

Le courrier du CNRS 25

Auteur(s) : CNRS

Les folios

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

92 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 25, 1977-07

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

Consulté le 13/01/2026 sur la plate-forme EMAN :

<https://eman-archives.org/ComiteHistoireCNRS/items/show/116>

Présentation

Date(s)1977-07

Genrepériodique

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

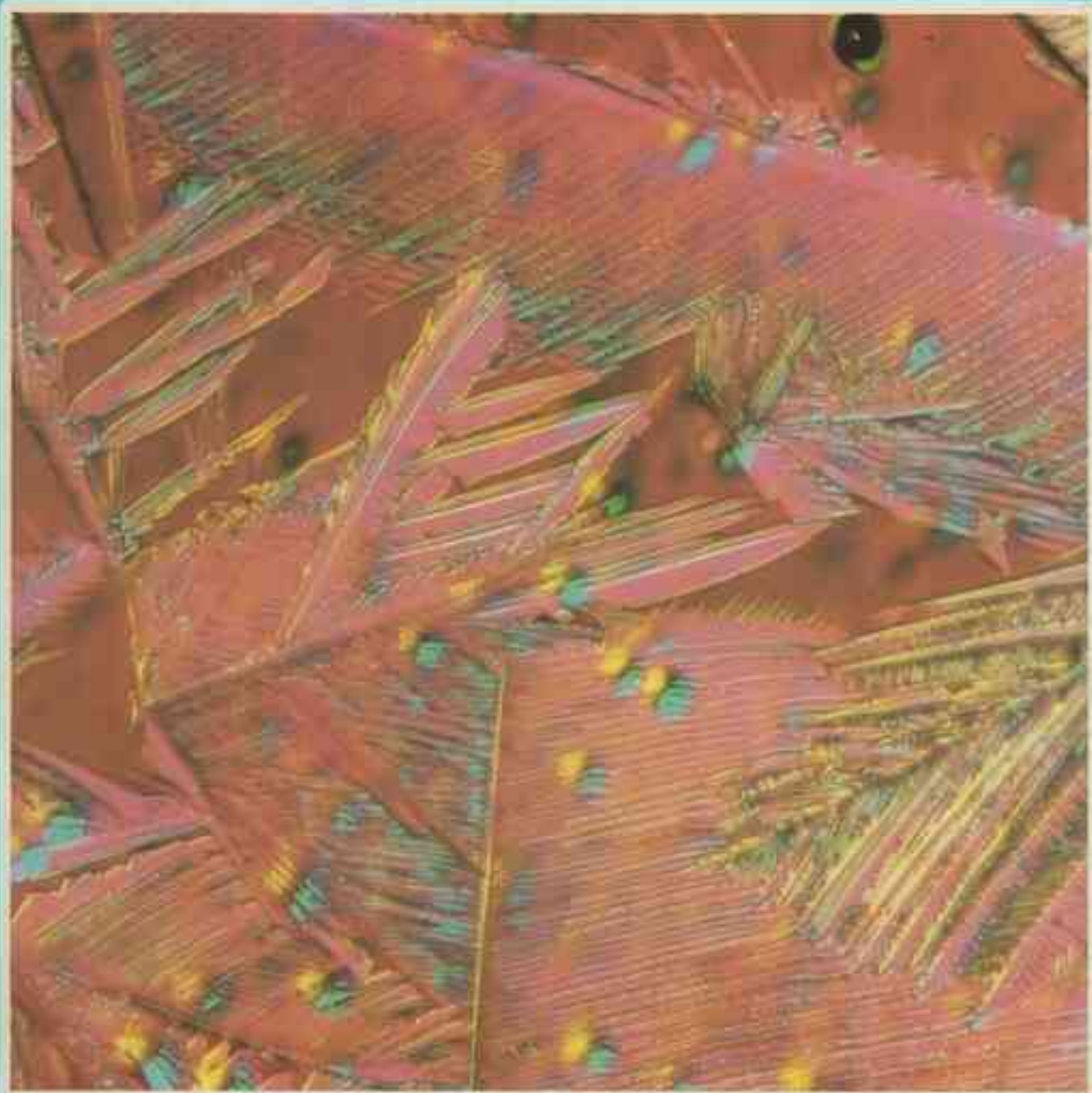
CollationA4

Description & Analyse

Nombre de pages 92

Notice créée par [Valérie Burgos](#) Notice créée le 18/09/2023 Dernière modification le 17/11/2023

LE COURRIER DU CNRS



N° 25 - JUILLET 1977 - 10 F

25

JUILLET

1977

LE COURRIER DU CNRS

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

Directeur de la publication
René Audé

Rédacteur en chef
René Audé

Secrétaire de rédaction
Martine Chabrier - Elia

Comité de rédaction
Pierre Catala

Jean-Dieter Dardel
Georges Duby
Daniel Gautier
Alain Giraud
Yves Grafmeyer
James Hébliot
Robert Klapiach
Jacques Lhage

Geneviève Néva
Henri Peronnin
Pierre Potier
Martine Alain Régnault
Jean Rouch
Philippe Waldteufel

Entretiens
Monique Mounier

Photo 1 de couverture :
Vue, en contraste interférentiel à polarisation,
de la surface d'un acier à 10 % de chrome
après un traitement de quelques minutes à
1 100°C dans une atmosphère d'hydrogène
contenant des traces de vapeur d'eau, suite
oxydée à l'air quelques minutes. Etudes effec-
tuées par N. Barbotin et J. Durr, physico-
chimie des surfaces (ERA 213) : Claude Hecart
(CEN Saclay).

Photo 4 de couverture :
In Melaten, Fozes (Libya) : grotte sur gne
d'âge Pléistocène supérieur et Holocène. Mis-
sion N. Petit-Maire, laboratoire de géologie du
quaternaire : tirage Robert Villaret, service
photographique - Bellevue.

Abonnements et ventes au numéro
Le numéro 10 F
Abonnement annuel : 32 F
Don bulletin d'abonnement (p. 97 et 98)
Éditeur du CNRS
15, quai Anatole France - 75700 Paris
C.C.P. Paris 9131-63

Tout changement d'adresse doit être signalé
au secrétariat de rédaction.

Nous remercions les auteurs et les organi-
smes qui ont participé à la rédaction de ce bulletin. Les interventions ont été rédigées par le com-
ité de rédaction.

Les textes et illustrations peuvent être repro-
duits sous réserve de l'autorisation du direc-
teur de la publication.

ISSN 2-222-96060-0

© Centre National de la Recherche Scientifique

ENTRETIEN AVEC
Maurice Doumenc

2

LE POINT
LES PHOSPHORITES DU QUERCY

Louis de Bonis, Jean-Yves Crochet, Jean-Louis Hertenberger,
Robert Hoffatatter, Jean-Claude Rage, Bernard Sigé, Jean Sudre,
Monique Vianey-Liaud



6

PLEINS FEUX SUR
LA GEODESIE SPATIALE

Jean Kovalewski

12

REFLEXION SUR
CHIMIE 2000

Jean Cantacuzène

22

A LA DECOUVERTE
LA FIN DU MONDE DES CHASSEURS
ET LA NAISSANCE DE LA GUERRE

Max Escalon de Fonton

28

LES ATP
LES ATP EN PHYSIQUE DE BASE
ET MATHÉMATIQUES

Jean-François Delpech, Jean Gavoret, Jean Manus,
Pierre Lallemand, Jacques Winter

34

BILAN D'UNE ATP

Jean Philibert, Jean-Paul Poirier

43

A PROPOS
LES PREMIERS GALETS AMÉNAGÉS
DU VILLAFRANCHIEN D'Auvergne

Christian Guth, Odile Bœuf

46

LA COOPERATION INTERNATIONALE
LE TELESCOPE CANADA-FRANCE-HAWAII

Roger Gayrol



48

EPHEMERIDES

55

LA VIE DES LABORATOIRES

62

A L'AFFICHE

82

DU CÔTÉ DE L'ANVAR
UN EXEMPLE DE COOPERATION MULTIPLE



86

BIBLIOGRAPHIE

88

Maurice DOUMENC



Monsieur Maurice Doumenc, Président du comité des relations industrielles du CNRS a bien voulu faire le point sur le développement et les perspectives des relations du CNRS avec l'industrie, à l'intention des lecteurs du « Courrier du CNRS ».

L'ouverture du CNRS vers le monde socio-économique est le fruit de la volonté affirmée, de part et d'autre, de sortir d'une sorte de méconnaissance mutuelle.

La création, voici quatre ans, du comité des relations industrielles, structure « institutionnelle » de dialogue et de propositions, a largement contribué à favoriser cette ouverture.

Parallèlement à cette nouvelle forme d'échanges, les formations de recherche du CNRS ont poursuivi et intensifié dans chaque secteur leurs propres actions pour faire mieux connaître au monde industriel les résultats de leurs travaux.

Il s'agit là de deux formes différentes mais également nécessaires de l'effort constant qui est fait par les chercheurs et par le monde socio-économique au bénéfice de la communauté nationale toute entière.

Depuis longtemps déjà, on parle en France de la nécessité de la liaison recherche-industrie. On a beaucoup parlé, on a agi aussi. Des structures ont été élaborées... Où en est-on aujourd'hui ?

Si, vous le voyez, le vocable de « recherche », on évoque toute la gamme inventive de l'esprit humain – depuis les spéculations les plus théoriques jusqu'aux mises au point technologiques – on peut dire que de tout temps l'industrie n'a fait qu'appliquer les découvertes ainsi faites et que, réciproquement, le souci d'améliorer cette mise à disposition des biens a toujours constitué une forte incitation au développement des connaissances. L'astronomie des Égyptiens, la géométrie euclidienne et l'hydrostatique d'Archimède avaient, en leur temps, un but pratique, une finalité « industrielle ».

Pour nous qui sommes marqués de l'esprit du siècle des lumières et de l'héritage des Saint-Simoniens, parler, au plan des principes, d'une nécessité de liaison entre la recherche et l'industrie, apparaît alors comme une évidence.

Mais si l'on s'exprime en termes de relations entre les universités et les autres organismes publics de recherche fondamentale et les structures concentrées qui caractérisent l'industrie moderne, cette question prend tout son sens et elle est bien d'actualité : rappelons à titre de point de départ quelque peu négatif qu'au colloque de Caen en novembre 1966, sur l'enseignement supérieur et la recherche, le souci des relations avec l'industrie avait été complètement relégué des préoccupations des participants à cette rencontre.

Depuis dix ans, les choses ont évolué, non seulement en paroles, – car il est vrai qu'on en a beaucoup parlé ! – mais aussi en actions. On a vu se créer les associations, dites ADER, qui entourent les universités, notamment celle de Paris en 1965 ; puis, dans le cadre de la réforme de 1968, les conseils d'universités ont accueilli des industries : en 1971, c'est la création

des délégués aux relations industrielles ; enfin, en 1973, le CNRS met en place un organisme de coordination, le comité des relations industrielles – le CRIN –, dont nous aurons l'occasion de reparler.

N'y a-t-il pas eu quelques réticences à ce rapprochement de deux mondes étrangers ?

Disons plutôt deux mondes distincts. Mais il est vrai qu'à vouloir se définir, ils en sont parfois arrivés à s'opposer. C'est un phénomène sociologique bien connu, puisqu'il est à la base même des nationalismes : toute structuration naissante se doit d'accentuer les caractères spécifiques qui la justifient.

Or, il y a eu structuration. Les conditions de la recherche ont beaucoup évolué au cours de ces dernières décennies ; ce n'est plus l'œuvre de savants individuels, mais un travail d'équipes, souvent pluridisciplinaires, dotées de moyens importants ; et la création du CNRS, qui remonte à l'avant-guerre, est une pièce maîtresse de cette évolution. Rappelons qu'en 1935, Jean Perrin déplorait que la recherche fût considérée comme « une facilité donnée aux professeurs sur laquelle l'administration fermait les yeux ! ». De son côté, l'industrie s'est concentrée, donnant naissance à des groupes puissants ; décidés à s'engager dans la voie de l'innovation, ces groupes se sont dotés d'unités de recherche et de développement adaptées à cette finalité.

Finalité... Voilà un premier mot-clé tout naturellement lâché. Il est bien facile, en effet, d'opposer la recherche fondamentale, – qui se veut pure et désintéressée, ayant pour seule finalité de faire progresser la connaissance humaine –, au monde de l'industrie – qui, par définition est dépendant des demandes du marché, à tel point qu'on l'accuse volontiers de créer ce marché, et qui connaît des contraintes de rentabilité et d'efficacité qui le rendent quelque peu « impur ».

intervient ensuite le problème de la formation des équipes : la tradition française veut que les cadres industriels soient recrutés essentiellement parmi les diplômés des écoles d'ingénieurs et reçoivent leur formation complémentaire au sein même des entreprises. Les titres universitaires, les années vouées à la recherche, même spécialisée, ne sont pas aisément valorisables pour une carrière industrielle, n'en constituant en tout cas pas la « voie royale ». D'où une absence de perméabilité réciproque qui tend à s'ériger en système.

On peut effectivement évoquer les réticences... Mais on peut aussi, à partir de cette analyse, ayant conscience des difficultés, mettre l'accent sur toutes les occasions de rencontres, de meilleure connaissance, de travail en commun, qui ont caractérisé l'évolution de ces dernières années. Et si l'on cherche les raisons de ce rapprochement, on les trouve bien évidemment dans la volonté des hommes, ce qui est la meilleure raison d'espérer pour l'avenir.

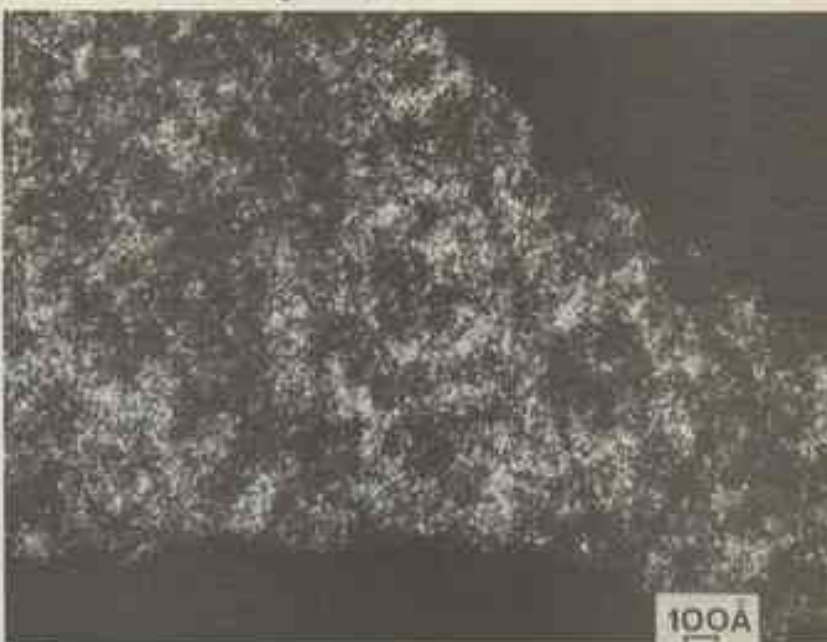
Comment caractériser l'effort de recherche fait aujourd'hui par l'industrie. Comporte-t-il une part de recherche fondamentale ?

Dans l'effort total de recherche et développement fait par la France en 1976, effort estimé à vingt-six milliards de francs, — avec l'incertitude que renferme inéluctablement toute estimation dans un domaine aussi difficile à bien délimiter — les laboratoires de l'industrie sont réputés en avoir exécuté 59 % contre 41 % dans les laboratoires de l'Etat.

Au plan de la prise en charge, la répartition est sensiblement différente : les entreprises industrielles publiques ou privées en ont couverts 39 % sur leurs ressources propres ; elles ont reçu environ 3 % d'aides remboursables ou de subventions diverses de l'Etat, lequel a supporté directement 58 % de la dépense pour ses besoins civils et militaires. Comme vous le voyez, cela veut dire que l'Etat fait largement appel à l'industrie pour assurer son propre programme de recherches. C'est sans doute une politique moins systématique que dans d'autres pays, mais il convenait, je pense, de le souligner.

Soulignons aussi ce chiffre de 39 % caractérisant la part de recherches prise en charge directement par l'industrie. C'est un effort considérable, qui a été soutenu tout au long de la décennie, — avec un accroissement du

Evaluation du potentiel pétrolier d'un gisement - Kéroghène à potentiel pétrolier moyen. Orientation moléculaire localisée (traces 200 Å).



ratio de l'ordre de 1 à 2 % par an —, mais qui se trouve remis en question par la crise que nous vivons.

Est-il d'ailleurs absolument sûr que, comme je viens de l'indiquer, l'effort ait été croissant au fil des années ? Ne serait-ce pas plutôt l'effet d'une meilleure connaissance de ce qui est réellement fait en matière de recherche, l'outil statistique suffisant avec la prise de conscience du problème... En tout état de cause, cela veut dire que l'industrie est de plus en plus consciente de l'importance de la recherche. C'est ainsi que, dans beaucoup de familles professionnelles, notamment celles structurellement divisées, où la dimension des unités est généralement insuffisante pour justifier des cellules de recherche individuelles, se sont développés des organismes corporatifs, les centres techniques professionnels, auxquels on doit beaucoup en matière d'introduction des innovations.

Quelles sont les parts relatives de la recherche fondamentale et de la recherche appliquée ? Soyons nets, les industriels n'ont pas pour vocation de faire de la recherche fondamentale ; ils n'en faisaient pratiquement pas dans le passé et ce n'est qu'exceptionnellement, parce que la concentration industrielle évoquée précédemment a donné naissance à de très grands groupes ou parce que se sont développées des techniques très avancées, — comme l'électronique —, que l'industrie s'est trouvée engagée dans des

voies de recherche fondamentale. Et dans ce cas, la liaison avec les organismes publics est toujours étroite.

Ce que vous indiquez est-il vrai dans tous les secteurs de l'industrie ou en est-il de plus ou moins bien couverts ?

En ce qui concerne la recherche technique, toutes les professions y ont recours, à un niveau plus ou moins élevé. En ce qui concerne le recours à la recherche fondamentale, il est des secteurs pour lesquels c'est absolument indispensable, car cela conditionne l'accès au marché. C'est le cas de la chimie, de la physique de la matière, des processus énergétiques... qui peut prétendre ne pas risquer de voir ses techniques traditionnelles bouleversées par l'apparition de procédés ou de produits apportés par des voies totalement nouvelles ? Des domaines aussi divers que l'informatique, la reprographie, les fibres composites... et même l'équipement ménager avec les fours à micro-ondes en sont aussi de bons exemples.

Ceci dit, le recours systématique aux recherches de base est aujourd'hui l'apanage des industries de pointe, où les techniques sont en évolution continue et rapide et où, parallèlement, les marges d'autofinancement demeurent à chaque étape d'un niveau suffisant pour couvrir cette évolution. Il y a là un phénomène autoporteur dont l'exemple a été donné ces dernières années, par l'électronique et la métallurgie fine.

Quelle est plus précisément la position de l'industrie à l'égard de la recherche faite tant au CNRS qu'au sein des universités ?

Puisqu'aussi bien l'effort de recherche fondamentale est avant tout le fait du CNRS et des universités, l'industrie considère comme essentiel pour son ressourcement, son développement, ses chances d'avenir, que cet effort soit important et fécond. Elle souhaite pouvoir disposer d'une base nationale, au moins égale et si possible meilleure que celle dont disposent ses concurrents étrangers. Elle est donc en position de « demandeur », prête à puiser dans le réservoir que représente le monde scientifique – universités, CNRS, organismes de recherche à vocation spécifique – en matière de connaissances, d'hommes et d'idées. L'industrie est, en revanche, plus réservée lorsque ces mêmes instances s'engagent en aval dans le domaine des applications. Peut-être faut-il faire la part dans ces réticences, d'un souci de protection égoïste. Mais bien plutôt, il faut y voir la crainte d'orientations mal adaptées aux besoins réels du développement industriel qui doit y faire suite : quand la concertation existe, l'inquiétude disparaît et c'est dans cet esprit qu'il faut comprendre l'effort de coopération qui se développe aujourd'hui avec les laboratoires s'appliquant aux sciences de l'ingénieur.

De même que nous avons appliqué le qualificatif de « demandeur », à la démarche de l'industrie, il faut souligner le fait que le monde de la recherche s'est décidé à se mettre en position de « vendeur » avec toutes les adaptations réciproques qui permettent les vrais échanges.

