoire de recherches sur la réactivité des solides (LA 23), Dijon.  
Marc Drillon, chargé de recherche, « propriétés magnétiques et mécaniques des vitro-céramiques et frittés » (ERA 679), Strasbourg.  
Charles Mioskowski, chargé de recherche, « synthèse et stéréoréactivité » (ERA 687), Strasbourg.  
Jean-Marie Bernassau, chargé de recherche, Laboratoire de synthèses organiques stéréospécifiques (ERA 561), Palaiseau.  
Jacques Boissonade, chargé de recherche, Centre de recherche Paul Pascal, Talence.

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

Gérard Grec, attaché de recherche, département d'astrophysique de l'Institut de mathématiques et de sciences physiques (ERA 669), Nice.  
Eric Fossat, aide-astronome à l'observatoire de Nice, département d'astrophysique de l'Institut de mathématiques et de sciences physiques (ERA 669), Nice.  
Any Cazenave, ingénieur au CNES, « dynamique terrestre et planétaire » (ER 234), Toulouse.  
Philippe Janvier, attaché de recherche, Centre de recherches paléocéanographiques et paléobiogéographiques (LA 12), Paris.  
Jean-Claude Salomon, chargé de recherche, « dynamique océanique et littorale » (ERA 766), Brest.

### Sciences de la vie

Marie-Thérèse Chauvet, chargé de recherche, « structure, fonction et évolution des protéines » (ERA 563), Paris.  
Martine Rosset, chargé de recherche, Laboratoire d'immunogénétique (LA 149), Villejuif.  
Yvon Le Maho, chargé de recherche, Laboratoire de thermorégulation (LA 181), Lyon.

Michel Hideux, chargé de recherche, « relation sponophyte – gamétophyte – assise tapétale et pollen » (RCP 574), Paris.  
Philippe Koch, chargé de recherche, Centre de morphologie expérimentale, Talence.  
Roger Fons, chargé de recherche, Laboratoire d'océanographie et écologie méditerranéennes – biologie des invertébrés marins (LA 117), Banyuls-sur-mer.

### Sciences sociales

Thérèse Bouysse-Cassagne, technicienne, Centre de recherche et de documentation sur l'Amérique latine (LA 111), Paris.  
Terry Shinn, chargé de recherche, groupe d'étude des méthodes de l'analyse sociologique (ERA 279), Paris.  
Abel Bouchier, professeur à l'université de Poitiers, Laboratoire de géographie humaine, Poitiers.  
Charilaos Tantaroufas, chargé de recherche à la retraite, Paris.  
Jean-Pierre Chaline, maître-assistant à l'université de Rouen.

### Humanités

Pierre-Yves Lambert, chargé de recherche, Centre d'études celtiques (ERA 760), Paris.  
Louise Godard de Donville, attaché de recherche, Centre méridional de rencontre sur le XVIII<sup>e</sup> siècle (ERA 756), Marseille.  
Pierre Gros, professeur à l'université de Haute-Provence, directeur du Centre Camille Julian (LA 284), Aix-en-Provence.  
Jean-François Jarrige, chargé de recherche, responsable de l'unité de recherches archéologiques, « le rôle du Belouchistan entre la civilisation de l'Indus et celles du Proche-Orient » (URA 16), Paris.  
Patrice Pomey, chargé de recherche, Centre Camille Julian (LA 284), Aix-en-Provence.  
Raymond Bellour, maître de recherche, Groupe de recherches esthétiques (GR 10), Paris.

La brochure "Médailles du CNRS", disponible au bureau de la diffusion de la direction des relations extérieures, présente les travaux des lauréats.

## nominations

### directeurs de recherche

#### *Physique nucléaire et physique des particules*

MM. M. Vergnes, J.M. Gaillard.

#### *Mathématiques – physique de base*

M. A. Connes, Mme M. Gaillard, MM. S. Liberman, Y. Pétroff.

#### *Sciences physiques pour l'ingénieur*

MM. J.F. Delpech, J.C. Charpentier.

#### *Chimie*

MM. P. Albrecht, R. Zana.

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

MM. Audouze, D. Gautier.

#### *Sciences de la vie*

M. C. Nicolau, Mlle M. Jacob, MM. M. Sotelo, E. Malaise, P. Robel, Mme S. Tyndumont, M. J. Mehler.

#### *Sciences sociales*

M. J. de Bandt, Mme M. Bastid-Bruguère.

#### *Humanités*

Mme M. Yon, M. J. Hamilton.

### maîtres de recherche

#### *Physique nucléaire et physique des particules*

MM. J. Chevallier, J.P. Guillaud, Mlle R. Lombard, M. F. Richard, Mmes C. Thibault, I. Videau, MM. P. Schubelin, B. Vignot.

#### *Mathématiques – physique de base*

MM. J.P. Bourguignon, J.Y. Girard, F. Campi, Y. Pham Xuan, P. Renouard, P.M. Guyon, J.F. Wyart, Mme M. Glass, MM. A. Chedin, M. Collex, R. Le Toullec, J. Flouquet, Y. Berthier, E. du Tremolet, R.

Vacher, Mme C. de Rango, MM. A. Marraud, B. Lang, S. Aubry.

#### *Sciences physiques pour l'ingénieur*

MM. J.S. Lienard, Ph. Colffet, J.C. Laprie, P. Cerez, J.C. Filippini, J. Schmitt, F. Montheillet, L.R. Sochet, Dang Phuoc Ly, Mme M. Piau, Mlle Ch. Bénard.

#### *Chimie*

M. D. Astruc, Mme M. Rey, MM. Th. Govers, P. Cassoux, Y. Ellinger, J.P. Kintzinger, J.C. André, R. Frey, J.P. Contour, G. Maurin, J.L. Debrun, Mme D. Lexa, MM. Ch. Cros, A. Simon, M. Lopes da Cunha, H. Rudler, Mme N. Palloux, MM. J.L. Gras, A. Ahood, J.F. Tocanne, A. Veyrières, Mme R. Jacquesy, MM. M. Vert, A. Michel, Mme J. Josefowicz, M. J. Reynaud.

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

MM. J. Le Contel, J.M. Bosqued, B. Fort, J.L. Masnou, R. Cabry, F. Tolle, R. Trompette, J. Mascle, Mme S. Pouyet, MM. Ph. Taquet, G. Sommeria-Klein, Mme L. Fenaux, M. C. Nguyen Ba.

#### *Sciences de la vie*

Mme M. Bruschi, MM. R. Giege, G. Romey, M. Sartre, Mlle A. Tardieu, M. R. Piotet, Mme J. Yaniv, M. B. Fritig, Mme A. Flamand, MM. Ch. Babinet, B. Rubin, Mme J. Ascher, MM. A. Bourgois, M. Bornens, A. Sarrazin, Mme K. Schwartz, M. D. Averbach, Mlle M. Garabedian, Mme C. Tordet, Mlle O. Guy, J. Lanoir, MM. H. Ben Ari, J.F. Dormont, Mme N. Mayer-Gostan, MM. M. Pion, P. Viviani, S. Giannazzi, M. Demarty, Mme C. Verootte, MM. J. Jouanneau, J. Delachambre, Mme J. Girardie, MM. M. Rapp, F. Blasco.

#### *Sciences sociales*

Mlle M. Martin, D. Lavallée, Mme N. Bissere, Mlle Pitrou, MM. J.C. Thoenig, C. Thouvenot, P. Usselmann, X. Piolle, A. Foulon, G. Duru, A. Mizrahi, T. Wyrwa, J. Klein, A. Godin.

#### *Humanités*

Mme N. Domenichini, MM. M. Werner, M. Lever, A. Blanchard, S. Melikian, S. Sykes, R. Coquin, Y. Solier, H. Barreau, R. Bellour.

#### *Fonctions d'intérêt général*

MM. F. Megard, B. Daugeras.

### chargés de recherche

#### *Physique nucléaire et physique des particules*

MM. N. Carjan, G. Bassompierre, Mme G. Bastin, M. G. Bergdoll, Mme M. Debeauvais, MM. S. Dionisio, P. Fintz, Ph. Leruste, R. Pföhl, Mme N. Poffe, MM. J. Duffo, M. Jaffre, M. Bodjidian, A. Blondel, P. Espigat, M. Chevallier, J.J. Grob, G. Grosdidier, B. Ille, J.P. Engel, F. Vazeille, C. Paulot, J. Van de Wiele, A. Romana, J.P. Pompon, D. Perret-Gallix.

#### *Mathématiques – physique de base*

M. D. Chodnovsky, Mme M. Lejeune, MM. Sirague, S. Jang, P. Sergeant, J. Madore, M. Bray, Mme D. Schiff, MM. C. Bourrely, H. Trommsdorff, A. Sureau, H. Nguyen, Mme G. Tarrago, MM. F. Dupuy, P. Dhez, M.J. Beaus, R. Cinti, J.J. Couderc, J. Daou, C. Paparoditis, C. Terrier, P. Haco, Mlle Th. Merceron, MM. J. Pouliquen, J. Navara, Mme Y. Haget, MM. G. Grange, J. Biellmann, Mme A.M. Vasson, MM. G. Bacquet, R. Becker, B. Diarra, G. Maltsinotis, Mme R. Menegaux, A. Poncet, D. Pinchon, D. Gabay, F. Rodier, Mlle J. Saint-Jean Paulin, Mme M. Vigue, MM. M. Talagrand, M. Yor, F. Elzein, P. Delorme, A. Haraux, M. Coste, Ch. Soule, B. Lascar, A. Raugi, A. Arneodo, J.P. Blaizot, B. Coll, Mme M. Combescure, MM. F. Dautry, L. Gonzales, B. Linet, B. Julia, E. Pellaquier, P. Vieillefosse, H. Deves, B. Grammaticos, Mme C. Allain, MM. M. Gross, C. Fabre, X. Husson, M. Pinard, L. Letamendia, Mme D. Gausyacq, Mlle M. Lamoureux, N. Bras, Mme M. Sizun, MM. J. Botineau, J.P. Grandin, C. Harrel, M. Kanchisa, A. Benoit, J. Collet, J.L. Fave, G. Guichar, R. Legros, F. Livet, R. Mamy, G. Mollet, G. Neu, Mme H. Nodoba, MM. J.C. Parlebas, B. Pavis, L. Piche, J.J. Préjean, A. Castets, G. Bastard, J.P. Lascaray, Mme M. Delaye, M. P. Trebbia, Mme F. Bergaya, MM. A. Bonissent, J. Davenas, D. Le Si, J.M. Ortega, Mme M. Belissent, MM. J. Boucherie, P. Wolfers, M. Knosow, J. Doucet.

#### *Sciences physiques pour l'ingénieur*

MM. G. Cousineau, M. Lamotte, C. Vidalon, B. André, Mme J. Bougnot, M. J. Simonnet, Mme D. Bielle, MM. G. Roblin, J.L. Achard, A. M'Hiri, R. Blanc, J. Vermeesse, J.M. Michel, P. Violan, M. Lallemand, J. Descusse, P. Duchet, J.M. Dumas, J. Sifakis, Mlle O. Sotteau, MM. P. Chastelin, J.F. Sallantin, M. Simonet, D. Bert, P. Cunin, P. Lescanne, B. David, J. Gastinel, D. Powell, P. Frankl, P. Beauvilain, J.E. Bourée, L. Boyer, P. Crozat, J.P. Geindre, J. Hardy, M. Lecuillier, Mlle C.



Meyer, N. Parsaire, MM. D. Pesme, J. Romette, G. Sarrahayrouse, Y. Segui, J. Brunol, P. Tabelling, P. Couillet, P. Adler, Mlle A. Azouni, MM. M. Bailly, Y. Bertin, P. Bontoux, P. Cambray, M. Dahan, O. Daube, Mlle G. Dufre, MM. Cl. Fleuriot, Y. Garrabos, G. Joulin, T. Mathia, H. Miton, P. Paranthoen, G. Poulet, M. Raous, G. Valentin, B. Fantino, J.L. Delfau, Th. Brethau.

## Chimie

Mme S. Besnainou, Mlle F. Chauveau, Mmes C. Delcheff, M.L. Durup, J. Galouzeau, M. Y. Kraljic, Mme H. Strzelecka, MM. A. Lopez-Campillo, P. Cordier, Mlle Fallavier, MM. E. Graf, A. Amariglio, J. Bandiera, Mme M. Briand, MM. J. Desbarres, G. Douheret, J.C. Dran, Mmes Y. Gault, M. Perie, MM. Y. Llabador, Ch. Barthon, Mme D. Colaitis, Mlle M. Harmelin, MM. J. Le Hericy, D. Louer, R. Marchand, Mmes C. Tourne, C. Linares, MM. J.L. Doremieux, M. Sedrati, C. Huynh, T. Nguyen, Y. Vo Quang, Mlle L. Wartski, MM. C. Petrus, T. Prange, D. Grierson, G. Saint Ruf, G. Aranda, Mmes D. Do Khac Manh, C. Ouannes, MM. V. Villanueva, B. Müssch, T. Nguyen Huu, Mmes C. Fougnot, A.M. Meffroy, MM. J. Dayantis, F. Pochon, Z. Mankowski, G. Beinert, Y. Merle, R. Barone, D. Ceccaldi, Mme C. Chopard, MM. B. Denise, M. Drache, C. Laurence, C. Lapinte, G. Lavigne, Mme J. Michon, M. S. Poignant, Mme M.M. Rohmer, MM. A. Samat, J.Y. Sallau, D. Solgadi, G. Simonneaux, P. Hilbert, Mme M.T. Rayez, MM. J.L. Pascal, P. Batail, L. Rodchuser, Mlle J. Jordanov, MM. A. Maisonnat, C. Perrin, V. Barci, Mme N. Jaffrezic, MM. J. Le Coeur, J. Portefaix, J.P. Raymond, O. Benaude, B. Boderie, A. Deronzier, P. Dumas, F. Fajula, D. Menetrier, C. Mirodatos, Mlle M.F. Rivet, MM. G. Duplaire, S. Régner, C. Amatore, P. Marcus, G. Tourillon, Mme F. Ehrburger, MM. L. Roullier, E. Schouler, G. Bergeret, M. Audier, R. Grynszpan, D. Gratiat, B. Granier, L. Van den Bulcke, J.C. Viala, J.F. Maréche, J. Durand, M. Drillon, G. Campet, J. Biétry, F. Studert, C. Godart, P. Colombar, G. Dhalenne, J.C. Blazewski, P. Cayzergues, B. Cases, L. Chiche, Mlle D. Dugat, MM. J. Escudie, J.Y. Nedelec, J. Valnot, P. Metzner, C. Miskowski, Mme C. Santini, M.A. Guingant, Mme F. Rose, MM. A. Alexakis, A. Lopez, H. Biancou, Mlle S. Lavielle, M. Y. Nakatani, Mlle E. Triffieff, MM. M. Mullier, J. Bernassau, J. Fourneron, G. Puzo, J.R. Pougny, J.P. Samama, Mlle J. Thierry, M. J. Eustache, Mme A. Olesker, MM. J.C. Florent, R. Andrianalisoa, J. Capillon, Mme F. Clouet, MM. P. de Kipper, J.P. Jarry, Mme J. Lecourtier, MM. L. Leibler, B. Malfroy, J. Selb, J.P. Utile, V.H. Tran, G. Clouet, J. Boissonade, A. Deffieux.

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

MM. J.P. Poyet, L. Nottale, M. Lachiere-Rey, Mlle A.M. Fringant, M. S. Koutchmy, Mme Y. Leblanc, MM. Z. Mouradian, M. Semel, Mme C. Vant'Veer, MM. F. Glangaud, M. Rabinovitch, J. Amosse, Mmes C. Mmaurel, A. Persiell, M. A. Guillaume, Mme L. Beauvais, Mlle J.

Vilatte, MM. Paquereau, M. J. Roman, Mlle S. Wencz, Mme D. Russel, MM. J.P. Klein, R. Daumas, H. Delmas, P. Admirat, R. Masse, D. Benest, Mmes N. Cornilleau, E. Falgarone, MM. M. Festou, K. Hurley, E. Jamin, P. Lamy, Y. Langevin, Mme M. Maucherat, MM. A. Maucherat, C. Perron, R. Pottellette, Mlle A. Pouquet, MM. G. Reinisch, J.A. Sauvaud, G. Serra, E. Simmoneau, F. Mignard, J.J. Aly, J. Fernandez, G. Stasinska, A. Locacheux, C. Audren, B. Bonin, G. Calas, C. Fouillat, I. Gaballah, Y. Gueguen, Mlle E. Soler, MM. A. Galdeano, P. Fluck, Mme A. Arnaud, MM. M. Bourbon, P. Janvier, Mme C. Mosser, MM. F. Paris, P. Rachebatuf, J.P. Sue, B. Bossang, D. Cadet, A. Dinot, M. Fiala, P. Mayzaud, G. Szejwach, P. Mestayer, Y. Pointin, G. Slawyk.