Il ne faut pas oublier enfin le rôle joué à cet égard par les interventions de l'Etat. C'est un fait nouveau et important : depuis la création de la DGRST, c'est-à-dire depuis une vingtaine d'années, les occasions d'échange se sont multipliées au rythme de la mise en œuvre des « actions concertées ».

En ce qui concerne plus spécialement le CNRS ?

Je crois pouvoir dire que, sans aucunement nuire à sa vocation fondamentale et générale, le CNRS s'est résolument placé en position de « vendeur » vis-à-vis du monde économique. En plus de son rôle de tuteur auprès de l'Anvar, dont la mission de valorisation est la meilleure illustration de nos propos, le CNRS a créé la ban-

que des connaissances et des techniques qui remplit en matière de « know how » scientifique le rôle de l'Anvar pour ce qui est brevetable.

Cette volonté d'adaptation s'est également traduite par la mise en place de structures spéciales permettant un re-

déploiement pluridisciplinaire pour répondre au défi de la crise énergétique ; et les associations de travail avec les organismes industriels s'en sont trouvées largement facilitées, notamment par la création du comité des relations industrielles (CRIN).

LE COMITE DES RELATIONS INDUSTRIELLES DU CNRS PRÉSENTE PAR M. DOUMENC, PRÉSIDENT DU CRIN (1)

Se création avait été décidée au printemps 1973 par Hubert Curien, alors directeur général du CNRS. Mais comme, quelques mois plus tard, celui-ci était nommé délégué général à la recherche scientifique, c'est à son successeur, Bernard Grégory, qu'est revenue la tâche d'installer le CRIN et d'en préciser la vocation.

Que souhaitent y trouver la direction générale et les directions scientifiques intéressées ? Ce ne pouvait être une de ces commissions organiques – constituées suivant des règles strictes de représentativité – chargée de préparer les options ou de prendre les décisions engageant la politique du CNRS. Le CRIN n'a ni la structure ni le mandat d'une telle instance. Il groupe une quarantaine de personnalités appartenant à l'administration et à des directions de recherche d'organismes publics ou d'entreprises privées. Chacun des membres est choisi « *intuitu personae* » de telle sorte que ses propos, son attitude n'engagent que lui-même ; mais son appartenance ne peut manquer de transparaître et, s'il n'a pas de compte à rendre, il est tout naturellement un agent de liaison efficace. Ainsi le CRIN constitue-t-il, par sa composition et sa diversité, un outil original de transmissions d'information et d'initiatives de transfert scientifique et technologique.

A partir de cette structure, on recherche une démultiplication en aval par la création de « clubs de travail recherche-industrie » – actuellement au nombre d'une dizaine –, où, sur des affinités régionales pour les uns, disciplinaires ou professionnelles pour les autres, se réunissent des chercheurs de laboratoires du CNRS et des ingénieurs de recherche d'entreprises ou de centres techniques.

La seule contrainte imposée à ces clubs est de s'appliquer à des actions préparées et suivies : organisation de rencontres, diffusions d'informations d'intérêt commun, identification et expression du potentiel des laboratoires d'une part, des demandes en matière de recherche d'autre part.

On le voit, cette mise en place des « clubs CRIN », qui en est à ses débuts, vise essentiellement à faire se connaître et collaborer sur un plan à la fois concret et systématique, des hommes qui ont en commun la vocation de la recherche et de l'innovation et la certitude que les connaissances et les expériences des uns et des autres dans le domaine des sciences pour l'ingénieur provoqueront, mises ensemble, un épanouissement mutuel. C'est un élargissement des relations « professionnelles » déjà nombreuses mais ponctuelles, engendrées par les contrats de recherche existants.

(1) Editorial du « Progrès technique »

Revue de l'Association nationale de la recherche technique, n° 2 juin 1978.

Et maintenant, plus de trois ans après cette mise en œuvre, peut-on faire le point des résultats obtenus ?

Il faut indiquer d'abord que depuis l'époque où j'écrivais cet éditorial, l'orientation du CRIN a été confirmée par Robert Chabbal, directeur général du CNRS. Des clubs nouveaux sont venus compléter la dizaine qui existait alors. Autrement dit, l'expérience se développe.

Le premier des résultats obtenus a été la mise en évidence de ce qui existait déjà, mais qui n'était pas connu de tous, dans un grand nombre de sec-

teurs. Cette sorte d'inventaire a montré que si les liens industrie-CNRS étaient nombreux, ils étaient relatifs à des thèmes précis et à des hommes qui s'étaient choisis. A défaut d'une volonté affirmée, on risquait de se confiner aux mêmes thèmes et aux mêmes hommes.

C'est à partir de cela que s'est faite toute la recherche ultérieure en vue de comprendre pourquoi et comment s'étaient créés ces liens privilégiés et comment la même orientation d'esprit permettait d'obtenir des résultats analogues dans d'autres domaines.



Les maisons solaires

Il apparaît des secteurs dans lesquels l'industrie est mal adaptée pour être ce « demandeur » que j'évoquais tout à l'heure. — Il faut donc créer des ponts permettant à ces professions d'accéder aux échanges — ; il est par contre des domaines dans lesquels le CNRS ne peut pas être le « vendeur » car il ne s'est pas préparé à avoir les « produits ».

C'est le cas des problèmes de mécanique, applicables à l'immense domaine des industries de transformation. Maintenant, et à l'initiative de Jean Lagasse, le club « mécanique » est créé, et son premier souci est de rechercher si ce défaut d'adaptation est vraiment dans la nature des choses. Si, comme on peut le penser, il n'en est pas ainsi, mais qu'il convient de repenser la définition de certaines disciplines scientifiques, d'orienter certaines équipes de recherche, on voit combien cette confrontation et cette réflexion communes auront été fécondes.

Cet exemple de la mécanique est-il unique en son genre ?

Oui, le cas est assez exceptionnel et donne un caractère particulier au club « CRIN » correspondant. Mais bien

d'autres exemples pourraient être donnés de l'esprit nouveau et de l'efficacité des relations développées autour du comité. C'est cet esprit qui a notamment marqué la journée CNRS de décembre 1974 sur l'énergie, — préparée en étroite liaison avec le bureau du CRIN —, où des responsables de haut niveau des pouvoirs publics, des diverses branches industrielles, du CNRS ont cherché à dégager avec des universitaires, des chercheurs, des ingénieurs, les meilleures voies de la recherche énergétique, en présence de la presse spécialisée, attentive à l'importance de ce « coup d'envoi ».

Que peut-on dire des liaisons recherche-industrie dans d'autres pays ? Leur expérience peut-elle nous être utile ?

Il est toujours difficile de juger l'expérience d'autrui, mais il semble bien que deux pays donnent l'exemple d'une réelle efficacité dans ces transferts recherche-industrie, ce sont les États-Unis et l'Allemagne Fédérale et ce n'est sans doute pas un hasard si leur économie s'en trouve renforcée. Aux États-Unis, où la recherche est largement répartie entre les puissantes équipes des grandes sociétés, les

petits noyaux de spécialistes les plus performants et les centres universitaires, l'efficacité me paraît résider dans la grande souplesse des relations entre l'État fédéral et le secteur industriel, dans la volonté du transfert des connaissances et dans le brassage des hommes. Au risque d'une simplification outrancière, je dirais qu'il s'agit d'une structure très ouverte où recherche et industrie s'interpénètrent avec des règles financières claires et des échanges humains plus faciles. L'efficacité allemande est d'autre nature. Elle dépend très directement de la possibilité donnée aux grandes unités industrielles, en fonction de leur structure et de la politique des prix, de faire un effort important de recherche interne, que l'État n'hésite pas à soutenir par des appuis systématiques. Dans ces deux cas, les structures de l'industrie comme celles de la recherche sont fort différentes des nôtres.

Et en URSS ?

De la lecture des revues soviétiques, je retire l'impression que des problèmes de transfert existent, mais à un stade différent. Leurs cellules de recherche sont très puissantes et très coordonnées : elles regroupent largement toute la gamme, du fondamental jusqu'à l'application. C'est au stade de l'exécution qu'on retrouve la structure industrielle et que les problèmes apparaissent. La frontière a été déplacée, elle n'a pas été effacée. Chacun a ses problèmes — c'est dans la nature humaine.

Nous avons ensemble cherché à préciser comment se développait cette synthèse de la connaissance et du savoir-faire à laquelle nous aspirons bien évidemment.

Avec des structures d'échanges déjà développées, avec une volonté de les utiliser, avec des organismes de réflexion et d'orientation — comme l'est dans son domaine le comité des relations industrielles — la voie semble bien tracée ; le mouvement est lancé. Il faut laisser le temps faire son œuvre. À l'évidence, on a pris conscience du problème créé par l'évolution extraordinairement rapide de l'après-guerre. Les États d'esprit ont évolué ; l'attitude psychologique actuelle est favorable ; les réalisations concrètes deviennent donc possibles et efficaces. Mais, dans une œuvre de longue haleine, à vouloir trop cerner les problèmes, on gêne l'évolution plutôt qu'on ne la favorise. Aussi, ne parlons plus, agissons !

LES PHOSPHORITES DU QUERCY

UN LABORATOIRE NATUREL DE L'EVOLUTION DES VERTEBRES



Fossile spectaculaire : une grenouille momifiée.

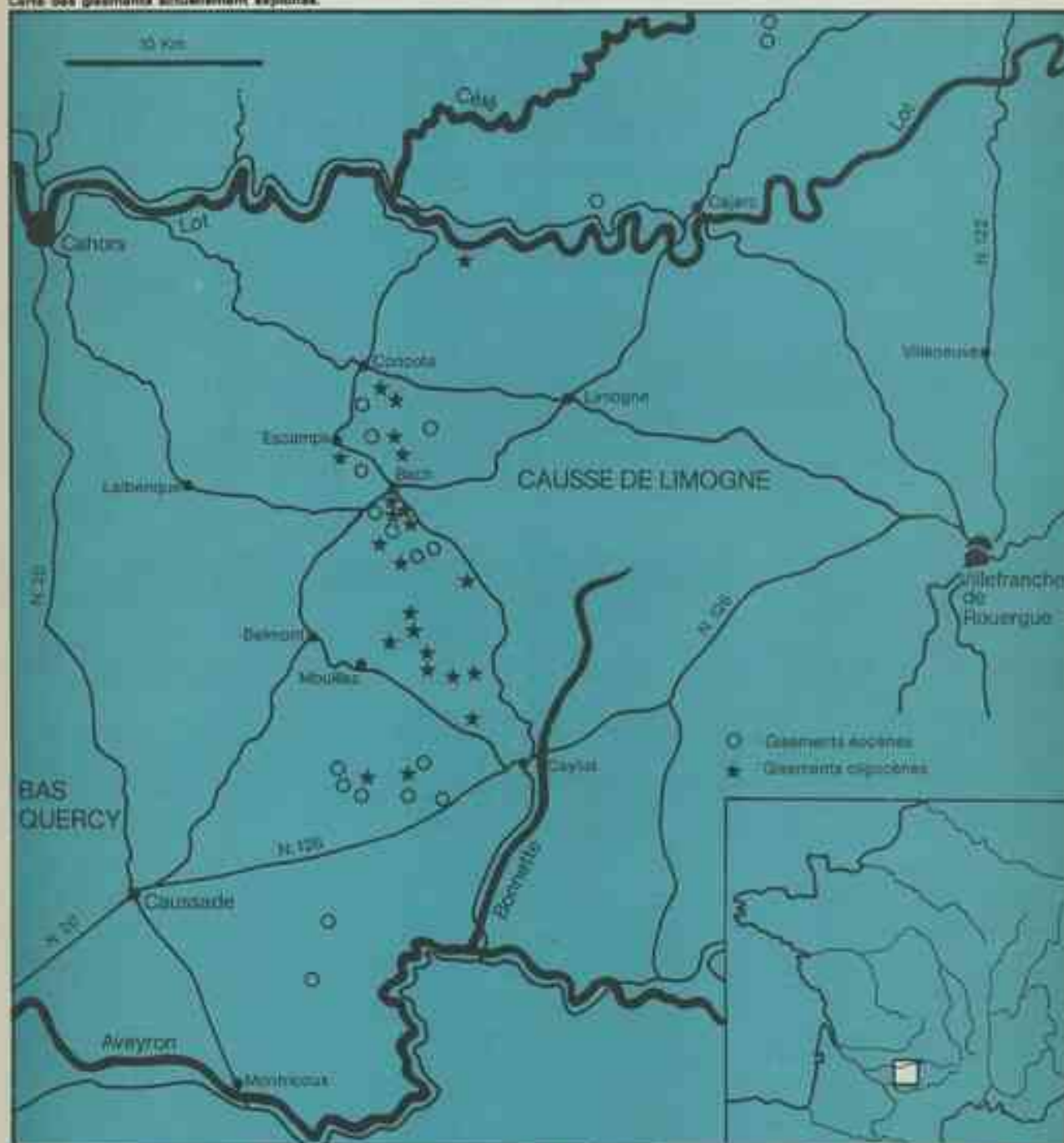
Les phosphorites du Quercy constituent l'un des ensembles fossilifères les plus riches du Globe. Les musées d'histoire naturelle les plus célèbres possèdent des spécimens provenant de cet ensemble de gisements, et les collections de Vertébrés fossiles des phosphorites constituent une référence classique dans la littérature géologique et paléontologique. Mais ces fossiles ont été rassemblés au hasard d'achats effectués auprès des ouvriers qui extrayaient le phosphate. Il était nécessaire de reprendre l'exploitation de ces gisements selon les méthodes de la paléontologie moderne. Une telle richesse paléontologique méritait d'être exploitée à fond : un tel « laboratoire de l'évolution » se devait de livrer ses secrets, dans le contexte de la science de l'Evolution qu'est devenue la paléontologie.

Les gisements

Situés entre les terrains cristallins de la bordure occidentale du Massif Central et le Bassin d'Aquitaine, les Causses du Quercy, ou Causses mineurs, s'étendent entre le bassin de Brive au Nord et l'Aveyron au Sud. Les géographes distinguent généralement trois Causses : le Causse de Martel au Nord de la Dordogne, le Causse de Gramat entre la Dordogne et le Lot, le Causse de Limoge entre le Lot et l'Aveyron. Un phénomène de karstification s'est développé au cours des temps géologiques dans ces plateaux calcaires creusant une succession de gouffres et de galeries. Par la suite ces cavités ont été comblées par des sédiments riches en phosphates. C'est en 1865, près de Caylus (Tarn-et-Garonne), que l'on découvrit les premiers gisements et que l'on décéla

tout l'intérêt économique que représentait une telle trouvaille : les phosphorites constituaient un excellent engrais. Dès 1870, cette exploitation avait pris l'allure d'une véritable ruée et transformait le Quercy en pays minier. Les carriers, dont on peut deviner quel était l'équipement à cette époque, ont extrait le sédiment de ces « poches à phosphate » et le nombre de cavités vidées témoigne de la somme d'efforts fournis. Ces cavités sont en effet de véritables gouffres pouvant atteindre une profondeur de 80 mètres, s'étendant et se ramifiant au sein du calcaire, en un réseau complexe. Le phosphate était acheminé vers Bordeaux, et la plus grande quantité était exportée en Angleterre, une partie seulement restant en France. Cette exploitation, si elle fut intense, ne dura pas. La découverte d'autres

Carte des gisements actuellement exploités.



Les continents nordiques au début du Tertiaire, vers - 65 millions d'années (d'après C. Ponsard). * - Quercy



Les continents nordiques à la fin de l'Eocène, vers - 35 millions d'années (tiré de R.H. Tedford, modifié). * - Quercy

gisements provoqua un ralentissement de l'exploitation après 1890, et, peu après 1900, les phosphorites du Quercy étaient abandonnées. Une reprise éphémère eut lieu en 1920.

Dès le début des exploitations, la présence de très nombreux Vertébrés fossiles avait été signalée dans les phosphorites : d'ailleurs ces fossiles constituaient pour une bonne part le « minerai » lui-même et étaient broyés dans les usines de traitement, au même titre que les nodules de phosphate. Mais les paléontologues avaient été alertés. Ainsi P. Gervais, en 1872, publiait les premières observations sur ces faunes, et estimait que les gisements s'échelonnaient de l'Eocène supérieur au Miocène.

Les fossiles recueillis au siècle dernier sont d'une remarquable beauté et sont très bien conservés. Mais l'exploitation industrielle n'était évidemment pas compatible avec une récolte paléontologique menée scientifiquement. De plus les spécialistes, s'ils parvenaient à se procurer des fossiles, ne pouvaient pas suivre les travaux d'extraction, et les récoltes ont été regroupées sans indication précise de provenance : l'âge exact des différentes pièces reste inconnu. Ces collections ont été dispersées en France (Montauban, Paris, Lyon, Marseille...), dans les musées et universités, et bien des musées étrangers font figurer en bonne place les fossiles du Quercy. On ne peut cependant, en se fondant sur ces seuls matériaux, avoir qu'une idée très partielle de la composition de la faune : trop souvent, seules les pièces les plus spectaculaires ont été recueillies.

Faute de crédits et de chercheurs, lorsque l'exploitation industrielle cessa, les fouilles qui s'imposaient ne furent pas entreprises. De nombreuses études de laboratoire ont pourtant été réalisées par la suite sur le magnifique matériel recueilli entre 1870 et 1900 : Filhol, Teilhard de Chardin, Piveteau ont décrit et illustré ces trouvailles. Mais il faut attendre 1937 pour qu'une première prospection systématique soit effectuée par B. Géze dans un but géologique : là encore, aucun paléontologue ne put se lancer dans cet immense chantier. Il y a seulement une dizaine d'années que les paléontologues français ont entrepris une reconnaissance des divers gisements de phosphorites. Les premières prospections ont montré que, contrairement à une opinion qui s'était répandue, le

matériel paléontologique des phosphorites du Quercy n'était pas épuisé. La nécessité de coordonner ces recherches et d'effectuer un véritable travail d'équipe est apparue immédiatement. La plupart des « vertébristes » concernés par la faune des phosphorites collaboraient alors dans la recherche coopérative sur programme « paléobiologie continentale » et, à l'échéance de celle-ci, ils se sont organisés au sein d'une nouvelle RCP, orientée uniquement sur le Quercy. Créée en 1972, cette formation, intitulée « étude paléobiologique et géologique d'un karst fossile : le Quercy », rassemble des spécialistes de tous les groupes de Vertébrés terrestres : batraciens, reptiles, oiseaux, mammifères. A la fin de 1972 une table ronde du CNRS s'est tenue à Montauban et a permis d'une part de faire le point sur les premiers résultats acquis, d'autre part de planifier les recherches futures.

Depuis cette époque, des fouilles systématiques ont eu lieu régulièrement chaque année dans le Quercy et l'utilisation des techniques modernes a permis des récoltes abondantes de fossiles *in situ*.

Une quarantaine de gisements ont pu être exploités au cours de ces dernières années, et l'éventail des spécialistes permet une étude complète des animaux qu'ils contiennent : peu à peu se dégage l'histoire paléontologique des faunes quercinoises.

Le contexte géologique

Dès le début des fouilles, un premier résultat important a pu être obtenu, qui a considérablement aidé la poursuite de l'exploration. En effet, il est apparu que, contrairement à une idée reçue, chaque gisement contient une faune homogène : on estime que, à l'échelle géologique, le remplissage d'une cavité s'est effectué en un temps très court. Donc pour chaque locus, la faune recueillie représente une image précise du cortège d'animaux qui vivait dans les environs de cette « métropole ».

Le deuxième résultat important a été de préciser les âges respectifs des gisements des phosphorites : le plus ancien, Le Bretou, est chronologiquement voisin du gisement classique de Robiac (Gard), dont l'âge absolu peut être estimé à un peu moins de quarante millions d'années. Le plus récent, Fech-du-Fraysse, est un peu

Installation d'un échafaudage au fond d'une cavité de 25 m. Gisement oligocène de Fech-Crebit.



Membres postérieurs de *Diplazium minor*, Ar.
Hindocystis de l'Oligocène d'Irardax (x 2).



plus ancien que le gisement repère de Coderet (Allier) et son âge est estimé à vingt-six millions d'années. Les faunes des phosphorites du Quercy s'étagent donc sur un laps de temps d'environ quatorze millions d'années, période remarquablement illustrée par une quarantaine de bons gisements. Enfin, il s'agissait de mieux comprendre l'évolution des faunes du Quercy dans leur contexte paléobiogéographique. Ce problème reste encore à l'ordre du jour et sa solution se précise au fur et à mesure de l'avancement des travaux. Mais déjà de nombreuses hypothèses ont été soumises à vérification et, dans ses grands traits, cette évolution nous est maintenant connue.