## Sciences de la vie

MM. L. Aggerback, P. Vachette, Mme J. Gabarro-Arpa, M. A. Sasaki, Mme M.T. Chawet, M. Dang Ba Phn, Mme F. Hayes, M. A. Jauregui, Mmes J. Jolles, N. Limozin, A. Mazen, J. Robert, P. Szabo, M. G. Sander, Mmes M.R. Chevallier, J. Clément, Mlle H. Ionesco, Mmes L. Marcaud, J. Proust, B. Safars, N. Sicard, S. Teff, M. J. Hoebeke, Mme A. Ebel, Mlle S. Sampey, Mmes J. Pages, J. Grégoire, S. Harth, F. Bernardi, M. G. Dighiero, Mmes E. Merlin, S. Orbach, MM. E. Delain, P. Goube de la Forest, A. Samao, Mmes M. Schmidt, M. Defais, MM. Dang Quoc Quan, R.P. Dechambre, Mme C. Gardey, M. I. Goldstein, Mlle D. Guillard, MM. A. Sassine, A. Foutz, A. Coulombe, Mme G. Di Costanzo, Mlle Y. Dupuis, M. S. Zwingelstein, Mme N. Bonaventure, S. Libouban, M. M. Goswami, Mlle A. Cohen, Mme O. Rome, MM. P.M. Brunetti, X. Cuny, Mme B. de Bardies, MM. P. Guiton, G. Wittersheim, M. Schiff, M. Castroviejo, J. Dietrich, Mme E. Pörsch, M. J.P. Carde, Mmes C. Hubac, N. Michaux, L. Lazard, M. Papillon, M. J. Senaud, Mmes B. Moreteau, M.C. Desset, MM. L. Amoureux, R. Fons, M. Couteaux, Mme E. Fustec, M. J. Lescure, Mmes E. Deudon, G. Faugeron, MM. A. Expert Besançon, J.P. Frenoy, I. Moya, C. Penit, Y. Plancke, Mme L. Sibilli, M. P. Broquet, Mmes L. Letellier, L. Grosjean, MM. M. Springer, P. Stiegler, J. Teissie, J.L. Rank, B. Guizard, C. Benicourt, J.P. Arsanto, H. Boucherie, A. Buhet, G. Cathala, G. Chavancy, D. Contamine, R. D'Ari, A. Kay, Mme N. Levêque, M. O. Raibaud, Mme H. Skala, M. R. Brethnach, Mme I. Benveniste, MM. M. Kress, R. Whalen, D. Pardo, Mlle N. Defer, MM. G. Moyne, J.M. Claverie, Mlle M.L. Thieuland, MM. J. Cartaud, J.M. Dubois, J. Mallet, C. Roy, Mmes A. Burtel, M. Héry, A. Faivre, Mlle A.M. Lennon, Mme C. Marchand, Mlle C. Sumida, MM. A. Marty, C. Mirre, Mme M. Chesselet, Mlle L. Mécarelli, O. Dubois, Mme M. Marx, M. P. Lemay, Mme A. Cahour, M. G. Chacuat, Mlle A. Weber, MM. Quan Phoc Canh, F. Audubert, J. Couturier, Mme C. Lugnier, MM. J.L. Butour, B. Crozatier, Mlle C. Hubert, M. P. Kern, Mmes C. Legrand, M. Rosset, M. A. de Caro, Mlle M. Aumailley, M. R. Magoux, Mme M.C. Lacombe, M. C. Kitahama, Mme N. Larmicool, MM. G. Alonso, J. Armand, G. Hilaire, G. Imbert, G. Legal-Lasalle, Y. Le Maho, R. Maugot, J.P. Libert, B. Briaud, Mlle M. Keller, Mlle A. Ne-

hlig, E. Pinard, MM. G. Raymond, M. Rouny, J.C. Rostain, A. Schilling, V. Candas, J.M. Hoc, Mmes A.M. Melot, G. Paicheler, V. Pouthas, Mlle C. Fabrigoule, MM. Y. Guiard, P. Perruchet, M. Haug, Mlle S. Bedu, M. R. Bligny, Mme M. Bouillon, E. Delens, B. Gabriac, MM. P. Crouzis, M. Hideux, Mlle A. Hourmant, MM. M. Laboue, J.P. Lassalles, J.J. Lequay, B. Pineau, C. Roux, Mme S. Acker, Mlle P. Fleurat-Lessard, Mme J. Albertini, MM. C. Biémont, J.R. Bonami, R. Brossot, Dang Duc Can, A. Deray, Mme D. Hoffmann, M. A. Muenoz-Cuevas, Mme J. Perus, MM. C. Watter, P. Roch, R. Lespinasse, J.L. Gallia, J.F. Dubremetz, P. Noël, Mlle F. Gaill, M. G. Boucher, Mmes E. Richardot-Coulet, C. Amiard, M. J.C. Amiard.

## Sciences sociales

Mlle M. Palau Marti, M. Z. Ligers, Mlle P. Marquer, M. R. Sillans, Mme M. Heffer, MM. A. Ichon, J. Gutwirth, O. Kourchid, Mme M.E. Chonchoi de Ferreira, Mlle M. Dagnaud, MM. X. Gaulhier, H.P. Jeudy, B. Falaha-Lumi, N. Abdi, B. Poche, A. Jeanet, A. Mostassime, Mme A. Vulquin, M. J. Revel-Mouroz, Mlle D. Leborgne, MM. R. Darbera, A. Zylberberg, J.J. Chapoutot, D. Cornuel, B. Pradelles, B. Real, J.C. Saily, F. Faure-Soulet, M. Obradovic, R. Prats, Mlle Guyomar, MM. C. Cadart, P. Mak, M. Keul, C. Bouville, Mlle A. Geistdoerfer, MM. J. Monnier, B. Lortat-Jacob, H. Thomas, C. Chauchat, G. Toffin, C. Delmet, Mlle H. Pagery, M. P. Bidou, Mlle M. Julien, MM. Y. Delaporte, M. Adéles, J.M. Dugonjon, Mme D. Stordeur, M. F. Damianakos, Mmes I. Leonetti, D. Hervieu, MM. J.Y. Nevers, A. Zehraoui, Mme D. Gialer, M. R. Duong, Mme M.A. Fioravanti, MM. J. Padoleau, S. Terry, J. Saglio, M. Cherkouvi, J.P. Deler, A. Durand-Lasserve, G. Riou, J.C. Yvard, G. Fabre, F. Galette, G. Lubeigt, J.P. Martin, A. Smolar, J.F. Germe, B. Planque, G. Prat, D. Finou, A. Guengant, C. Maistre, L. Mallet, Mme A. Gueullette, M. T. Pairsult, A. Silen, A. Masson, Mlle N. Charbonnel, M. C. Coulon, Mlle N. Mayer, Mme M. Malic, MM. J.L. Bilon, E. Landowski, J.C. Santucci, C. Bernard, A. Zysberg, F. Laplanche, C. Québel, G. Delille, E. Meyer, A. Bideau, Mme B. Barret, M. P. Robrieux.

## Humanités

Mme G. Ducos, Mlle B. Weiss, Mme M.T. Boyer, Mlle C. Jeudy, MM. H. Giordan, R. Chollet, N. Musso, Mlle C. Delplance, MM. G. Roquet, J.C. Martzloff, Mme F. Grillot, M. G. Ducotez, Mme B. Michael, MM. P. Akamatsu, J.C. Vadot, Mlle A. Spycket, MM. N. Sed, A. Bazzana, Mme M. Troickouff, MM. C. Lagrand, G. Fouet, Mlle Y. Gonzales de Andia, Mme M. Bertrand, M. F. Ferrier, Mme F. Zaslowski, MM. N. Blumenkranz, G. Lista, Nguyen Phu Phong, Mme J. Scherrer, MM. G. Taylor, T. Wignesan, P.Y. Lambert, F. Alvarez-Pereyre, P. Boyeldieu, A. Peyraube, Mme G. Hasenohr, MM. P. Gardy, J.C. Bonnet, Mlle A. Walblinger, MM. E. Junod, T. Drew-Bear, J. Berlandini, MM. J. Mallet, G. Hennequin, F. Garnier, J.P. Molénat, Mme F. Widemann, M. M. Py, Mme E. Malamut, Mlle C. Bilot, C. Balmelle, A. de Jaeger, MM. E. Weber, A. Arfa, J. Texier, R. Brague, H. Hugonnard-Roche.

# A l'affiche

## au jour le jour

18 février. Paris  
Réunion du comité scientifique du CNRS.  
11 mars. Paris  
Réunion du conseil du CNRS.

### Publications de la direction des relations extérieures

- La recherche en sciences humaines - sciences sociales 1979-1980.
- Le CNRS en Champagne-Lorraine.
- Images des sciences de la vie - 1979, supplément au n° 37 du Courrier du CNRS.
- Programme PIRDES : principaux résultats 1979-1980 et perspectives à court terme.
- Organisation du CNRS - janvier 1981.

### Erratum

Dans « 1979-1980 Images de la chimie » un auteur a été oublié dans la liste des collaborateurs qui figure en page 3. Il s'agit de S. Flandrois, maître de recherche au Centre de recherche Paul Pascal à Talence, qui a rédigé avec P. Delhaes l'article « Les conducteurs organiques ».

### Calendrier des colloques internationaux du CNRS organisés en 1981

9-12 mars. Paris  
« Le temps chrétien » (de la fin de l'Antiquité au Moyen-Âge / III<sup>e</sup>-XIII<sup>e</sup> siècles) organisé par M. le professeur Ch. Pietri, directeur du Centre de recherche sur le Christianisme ancien et l'Antiquité tardive (LA 167), université de Paris IV ; M. le professeur G. Dagron, directeur du centre « Histoire et civilisation de Byzance » (LA 186), Collège de France ; M. J. Le Goff, directeur d'études à l'EHESS.  
16-20 mars. Paris et Aussois  
« Non-linéarités dues aux états excités et non-linéarités multirésonnantes dans les solides » organisé par M. D.S. Chems, responsable du département « Optique des matériaux et transitions de phase » (LA 250), CNET - Bagneux.  
6-9 avril. Paris (université de Paris VI)  
« L'interaction photon-photon » organisé par M. G. London, maître de recherche au CNRS - Laboratoire de physique nucléaire et hautes énergies, université Pierre et Marie Curie.  
13-17 avril. Paris (Bibliothèque centrale du Muséum national d'histoire naturelle)  
« La spécificité parasitaire des parasites de vertébrés » organisé par M. le professeur A.G. Chabaud, directeur du Laboratoire de zoologie des vers (LA 114), MNHN.

7-8 mai. Rouen

« La néphrotoxicité des antibiotiques » organisé par M. le professeur J.P. Fillastre - Hôpital de Bois-Guillaume, Rouen.

11-13 mai. Villefranche-sur-Mer

« L'écologie du microzooplancton » organisé par M. le professeur Bougis, directeur de la station zoologique de Villefranche-sur-Mer.

15-19 juin. Marseille (Centre international de rencontres mathématiques)

« La théorie des graphes et la combinatoire » organisé par MM. C. Bergé, directeur de recherche au CNRS, directeur de l'ER 175 - Centre de mathématique sociale, EHESS ; F. Sterboul, professeur à l'université de Lille I (ER 175) - Centre de mathématiques sociales, EHESS ; J.F. Maurras, professeur à l'université de Paris XII.

15-19 juin. Villars-de-Lans

« Le comportement plastique des solides anisotropes » organisé par M. J.P. Boehler, maître-assistant à l'université de Grenoble I - Institut de mécanique.

22-28 juin. Tautavel (Pyrénées orientales)

« Datations absolues et analyses isotopiques en Préhistoire - méthodes et limites » organisé par MM. H. de Lumley, professeur au Muséum national d'histoire naturelle - Laboratoire d'anatomie comparée ; J. Labeyrie, directeur du Centre des faibles radioactivités du CNRS, Gif.

### Mathématiques, physique de base

Séjours de longue durée de personnalités scientifiques étrangères

Séjour au Laboratoire de gravitation et cosmologie relativistes (ERA 533) de Paris :

- de M. Fred I. Cooperstock, professeur de physique à l'université de Victoria (Canada), de septembre 1980 à juin 1981 ;

- de M. John Stachel, professeur de physique à l'université de Boston, détaché à l'Institut for advanced studies de Princeton (Etats-Unis), du 1<sup>er</sup> janvier au 30 septembre 1981.

### Sciences physiques pour l'ingénieur

Séjour de longue durée de personnalité scientifique étrangère

Séjour au Laboratoire des signaux et systèmes de Gif-sur-Yvette de M. le professeur S.S. Lamba de l'Institut universitaire de technologie de New-Delhi jusqu'au 31 mars 1981.

### Rencontres

7-10 avril. Charleston (Etats-Unis)

Symposium international « Electrophoresis 81 » consacré aux développements de l'électrophorèse, de la focalisation isoelectrique et de l'isotachophorèse. Pour tous renseignements, s'adresser au Dr. R.C. Allen, medical university of South Carolina, Laboratory animal medicine - 171 Ashley avenue, Charleston, S.C. 29403 (Etats-Unis).

23-26 août. Minak (URSS)

8<sup>ème</sup> colloque international sur la dynamique des gaz des explosions et des systèmes réactifs, organisé par le professeur R.I. Soloukhine, directeur de l'Institut de transfert de chaleur et de matière sous les auspices de l'Académie des sciences de la Biélorussie. Pour tous renseignements, s'adresser au professeur N. Manson, Laboratoire d'énergétique et de détonique, ENSMA - rue Guillaume VII, 86034 Poitiers Cedex.

14-17 septembre. Toulouse  
11<sup>ème</sup> conférence européenne sur l'étude des dispositifs à l'état solide (ESSDERC 81) et 6<sup>ème</sup> symposium sur la technologie des dispositifs à l'état solide (SSSDT 81). Organisé par le Laboratoire d'automatique et d'analyse des systèmes et le Centre national des télécommunications (Meylan), l'ESSDERC traitera de la physique des composants électroniques et des circuits intégrés. Il couvre les domaines du silicium, de l'arséniure de gallium et des autres matériaux utilisés en microélectronique. Il est largement ouvert sur les grandes filières telles que : circuits intégrés logiques et analogiques, mémoires, capteurs, microélectronique cryogénique, cellules solaires, etc... Pour tous renseignements, s'adresser à M. Gérard Sarraयरrouse, LAAS du CNRS - 7, avenue du Colonel Roche, 31400 Toulouse.

### Chimie

#### Rencontres

14-15 mai. Nancy

« Journées de calorimétrie et d'analyse thermique » organisées par l'Association française de calorimétrie et d'analyse thermique. Pour tous renseignements, s'adresser au secrétariat des JCAT 81, M. J. Hertz, Laboratoire de thermodynamique métallurgique, université de Nancy I, Case officielle n° 140 - 54037 Nancy Cedex - tél. : (8) 328.93.93 poste 2076.

9-10 juillet. Villeurbanne

2<sup>ème</sup> colloque national du GRECO « Oxydes de carbone » sur les oxydes de carbone

et les molécules en CL. Pour tous renseignements, s'adresser à M. le professeur M. Guisnet, Laboratoire de chimie VII, université de Poitiers - 40, avenue Recteur Pineau, 86022 Poitiers Cedex - ou au docteur I. Tkatchenko, Institut de recherches sur la catalyse - 2, avenue A. Einstein, 69626 Villeurbanne Cedex.

30 août-4 septembre. Saint Maximin  
22ème réunion du groupe d'étude de chimie organique. Pour tous renseignements, s'adresser à M. H.P. Husson, Institut de chimie des substances naturelles, 91190 Gif-sur-Yvette.

14-18 septembre. Paris  
34ème réunion internationale de la Société de chimie physique « Aspects microscopiques de l'adhésion et de la lubrification ». Pour tous renseignements, s'adresser à la Société de chimie physique - 10, rue Vauquelin, 75231 Paris Cedex.

## Divers

### Ecole d'été

L'Institut d'études avancées de l'OTAN organise une école d'été sur les matériaux céramiques de type Nitride qui se tiendra à l'université de Sussex (Brighton) du 27 juillet au 7 août 1981. Pour tous renseignements, s'adresser à M. Billy, Centre de recherches et d'études céramiques, faculté des sciences - 123, rue Albert Thomas, 87060 Limoges Cedex.

## Sciences de la vie

### Séjours de longue durée de personnalités scientifiques étrangères

Séjours au Laboratoire de génétique moléculaire des eucaryotes de Strasbourg pour leur année sabbatique :

- du docteur Philip Coffino, university of California, San Francisco, dans le cadre des échanges CNRS/NIH (National institute of health), pour étudier la transformation de cellules animales par des gènes clonés inductibles par les hormones stéroïdes femelles ;

- du docteur Marvin Paul, Colorado state university, Fort Collins (Etats-Unis), dans le cadre du Senior international fellowship of the Fogarty international center of NIH, pour étudier les mécanismes moléculaires responsables de la spécificité de la transcription des gènes ribosomiques.

Séjours au Laboratoire de physiologie respiratoire de Strasbourg :

- de John Shield, professeur associé de zoologie à l'université de Perth (Australie), d'août 1980 à mars 1981, pour étudier la dépense d'énergie liée à l'osmorégulation chez l'écrevisse ;

- de Jerry Gillespie, professeur de physiologie, Ecole de médecine et de médecine vétérinaire, université de Californie, Davis, Californie (Etats-Unis), de septembre 1980 à septembre 1981, pour faire une étude comparative des régimes ventilatoires des oiseaux et des mammifères ;

- de Yoshikazu Sakakibara, professeur assistant, Département de physiologie, université de Chiba (Japon) de novembre 1980 à janvier 1982, pour étudier les régulations respiratoires chez les crustacés d'eau douce.

Séjour à l'équipe de neurobiologie des régulations (ER 218) de Paris du docteur Simon Nigel Thornton, Laboratoire de physiologie de l'université de Cambridge pour une année, dans le cadre d'un European exchange program fellowship de la Royal society ; ses travaux porteront sur la soif et ses stimuli physiologiques.