Pour bien comprendre l'histoire régionale de cette faune quercinoise, il convient de la replacer dans un cadre plus général : d'importants événements à l'échelle du globe se produisent durant cette période.

Au début du Tertiaire (vers moins soixante-cinq millions d'années) l'Atlantique Nord, alors en voie de formation, ne sépare pas totalement l'Amérique du Nord et l'Europe : les échanges fauniques étaient encore possibles entre les deux régions et bien des vertébrés terrestres étaient communs aux deux territoires. Vers l'Est, une mer épicontinentale séparait l'Europe de l'Asie.

Vers la fin de l'Eocène inférieur (-50 M.A.), l'ouverture de l'Atlantique Nord va séparer définitivement l'Europe de l'Amérique du Nord et la région européenne, toujours séparée de l'Asie, va constituer un ensemble insulaire où évolueront en vase clos les faunes de vertébrés. La période d'endémisme se poursuivra jusqu'au retrait des mers épicontinentales qui l'isolaient de l'Asie. Cet événement qui correspond, semble-t-il, à la limite Eocène-Oligocène, se produira vers 35 M.A.

Au début du Tertiaire, l'Europe était donc peuplée d'une faune euraméricaine ; après la séparation des deux continents, une faune originale, propre à la région européenne, s'y est développée jusqu'à l'arrivée d'immigrants venus d'Asie lors de la transition Eocène-Oligocène. Les faunes des phosphorites du Quercy illustrent d'abord cette période d'endémisme, puis celle où l'on note l'arrivée des éléments allochtones venus d'Asie ; les fossiles quercinois, par le nombre et la qualité des gisements, permettent de comprendre cet important renouvellement faunique et de l'analyser avec précision.

A l'Eocène inférieur et moyen (-55 à -45 M.A.), l'Europe a connu un climat de type tropical humide. Mais à l'Eocène supérieur une dégradation se produit, qui voit s'instaurer un climat beaucoup moins chaud et plus sec. Pour l'Oligocène, les données sont trop éparpillées pour que l'on puisse se prononcer mais, par contre, on sait qu'à la fin de l'Oligocène, une nouvelle fluctuation climatique s'est produite. C'est donc dans ce contexte que se situe l'évolution des faunes du Quercy et il y a là un ensemble de données qu'il ne faut pas perdre de vue si l'on veut comprendre cette évolution.

Evolution des faunes

A partir de l'Eocène moyen s'est donc constituée en Europe une faune originale, et celle de l'Eocène supérieur, que l'on trouve dans le Quercy, en est directement issue. Si quelques éléments de type euraméricain subsistent, ils sont très peu nombreux : par exemple, un marsupial de petite taille et des lézards (*Placosaurus*). Mais l'essentiel de la faune d'herbivores est original et endémique.

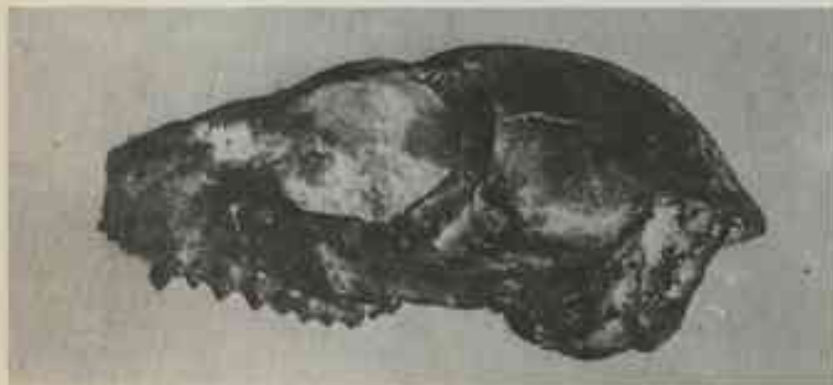
Vers la fin de l'Eocène supérieur, on assiste à un appauvrissement notable de cette faune isolée : sa diversité spécifique diminue considérablement

et ce phénomène affecte pratiquement tous les groupes. Ainsi disparaissent les *Lophiodon*, lourds herbivores aux allures de tapir, des primates primitifs, de petits artiodactyles, certains carnivores de type hyamodonte, des groupes de lézards. A l'opposé, d'autres lignées vont, au contraire, se diversifier, comme les *Palaeotherium* et certains rongeurs, mais ceci ne compensera pas cela : au total la faune de la fin de l'Eocène supérieur est très appauvrie et un certain nombre de niches écologiques paraissent libres, par suite de la disparition de leurs occupants respectifs.

C'est au début de l'Oligocène (-35 M.A.) que se produit un événement suffisamment remarquable pour que le paléontologue suisse Stettin ait proposé le terme de « Grande Coupure » pour le nommer, tant les différences entre la faune de l'Eocène supérieur et celle de l'Oligocène inférieur sont profondes : une immigration massive de formes d'origine asiatique entraîne un renouvellement faunique important. On peut supposer qu'à cette époque, les barrières géographiques qui jusqu'alors avaient protégé la faune européenne disparaissent, permettant l'entrée dans notre région des animaux venus d'Asie. Le fait que notre faune était appauvrie explique pour une bonne part la réussite immédiate, à l'échelle géologique, de cette pénétration. On ne peut pas dire que les immigrants ont éliminé toutes les formes autochtones : dans la plupart des cas, ils ont occupé des niches écologiques vides. Des extinctions ont favorisé l'implantation des nouveaux arrivants.

Les premiers immigrants sont de toutes tailles : gros herbivores comme les *Entelodon* et les *Anthracotheirus*, ou petits, comme les lagomorphes. Un nombre important de groupes nouveaux enrichit considérablement la faune de rongeurs : castoridés, cricétidés, sciuridés, etc. Pour les formes carnivores, on voit apparaître entre autres les premiers félidés.

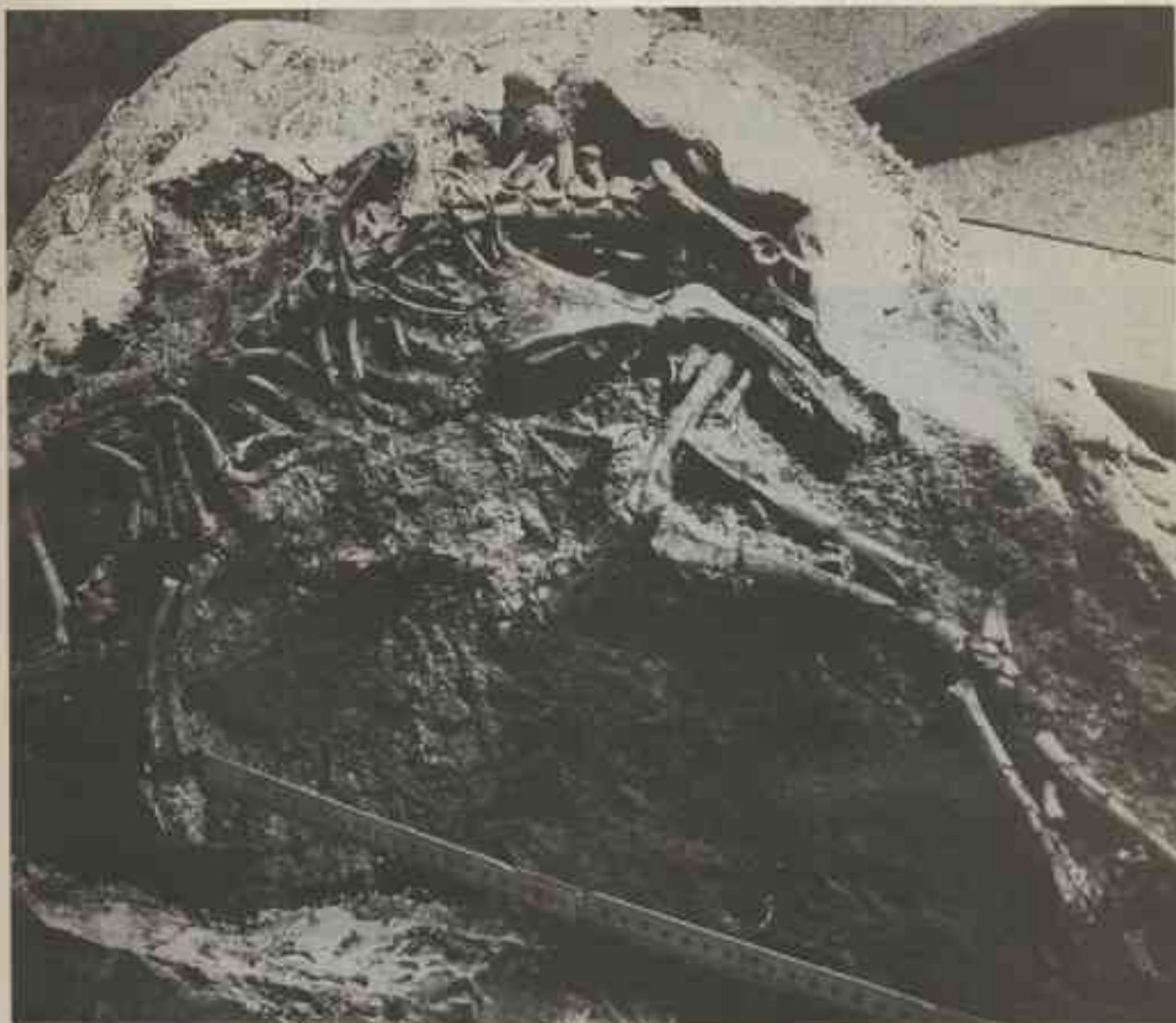
Les immigrations se poursuivront durant tout l'Oligocène, mais ce sont celles du début de cette période qui constituent l'événement marquant et qui indiquent une véritable coupure faunique.



Un primate vieux de 40 millions d'années. *Aficrocorys arctocyon*. Face latérale d'un crâne trouvé à Perrière (47). Eocène supérieur.

Un représentant du groupe souche des nemi-
nantes : *Bachitherium meffum*. Squellette en

cours de dégagement au laboratoire. Oligocène
d'Ilerdes.



Les gisements oligocènes sont très nombreux et leurs faunes très riches, si bien que l'on peut suivre presque « au jour le jour » l'évolution de la nouvelle faune européenne, marquée par une réussite remarquable des nouveaux venus et le déclin progressif des rescapés de la « Grande Coupure ».

Une expérience de 14 millions d'années

Parmi tous les apports à la paléobiologie dus à cet ensemble de gisements, on peut en souligner un : il est généralement admis qu'une faune insulaire, endémique, présente un dynamisme évolutif inférieur à celui d'une faune vivant sur un vaste continent. Les phosphorites du Quercy, en apportant un élément qui fait défaut aux biologistes, le temps, permettent une ap-

proche particulière du problème. Après avoir subi un peu plus de dix millions d'années d'endémisme, les survivants de la faune insulaire européenne seront en grande partie remplacés par les premiers immigrants venus du continent asiatique, mais on a vu dans quelles conditions : des extinctions ont en quelque sorte préparé ces immigrations.

L'abondance du matériel récolté, le nombre des gisements qui se succèdent, ont permis aux paléontologues une bonne approche de divers problèmes biologiques. Ainsi l'influence des climats, les relations paléobiogéographiques de ces faunes à l'échelle mondiale, la dynamique évolutive des différents groupes peuvent être appréciés et discutés avec précision. Sur 14 millions d'années, on peut suivre

l'évolution de ces faunes et leurs transformations. Les phosphorites du Quercy prennent place parmi les tout premiers ensembles fossilifères du globe par la richesse et la variété des phénomènes qui y sont enregistrés. Elles constituent un véritable laboratoire de l'Évolution.

Louis de BONIS
Jean-Yves CROCHET
Jean-Louis HARTENBERGER
Robert HOFFSTETTER
Jean-Claude RAGE
Bernard SIGÉ
Jean SUDRE
Monique VIANEY-LIAUD
Étude paléobiologique et
géologique d'un karst
fossile : le Quercy (RCP 311)

GEODESIE ET GEODYNAMIQUE SPATIALES



Vue partielle du CERGA. À gauche, la station de télémétrie laser qui se trouve maintenant à San Fernando (Espagne).

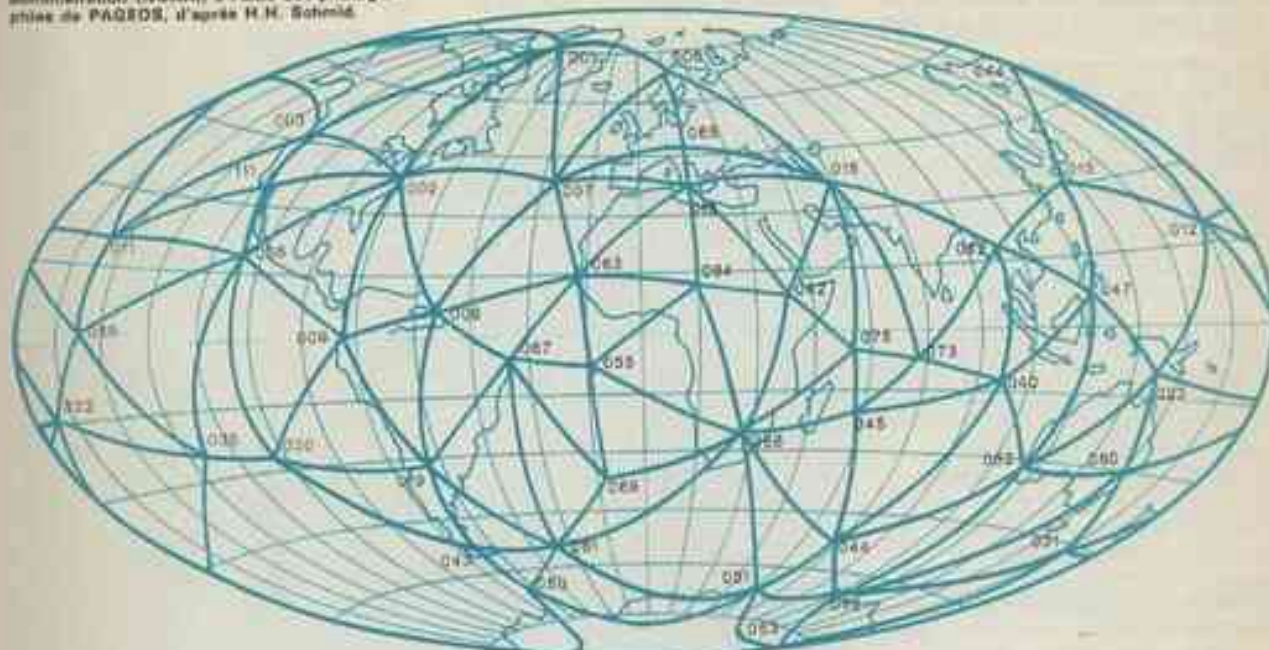
La géodésie est une des sciences les plus anciennes puisqu'Ératosthène déterminait déjà au III^e siècle avant J.C. la longueur d'un méridien terrestre. Les méthodes classiques de géodésie, développées aux XVIII^e et XIX^e siècles, ont été complètement renouvelées par les techniques spatiales. Ces dernières ont atteint une telle précision que le but initial — déterminer la forme et les dimensions de la terre — est largement atteint. Mais, en revanche, ces techniques nouvelles permettent d'analyser finement les mouvements et les petites déformations de notre globe ainsi que les forces qui les engendrent. Nous assistons ainsi, depuis quelques années, à la naissance d'une nouvelle science : la géodynamique spatiale.

L'application des observations précises de satellites artificiels à la géodésie date des premières années de l'ère spatiale. Dès 1960, l'analyse des trajectoires de plusieurs satellites artificiels permettait de découvrir que la forme générale de la Terre n'était qu'approximativement celle d'un ellipsoïde de révolution aplati aux pôles. Une des déformations a eu son heure de célébrité, lorsqu'on annonça que la terre avait la forme d'une « poire » : ceci signifiait en réalité que, par rapport à un ellipsoïde de révolution ajusté au mieux au géoïde le pôle Nord était quinze mètres trop haut, tandis que le pôle Sud se trouvait à vingt-cinq mètres en-dessous de cette surface. Ainsi, par rapport à des di-

mensions de près de 12 750 kilomètres, des irrégularités de quelques millièmes en valeur relative avaient pu être détectées.

À la même époque, en faisant jouer à ces mêmes satellites le rôle de miroirs, on les photographiait par rapport aux étoiles, simultanément de plusieurs stations. Ceci permettait de reconstruire à partir d'une série de tétraèdres la position relative de ces stations. Étudier le champ de pesanteur de la Terre, déterminer les positions de repères terrestres les uns par rapport aux autres, tels sont les deux principaux objectifs de la géodésie. Avant le lancement des satellites, ils étaient atteints l'un par la gravimétrie, l'autre par la triangulation et le nivellement.

Fig. 1 - Le polyèdre géométrique de référence construit par la National ocean and atmospheric administration (NOAA), à l'aide des photographies de PAGEOS, d'après H.H. Schmidt



Dans les deux cas, l'application de ces techniques était limitée : la triangulation et le nivellement n'étaient possibles que lorsque les points reliés directement sont en intervisibilité ; la couverture gravimétrique était, quant à elle, limitée aussi aux continents et avait le défaut supplémentaire de nécessiter d'importantes corrections pour tenir compte de l'attraction que le relief avoisinant exerçait sur l'appareil de mesure.

La géodésie dynamique

L'apport principal de la géodésie spatiale aura été de donner à la géodésie un caractère global. Ainsi, la visée de satellites tels que PAGEOS circulant à une altitude de quatre mille à cinq mille kilomètres, a permis de rattacher entre elles des stations situées sur les cinq continents et de constituer un « polyèdre de référence » qui a enserré la terre dans les mailles mesurées avec une précision moyenne de cinq à dix mètres (fig. 1).

Mais c'est grâce à l'analyse dynamique des trajectoires des satellites artificiels que les plus grands progrès ont été réalisés. Le principe de cette méthode, dite géodésie dynamique, est le suivant : toute mesure de position d'un satellite artificiel dépend à la fois de la position du satellite et de celle de la station d'observation. Or, la trajectoire d'un satellite dépend à son tour des forces naturelles qui agissent sur lui et, parmi elles, en premier lieu, les forces d'attraction de gravitation produites par l'ensemble de la matière

constituant la terre. Les autres forces sont l'attraction par la lune et le soleil, la décélération due au frottement de l'atmosphère sur le satellite et une poussée provoquée par la pression de radiation. Dans le cas des satellites utilisés en géodésie spatiale leur densité et leur altitude sont suffisamment élevées pour que les forces dues à l'atmosphère résiduelle et à la pression de radiation soient faibles, et, de ce fait, sont calculables avec précision. Ainsi, les seules forces inconnues sont celles dues à l'action gravitationnelle de la terre, si bien que toute observation de position d'un satellite se trouve dépendre :

- de la position géocentrique de la station d'observation par rapport à un repère inertiel (c'est-à-dire fixe dans l'espace) ;
- de l'ensemble des paramètres qui décrivent le champ de gravitation terrestre ;
- des conditions cinématiques initiales définissant la trajectoire ;
- du temps.

Ainsi, à chaque observation, on peut faire correspondre une relation mathématique entre les temps et les diverses inconnues de chacun des trois types précités.

On constate que, si ces observations sont faites à partir de plusieurs dizaines de stations bien réparties sur le globe terrestre et si l'on observe une dizaine de satellites d'inclinaisons et d'altitudes différentes, chacun sur des durées d'au moins deux ou trois semaines, on obtient suffisamment de

relations indépendantes pour que l'on puisse les résoudre toutes ensemble et en déduire à la fois les paramètres représentant le champ de gravitation de la terre et la position géocentrique des stations.

On appelle « modèle géodésique » une telle solution. La première a été obtenue en 1966 par le Smithsonian Astrophysical observatory aux États-Unis.