## Rencontres

9-20 mars. Paris

Cycle d'études de pharmacologie cellulaire organisé par le Laboratoire de pharmacologie cellulaire de l'Ecole pratique des hautes études. Pour tous renseignements, s'adresser à Mme M. Adolphe - 15, rue de l'école de médecine, 75006 Paris.

4-8 mai. Strasbourg

Colloque sur le thème : régulation du métabolisme du glycogène dans des cellules *in vitro*. Pour tous renseignements, s'adresser à M. Jean-Paul Beck, Institut de physiologie et de chimie biologique - 21, rue René Descartes, 67000 Strasbourg - tél. (88) 61.69.00, ou à M. Alain Zweibaum, INSERM U 178, Hôpital Broussais - 96, rue Didot, 75674 Paris Cedex 16 - tél. : 543.32.82.

19-23 mai. Deauville

Réunion GESA XI sur les thèmes suivants : acide lysergique et dérivés antagonistes des mouvements calciques. Pour tous renseignements, s'adresser à J.F. Giudicelli, service de pharmacologie clinique, Hôpital de Bicêtre - 78, rue du Général Leclerc, 94270 Le Kremlin-Bicêtre - tél. : 677.81.77 poste 307.

3-4 juin. Lyon

Journées d'études ADITEC 81 sur les corps gras, production, alimentation, diététique. Pour tous renseignements, s'adresser à Christiane Rochas, Association alimentation et diététique, technologie et marketing, Institut Pasteur de Lyon - 77, rue Pasteur, 69365 Lyon Cedex 2 - tél. : (7) 835.80.01 - (7) 872.35.09.

29 septembre-2 octobre. Paris

Session d'études sur les applications des réactions nucléaires à l'analyse des milieux biologiques, organisée par l'Institut national des sciences et techniques nucléaires en collaboration avec : le Laboratoire d'analyse par activation « Pierre Sue » - CEA/CNRS de Saclay ; le Laboratoire d'analyse par réactions nucléaires du service d'études analytiques du CEA Saclay ; le service hospitalier « Frédéric Joliot » d'Orsay - CEA Orsay ; le Laboratoire échanges cellulaires - Faculté des sciences de Rouen, MU. Pour tous renseignements, s'adresser à M. J.L. Chevalier, Laboratoire « Pierre Sue », CEA-Saclay - 91191 Gif-sur-Yvette Cedex - tél. : 908.23.05.

## Divers

### Prix de physiopathologie

Le prochain prix de physiopathologie, professeur Lucien Dautrebande, triennal, sera décerné dans le courant de l'année 1982. Les candidatures, accompagnées des documents annexes, devront être déposées au siège de la Fondation, avant le 31 décembre 1981. Tous renseignements concernant ce prix peuvent être obtenus auprès du docteur Stalport - 35, chaussée de Liège, 5200 Huy (Belgique).

## Sciences de l'homme

### Rencontre

25-30 mai. Cortona (Italie)

Colloque international sur « Formes de contact et procès de transformations dans les sociétés anciennes Orient et Occident », organisé par le Centre de recherches d'histoire ancienne « Esclavage et formes de dépendance dans l'Antiquité » (ERA 520) sous l'autorité de l'Ecole normale supérieure de Pisa et de l'Ecole française de Rome. Pour tous renseignements, s'adresser à A. Daubigny, Centre de recherches

d'histoire ancienne - 30, rue Mégevand, 23030 Besançon Cedex.

## Expositions

29 novembre 1980 - 19 avril 1981

Exposition « L'instrument de musique populaire usages et symboles » préparée par le Département d'ethnomusicologie du Musée national des arts et traditions populaires ; cette exposition développe le thème des instruments régionaux français sous divers aspects : pluralité des significations, des rôles et des pratiques de l'instrument dans la société traditionnelle ; universalité du fait musical et instrumental appréhendé à travers ses parcours (espace, temps) ; permanence et mobilité de l'instrument et de ses affectations dans différents milieux sociaux ; dimension symbolique touchant à l'instrument et au son qu'il émet. Une illustration sonore intégrée anime la présentation.

L'exposition réunit pour la première fois des collections (instruments de musique et objets archéologiques, sculptures, tableaux, estampes, recueils, ... s'y rapportant) provenant non seulement du musée des ATP, mais de nombreux musées de Paris et de la région parisienne, de province et de l'étranger.

4 février-20 avril 1981. Paris

Le Laboratoire de préhistoire du Muséum national d'histoire naturelle et le Laboratoire « L'homme préhistorique, son évolution, son milieu, ses activités » (LA 184), organisent au musée de l'Homme, sous la direction du professeur Henry de Lumley, une exposition intitulée « L'art préhistorique dans les Alpes occidentales ». Cette exposition présente, sous forme de relevés grandeur nature, de photos, de moulages, quelques-unes des 100 000 gravures de l'âge du bronze, que renferme, à la frontière franco-italienne, à plus de 2 000 m d'altitude, la vallée des Merveilles. Grâce à la collaboration du professeur Anati, une partie de l'exposition est réservée au site italien du Val Camonica. C'est ainsi qu'on pourra admirer les représentations d'armes (poignards, lames, hallebardes) qui permettent la datation du site, les représentations d'animaux (essentiellement corniformes), les figures anthropomorphes (dont le célèbre « Chef de tribu ») et les figures géométriques (réseaux, croix et étoiles). L'ensemble de ces gravures rupestres constitue l'un des plus beaux témoignages de l'art protohistorique.

## Divers

### Association Bernard Grégory

Une association pour favoriser l'emploi des jeunes scientifiques formés par la recherche a été créée. Elle regroupe les trente-deux bourses de l'emploi ainsi que des entreprises intéressées. La mission de la recherche du ministère des universités, la délégation à l'innovation et la technologie du ministère de l'industrie, le secrétariat général à la formation professionnelle et la délégation générale à la recherche scientifique et technique y participent.

### Ecole d'été

Ecole d'été « Informatique et mathématiques en sciences sociales » organisée du 17 août au 4 septembre par l'administration déléguée du CNRS à Grenoble, le Centre de recherche de l'Institut d'études politiques de Grenoble et l'UER informatique et mathématiques en sciences sociales de l'université des sciences sociales de Grenoble. Pour tous renseignements, s'adresser à M. Bouhet, CNRS, service formation permanente, 166 X, Centre de tri, 38042 Grenoble Cedex.



## Comité national Session de printemps 1981

DATES			SALLE DU CONSEIL	SALLE JEAN PERRIN	SALLE HENRI LAUGIER
MARS	L	2			
	MA	3	XIX - PHYSICO-CHIMIE		XXXVI - ETUDES LINGUIST.
	ME	4	XIX - DES	XXXIV - SCIENCES	XXXVI - ET LITTERAIRES
	J	5	XIX - POLYMERES	XXXIV - JURIDIQUES	XXXVI - FRANCAISES
	V	6		XXXIV - ET POLITIQUES	
	L	9			
	MA	10	VIII - PHYSIQUE	XXV - PHYSIOLOGIE	
	ME	11	VIII - ATOMIQUE ET	XXV -	XVIII - CHIMIE
	J	12	VIII - MOLECULAIRE	XXV -	XVIII - ORGANIQUE
	V	13		XXV - (LE MATIN)	XVIII - BIOLOGIE
	L	16		XXXVII - CIVILISATIONS	
	MA	17	XXVII - BIOLOGIE ET	XXXVII - CLASSIQUES	XXX - ANTHROPOLOGIE
	ME	18	XXVII - PHYSIOLOGIE	III - ELECTRONIQUE	XXX - PREHISTOIRE
	J	19	XXVII - VEGETALES	III - OPTIQUE	XXX - ETHNOLOGIE
	V	20		III -	XXX - ILE MATIN
	L	23			
	MA	24	IX - STRUCTURE ET	XV - GEOLOGIE	XXI - BIOLOGIE
	ME	25	IX - DYNAMIQUE	XV - SEDIMENTAIRE	XXI - CELLULAIRE
	J	26	IX - MOLECULAIRE	XV - ET PALEONTOLOGIE	XXI -
	V	27	IX - ILE MATIN		XXI -
AVRIL	L	30	XXXIX - ANTIQUITES		
	MA	31	XXXIX - NATIONALES	XII - PHYSIQUE DES	
	ME	1	XL - HISTOIRE	XII - SOLIDES	XIV - GEOPHYSIQUE
	J	2	XL - MODERNE ET	XII -	XIV - ET GEOLOGIE
	V	3	XL - CONTEMPORAINE	XII - (LE MATIN)	XIV - INTERNE
	L	6			
	MA	7	X - PHYSICO-CHIMIE	XXVIII - BIOLOGIE	XXXV - LINGUISTIQUE
	ME	8	X - DES INTERACTIONS	XXVIII - ANIMALE	XXXV - GENERALE
	J	9	X - ET DES INTERFACES	XXVIII -	XXXV -
	V	10			

### VACANCES DE PRINTEMPS 1981 DU LUNDI 13 AU VENDREDI 24 AVRIL

MAI	L	27			
	MA	28	XXXII - GEOGRAPHIE	XXIX - ECOLOGIE	V - PHYSIQUE
	ME	29	XXXII -	XXIX -	V - THEORIQUE
	J	30	XXXII -	XXIX -	V -
	V	1			
	L	4			
	MA	5	XLI - PHILOSOPHIE	XX - BIOCHIMIE	
	ME	6	XLI - EPISTEMOLOGIE	XX -	IV - MECANIQUE
	J	7	XLI -	XX -	IV - ENERGETIQUE
	V	8		XX - (LE MATIN)	IV -
	L	11			
	MA	12	XVI - OCEANOGRAPHIE		XXXI - SOCIOLOGIE ET
	ME	13	XVI - ET PHYSIQUE DE	I - MATHEMATIQUES ET	XXXI - DEMOGRAPHIE
	J	14	XVI - L'ATMOSPHERE	I - MODELES	XXXI -
	V	15		I - MATHEMATIQUES	
	L	18			
	MA	19		XVII - SYNTHESE	XXIII - PATHOLOGIE
	ME	20	II - INFORMATIQUE	XVII - ORGANIQUE	XXIII - EXPERIMENTALE
	J	21	II - AUTOMATIQUE	XVII - ET REACTIVITE	XXIII - ET COMPAREE
	V	22	II -		
	L	25	XXVI - PSYCHOLOGIE ET	XXXIII - SCIENCES	XXXVIII - LANGUES ET
	MA	26	XXVI - PSYCHOPHYSIOLOGIE	XXXIII - ECONOMIQUES	XXXVIII - CIVILISATIONS
	ME	27	XXVI -	XXXIII -	XXXVIII - ORIENTALES
	J	28	ASCENSION	ASCENSION	ASCENSION
	V	29			
JUIN	L	1			
	MA	2	XXIV - THERAPEUTIQUE		XI - CHIMIE DES
	ME	3	XXIV - EXPERIMENTALE	XIII - CRISTALLOGRAPHIE	XI - MATERIAUX
	J	4	XXIV - PHARMACOLOGIE	XIII -	XI - SOLIDES
	V	5		XIII -	
	L	8	PENTECOTE	PENTECOTE	PENTECOTE
	MA	9	VI - PHYSIQUE		
	ME	10	VI - NUCLEAIRE ET	XXII - BIOLOGIE DES	VII - ASTRONOMIE ET
	J	11	VI - CORPUSCULAIRE	XXII - INTERACTIONS	VII - ENVIRONNEMENT
	V	12	VI -	XXII - CELLULAIRES	VII - PLANETAIRE



# Bibliographie

## périodiques du CNRS septembre-décembre 1980

Annales de géophysique : tome 36 - fasc. 3-4/1980  
Annales de la nutrition et de l'alimentation : vol. 34 - fasc. 2-3/1980  
Protistologica : tome XVI - fasc. 2-3/1980  
Revue française de sociologie : vol. XXI - fasc. 4/1980  
Archives de zoologie expérimentale et générale : tome 122 - fasc. 2/1980  
Revue d'études comparatives Est-Ouest : vol. XI - fasc. 4/1980  
Economie de l'énergie : n° 8-9-10-11/1980  
Animaux de laboratoire : n° 8-9-10-11/1980  
Revue de l'art : n° 48/1980  
Archives des sciences sociales des religions : n° 50, 1/1980

## ouvrages parus aux éditions du CNRS septembre-décembre 1980

### Chimie

Chemical and physical aspects of catalytic oxidation - aspects chimiques et physiques de la catalyse d'oxydation. - Responsables : J.L. Portefaix, F. Figueras. - Compte-rendu de la réunion pluridisciplinaire de Lyon (mai 1978) ; oxydation en phase liquide homogène ; aspects mécanistiques de la réaction chimique ; description physico-chimique des oxydes ; relations entre processus catalytiques et électrochimiques ; préparation et utilité des catalyseurs modèles et réels. (14 communications en anglais).

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

Source mechanism and earthquake prediction / Mécanismes et prévisions des séismes. - Hommage au professeur Jean Coulomb. - Direction : C.J. Allègre (IPG Paris, janvier 1978). - Ouvrage de références

sur les séismes. Quelques thèmes : vitesse sismique, atténuation et rhéologie du manteau supérieur, détermination des régions et des époques de forts séismes, observations des phénomènes géophysiques et la prévision sismique, les mouvements de plaques actuels. (8 communications dont 7 en anglais).

La stratigraphie du Mésozoïque à l'aide des fossiles siliceux et des nanofossiles calcaires. - Comparaisons entre les échelles stratigraphiques en milieu épicocontinental et en milieu océanique (26<sup>e</sup> congrès géologique international, 1ère partie) - cahiers de micropaléontologie 2/1980. (Communications en anglais).

### Sciences de la vie

Schéma-schémas et activités mnémotechniques. - Responsable : A. Moreau. - Rappel et rapprochement des travaux et théories antérieurs ; quatre expériences sur le rôle du schéma dans l'acquisition et l'évocation des informations en relation avec plusieurs facteurs.

Le transfert dans les tâches d'ajustement balistique. - Lancers de basket-ball. - Monographies françaises de psychologie n° 51. - Responsable : J.P. Migeon. - Contribution à l'étude du transfert proprement dit entre deux tâches plus ou moins similaires d'ajustement perceptivo-moteur ; analyse des mécanismes de régulation visuomotrice communs aux deux lancers ; vérification expérimentale des hypothèses et interprétation des résultats.

Dessin et personnalité chez l'enfant. - Etudes à partir d'une épreuve multiple de dessins. - Monographies françaises de psychologie n° 52. - Responsable : D. Engelhart. - Le dessin peut-il constituer un test ? Objet de cette recherche qui s'appuie sur le dessin d'enfants (9 à 12 ans) représentant « une maison, un arbre, un personnage » (Buck, 1947) ; la discrimination, par cette expérience, des dessins d'enfants « normaux » de ceux d'enfants « pathologiques », première étape vers un système de référence cohérent.

### Sciences sociales

Annuaire français de droit international - Tome XXV, 1979. - Etudes et chroniques sur des questions de droit international public et de relations internationales, ainsi que sur la pratique et la jurisprudence ;

chronologie des faits concernant le droit international ; bibliographie des livres et études récemment parus.

La Courneuve. - Histoire d'une localité de la région parisienne des origines à 1900. - Responsable : A. Lombard-Jourdan, avec le concours de la municipalité de La Courneuve. - Située dans un espace marécageux, la « Cour neuve » reste isolée pendant des siècles, mais à partir de 1800 connaît un essor spectaculaire ; cet ouvrage fait revivre tout le passé de la localité, son isolement, la vie de ses habitants, pauvres et riches, leurs relations, jusqu'aux transformations du XIX<sup>e</sup> siècle.

Bibliographie annuelle de l'histoire de France du cinquième siècle à 1958 - tome XXV, année 1979. - Centre de documentation sciences humaines / Institut d'histoire moderne et contemporaine. - Responsables : C. Albert-Samuel, B. Moreau, S. Postel-Leococq. - Recensement des ouvrages et articles parus en France et à l'étranger sur l'histoire de France. Pour 1979 : 10 937 références réparties dans les différentes sections de la bibliographie ; 1 820 périodiques et 300 mélanges et congrès dépouillés. Classement des inventaires d'archives, des catalogues de bibliothèques et des musées selon leur localisation géographique (par ordre alphabétique).

Cahiers de l'Euphrate n° 2 - ouvrage collectif du Centre de recherches archéologiques. - Recherches effectuées en Syrie : description de la céramique des Tell As-soud, sa position chronologique et géographique au Proche-Orient ; fouilles sur le site néolithique d'El Kowm et reconnaissance de la région ; étude de la dentition des habitants de Mureybet.

Les types d'agriculture en France (1970) - essai méthodologique - Mémoires et documents de géographie. - Responsables : J. Bonnamour et Ch. Gillette. - Etablissement d'une typologie agricole par région : procédant par classification en fonction des critères internationaux, reposant sur les données foncières (taille et production des exploitations), les données fonctionnelles (apport de travail et méthodes culturales), les caractères de la production (productivité de sol et du travail, commercialisation), les caractères structurels ; permettant de recenser les modèles internationaux réalisés en France, les modèles particuliers à la France et de dresser une carte agricole.