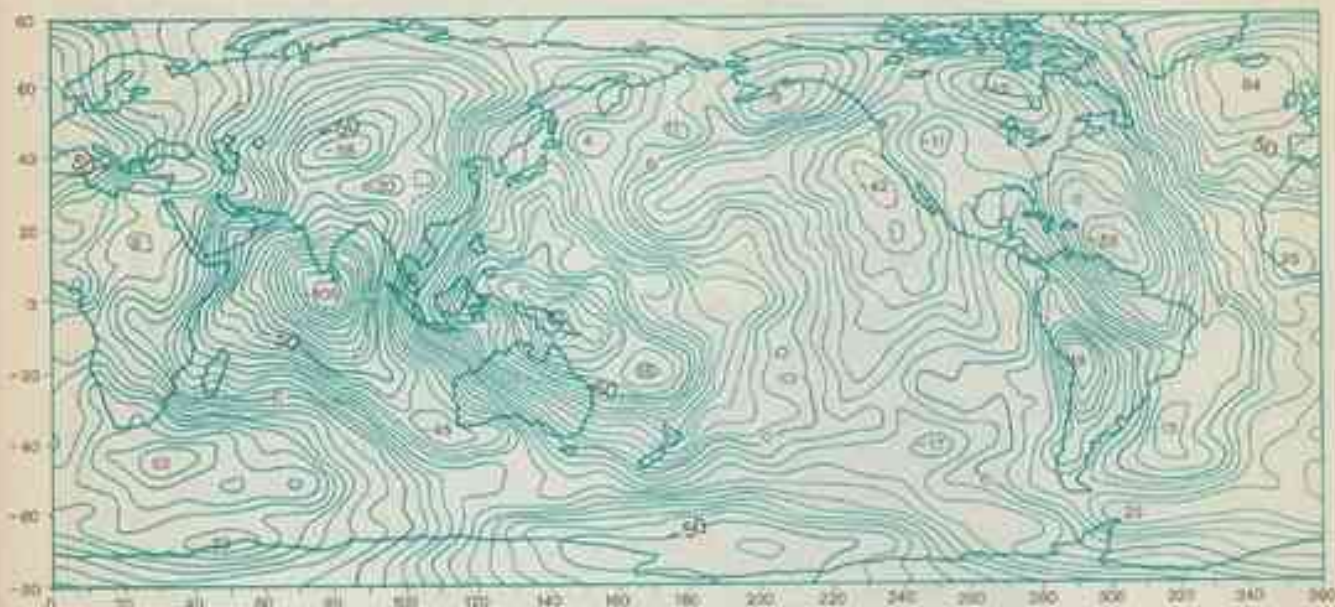
Le géoïde

Avant d'entrer dans le détail des recherches actuelles dans le domaine de la géodésie spatiale, il est bon de rappeler une notion sans laquelle il est difficile de présenter les tendances actuelles de cette science. C'est celle de géoïde.

Le géoïde est la surface équipotentielle de la terre d'altitude nulle. Elle est donc, par définition, perpendiculaire en chaque point à la direction de la force de pesanteur en ce point, c'est-à-dire à la verticale. Elle est donc aussi en chaque point tangente au plan horizontal. Si les océans étaient en repos, sans marée, ni houle, ni courants, ni irrégularités de densité (dus à des différences de température ou de salinité), sa surface se confondrait avec celle du géoïde. Il n'en est pas en fait ainsi, à cause des déformations périodiques (marées, houle etc...) ou quasi stationnaires (courants, anomalies de salinité etc...), mais il est convenu, un peu abusivement, de dire que le géoïde est confondu avec le niveau moyen des mers. On peut aussi définir

Fig. 2 - Modèle géodésique GRIM 2 : hauteur du géoïde au-dessus d'un ellipsoïde de référence d'aplatissement 1/298,255 et de demi

grand axe 6 378 155 m, d'après G. Balmino, Ch. Reigber et B. Moynot.



le prolongement de cette surface théorique à l'intérieur des continents. Or, comme en géodésie spatiale on peut déterminer le champ de gravitation de la terre, on a donc accès à toutes ses surfaces équipotentielles, et, en particulier, au géoïde. Ainsi, la construction d'un modèle géodésique comprend-elle la détermination d'un géoïde dont la « carte » est une représentation graphique très parlante. La forme du géoïde – on dit aussi la forme de la terre, mais il est bien entendu qu'on ignore dans ce cas le relief – est représentée sous forme cotée par rapport à un ellipsoïde de référence moyen de référence. Ainsi, par exemple (fig. 2) le géoïde présente-t-il des bosses de cinquante à quatre-vingt mètres au-dessus de l'ellipsoïde moyen vers la Nouvelle-Guinée, au Sud de l'Islande ou au Sud de Madagascar. Il y a des « creux » : le plus important, d'un peu plus de cent mètres de profondeur, se trouve au Sud de la péninsule indienne tandis que d'autres, de moindre importance, existent en Mongolie, au Sud de la Nouvelle-Zélande ou au large de la Californie.

Les récents modèles géodésiques

Au cours des dernières années, une dizaine de modèles géodésiques ont été calculés par des équipes américaines et deux, en collaboration franco-allemande. Les plus récents de ces modèles utilisent, en grande majorité

les mêmes données d'observation et ont abouti à des cartes du géoïde assez semblables. Tous ont ajouté aux données spatiales des mesures de gravité au sol, ce qui permet de mieux préciser les détails. Le modèle appelé GRIM 2 (GRGS/Institut de Munich) est issu de la collaboration de chercheurs du groupe de recherches de géodésie spatiale (G. Balmino, B. Moynot, et de ceux de l'Institut de géodésie de l'université de Munich (Ch. Reigber). Pour la construire, on a utilisé soixante arcs de trajectoires suivies pendant dix à vingt-quatre jours par vingt-trois satellites différents. Les observations comprennent des données de direction de satellite photographié sur fond d'étoiles avec une précision d'une à trois secondes environ et des distances mesurées à l'aide de lasers, avec une précision allant de trois à cinq mètres pour les plus anciennes, à cinquante centimètres pour les récentes. Leur nombre total dépasse deux cent mille. On a, de plus, introduit trente quatre mille quatre cents valeurs de la gravité. Au total, on a déterminé la position géocentrique de trente-huit stations, tandis que la représentation mathématique du champ de gravité – donc du géoïde – a nécessité la détermination de neuf cent quarante neuf paramètres indépendants.

On voit ainsi qu'il faut une somme considérable de travail pour aboutir à un modèle géodésique et, comme nous l'avons dit, la plupart des modèles donnent des résultats assez voisins

tant du point de vue précision, que du point de vue de l'aspect général du géoïde. Les différences dépassent rarement dix mètres (fig. 3) et les positions des stations sont aussi cohérentes à cinq ou dix mètres près. La question se pose donc de savoir s'il faut continuer à accumuler des observations de satellites dans le but d'améliorer ces résultats. En fait, il semble qu'on ait atteint la limite de ces méthodes et il faudrait plusieurs années de campagnes suivies d'observations très précises effectuées dans des dizaines de stations équipées de lasers modernes pour améliorer les résultats actuels d'un facteur deux à trois. Cette recherche de la précision était jusqu'à maintenant justifiée par la nécessité de connaître le mieux possible la forme de la terre et son champ de gravité. Parmi les applications, on peut citer la navigation par satellites qui nécessite une connaissance à quelques dizaines de mètres près de la trajectoire, les applications militaires pour lesquelles la précision est d'ores et déjà surabondante, et la cartographie pour laquelle la précision relative de positions dans une région donnée est plus importante que le positionnement des continents les uns par rapport aux autres. La précision recherchée pour ces applications est atteinte et la densification locale des réseaux est plutôt désormais une question de moyens techniques que de recherche scientifique proprement dite. En revanche, l'augmentation de la précision ouvre la voie vers de nouvelles recherches rela-

Tableau 1

Phénomène étudié	Causes ou principaux paramètres réglant le phénomène	Théorie	Méthodes d'observation	
			Anciennes	Spéciales ou autres méthodes nouvelles
Mouvement orbital de la lune	Géométrie (terre) et perturbation par le soleil et les planètes. Interaction avec la terre (marées)	Mécanique céleste newtonienne et corrections relativistes. Évolution du système terre-lune. Théorie de la dissipation	Occultations, photographie sur fond d'étoiles. Observations méridiennes. Éclipses	Laser-lune
Rotation de la lune	Géométrie (terre, soleil) et moments d'inertie de la lune	Mécanique des corps solides en rotation	Photographie de la lune sur fond d'étoiles	Laser-lune. Radio-interférométrie différentielle
Mouvement des satellites lunaires	Champ de gravité de la lune. Perturbations par la terre et le soleil	Mécanique céleste	-	Poursuite radio des satellites
Mouvement des satellites artificiels de la terre	Champ de gravité de la terre. Perturbations par le soleil, la lune, l'atmosphère et la pression de radiation	Mécanique céleste, géodésie spatiale et mécanique du corps dans un milieu résistant	-	Photographie, poursuite de satellites (radio-laser). Poursuite satellite par satellite.
Mouvement de l'axe de rotation dans l'espace	Géométrie (terre, soleil). Moments d'inertie de la terre et structure interne	Rotation d'un corps non rigide. (Précession et nutation). Système de référence absolu.	Astronomie de position (astrolabe, instrument méridien)	Radio-interférométrie à longue base
Rotation de la terre	Frottement de marée. Variation de moments d'inertie (vents, mouvements internes)	Rotation d'un corps en partie non solide	Astronomie (méridien, astrolabe). Éclipses historiques	Radio-interférométrie à longue base. Laser-lune. Laser-satellite
Mouvement des pôles	Propriétés élastiques et visqueuses de la terre. Variations des moments d'inertie (vents, mouvements internes et superficiels)	Rotation d'un corps en partie non solide	Astronomie (méridien, astrolabe, télescopes séculaires)	Poursuite de satellites (laser-radio). Laser-lune
Marées terrestres et océaniques	Forces gravitationnelles de la lune et du soleil. Élasticité et viscosité de la terre et des océans	Mécanique des corps déformables	Pendules horizontaux. Gravimètres. Marégraphes	Poursuite de satellites (laser-radio). Radio-interférométrie à longue base. Altimétrie par satellite
Géolde (champ de gravité terrestre)	Répartition des densités dans la terre	Géodésie	Mesure de gravité et de déviation de la verticale	Poursuite de satellites (bases, radio). Poursuite satellite par satellite. Altimétrie par satellite
Mouvements lents de l'écorce terrestre	Forces internes à la terre. Propriétés mécaniques de la terre	Tectonique des plaques. Théorie de l'intérieur de la terre	Géodésie terrestre. Nivellement. Paléo-magnétisme	Laser-satellite. Laser-lune. Radio-interférométrie à longue base

Ainsi les mesures géométriques comme celles de la géodésie spatiale sont-elles des moyens d'atteindre tout ou une partie de ces phénomènes. Mais il y en a d'autres qui ne sont pas des techniques de géodésie spatiale et qui concourent aussi aux mêmes buts. C'est l'ensemble de ces méthodes que nous allons maintenant passer en revue en présentant un à un les principaux phénomènes étudiés en géodynamique globale. On trouvera dans le tableau 1 un résumé des ob-

jectifs et des méthodes, en allant des phénomènes relatifs au corps le plus éloigné (la lune) à ceux qui mettent en cause la structure interne de la terre.

Mouvement orbital de la lune

Le nouvel instrument pour étudier tous les mouvements de la lune est le laser-lune. Un faisceau émis par un laser à rubis, donnant une énergie de quelques joules concentrée dans une impulsion d'une à quelques nanosecondes (10^{-9} s) est dirigé par un télé-

scope vers l'un des réflecteurs-cathodiques déposés par des missions Apollo américaines ou ceux, de construction française, qui ont été emportés à bord des Lunakhod soviétiques. On recueille sur le même télescope le signal lumineux réfléchi par le cathodique et on mesure le temps d'aller et retour, ce qui donne, après quelques corrections de réfraction et d'aberration relativiste, la distance télescope-réflecteur. La grande difficulté de la mesure est qu'à chaque tir, la chance

de détecter un photon en retour est de l'ordre de dix à trente pour cent. Actuellement, et ce depuis sept ans, un seul laser-lune est opérationnel dans le monde : il se trouve à l'observatoire de McDonald au Texas. La précision était à l'origine de cinquante centimètres mais elle est maintenant de huit centimètres. D'autres installations existent ou sont en achèvement en URSS (Crimée), en Australie, au Japon et aux îles Hawaï. Il y a aussi un projet français, mais malheureusement le retard pris à la suite de restrictions de financement atteint maintenant deux ans.

Un des buts de l'amélioration de la connaissance de l'orbite lunaire qui découle de ces observations, est de mesurer le transfert d'énergie et de moment cinétique de la terre vers la lune à la suite des marées. Ce mécanisme est complexe et sa mise en évidence implique l'analyse de nombreux phénomènes. En effet, les marées lunaires ont pour effet d'agir sur les océans et la croûte terrestre et de ralentir la rotation de la terre, mais aussi de créer un bourrelet longitudinal de marées qui n'est pas simultané au passage de la lune à la verticale et qui agit sur la lune pour l'accélérer sur son orbite. Ceci a également pour effet d'accroître la distance moyenne terre-lune d'une quantité que l'on évalue à trois centimètres par an. Mais d'autres phénomènes peuvent intervenir dans le même sens : une éventuelle variation de la constante de la gravitation modifie la relation entre l'accélération en longitude et la variation de la distance, alors que des effets météorologiques à longue échelle et des mouvements internes à la terre influent sur sa vitesse de rotation. Si on y ajoute la possibilité d'une variation lente des moments d'inertie de la terre (des théories postulent une expansion des dimensions de la terre), on voit que le phénomène global est très difficile à analyser et qu'il faut absolument mesurer avec une précision extrême les variations du demi-grand axe de l'orbite lunaire. Le laser-lune doit permettre d'atteindre et de mesurer ce phénomène en quelques années.

Notons encore que l'étude fine de l'orbite lunaire est une méthode pour vérifier les lois de la gravitation. D'ores et déjà la nécessité d'apporter les corrections de relativité générale s'impose. Mais on a aussi pu montrer que l'effet Nordtvedt prédit dans le cas de

la théorie de la relativité générale de Brans-Dicke, n'existe pas.

Rotation de la lune

Si la lune présente en moyenne toujours la même face vers la terre, il y a quelques irrégularités, dont certaines dépendent à la fois des forces de gravitation de la terre et de la valeur des moments d'inertie d'ordre deux, trois et quatre de la lune. L'étude de cette rotation est donc un moyen d'atteindre la valeur de ces moments d'inertie, mais il est encore plus important d'essayer de détecter un terme appelé « libration libre » et qui est indépendant des forces en présence. Son existence dépend de forces excitatrices de la rotation de la lune (comme par exemple l'énergie apportée par l'impact de grosses météorites) et du coefficient de dissipation interne (fonction des propriétés physiques de l'intérieur de la lune). La découverte par O. Celame, chercheur au CNRS, de l'amplitude de ce mouvement d'après l'analyse de six années d'observations américaines à l'aide du laser-lune, ouvre la voie vers d'importantes interprétations concernant l'intérieur de la lune.

Le laser-lune est, évidemment, l'instrument privilégié pour ces observations. Il faut cependant aussi citer l'interférométrie différentielle entre les émetteurs artificiels déposés au cours des missions Apollo, et qui a été appliquée avec succès par deux équipes américaines.

Mouvement des satellites lunaires

Les satellites artificiels lunaires se meuvent sous l'effet principal du champ de gravitation de la lune. L'analyse de leurs trajectoires par les techniques de géodésie dynamique permet d'étudier en détail ce champ et d'en déduire certaines propriétés gravimétriques de notre satellite dues à des inhomogénéités de l'intérieur de la lune. À l'actif de ces méthodes, il faut signaler la découverte des concentrations de masse (« mascons ») sous les mers lunaires qui permettent de préciser la nature de ces mers et aident à étudier les circonstances de leur formation.

Notons encore que des altimètres et des appareils photographiques embarqués à bord de satellites lunaires permettent d'étudier en détail la forme de la lune, encore que, dans ce cas, les méthodes astronomiques restent toujours valables (mesure des positions photographiques des cratères et étude du bord lunaire).

Mouvement des satellites artificiels de la terre

C'est l'analyse de ces mouvements qui nous l'avons vu, permet de construire des modèles géodésiques de la terre. En plus des observations photographiques — maintenant abandonnées à cause de leur précision insuffisante, l'instrument principal est le laser satellite. Son principe est le même que le laser-lune : il mesure la distance de satellites munis de cataphotes, parmi lesquels les satellites français de la série DIADÈME, PEOLE, D5-B et surtout maintenant, STARLETTE, qui est une boucle de réflecteurs. L'observation radio des satellites émettant sur deux fréquences stabilisées permet aussi d'obtenir des informations sur la position relative du satellite et de l'observateur. De telles observations dites Doppler car on utilise l'effet Doppler de variation apparente des fréquences avec la vitesse d'éloignement ou de rapprochement, sont donc très utiles en géodésie spatiale.

Mais il apparaît que, si on désire gagner un ou peut-être deux ordres de grandeur dans la précision des mesures relatives à la position des satellites, c'est la technique de réception par un satellite des émissions radio stabilisées d'un autre satellite qui va s'imposer dans l'avenir. Déjà testée par les Américains sur ATS-6 et GEOS-3, elle permet de s'affranchir de toutes les erreurs introduites par l'atmosphère et l'ionosphère.

Mouvement dans l'espace, de l'axe de rotation de la terre

Ce phénomène, connu depuis des siècles par les astronomes sous le nom de précession et de nutation, est dû à la réaction de la terre aux forces de gravitation de la lune et du soleil. Le phénomène le plus important, la précession, est un mouvement de l'axe de rotation de la terre, de période un peu inférieure à vingt-six mille ans sur un cône de demi-angle au sommet de 23°4'. La nutation est un ensemble de mouvements périodiques plus courts, dont les phases et les amplitudes dépendent en partie de l'état de la matière à l'intérieur de la terre, en particulier de l'existence et de la forme d'un noyau liquide. L'étude de ces mouvements apporte donc des informations indirectes, mais précieuses sur la structure de l'intérieur de la terre.

Pour observer ce mouvement, il faut pouvoir placer l'axe de rotation de la

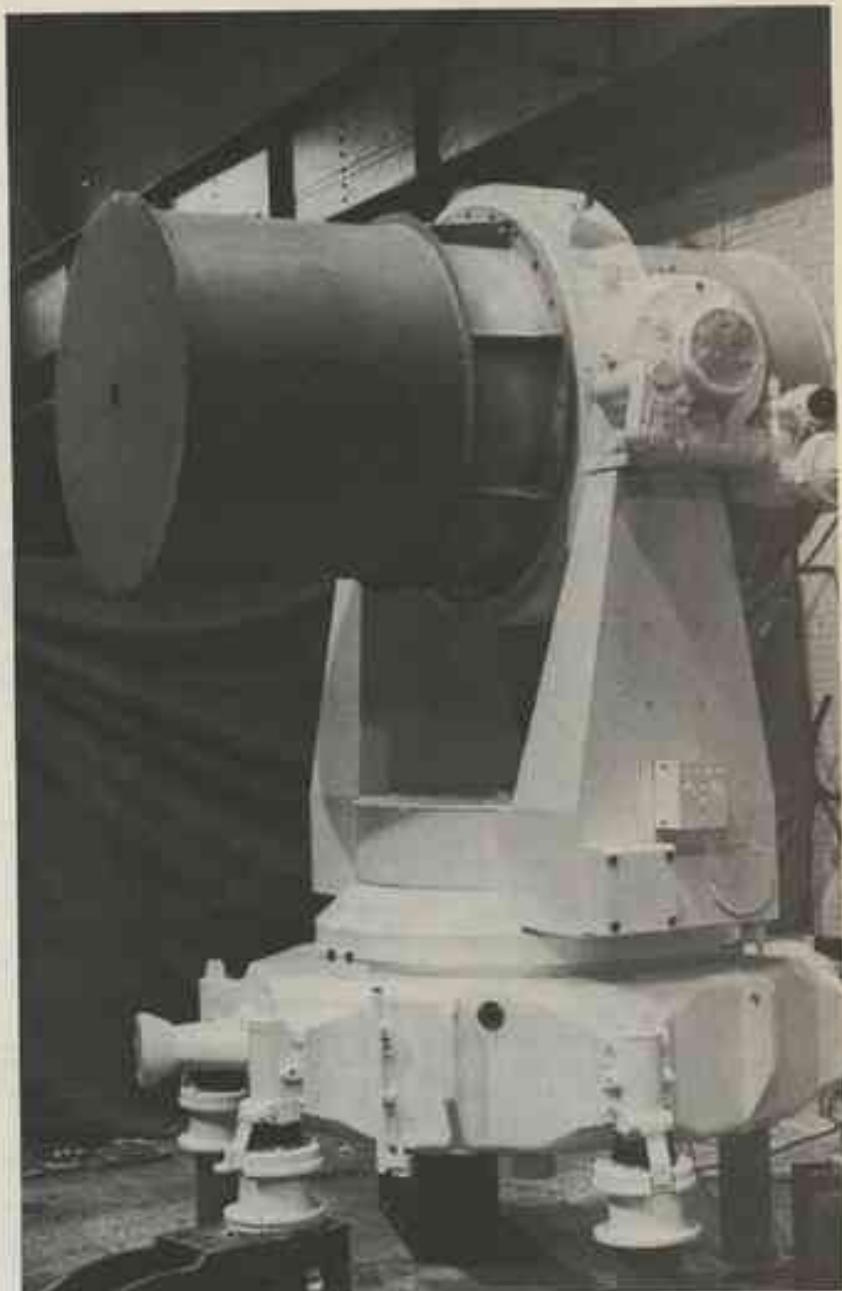
terre – le pôle céleste – dans un système de référence fixe. Trouver un tel système est le but principal de l'astronomie fondamentale et, jusqu'à présent, seules les méthodes astrométriques de mesure de position des étoiles ont été appliquées. On attend cependant beaucoup pour l'avenir des observations radio-interférométriques sur de très longues bases (plusieurs milliers de kilomètres). Elles ont déjà permis de mesurer la position relative de radio-sources à 0,02 secondes près, ce qui est déjà un peu mieux que ce que l'on peut faire en astrométrie optique. De plus, certaines radio-sources comme les quasars sont tellement éloignées qu'elles n'ont aucun mouvement propre apparent; elles matérialisent donc bien un système de référence absolu.

Malheureusement, il y a très peu de radio-sources ponctuelles observables en radio-interférométrie à longue base, et la technique instrumentale est encore très coûteuse. L'astrométrie optique reste donc, pour cette partie, la seule technique de géodynamique globale utilisée.

Rotation de la terre

Les irrégularités de la rotation de la terre, déjà connues et mesurées depuis longtemps par des méthodes astronomiques, sont très intéressantes à analyser, car elles impliquent d'importants transferts d'énergie et de moment cinétique. Une partie est due aux marées lunaires et solaires et donne donc des informations sur le couplage terre-lune et sur l'évolution dans le temps de ce système. Une partie importante est due aux vents zonaux en altitude (travaux de A. Cazenave et K. Lambeck) et une autre, à des facteurs météorologiques. Il n'est pas impossible qu'il y ait aussi des causes internes, en liaison notamment avec certains tremblements de terre. C'est pourquoi une analyse toujours plus précise et plus fine dans le temps de ce phénomène est-elle particulièrement souhaitable.

Les méthodes de géodésie spatiale sont adoptées à la détermination de la rotation de la terre, car cette dernière n'est rien d'autre qu'un déplacement global et synchronisé de toutes les stations d'observation d'un satellite. Cependant, jusqu'à présent, trop d'effets perturbateurs ont masqué ce phénomène dans l'interprétation des observations de satellites artificiels. Il faudrait avoir des satellites-cibles très



Touraille et télescope d'un laser en construction pour le CERBA, qui devra être mis en service en 1977 et qui permettra de mesurer les dis-

tances station-satellite avec une précision de 10 cm.

hauts, peu sensibles aux termes encore mal déterminés du potentiel terrestre et peu sensibles aux forces d'origine non gravitationnelle. Le satellite américain LAGEOS, très grosse boule de réflecteurs laser, lancé en 1976, à une altitude d'environ cinq mille kilomètres, est cette cible idéale, et des campagnes d'observation vont avoir lieu en 1977-1978 pour essayer de déterminer la rotation de la terre mieux que ne le font actuellement les

méthodes astronomiques d'observation à l'aide d'astrolabes ou de tubes photographiques zénithaux (qui donnent une précision de l'ordre de 0,001 à 0,002). Une autre cible idéale est un réflecteur sur la lune. Un autre programme international vient d'être lancé pour ces mêmes années, à l'occasion de la mise en service de plusieurs lasers-lune dans le monde: la campagne ERLD (earth rotation by lunar distances), soutenue par plu-

seurs organisations internationales. Elle est coordonnée par le bureau international de l'heure, à Paris et le centre d'études et de recherches géodynamiques et astronomiques (CERGA) à Grasse. Cette responsabilité accordée aux équipes françaises est très importante. La participation française prévoyait aussi des observations, mais malheureusement, le projet de construction d'un laser-lune au CERGA a pris du retard : ce n'est qu'en 1978 que cet instrument, comprenant en particulier un télescope de 150 cm, sera achevé. C'est donc dans le domaine de la coordination et de la réduction des observations étrangères que nous contribuons à ce programme.

Enfin, la radio-interférométrie à longue base est aussi une technique susceptible de déterminer les irrégularités de la rotation de la terre. Des expériences vont avoir lieu dans ce but aux États-Unis.

Mouvement du pôle

Non seulement, l'axe de rotation de la terre se déplace-t-il dans l'espace, mais l'endroit où il traverse le sol (pôle nord géographique) se déplace aussi. L'amplitude de ce déplacement atteint une vingtaine de mètres.

Les causes de ce mouvement sont multiples. Au mouvement d'oscillation libre dit de Chandler, se superposent en effet de nombreuses irrégularités. À des termes annuels d'origine climatique (fonte des neiges) s'ajoutent d'autres causes de modification temporelle des moments d'inertie de la terre, liées aux régimes des vents en altitude et aux secousses sismiques. Mais tout ceci reste mal analysé, pas plus que ne sont bien compris les mécanismes d'excitation et d'amortissement du mouvement de Chandler. Il y a donc lieu, comme pour la rotation de la terre, d'améliorer la précision et la fréquence des déterminations de la position du pôle.

Dans ce cas, les méthodes spatiales donnent déjà des résultats depuis 1958. Depuis cette date, en effet, les services de la Marine américaine chargés de calculer les éphémérides des satellites de navigation du réseau TRANSIT obtiennent, en sous-produit, la position du pôle de deux jours en deux jours. Ce « service du mouvement du pôle par Doppler » utilise les observations radio de plusieurs satellites TRANSIT effectuées par une quinzaine de stations et obtient la position du pôle avec une précision de l'ordre de 30-50 cm tous les deux jours. ré-

sultat analogue à celui qui est obtenu par un nombre comparable d'astrolabes et de tubes zénithaux photographiques.

Le défaut de ce système est qu'étant sous la dépendance d'un organisme militaire, une importante partie des hypothèses faites dans le calcul reste secrète, ce qui empêche de faire toute discussion de ces résultats et d'étudier leur dépendance vis-à-vis du modèle géodésique employé par exemple. C'est pourquoi, sur l'initiative du groupe de recherche de géodésie spatiale (GRGS), une campagne internationale de mesure du mouvement du pôle par observation Doppler (dite campagne MEDOC) est organisée pour les années 1977 et 1978. À quatre stations munies d'équipements appartenant au GRGS ou à l'institut géographique national et situées à Djibouti, Pretoria, Tahiti et São José dos Campos au Brésil, s'ajoutent d'autres stations étrangères situées dans les pays suivants : Allemagne, Australie, Autriche, Belgique, Canada (trois stations), États-Unis (deux stations), Japon et Italie. Les calculs se feront entièrement à Toulouse par une équipe de GRGS en liaison avec plusieurs groupes scientifiques et techniques français (programme soutenu par le CNRS sous forme d'une RCP n° 416). Parallèlement, la campagne EROLD déjà citée et la campagne d'observation de LAGEOS à l'aide des laser-satellites, permettent de déterminer aussi le mouvement du pôle. Bien entendu, les observations astronomiques se poursuivent aussi. On disposera donc, d'ici deux ans, de plusieurs séries de données que l'on pourra comparer et analyser et connaître les erreurs systématiques de chacune des méthodes actuellement proposées.

Marées terrestres et océaniques

Les mouvements verticaux de la croûte terrestre ou des océans, produits par l'attraction luni-solaire ont pour effet de modifier la distribution de la matière et occasionnent donc des modifications du champ de gravitation de la terre.

Ces modifications périodiques entraînent des perturbations des orbites de satellites que l'on analyse, ce qui permet de trouver, inversement, les paramètres décrivant globalement ces marées. Les observations terrestres ne donnent que des valeurs relatives au point où l'on se trouve et de nombreuses causes de perturbations rendent difficile l'interprétation de ces mesu-

res. Seules les méthodes spatiales permettent d'appréhender le phénomène dans son ensemble.

Mais les quantités à mesurer sont faibles. Les perturbations subies par les satellites ont des amplitudes de quelques dizaines de mètres au plus avec des périodes de plusieurs mois. C'est pourquoi il faut les déterminer à l'aide de satellites qui sont particulièrement peu sensibles aux forces non gravitationnelles, difficiles à modéliser. Le satellite français STARLETTE a été conçu très spécialement pour permettre ce genre d'études : il est très dense, ce qui diminue les forces de frottement et il est assez haut pour ne pas être trop sensible aux petites irrégularités du champ de gravité.

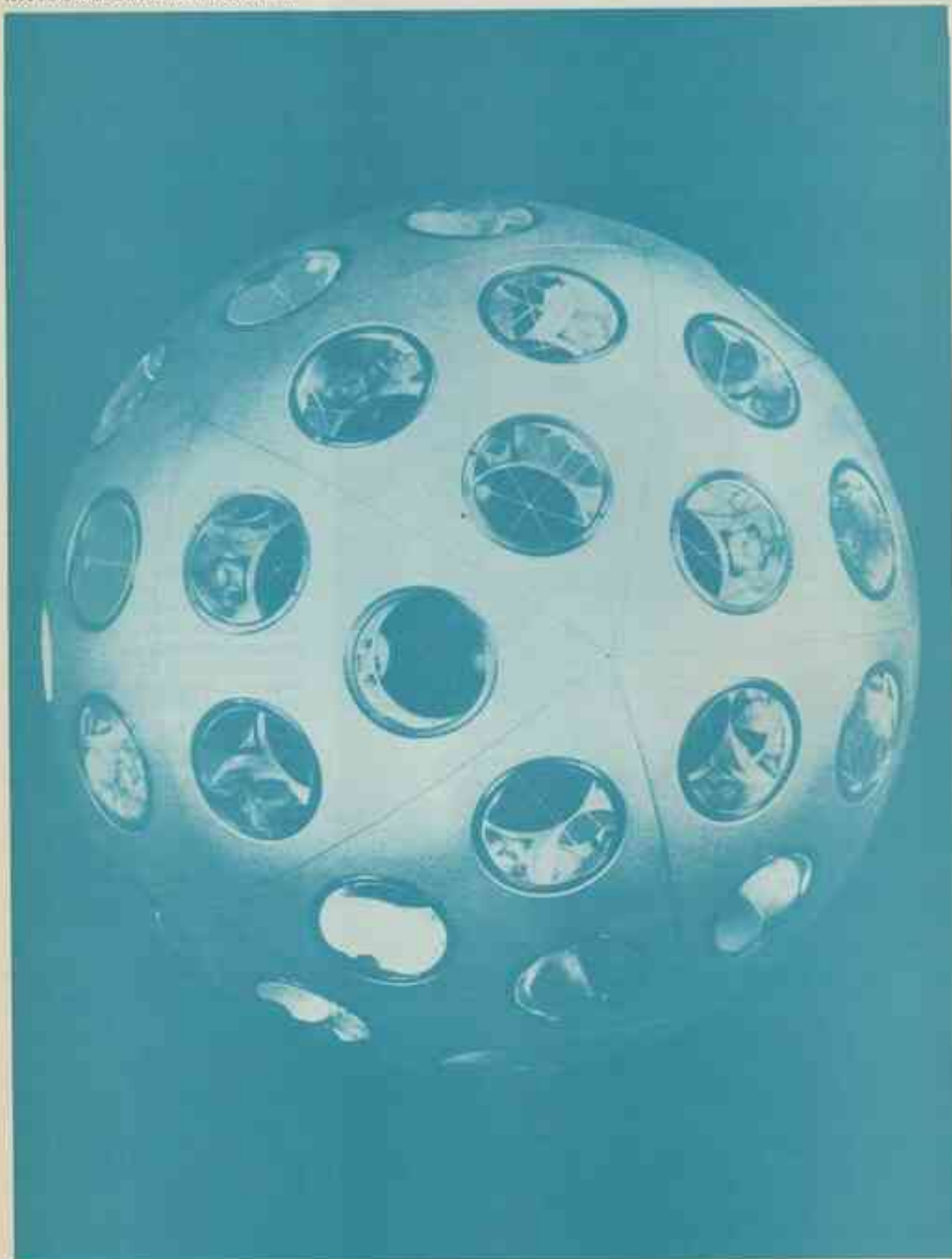
À cause de la petitesse des effets à mesurer, ces études sont encore dans une phase exploratoire. Cependant, il existe déjà deux ou trois modèles représentant avec quelques paramètres les marées globales terrestres et océaniques, dont le plus détaillé est dû à A. Cazenave et K. Lambeck en France. L'amélioration de la précision des mesures doit permettre de pousser beaucoup plus loin cette analyse, surtout à partir du moment où l'on pourra aussi détecter la variation de position sur terre. Dans cet esprit, on espère beaucoup de l'utilisation systématique des radars-altimètres embarqués comme ceux déjà lancés par les américains sur Skylab ou GEOS-3. En effet, si par ailleurs on connaît bien le géoïde et que la détermination de l'orbite du satellite peut se faire avec une grande précision, alors la mesure de l'altitude au-dessus de la mer pourra être comparée à son altitude calculée au-dessus du géoïde. Cette différence pourra être interprétée en termes de marées mais aussi de courants marins, de différences de densité de l'eau, etc. On voit qu'il y a là des extensions considérables de la géodynamique vers l'océanographie, qui se réaliseront d'ailleurs dès 1978, date de lancement de SEASAT par les États-Unis.

Le géoïde

Nous avons vu que le géoïde était une représentation imagée du champ de gravitation de la terre produit par la répartition générale de la matière dans la terre. Bien qu'il ne soit pas possible de déduire de la connaissance de ce champ la répartition des densités, tout modèle de terre devra, inversement satisfaire aux conditions, aux limites imposées par la connaissance de ce champ.

Le satellite de géodésie STARLETTE, lancé par le centre national d'études spatiales le 6 février 1975 : une boule d'uranium 238 recouverte de

plaques d'aluminium où viennent s'insérer des réflecteurs laser.



Actuellement, on connaît bien les détails du géoïde de dimensions supérieures à mille cinq cents kilomètres. On démontre que leur origine la plus probable correspond à des profondeurs de l'ordre de mille à deux mille kilomètres, c'est-à-dire qu'elle se trouve dans le manteau profond. Or, dans ces régions, des différences de densité doivent exister à la suite des phénomènes de convection de la matière entraînant aussi des différences de température.

Bien que rien de précis encore n'ait été découvert dans ce domaine et bien que les hypothèses émises soient parfois assez mal étayées, il apparaît qu'un fructueux champ de recherche s'ouvre dans cette voie. Encore faudrait-il sérieusement améliorer la précision et surtout la séparation des accidents des dimensions plus faibles : ceux-ci, en effet, donneront des renseignements sur des régions moins profondes du manteau où les interprétations seront plus aisées.

Mais nous avons vu que les méthodes de géodésie spatiale qui ont permis de construire les systèmes géodésiques actuels ne laissent guère d'espoir d'une amélioration sensible. Il faut pour cela s'adresser à deux techniques d'avenir qui semblent devoir permettre les progrès nécessaires dans la construction du géoïde.

En premier lieu, il s'agit de l'altimétrie qui, permettant de décrire en détail la forme des océans, donnera par la même occasion, à une précision supérieure à un mètre, la forme du géoïde sur les trois quarts de la surface du globe (fig. 5). En second lieu, le lancement de deux satellites relativement bas, moins de cent kilomètres travaillant selon la technique de poursuite satellite par satellite pourrait donner un pouvoir de résolution des accidents de géoïde de mieux que cent kilomètres, et ceci sur l'ensemble de la surface de la terre.

Mouvements lents de l'écorce terrestre

La croûte terrestre n'est pas, on le sait maintenant, immuable. On connaît surtout deux types de mouvements. D'une part, il y a une surrection continue de certains boucliers continentaux ou de chaînes cristallines de quelques millimètres par an. Seules des techniques classiques de nivellement géodésique permettent de détecter ces mouvements. L'autre mouvement est le mouvement des continents les uns par rapport aux autres dans le cadre

de la tectonique des plaques. Jusqu'à présent, on ne connaît ces mouvements qu'en interprétant les observations de magnétisme résiduel des roches de part et d'autre des dorsales océaniques et pour certaines failles, pour observation directe des mouvements à la suite des tremblements de terre.

La technique de géodésie géométrique à l'aide de lasers de haute précision est particulièrement bien adaptée à la mesure de la distance de deux points éloignés. Jusqu'à présent, une seule expérience systématique a été réalisée : elle a eu lieu en 1974, en Californie à l'aide de quatre lasers satellitaires (SAFE : San Andreas fault experiment). Elle devra être répétée d'ici quelques années pour voir si des distances de plusieurs centaines de kilomètres, déterminées à quelques centimètres près, ont changé.

Mais ce sont des distances intercontinentales qu'il faudra mesurer avec cette précision. Cela paraît possible dans un avenir très proche en prenant pour cible intermédiaire le satellite LAGEOS ou les réflecteurs déposés sur la lune.

Le CERGA

On a pu voir plusieurs exemples où différentes techniques étaient en compétition pour mesurer la même quantité. Par ailleurs, la même technique est susceptible d'apporter des informations sur plusieurs phénomènes et il est souhaitable de comparer les résultats qu'ils donnent dans des conditions comparables. Ces raisons, ainsi que la volonté de concentrer les efforts français dans le domaine de la géodynamique globale et l'astrométrie ont conduit à la création, en 1974, du centre d'études et de recherches géodynamiques et astronomiques (CERGA). Créé grâce à un effort d'équipement consenti par l'Institut national d'astronomie et de géophysique du CNRS, grâce aussi à l'Observatoire de Paris qui y a envoyé plusieurs équipes et au centre national d'études spatiales (CNES) qui a contribué à son équipement, le CERGA s'est installé sur un site à vingt-cinq kilomètres de Grasse, sur un plateau à mille trois cents mètres d'altitude où sont ou seront situés les grands instruments français pour les recherches en géodynamique globale. Le CERGA, qui a été associé au CNRS (LA n° 252), est actuellement en train de recevoir ou de mettre au point ses équipements. Ses

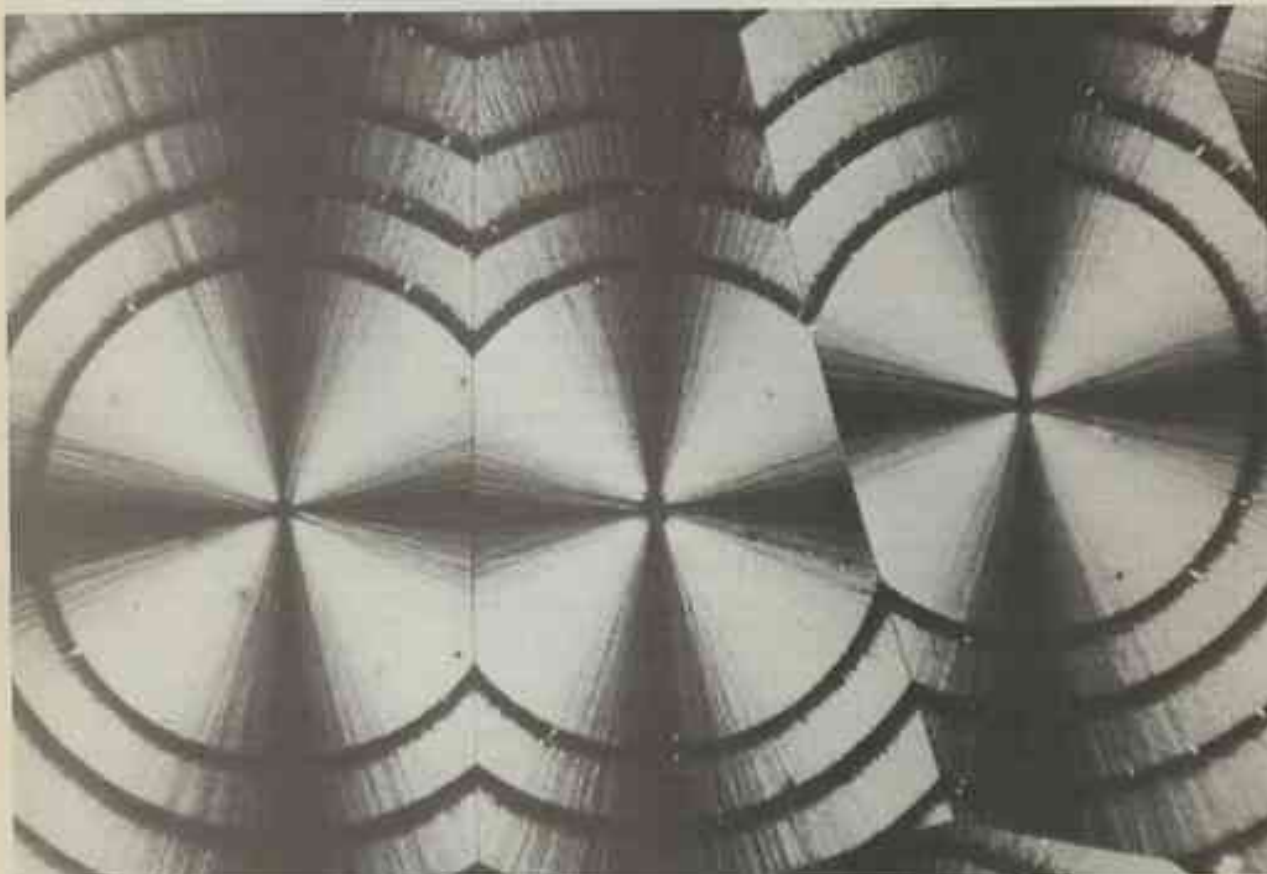
intérêts scientifiques, qui s'étendent aussi à divers domaines de l'astronomie de position et de l'étude morphologique d'objets célestes, comprennent la plupart des domaines de la géodynamique, en liaison étroite avec d'autres équipes françaises, notamment celles qui travaillent au sein du groupe de recherches de géodésie spatiale qui regroupe notamment des équipes du CERGA, du CNES, de l'observatoire de Paris, de l'Institut géographique national et du bureau des longitudes.