Le Chili - La terre et les hommes. - Responsables : J. Borde, R. Santana-Aguilar. - Approche géographique pour la compréhension de la nation chilienne. Principaux thèmes : le cadre naturel, les structures démographiques, l'économie, les mutations.

Géographie historique du village et de la maison rurale. - Colloque du Centre de recherches sur l'occupation du sol et le peuplement dans le midi de la France. - Responsable : Ch. Higounet, Bazas, 19-21 octobre 1978. - Rencontre multidisciplinaire sur les apports récents de l'histoire et de l'archéologie à l'explication de l'habitat rural. Deux thèmes essentiels : les castelnaux et les maisons à empilage de l'Agennais. Etudes sur l'Afrique du Nord et les Etats-Unis (New Jersey). (15 communications en français, 1 en anglais).

Le marché local du travail. - Critique d'un concept et propositions. - Responsable : L. Mallet. - Marché et travail ; marché du travail et espace géographique ; marché local et système local de l'emploi.

Bibliographie de la péninsule arabique - sciences de l'homme. - Fasc. 1 : titres concernant toute la péninsule. - Responsable : P. Bonnefant. - Premier fascicule d'une série bibliographique consacrée aux ouvrages, articles et rapports sur les sociétés de la péninsule arabique et leur formation.

Mariage et famille en question/III - L'évolution contemporaine du droit allemand - Institut de droit comparé de l'université Jean Moulin (Lyon III). - Responsable : H.A. Schwarz-Liebertmann von Wahlen-dorf. - Changements fondamentaux ces 80 dernières années et ce, jusqu'en janvier 1979 : conception individualiste du mariage ; reconnaissance des « communautés de vie » assimilables au mariage ; régimes matrimoniaux, effets patrimoniaux ; le divorce ; protection des enfants légitimes et illégitimes ; l'adoption ; tutelle et curatelle ; filiation.

Négoce et industrie en France et en Irlande aux XVIII<sup>e</sup> et XIX<sup>e</sup> siècles - Actes du colloque franco-irlandais d'histoire - Bordeaux, mai 1978. - Organisateurs : L.M. Cullen et P. Butel. - Analyses des communautés marchandes, de leurs conditions de travail, de leurs orientations particulières (pêche de Terre-Neuve, tropisme indien, poids de la course barbaresque) ; soulignant la mobilité des personnes et des capitaux le rôle de groupes actifs ; approche des problèmes du capitalisme commercial et de l'industrie ; de l'originalité de centres de négoce et d'industrie (tels que : Belfast, Lyon, Marseille et Paris). (13 communications dont 7 en anglais).

Esprit créole et conscience nationale - (essais sur la formation des consciences nationales en Amérique latine). - Institut d'études ibériques et ibéro-américaines / université de Bordeaux III - Responsable : J. Pérez. - Origines du créolisme dans la vice-royauté du Pérou ; F. de Aguirre poursuivi par l'inquisition ; identité nationale ou identité créole au Mexique ; positions discriminatoires envers les populations de couleur, à Cuba (début XIX<sup>e</sup> siècle) ; impressions d'Argentine (2<sup>e</sup> partie du XIX<sup>e</sup> siècle).

Les migrations internationales de la fin du XVIII<sup>e</sup> siècle à nos jours. - Colloque à Wuppertal en 1974, séance du 14<sup>e</sup> congrès international des sciences historiques à San Francisco en 1975. - Responsables : W. Conze, D. Demarco, J. Droz, D. Fauvel-Rouff et G. Dupeux. - Commission internationale d'histoire des mouvements sociaux et des structures sociales. - Enquête sur les mouvements migratoires ; méthodes quantitatives appliquées à l'étude des grands déplacements de population ; mécanisme et typologie ; les effets de la migration dans les pays de départ et les pays d'accueil ; intégration des immigrants et

leur contribution à l'évolution des sociétés. (30 communications dont 15 en anglais).

Grands notables du premier Empire - vol. 6. - Direction : L. Bergeron, G. Chaussinand-Nogaret - Alpes maritimes, Corse : J.Y. Coppolani ; Aude : J.C. Gégot ; Pyrénées orientales : G. Gavignaud ; Bouches-du-Rhône : P. Gueyraud. A partir des sources nationales, départementales ou privées, reconstitution des carrières des élites de la France post-révolutionnaire (éléments familiaux, professionnels, politiques).

Crise et croissance de l'industrie lyonnaise (1850-1900). - Responsable : P. Cayez. - Recherche sur la transformation des structures et l'évolution conjoncturelle de l'industrie lyonnaise ; industrialisation de la fabrique, effondrement de la sidérurgie, dispersion des bases d'une première industrie chimique, essor des petites et moyennes entreprises de transformation.

## Humanités

Etudes celtiques (XVII<sup>e</sup> siècle-1980) - fondées par J. Vendryes. - Responsables : L. Fleuriot (président du comité de rédaction). - Etudes archéologiques ; recherches étymologiques et littéraires sur la réalité complexe du phénomène celtique de l'Europe protohistorique.

Antiquités africaines - tome 15 - 1980 - Hommage à Jean Lassus (2). - Etudes archéologiques et historiques sur l'Afrique du Nord depuis la Protohistoire jusqu'à la conquête arabe.

Paléorient - vol. 5 - 1979. - Responsables : J. Perrot, B. Vandermeersch. - Revue pluridisciplinaire consacrée à l'étude de la vie et des conditions de vie des populations dans le sud-ouest asiatique, aux temps préhistoriques et protohistoriques.

La prospection archéologique de la vallée du Nil au sud de la Cataracte de Dal (Nubie oudanaise). - Section française de recherches archéologiques / Sudan antiquities services. - Responsable : A. Vila. - L'étude de la nécropole de Missimilia s'étend sur trois fascicules : les sépultures napatéennes ; les sépultures méroïtiques ; les sépultures du groupe X et les sépultures chrétiennes.

Epître aux Romains V - VIII Structure littéraire et sens. - Responsables : P. Lamarque, Ch. Le Dû. - La recherche sur les différents procédés littéraires employés dans cette épître a pour objet de reconnaître et de suivre la progression de la pensée de Paul : la prééminence de la foi sur la loi dans l'existence chrétienne.

Catalogue des manuscrits marocains de la collection Klagsbald - Etudes de paléographie hébraïque. - Responsable : V. Klagsbald - préface : G. Vajda. - Inventaire bilingue (arabe-français) de textes religieux, consultations de loi juédique, narrations historiques, poésies liturgiques ou paraliturgiques ; mention des dates, des auteurs, de la provenance (fonds Abensour, le plus souvent) et brève analyse ; index des lieux, des matières, des ouvrages, des noms, des poèmes, des bakkachot, des élé-gies du Neuf Ab, des modes.

Correspondance du Père Marin Merse-nne - tome XIV - Responsables : C. de Waard et A. Beaulieu. - Echange de lettres entre Merse-nne, Descartes, Torricelli, Gassendi, Hobbes, Cavendish, Roberval, Huygens, etc., en l'année 1646, avec pour thèmes ma-

jeurs le centre de percussion, les problèmes de la cycloïde et les controverses autour de l'Aristarque de Roberra.

## ouvrages parus avec le concours du CNRS septembre-décembre 1980

### Mathématiques - physique de base

Physique de la matière dense - Colloque international du CNRS, 17-21 septembre 1979, Paris. - Journal de physique - Société française de physique.

Semiconducteurs magnétiques - Colloque international du CNRS, 10-13 septembre 1979, Montpellier. - Journal de physique - Société française de physique.

Spin polarized - Quantum systems - Colloque international du CNRS, 21-26 avril 1980, Aussois. - Journal de physique - Société française de physique.

Laser induced nucleation in solids - 4-6 octobre 1979, Masny-St-Jean, Mons (Belgique). - Journal de physique - Société française de physique.

Lattice defects in ionic crystal - Third Europhysics Topical conference, 17-21 septembre 1979, university of Canterbury. - Journal de physique - Société française de physique.

International conference on Mössbauer spectroscopy - 10-14 septembre 1979, Portoroz (Yougoslavie). - Journal de physique - Société française de physique.

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

Synthèse paléogéographique du Jurassique français - Documents H.S. 5, 1980. - Groupe français d'étude du Jurassique - Université Claude Bernard, département des sciences de la terre, Villeurbanne.

Compte-rendu de l'excursion Massif Armoricain, Limousin-Maures - Problèmes du Calédonien en France. - Organisée par le groupe de travail français du projet PICG n° 27, Calédonide Orogen et la « Table ronde itinérante du CNRS sur les problèmes de la chaîne calédonienne », 23 septembre-1<sup>er</sup> octobre 1977 - Laboratoire de géologie dynamique - Faculté des sciences techniques de St-Jérôme, Marseille.

Livre jubilaire du cent cinquantième (1830-1980). - Société géologique de France.

Les dasycladacées du Paléocène supérieur et de l'Eocène du bassin de Paris. - Patrick Genot - Société géologique de France.