Les instruments de géodynamique dont sera doté le CERGA sont un laser-satellite de précision cinq à quinze centimètres qui doit être achevé cette année, un laser-lune prévu pour 1978 et deux astrolabes en service qui représentent les techniques astrométriques. Une équipe se spécialise dans l'étude de la forme de la lune avec l'aide des instruments situés à l'observatoire de Nice. Un récepteur Doppler a fonctionné deux ans, mais il est apparu plus utile, dans le cadre de l'opération MEDO, à laquelle participent plusieurs stations européennes, de concentrer désormais l'effort français en des sites lointains dépourvus d'observatoires permanents. Enfin, un laser-satellite, dépendant du CERGA est en fonctionnement depuis juin 1975 près de Cadix, en Espagne.

L'effort ainsi fait au CERGA, auquel s'ajoute un important effort du CNES dans les techniques plus spécifiquement spatiales, va permettre à la France de maintenir une position privilégiée dans le monde dans ce nouveau domaine de recherches. Mais il est certain que la plupart des programmes de géodynamique globale impliquent des observations faites simultanément en plusieurs stations. La coopération internationale est donc la voie nécessaire pour réussir de tels programmes. L'existence d'un complexe scientifique comme celui qui est en train d'être installé près de Grasse est garant de la participation française à cet effort international qui, seule, nous assurera en contrepartie l'accès à l'ensemble des données recueillies pour permettre à nos chercheurs de faire les analyses scientifiques génératrices de découvertes.

Jean KOVALEVSKY
Directeur exécutif du
groupe de recherches
de géologie spatiale
Directeur du CERGA (LA n° 252)

CHIMIE 2000



Sphérolites à anneaux.

La chimie en Europe et plus particulièrement en France a connu depuis trois décennies un remarquable développement industriel sous l'effet de deux facteurs : une énergie abondante et bon marché, un progrès technologique ininterrompu. Placé aujourd'hui dans une situation nouvelle par l'inégalité des ressources en matières premières et en énergie, on est amené à s'interroger sur la recherche et ses orientations, sur les possibilités de développement industriel des technologies nouvelles et leurs implications socio-économiques.

C'est pour tenter de dégager des éléments de réponse à ces questions que

l'association française des techniciens du pétrole et la société de chimie industrielle s'organise, il y a quelques mois, une table ronde sur le thème « la chimie en l'an 2000 au-delà des techniques actuelles ».

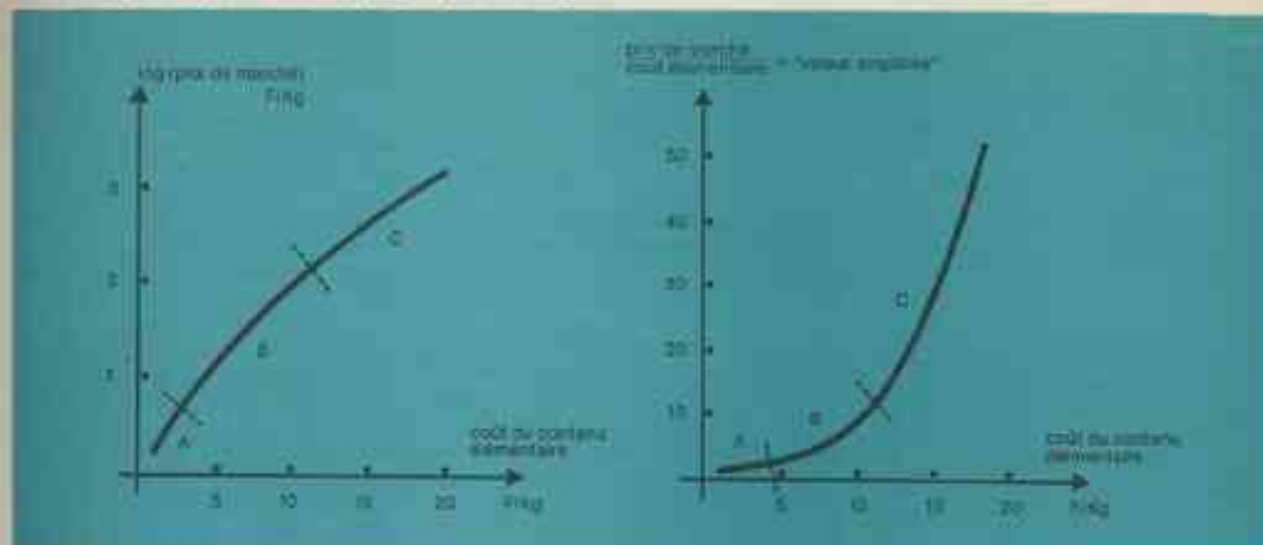
Le présent article relatif aux tendances actuelles de la chimie moléculaire est construit à partir de l'un des exposés de la table ronde : il se propose de faire le point des technologies (produits ou procédés chimiques) à ce jour disponibles dans les laboratoires universitaires du CNRS ou associés à lui et susceptibles de permettre un développement industriel. On peut en effet

estimer à un certain nombre d'années (variables d'un type de produit à l'autre et également variable d'un pays à l'autre...) le temps qui s'écoule entre une découverte en laboratoire et son exploitation courante dans l'industrie. Il en résulte l'idée simple – sinon simpliste – que les innovations existant aujourd'hui dans nos laboratoires de recherche font partie de celles qui auront une chance d'être effectivement développées industriellement d'ici une vingtaine d'années, c'est-à-dire aux alentours de l'an 2000...

Bien que l'imprévisible existe, on peut néanmoins tenter une extrapolation « scientifique » vers le prévisible.

Fig. 1 - Evolution du prix et de la « valeur amplifiée » des produits chimiques industriels : la zone A correspond aux produits de base à grand

tonnage ; la zone B correspond aux produits de la chimie fine ; la zone C correspond à la chimie pharmaceutique.



Poussée technologique ou demande du marché ?

Les grands objectifs sociaux permanents peuvent se résumer en termes de santé, d'alimentation, de conditions culturelles et matérielles du cadre de vie. A ceux-ci se superposent, à une époque donnée – par exemple la nôtre – des objectifs économiques tels que les économies d'énergie, la recherche des matières premières, l'innovation, les transferts de technologie. Ces objectifs, qu'ils soient permanents ou conjoncturels sont bien entendu inclus dans les stratégies du CNRS et il est important que nos laboratoires soient informés des priorités socio-économiques pour qu'ils puissent contribuer par leurs recherches à la solution de ces problèmes. C'est ce qu'on pourrait appeler la demande du marché. Le meilleur exemple de grandes découvertes réalisées à partir de questions posées de l'extérieur du milieu scientifique reste encore celui de certaines découvertes dues à Pasteur. Mais si la méthode consistant à proposer des problèmes concrets au monde scientifique est nécessaire, elle n'est pas suffisante. La recherche scientifique a eu de tout temps sa dynamique propre due à la curiosité de l'esprit humain ; elle conduit tant au progrès général des connaissances qu'à de véritables découvertes telles que les rayons X, l'énergie nucléaire ou la pénicilline. C'est ce qu'on pourrait appeler la poussée technologique. En chimie, science expérimentale de la matière et de ses transformations, les bons laboratoires gardent, pour renouveler leurs sujets de recherche, un équilibre harmonieux entre ceux qui sont induits depuis l'extérieur de la

discipline (communauté socio-économique nationale) et ceux qui sont déduits de l'intérieur de la discipline (communauté scientifique internationale). Faute de quoi ils risqueraient de se couper – donc de s'appauvrir – de l'une de ces deux communautés indispensables à la santé et au rayonnement de la recherche. Il paraît donc plus judicieux, au niveau d'un laboratoire dans son ensemble, de concilier les deux stratégies « poussée technologique » et « demande du marché » plutôt que de les opposer.

Matières premières x matière grise = produits utilisables

Cette double stratégie a été clairement définie par le CNRS mais il faut se préoccuper aussi du transfert des résultats. Au même titre que d'autres disciplines (automatique, mécanique, médecine, etc.) la chimie dans sa presque totalité est une science transférable car il existe en face de chacune de ses branches une industrie susceptible de valoriser ses découvertes : pharmacie, domaine phytosanitaire, chimie fine, produits de base, plastiques, électronique, métallurgie, engrais, industrie pétrochimique...

Depuis quelques années, le CNRS a peut-être plus nettement qu'auparavant soutenu un objectif de transfert des connaissances et de participation à l'innovation technologique : les sciences de transfert peuvent et doivent avoir un rôle important dans l'économie du pays dans sa réalité actuelle, ce qui au demeurant ne peut qu'accroître leur rayonnement.

En effet, tandis que l'usage de la matière première est simplement additif, l'usage de la matière grise est multiplicatif, ce qui permet de donner toute sa

dimension économique à la recherche.

Ceci peut se constater (fig. 1) en comparant le prix de marché (prix mondial du kg en gros) et la « valeur amplifiée » (contenu en matières de base, produits intermédiaires, énergie) de trois types de produits chimiques : l'acétone, produit de grand tonnage, se vend 2 F/kg pour un coût élémentaire de 1 F/kg ; le nylon-12, produit de la chimie fine, se vend 25 F/kg pour un coût élémentaire de 7 F/kg ; enfin la novocaïne, produit de la chimie pharmaceutique, se vend 1 400 F/kg pour un coût élémentaire d'environ 18,5 F/kg. Il y a donc une relation de type exponentiel entre le coût élémentaire d'un produit chimique industriel et son prix de marché qui représente les gains dus à l'intervention humaine qualifiée : ces gains représentent *in fine* des salaires d'agents qualifiés.

La « matière grise » est donc à l'origine non pas d'une « valeur ajoutée » mais plutôt d'une « valeur amplifiée ». Il suffit pour s'en convaincre de considérer le nombre d'emplois créés dans le monde par la réaction de polycondensation de l'acide aminocaproïque conduisant aux nylons. Ceci dit, il est clair que les gains réels dus à l'intervention de la matière grise ne sont pas exponentiels car le marché est d'autant plus restreint que le produit est plus cher. Il n'en reste pas moins qu'un pays qui a moins de matières premières (dans lesquelles on peut inclure l'énergie) que de matière grise a tout intérêt à valoriser le second terme pour sortir des produits à « valeur amplifiée », en admettant la relation : matières premières x matière grise = produits utilisables.

Les stratégies

Des considérations précédentes, il résulte que l'organisation de la recherche fondamentale en chimie par un organisme national tel que le CNRS doit avoir des stratégies qui lui sont propres mais qui prennent en compte les objectifs généraux précédemment énoncés.

Voici quelques-uns des objectifs avec entre parenthèses les moyens correspondants :

- Développer de grands domaines scientifiques, notamment lorsqu'ils ne sont pas très représentés dans les universités (laboratoires propres du CNRS : catalyse, chimie du solide, substances naturelles, macromolécules, génie chimique, etc...);
 - Soutenir des recherches spontanées lorsqu'elles sont prometteuses et de qualité (laboratoire d'écoles ou d'université, associés au CNRS);
 - Assurer l'ouverture sur la communauté scientifique internationale (ATP Internationales, invitations d'étrangers dans les laboratoires, stages à l'étranger, création du nouveau journal de chimie);
 - Développer l'ouverture sur le secteur productif national et valoriser les résultats de la recherche (Anvar, comité des relations industrielles, accords de coopération, stages réciproques, invitations d'industriels dans les comités variés, etc...);
 - Intéresser les jeunes à la recherche (recrutements temporaires sur bourses d'ingénieurs ou permanents sur postes de chercheurs, stages d'élèves ingénieurs dans les laboratoires);
 - Lancer des thèmes de recherche diagonaux (actions programmées);
 - Créer des réseaux de collaborations entre équipes sur des programmes d'ampleur nationale (groupes d'études coordonnées, recherches coopératives sur programme).
- Des groupes de prospective sont régulièrement chargés d'examiner les axes de développement souhaitables dans telle ou telle branche tandis que des actions thématiques programmées concrétisent l'impulsion à donner à de nouveaux thèmes interdisciplinaires. Les groupes d'études coordonnées enfin regroupent à travers la France les équipes ayant une activité complémentaire et devant s'appuyer mutuellement pour la poursuite d'un objectif scientifique d'ampleur nationale.

Quels sont les résultats de ces stratégies, de cette politique de recherche ? Par nature, la recherche fondamentale

en chimie contribue surtout à l'établissement de principes scientifiques nouveaux, de transformations inédites de la matière ou d'architectures moléculaires nouvelles; ces principes innovateurs pourront, selon les cas, trouver ou non des applications dans des produits ou des procédés nouveaux économiquement viables; mais le chercheur scientifique n'est pas maître de ce dernier paramètre. Tel produit, actif sur le plan thérapeutique, attend un procédé de synthèse convenable et économiquement valable; tel procédé attend le produit actif dont il pourrait offrir la meilleure préparation. Pour reprendre l'analogie d'Alfred Kastler, il va de la recherche scientifique comme de la recherche pétrolière où il faut forer des centaines de puits et investir des millions avant de découvrir le filon qui remboursera les mises initiales. Mais les meilleures chances de succès s'obtiennent dans les deux cas lorsque des équipes compétentes font des recherches dans des terrains prometteurs, qui ne sont pas forcément les lotissements déjà à la mode.

On trouvera donc ci-dessous quelques troupes chargées d'espérer émanant de telles équipes. Bien des résultats intéressants ont été obtenus ces dernières années dans nos laboratoires tant dans le domaine de l'instrumentation (par ex. sonde moléculaire à effet Raman) que dans celui des matériaux (par ex. alliages de polymères; matériaux conducteurs mixtes; matériaux pour la visualisation, etc...) mais on restreindra ici nos exemples aux résultats relatifs à la chimie moléculaire que l'on a classés en trois grandes tendances: nouveaux modes d'activation; chimie hétérogène; chimie mettant à profit des processus naturels.

De nouveaux modes d'activation

De grands modes d'activation (hydrogénation catalytique; organomagnésien, etc...) ont vu le jour au début du siècle, mais bien des voies restent ouvertes. Si l'utilisation des plasmas froids (**plasmochimie**) en chimie organique en est encore à ses débuts, la machine de M. L.H. Green a vaporiser les métaux (fig. 2) récemment importée d'Oxford tant à Orsay qu'à Lyon, qui ressort un peu du même principe de trempe atomique, a donné des résultats très prometteurs dans la synthèse de composés de coordination tout à fait originaux; ainsi la condensation de vapeurs de fer, cobalt ou nickel avec des molécules phosphorées fournit des catalyseurs très actifs et

sélectifs d'oligomérisation du butadiène (Lyon).

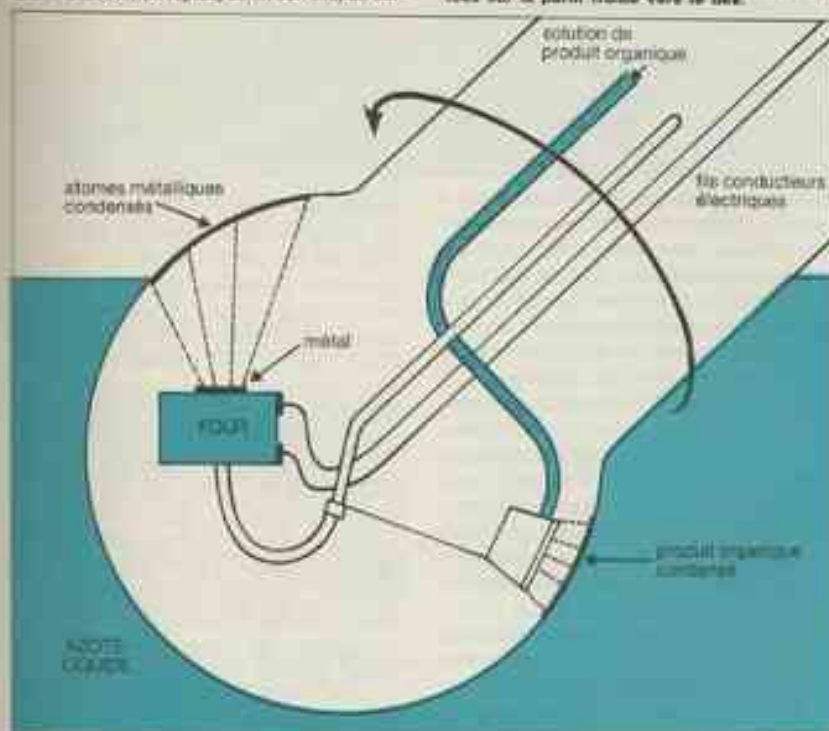
La **photochimie** reste un domaine très actif en France, et connaît un regain d'activité depuis l'apparition des lasers à longueur d'onde variable; citons les espoirs de valorisation (propriétés optiques ou énergétiques) des systèmes moléculaires photoreversibles (Bordeaux) où une molécule se fait sous l'influence de la lumière et se défait sous l'influence de la chaleur (ou l'inverse). Un des grands défis que les photochimistes sont en train de relever selon ce principe reste celui de la décomposition de l'eau H_2O par la lumière en hydrogène H_2 et oxygène O_2 , et grâce à un système catalytique qui reste à perfectionner. On conçoit l'intérêt énergétique et écologique potentiel de ce système qui, à partir du soleil et de l'eau, fournirait uniquement de l'hydrogène pouvant être utilisé soit comme combustible non polluant soit comme réactif chimique de grand tonnage (pétrochimie, sidérurgie). La grande majorité des produits chimiques industriels actuels dérivent des composants du pétrole. Un double problème se pose: valoriser les hydrocarbures en composés chimiques variés et d'autre part prévoir déjà leur remplacement par une matière première (les oxydes de carbone CO et CO_2) qui restera abondante quand le pétrole sera tari.

Les **milieux superacides** dont le pH peut atteindre -20, mis en valeur par Olah depuis une quinzaine d'années aux Etats-Unis, ont fait l'objet d'intéressants développements dans les laboratoires français. D'une part, recherche des superacides solides (Montpellier), capables de transformer industriellement les alcanes linéaires en alcanes ramifiés à haut indice d'octane et qui permettront donc d'éviter le tétraéthylplomb dans les essences. D'autre part (Poitiers), transformation de groupes CH_2 en cétones par action des oxydants (ozone, eau oxygénée) ou bien en esters par action de l'oxyde de carbone. Enfin, les milieux superacides permettent des réactions originales d'alkylation des aromatiques. Parallèlement aux milieux superacides, les **milieux superbasiques** doivent leur essor à des travaux de l'école française sur le solvant original HMPT (Hexaméthyl phosphotriamide) (H. Normant, Paris) et permettent la création de carbanions exceptionnels susceptibles d'être ensuite alkylés.

De même que les alliages métalliques

Fig. 2 - La machine à vaporiser les métaux permet la synthèse de composés organométalliques ou de coordination tout à fait inédits grâce à la rotation rapide, selon sens, du bû-

lon plongé dans l'azote liquide, les atomes métalliques projetés sur la paroi froide vers le haut, réagissant avec les molécules organiques projetées sur la paroi froide vers le bas.



ont ouvert un champ d'application beaucoup plus vaste que celui des métaux purs, cette notion d'**alliage de substances chimiques** offre de nombreuses possibilités : on peut citer dans cette rubrique :

- les alliages métalliques dispersés sur supports qui forment ainsi des catalyseurs bimétalliques à sélectivité variable (Poitiers) ;

Fig. 3 - Cryptates : principe de fonctionnement d'un cryptate macrotricyclique qui peut simultanément « envaser » des ions (cations) et des molécules (substrat) de façon à pouvoir soit les faire réagir (fonction catalyse) soit leur faire traverser une membrane (fonction transport).

- les « alliages » de polymères qui ont des propriétés macroscopiques nouvelles (Strasbourg) ;

- les associations de deux réducteurs classiques qui donnent des « réducteurs complexes » plus puissants et plus sélectifs (Nancy) ;

- les associations de deux bases permettant la préparation générale de dérivés acétyléniques ou de composés azotés (Paris, Nancy) ; elles ont en outre un espoir de développement en polymérisation anionique sur des systèmes qui ont normalement beaucoup de difficultés à polymériser ;

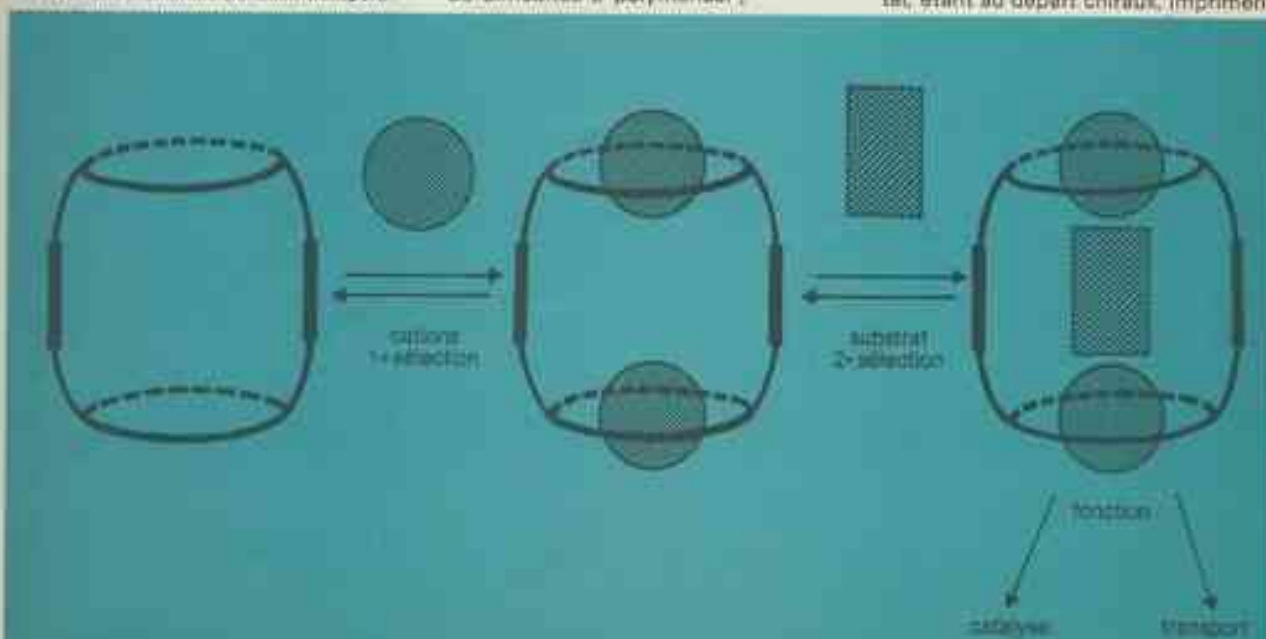
- les associations de sels alcalins d'acides organiques ou cyanhydrique et de diamine (Paris) qui trouvent leurs applications dans la préparation plus rapide d'esters ou de nitriles organiques.

Il s'agit dans ces trois derniers exemples, du phénomène très général de complexation du cation métallique par l'un des deux éléments de l'association et de libération de la partie anionique de l'autre élément qui devient donc beaucoup plus réactive. Cet effet est porté à son comble par les cryptates inventés, il y a une demi-douzaine d'années (Strasbourg) mais risque d'être moins cher, donc industrialisable, grâce à l'association à des réactifs courants.

- L'amélioration de l'activité des organomagnésiens par leur association avec des sels cuivreux qui trouvent d'intéressantes applications (Paris) dans la transformation de fonctions éthyléniques (phéromones ; hormones juvéniles) ou dans l'addition de chlorures sur les doubles liaisons (applications aux insecticides ou aux aminocides).

Les nouveaux systèmes catalytiques ont fait grâce aux travaux innovateurs de Wilkinson en Angleterre et de Wilke en Allemagne des progrès considérables dans le domaine de la catalyse homogène par les complexes de coordination des métaux de transition. L'apport de nos laboratoires a été très original, et permet un bon espoir de développement, dans deux domaines :

- la catalyse homogène asymétrique (Kagan, Orsay) où les ligands du métal, étant au départ chiraux, impriment



leur asymétrie aux réactions catalysées, par exemple dans l'hydrogénation. Les applications se trouvent dans la synthèse de prostaglandines, de stéroïdes, d'acides aminés ou de composés utilisés dans l'industrie des parfums :

- les nouveaux agents cryptants (Lahn, Strasbourg). Ces composés sont de véritables cages moléculaires capables de retenir sélectivement des ions alcalins et alcalino-terreux. Chaque cage moléculaire peut être adaptée à la taille de l'ion à « crypter » : tel cryptate qui retiendra parfaitement le potassium, ne retiendra ni le lithium (trop petit) ni le césium (trop gros).

Ces complexes confèrent aux ions des propriétés nouvelles : l'ion métallique est solubilisé dans les milieux non polaires (lipides par ex.) et peut être ainsi transporté à travers des membranes biologiques ; les anions, quant à eux, ne sont plus retenus par le cation métallique bloqué dans le cryptate et leurs vitesses de réactions sont considérablement augmentées. Les derniers cryptates préparés sont des macro-tricycles et des macro-tétracycles qui délimitent des cavités de dimensions et de formes différentes par exemple en tonneau. Ils devraient, comme les enzymes, présenter des propriétés remarquables en tant que récepteurs de molécules (et non plus seulement d'ions métalliques) et en tant que catalyseurs à très haute sélectivité (fig. 3).

La chimie hétérogène

Par tradition les réactions de la chimie organique sont essentiellement homogènes : la plupart des réactions sont réalisées en milieu liquide ou gazeux. Une tendance plus récente consiste à ne plus rechercher systématiquement les milieux réactionnels homogènes, mais plutôt à mettre à profit les interfaces qui rendent les réactions plus spécifiques, plus sélectives et le système réactionnel plus aisé à manipuler pour l'élimination d'un constituant.

Ainsi on a montré la généralité des réactions dites de « transfert de phase » qui utilisent comme milieu réactionnel simultanément l'eau, un solvant organique et un sel d'ammonium. On peut dans ces milieux, obtenir des alkylations très variées, l'oxydation sélective d'alcools et même des réactions de cyclisation par carbènes.

Par ailleurs, on exploite depuis peu au laboratoire, la possibilité d'insérer des réactifs chimiques (R) entre les feuillets de graphite, ce qui donne naissance à des édifices du type R-C₆H₅ ou R-C₆H₄ (douze atomes de carbone pour une molécule de réactif insérée). On obtient ainsi, par insertion d'acide sulfurique, des estérifications totales dans des conditions douces par le « bisulfate de graphite » (Orsay).

L'utilisation des réactifs chimiques sur support solide constitue toute une nouvelle branche de cette chimie hétérogène.

- La catalyse homogène supportée :

alors que traditionnellement la préparation d'un catalyseur consiste à élaborer un solide où se trouveront des centres actifs dont on ne pourra que déterminer a posteriori le nombre et la nature, le principe de la catalyse homogène supportée est de fixer sur un solide inerte des centres actifs très bien définis, par exemple par réaction entre des groupes chimiques déterminés de la surface d'un support et des espèces chimiques connues.

C'est ainsi qu'on a pu réaliser (Lyon) : des catalyseurs métalliques hyperdivisés par emploi des cages métalliques (« clusters ») supportées ; des catalyseurs zéolithes (solides poreux) renfermant soit des métaux nobles hyperdivisés, soit à l'état coordonné des ions des métaux de transition ; enfin, des catalyseurs d'hydrogénation plus sélectifs obtenus par échange d'ions entre résines organiques et des ions complexes de métaux nobles (palladium, platine, rhénium).

- De la même tendance, relève l'idée d'utiliser des solvants polaires sur support solide (Paris) : la partie non active d'un solvant tel que HMPT ou DMSO, est greffée chimiquement sur des grains solides ; ils peuvent alors être ajoutés sous forme de billes, faciles à récupérer, à une réaction ayant lieu dans un solvant ordinaire mais qui est accélérée par un solvant polaire ; ce dernier est donc devenu un véritable catalyseur hétérogène.

- La chromatographie d'affinité, qui utilise l'affinité chimique sélective des produits à séparer par rapport à une phase fixe, relève du même principe de greffages d'espèces chimiques actives sur un support dont les nouvelles propriétés sont ensuite mises à profit. Ainsi, une colonne de streptomycine greffée sur des billes d'agarose permet de purifier et d'identifier les enzymes responsables de la résistance de certaines souches à cet antibiotique (Thiais).

La chromatographie liquide sous haute pression est également justiciable de ce principe et permet d'obtenir en peu de temps des séparations d'inverses optiques d'acides aminés variés (asparagine, isoleucine, phénylalanine, sérine, thréonine, valine). Ceci nécessite que la phase fixe soit optiquement active : on greffe donc sur une résine hydrophile un ligand cuivrique asymétrique, le sel de cuivre de la L-proline et le long de cette phase fixe sont « pous-

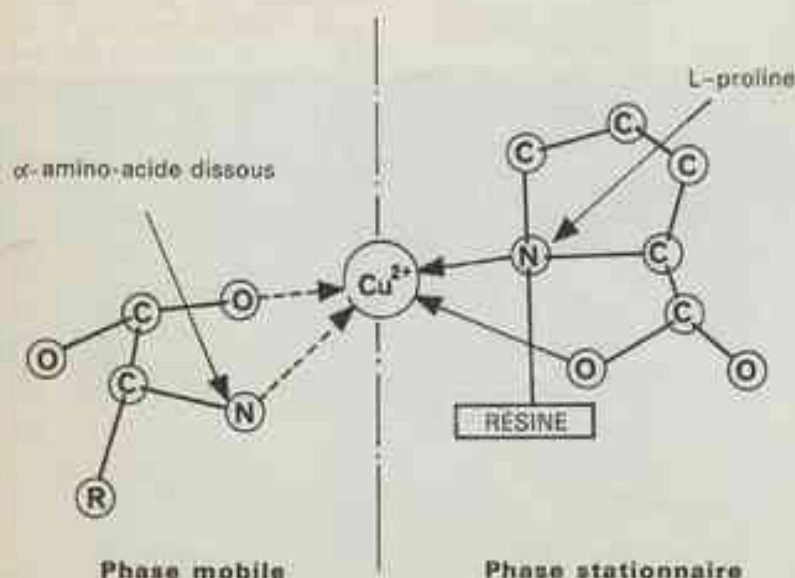
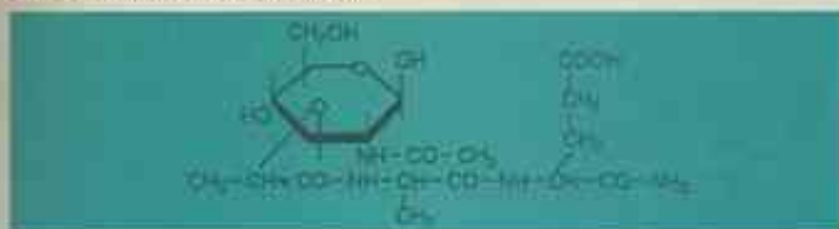


Fig. 4 - Principe de la séparation d'acides aminés optiquement actifs par chromatographie sous haute pression.

Fig. 3 - Le muramyloligopeptide du MDP, isolé dans l'eau et dans l'huile, a d'abord été extrait des parois de mycobactéries puis synthétisé. C'est un puissant adjuvant de l'immunité.



sées les solutions d'acides aminés dont on veut séparer les deux isomères optiques L et D (Paris) (fig. 4).

Chimie mettant à profit les processus naturels

La synthèse totale de produits d'intérêt thérapeutique par les moyens sophistiqués de la chimie moderne, demeure active et importante. Un exemple récent est la synthèse de la vitamine A où l'on met à profit la propriété des sulfones d'être de bons activateurs d'hydrogène en même temps que des groupes qui partent facilement (Paris).

En sens inverse, mais souvent dans les mêmes laboratoires, se développe une voie de synthèse chimique qui connaît un regain d'intérêt : elle met à profit la connaissance des processus biochimiques pour réaliser de nouvelles synthèses. Les processus biochimiques étant par nature économiques au plan énergétique, on peut espérer pouvoir remplacer les réactions chimiques industrielles comportant des échanges énergétiques importants par des réactions plus douces. On en a connu un bel exemple, celui des protéines obtenues par fermentation bactérienne du pétrole. La chimie dite « biomimétique » est un cas particulier de cette tendance générale.

Préparation de substances à haute valeur ajoutée : les fermentations biochimiques visant à valoriser des produits végétaux tels que l'amidon, la pulpe de betterave ou les céréales riches que l'on transforme en protéines et acides aminés constituent déjà des procédés industriels.

La culture de végétaux riches en produits à haute valeur ajoutée (produits pharmaceutiques) ne peut se développer que si elle est économiquement rentable : ceci dépend du lieu et de l'époque. Mais des voies alternatives peuvent être constituées soit par la culture de tissus végétaux pour des productions *in vitro* d'alcaloïdes, de stéroïdes etc., soit en partant d'un composé naturel que l'on transforme en produit désiré par des synthèses biomimétiques c'est-à-dire s'inspirant de mécanismes biologiques (Gif). Tel est le cas de la vincamine, alcaloïde

utile pour le traitement des troubles circulatoires cérébraux, dont on a d'abord amélioré le rendement par la culture de la petite pervenche, puis réalisé l'hémisynthèse (Reims) et la synthèse totale : l'évaluation du meilleur procédé est un problème économique. Plus généralement les synthèses biomimétiques doivent permettre le passage de substances naturelles abondantes mais inactives au plan thérapeutique, à des substances peu abondantes mais actives. Ainsi, le couplage en trois étapes, de deux alcaloïdes de la pervenche de Madagascar, la catharanthine et la vindoline, fournit des dérivés du groupe de la vincalécobactine, antitumoral bloquant la division cellulaire. De même, le passage de sucres naturels aux aminosucres se révèle-t-il très prometteur car certains aminoglycosides ont des propriétés antibiotiques ou anticancéreuses.

Face à toutes ces réalisations qui existent bel et bien au stade du laboratoire, il ne semble pas trop futuriste d'écrire avec E. Lederer : « On peut penser qu'un grand nombre de synthèses industrielles à plusieurs étapes, se fera par percolation d'une solution d'un produit de départ à travers des colonnes superposées, dont chacune contiendra un enzyme sur support solide et effectuera la réaction voulue à température ordinaire. Dans une première colonne multienzyme, on fabriquera par exemple du cholestérol à partir d'acide acétique. Dans une deuxième colonne le stérol sera découpé, oxydé, et transformé à volonté en hormone, vitamine ou anabolisant ».

La recherche de nouveaux principes actifs isolés de substances naturelles, poursuivie parallèlement, demeure importante et nécessite la mise en place, même au stade de la recherche de chaînes de détection organisées : récolte, extraction, purification, essais pharmacologiques préliminaires (« screening »), identification et structure des molécules actives etc... Les substances d'origine végétale (alcaloïdes, stéroïdes...) ne sont plus les seules sources de principes actifs au plan thérapeutique : les substances d'origine marine (prostaglandines extraites des coraux) d'origine bactérienne etc., sont l'objet de re-

cherches très actives et concertées entre laboratoires ou organismes. L'exemple du muramyloligopeptide (MDP) découvert grâce à une étroite collaboration entre des laboratoires du CNRS (Lederer, Gif) de l'Institut Pasteur (Chedid) et repris par une industrie pharmaceutique, est à cet égard typique.

Il s'agit d'un très puissant adjuvant de l'immunité qui possède l'avantage considérable de manifester son activité aussi bien en milieu aqueux qu'en milieu huileux, isolé d'une paroi bactérienne complexe constituée de protéines associées à des sucres, au poids moléculaire très élevé, le MDP est seulement formé de deux acides aminés greffés sur un ose (fig. 5) ; ceci autorise aisément sa synthèse artificielle. On peut aussi créer par synthèse une série de composés analogues, en modifiant très légèrement la formule, pour optimiser son action physiologique (pharmacomodulation).

En recherche appliquée, cet adjuvant de petite taille (masse : 484) dont l'effet est d'amplifier de façon non spécifique l'effet spécifique des vaccins, devrait trouver un grand avenir dans la mise au point de vaccins nouveaux quand l'antigène est faible, de vaccins plus purs et de vaccins moins chers puisque le MDP amplifie leur action. En recherche fondamentale, la molécule de MDP et ses dérivés contribueront, à n'en pas douter, à la compréhension du mécanisme complexe de la réaction d'immunisation et de sa modulation selon la structure des dérivés du MDP. Comprendre et tirer parti des mécanismes d'action des molécules est bien un des défis actuels de la chimie orientée vers la thérapeutique : cela permettra un jour la prévision rationnelle des médicaments.

Cette série d'innovations possibles existant au stade du laboratoire et répondant aux grands objectifs précédents : santé, alimentation, gains d'énergie, etc., suppose la fabrication de produits à forte valeur marchande. C'est là, nous semble-t-il, une option à prendre d'ici l'an 2000 : chimie industrielle à haute valeur ajoutée et à fort contenu scientifique et technique (« matière grise »). Ainsi, les réalisations concrètes à partir des faits scientifiques existant au stade du laboratoire, naîtront d'une rencontre et d'un dialogue.

Jean CANTACUZENE
Directeur scientifique du CNRS
pour le secteur de la chimie

A LA DECOUVERTE

LA FIN DU MONDE DES CHASSEURS ET LA NAISSANCE DE LA GUERRE

La période de stabilité et d'harmonie écologique

Depuis le plus lointain origine de l'humanité jusqu'à l'aurore du Néolithique, les hommes préhistoriques vécurent uniquement de la chasse, de la pêche, et du ramassage des plantes sauvages. Ils vivaient en harmonie avec la nature sans plus perturber le milieu que ne le faisaient les autres êtres. L'idéal des peuples chasseurs est la stabilité. Parfaitement intégrés au milieu dans lequel ils évoluaient, ils prenaient soin de limiter leurs prélèvements aux stricts besoins qui étaient les leurs. D'autre part, ce mode de vie, ainsi que leur alimentation presque exclusivement carnée, constituaient un frein à la prolifération. Ils étaient fort peu nombreux.

Le Paléolithique ancien et moyen est bien représenté dans le Midi de la France où, malgré les érosions violentes qui dégradèrent les dépôts quaternaires, on a pu étudier de nombreux gisements de ces âges. Les industries sur éclat et les industries à bifaces se rencontrent dans plusieurs cavités, mais aussi en plein air partout où les sédiments de ces périodes sont conservés en place. Les sites de plein air se rencontrent principalement sur les anciennes terrasses fluviales en Languedoc et dans la zone orientale de la Provence.