Les mécanismes de l'altération des granites et le rôle des microsystèmes - Etude des arènes du massif granitique de Parthenay (Deux-Sèvres). - Alain Meunier - Société géologique de France.

Géologie des Taurides occidentales (Turquie). - Marcel Gutnic, Olivier Monod, André Poisson et Jean-François Dumont - Société géologique de France.

Altération des massifs cristallins basiques en zone tropicale sèche - Etude de quelques toposequences en Haute-Volta. - Jean-Claude Pion - Université Louis Pasteur de Strasbourg - Institut de géologie.

Ecosystèmes continentaux du Mésozoïque. - Première table ronde internationale, Paris, les 5-10 septembre 1978, Institut de paléontologie du Muséum national d'histoire naturelle - Société géologique de France.

Les séliens du crétacé supérieur du Liban : II. Batoides. - Henri Cappetta - Laboratoire de paléontologie - Université de Montpellier.

Les schistes et calcaires de l'Armorique. - Coordinateur : Yves Plusquellec - Société géologique et minéralogique de Bretagne. Trilobites ordoviciens du Massif Armorica. - Jean-Louis Henry - Société géologique et minéralogique de Bretagne.

L'interface air-océan, aspects physico-chimiques et biologiques. - Institut océanographique.

## Sciences de la vie

Electrorecepteurs. - T. Szabo - Journal de physiologie.

Les problèmes de l'espèce dans le règne animal - tome III. - Collectif - Société zoologique de France.

Corps création entre lettres et psychanalyse. - Sous la direction de Jean Guillaumin - Presses universitaires de Lyon.

## Sciences sociales

Doctrina Christianna - Le Pater Noster - Recherches américaines, 2. - Joaquin Galarza et A. Monod-Becquelin - Société d'ethnographie.

Têtes rouges et bouches noires. - Altan Gokalp - Société d'ethnographie.

L'abri sous-roche de la Baume d'Arlempdes (Haute-Loire) - Préhistoire et histoire. - André Crémillieux, J.E. Brochier, J.P. Dougas, P. Elouard, J. Evin, M. Philibert et L. Simonnet - Association des cahiers de la Haute-Loire.

Introduction à l'étude de l'univers Wayapi - Ethnoécologie des Indiens de Haut-Oyapock (Guyane française). - Pierre Grenand - SELAF.

La mère et l'outil - Contribution à l'étude sémantique du tissage rural dans la Bulgarie actuelle. - Georges Drettas - SELAF.

Techniques et économie des pygmées Baining. - Lucien Demesse - Institut d'ethnologie.

Micro-édition - sciences humaines 1979. - Archives et documents - Institut d'ethnologie.

L'architecture rurale française - Provence. - Christian Bromberger, Jacques Lacroix, Henri Raulin - Berger-Levrault.

Système d'enseignement et division sociale au Liban. - Nakhle Wehbe, Adnan El-Amine - Editions Le Sycomore.

Anneey-Thonon - Carte climatique détaillée. - Equipe de recherche n° 30 - Responsable : Ch. P. Péguy - Editions Ophrys.

L'interprétation par le juge des règles écrites (Journées louisianaises), tome XXIX.

1978. - Travaux de l'association Henri Capitant - Editions Economica.

Juifs en Pologne. - Pawel Korzec - Presses de la Fondation nationale des sciences politiques.

El Nuevo Mundo descubierta por Cristobal Colon - Comedia de Lope de Vega Carpio. - Edition critique, commentée et annotée par J. Lemartinel et Charles Minguet - Presses universitaires de Lille.

Mao Zedong - Les trois années noires - Inédite (1959-1962). - Chronologie, index et notes par Dominique Lusinchi et Michèle Rodière - Editions Le Sycomore.

Les papiers de Richelieu - Index des tomes I, II et III - Corrections et additions (1624-1628). - Pierre Grillon - Editions Pedone.

## Humanités

Dictionnaire birman-français (fascicule 3). - Denise Bernot - SELAF.

Images de la femme dans la littérature italienne de la Renaissance - Préjugés misogynes et aspirations nouvelles. - Centre de recherche sur la Renaissance italienne - Université de la Sorbonne nouvelle.

Rites et traditions de Huachichil. - Gerald Taylor - Editions l'Harmattan.

Proust ou le roman de la différence. - Serge Gaubert - Presses universitaires de Lyon.

Jean-Joseph Cassané de Mondoville - Virtuose, compositeur et chef d'orchestre. - Roberte Machard - Centre international de documentation occitane - Société de musicologie du Languedoc.

Lancelot - Tome VII. - Edition critique par Alexandre Micha - Librairie Droz.

Linguistique, philologie, stylistique - Tome XVIII, 1. - Centre de philologie et de littérature romanes de l'université de Strasbourg - Librairie Klincksieck.

Manuel du français du Moyen-Age - 2. Syntaxe du moyen français. - Robert Martin et Marc Wilmet - Société bordelaise de diffusion des travaux de lettres et sciences humaines - Diffusion : éditions Bière, Bordeaux.

L'année philologique 1978. - Juliette Ernst.

Viktor Poeschl et William C. West - Société d'édition Les Belles Lettres.

Le palais de Mallia et la cité minoenne - 2 tomes. - Henri Van Effenterre - Editions Dell'Ateneo, Rome.

Dinu Theodoroscu - Le chapiteau ionique grec. - Centre de recherche d'histoire et de philologie de la IVème section de l'EPHE - Librairie Droz.

L'Arménie entre Byzance et l'Islam depuis la conquête arabe jusqu'en 886 - J. Laurent, Armenian library of the Calouste Gulbenkian foundation. - Nouvelle édition revue et mise à jour par M. Canard - Librairie Bertrand, Lisbonne.

Le divan magique. - Hélène Desmet-Grégoire - Editions Le Sycomore.

Le tableau du bœuf du printemps - Etude d'une page de l'almanach chinois. - Carole Morgan - Institut des hautes études chinoises.

Pad Nam I Yazdan - Etude d'épigraphie, de numismatique et d'histoire de l'Iran ancien. - Ph. Gignoux, R. Curiel, R. Gysélen, Cl. Herrenschmidt - Publications du conseil scientifique de la Sorbonne nouvelle - Diffusion : librairie Klincksieck.

Les Castelnau de la Gascogne médiévale. - Benoît Cursente - Fédération historique du sud-ouest.

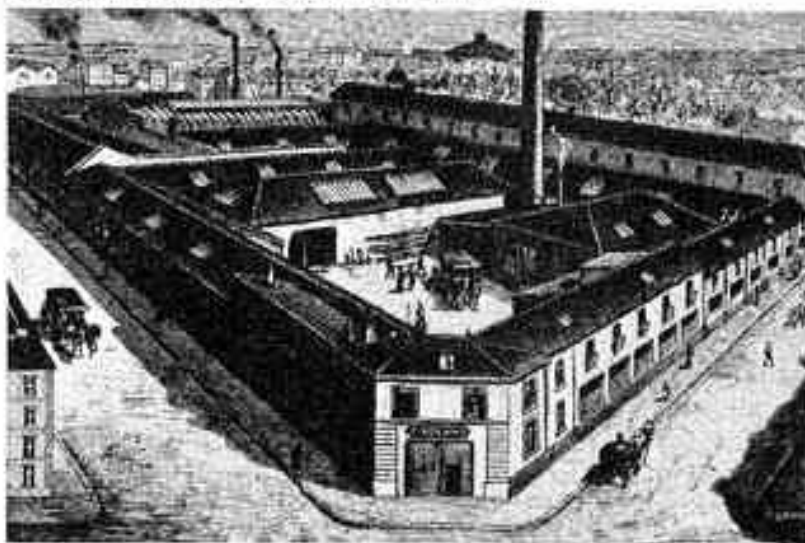
Bronzes antiques - II. Instrumentum, Aegyptiaca. - Stéphanie Boucher, Gustave Perdu et Michel Feugère - Musée de la civilisation gallo-romaine à Lyon - Diffusion De Boccard.

Inventaire des sites archéologiques non monumentaux de Champagne - II. Vestiges d'habitat seigneurial fortifié des Ardennes et de la vallée de l'Aisne. - Michel Bur, avec la collaboration de J.P. Boureau et B. Lefèvre - ARERS, Reims.

La céramique commune gallo-romaine dans le nord de la France (Nord, Pas-de-Calais). - Marie Tuffreau-Libre - Presses universitaires de Lille.

Johann Kepler : les fondements de l'optique moderne : pralipomènes à Vitellion (1604). - Traduction et notes par Catherine Chevalley - Editions Vrin.

L'accueil des idées de Sadi Carnot - de la légende à l'histoire. - Pietro Redondi - Editions Vrin.



Crises et croissance de l'industrie lyonnaise (1850-1900) - Pierre Cayez.