Le Paléolithique supérieur ancien n'est représenté que par l'Aurignacien archaïque. En effet, le Périgordien original, issu du Moustérien de tradition acheuléenne n'a jamais été identifié dans le Midi de la France à ce jour. Ceci paraît d'ailleurs tout à fait compréhensible car à la fin du Paléolithique moyen, ce n'est pas le Moustérien de tradition acheuléenne que l'on rencontre dans nos régions, mais un Moustérien de type Quina évolué. C'est cette dernière industrie qui se transformera, dès la fin de l'interstade de Quinson, en un « Aurignacien zéro » qui est à l'origine de l'Aurignacien I.

L'Aurignacien paraît plus abondant en Languedoc qu'en Provence, mais ce phénomène n'est peut-être dû qu'à la meilleure conservation des dépôts quaternaires à l'ouest du Rhône. En Languedoc, la grotte de la Salpêtrière (Remoulins, Gard) montre que l'Aurignacien est interstratifié avec le Périgordien supérieur jusqu'à la fin de son évolution propre. Il est surmonté du Solutrén typique, d'un épi-Solutrén,

Abri-sous-roche de Carnille-Bulcaus à Istres (B. du Rh.). Habitat typique du paléolithique supérieur et de l'épipaléolithique, en pied de falaise.

Préhistoire du Midi de la France du paléolithique supérieur au néolithique

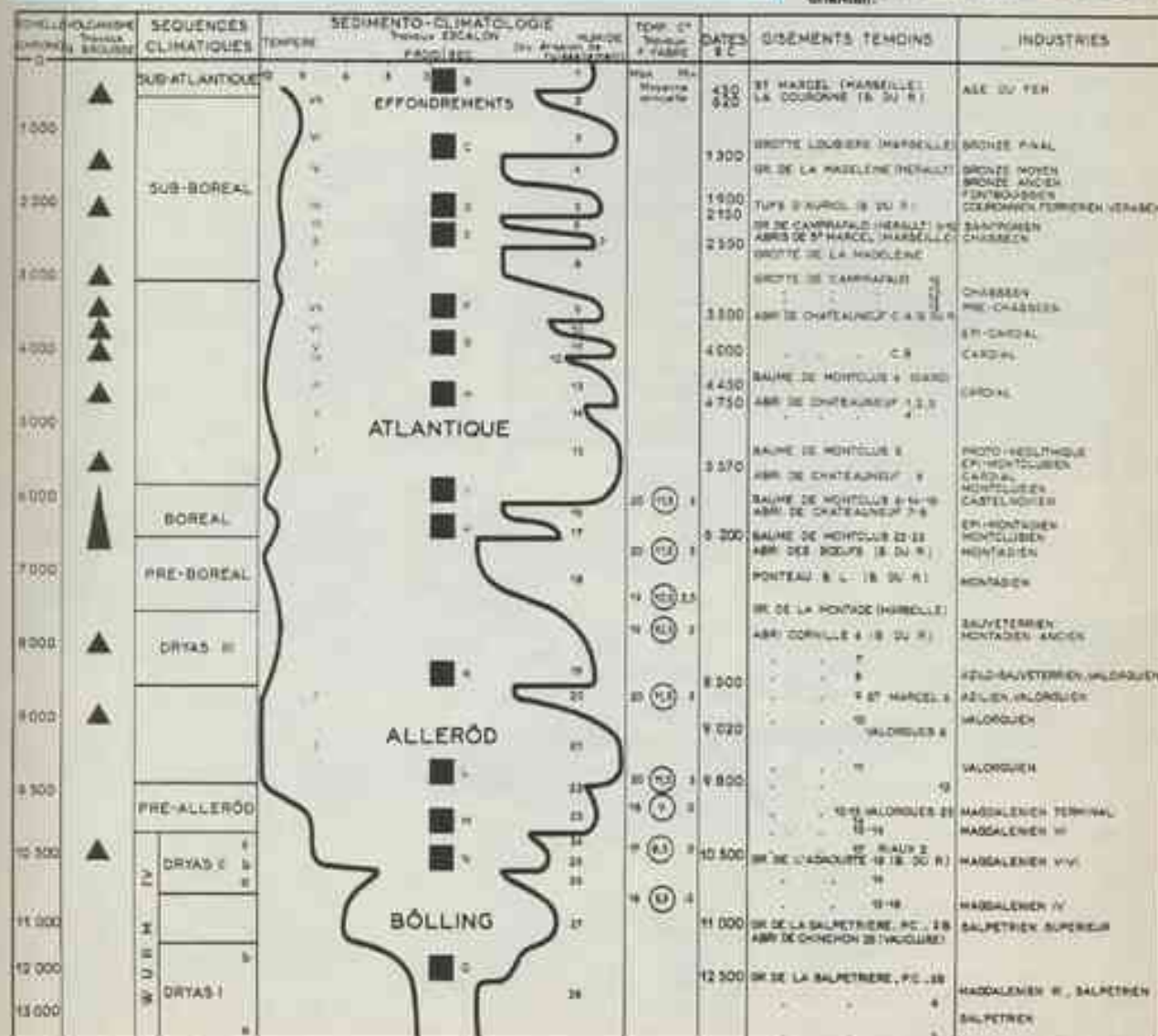
Chronologie (en J.C.)	Languedoc-Roussillon	Provence occidentale	Provence orientale
10 000	Chauvignac	Chauvignac	Chauvignac
9 000	Salpêtrien (Midi et Nord)	Salpêtrien (Midi et Nord)	Salpêtrien (Midi et Nord)
8 000	Salpêtrien (Midi et Nord)	Salpêtrien (Midi et Nord)	Salpêtrien (Midi et Nord)
7 000	Salpêtrien (Midi et Nord)	Salpêtrien (Midi et Nord)	Salpêtrien (Midi et Nord)
6 000	Salpêtrien (Midi et Nord)	Salpêtrien (Midi et Nord)	Salpêtrien (Midi et Nord)
5 000	Salpêtrien (Midi et Nord)	Salpêtrien (Midi et Nord)	Salpêtrien (Midi et Nord)
4 000	Salpêtrien (Midi et Nord)	Salpêtrien (Midi et Nord)	Salpêtrien (Midi et Nord)
3 000	Salpêtrien (Midi et Nord)	Salpêtrien (Midi et Nord)	Salpêtrien (Midi et Nord)
2 000	Salpêtrien (Midi et Nord)	Salpêtrien (Midi et Nord)	Salpêtrien (Midi et Nord)
1 000	Salpêtrien (Midi et Nord)	Salpêtrien (Midi et Nord)	Salpêtrien (Midi et Nord)
0	Salpêtrien (Midi et Nord)	Salpêtrien (Midi et Nord)	Salpêtrien (Midi et Nord)

le Salpêtrien, qui correspond et qui est peut-être à l'origine du Magdalénien II et du Magdalénien III. Au-dessus, c'est le Magdalénien IV, V et VI classique, surmonté de l'Azilien qui termine la série.

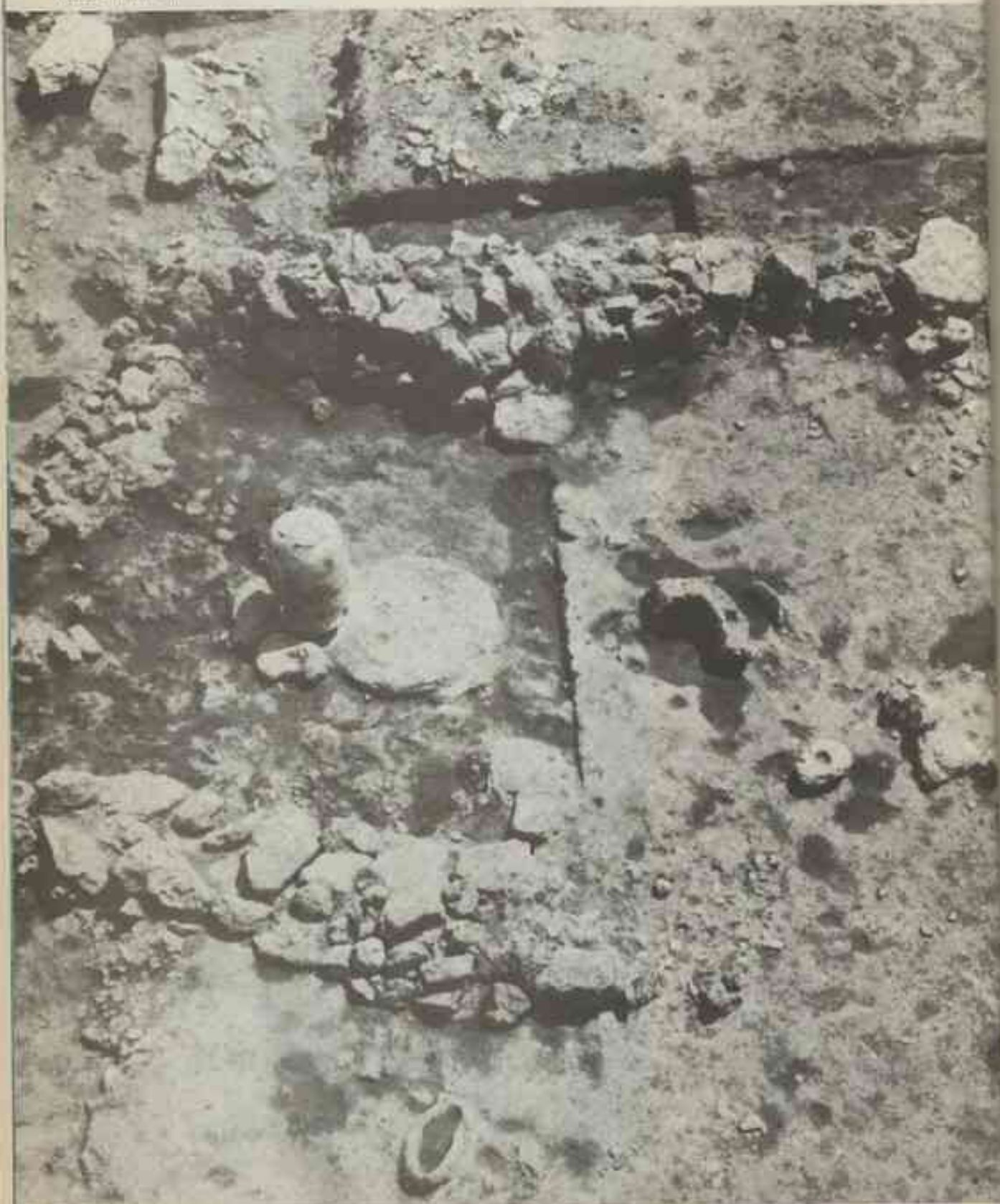
Plusieurs autres gisements montrent des stratigraphies comparables quoique moins complètes, mais l'ensemble confirme bien cette série évolutive.

La Provence occidentale, soumise aux érosions violentes, est peu propice à la conservation des sites de cette période. Il n'en est pas de même dans la partie orientale où plusieurs gisements montrent une évolution diffé-

Tableau synoptique de la fin du Paléolithique, de l'Épépéolithique, du Mésolithique, du Néolithique et de l'Âge des métaux pour le Midi de la France (Provence occidentale et Languedoc oriental).



Fouille par décapage d'un village du Néolithique final (environ 2 400 av. J.C.). La Couronne (Rhône-Alpes).



rente à partir du Paléolithique supérieur moyen. La grotte de la Bouverie (Bagnols, Var) illustre bien la séquence de la Provence orientale : à la base du gisement, dont le substratum (tyndite) est lésé par l'érosion antérieure, les premiers foyers appartiennent au Périgordien IV. Puis l'on a le Périgordien V Noaillien typique. Cependant, à partir de là, l'évolution des industries diffère notablement de celle qui est connue dans le reste de la France. C'est que la Provence orientale appartient écologiquement à la Ligurie, et ce, depuis longtemps déjà. Au-dessus, le Périgordien VI (Gravettien) et le Périgordien VII sont remplacés par des industries qui, à partir du Noaillien, ont évolué bien différemment, et qui se rapprochent tout à fait de celle de l'Italie. En effet, c'est l'Arenien qui se développe et évolue à son tour jusqu'à l'interstade de Bölling où il se transforme pour donner une industrie qui pourrait passer pour un proto-Romanellien : le Bouverien. C'est le Bouverien qui est à l'origine des industries romanelloïdes de la Ligurie.

Dans la zone occidentale de la Provence, le Paléolithique supérieur ancien et moyen est fort rare. Mais il n'en est pas de même en ce qui concerne le Paléolithique supérieur final et l'épipaléolithique. Le Magdalénien de cette partie de la Provence est classique et typique, comme celui du Languedoc. Cependant, à partir de l'interstade d'Allerød, il se produit une dérivée de faciès qui est importante car elle conditionnera toutes les industries postérieures, y compris celles du Néolithique ancien. L'évolution du Magdalénien terminal a donné naissance à deux faciès industriels : dans la zone continentale, c'est l'Azilien typique ; dans la zone côtière, c'est le Valorguien qui se développe à partir de ce même Magdalénien terminal. Au départ, les différences que l'on observe entre ces deux faciès épipaléolithiques paraissent de peu d'importance, mais les évolutions individuelles de ces deux industries ne cessent de diverger. L'Azilien donnera le Sauveterrien à triangles, puis à trapèzes. Ce Sauveterrien final à trapèzes sera néolithisé par acculturation à partir du Néolithique cardial côtier. Le Valorguien de la zone côtière évoluera pour donner le Montadien, puis le Castelnavien. Le Castelnavien final se néolithisera sur place, comme le montre le gisement de Châteauneuf-les-Martigues.

Pendant toute cette longue période, pendant des dizaines de millénaires, les hommes préhistoriques, chasseurs, vécurent armés mais paisibles. Dans leurs habitats, les restes de repas et leurs industries montrent d'innombrables ossements d'animaux tués de leurs armes efficaces, et ces mêmes armes recueillies par centaines, par milliers. Et cependant, les tombes de ces chasseurs ne fournissent aucune trace de guerre. On rencontre des blessures accidentelles, telles que des fractures consolidées, mais jamais des blessures occasionnées par ces belles pointes en silex. Il n'en sera pas de même plus tard.

La période de déséquilibre et de disharmonie écologique

Le Néolithique ancien n'est pas une civilisation exclusivement agricole en Provence. En effet, c'est surtout la domestication du mouton qui semble être à l'origine de la sédentarisation dans la région. Cette domestication commence à la fin du Castelnavien qui est un véritable Mésolithique, mais dès la constitution d'un troupeau, vérifiable à l'étude des ossements des animaux consommés, on voit apparaître la première poterie et la première hache polie, indice d'une agriculture primitive, confirmée par la présence de grains de blé dès le Néolithique cardial moyen. Cependant, les restes de cuisine, qui contiennent encore des ossements d'animaux de chasse, indiquent une économie mixte où persistent les pratiques traditionnelles à côté des innovations. A cette époque archaïque du Néolithique, la population était encore très clairsemée et donc paisible. C'est à partir du Néolithique moyen que l'équilibre va se rompre. En effet, ce Néolithique est pleinement agricole, et les conditions de vie et de nutrition vont favoriser la prolifération de l'homme. C'est la période de l'édification de très nombreux villages chasséens, dans tout le Midi de la France d'abord, puis l'expansion vers le Nord ensuite, et un peuplement d'une extrême densité à la fin du Néolithique. Dès le Néolithique moyen, on commence à rencontrer des tombes contenant un squelette comportant une flèche en silex plantée dans un os. Mais à partir du Néolithique final, et surtout du Chalcolithique, les nécropoles sont nombreuses où des squelettes portent encore profondément plantées plusieurs flèches meurtrières, indice d'un acharnement certain. Avant l'établissement de l'économie pleinement agricole, alors que nos

lointains ancêtres ne vivaient que de chasse, de pêche, et de ramassage de plantes sauvages et étaient fort peu nombreux, la guerre n'existait pas. Les peuples chasseurs-pêcheurs-pasteurs vivaient en harmonie avec la nature se gardant bien d'épuiser les ressources naturelles et de perturber le milieu naturel qui était leur unique source de vie. Tout au plus, le berger était-il obligé de tuer les loups en surnombre pour protéger son troupeau.

L'agriculteur, lui, est tenu, pour survivre, d'agir tout autrement. Il ne peut supporter le troupeau qui anéantit son champ de blé. Il ne supporte pas non plus les herbivores sauvages (cerf, chevreuil, sanglier, cheval, etc...) qu'il extermine systématiquement. Il ne tolère pas non plus l'extension de la forêt qui occupe toutes les bonnes terres. Il extermine donc aussi les arbres. Alors que l'action des peuples chasseurs-pêcheurs est équilibrée, homogène, harmonieuse et équilibrante, l'activité des producteurs est hétérogène, disharmonique, déséquilibrante. Les peuples nomades étaient stables dans leur « activité non agissante ». Les peuples producteurs, qui eux, sont sédentaires, sont instables et, écologiquement, plus agités qu'agissants, courant toujours après un progrès qui leur échappe, défrichant et bâtissant pour abandonner ensuite leurs installations et conquérir de nouvelles terres par la guerre et le meurtre des hommes, des animaux, des arbres. D'une phase homogène, l'humanité passe à un stade hétérogène. L'agriculteur primitif doit, pour survivre, prévoir la mauvaise récolte. Il est donc obligé de constituer des réserves, d'accumuler des trésors. Il attire donc la convoitise des moins favorisés ou de ceux qu'il a ruinés en déséquilibrant la nature. Cela explique l'antagonisme fondamental qui exista toujours entre les chasseurs-pasteurs et les agriculteurs. Le récit biblique d'Abel le pasteur, et de Cain l'agriculteur, qui date de l'Âge du cuivre, illustre bien cet état de fait. Le cas des Peaux-Rouges d'Amérique en est un bon exemple récent.

Avant l'arrivée des agriculteurs-guerriers, les tombes des chasseurs-pasteurs étaient des fosses ne contenant qu'un corps en général. Aucune trace de blessure, aucune arme dans le corps n'est perceptible.

Dès l'installation des agriculteurs, on a des nécropoles vastes et pleines, contenant des fosses collectives où les corps sont souvent criblés de flèches.

Abri-sous-roche de Montclus (Gard). Tombe épigravettienne, Castelnovien évolué proto-mésolithique. Aucune arme ne fut trouvée dans la sépulture. Le cadavre fut enterré dans la position rituelle fœtale.



On a trouvé fréquemment quatre ou cinq flèches dans le même corps. Certaines de ces flèches sont encore profondément enfoncées dans les ossements humains.

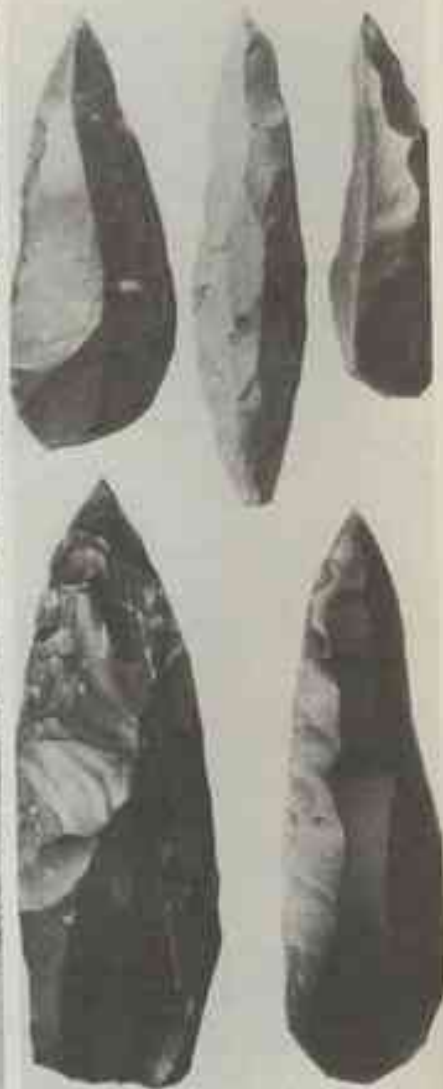
Le monde actuel, héritier des civilisations agricoles des peuples producteurs, est le résultat de la somme des déséquilibres et des perturbations apportés par l'homme dans le milieu naturel, dans un souci de domination sans limite. L'homme, lié indissolublement à la nature, reçoit obligatoirement les réactions et les contre-coups qui résultent du déséquilibre qu'il provoque, dans son ignorance des causes.

L'adaptation constitue un progrès, certes, et les séries d'adaptations des

préhistoriques peuvent servir de leçon. Mais vouloir remplacer l'adaptation harmonieuse par la domination qui ignore, sciemment ou non, les lois naturelles, a toujours conduit l'homme dans une voie descendante qui ne fait que multiplier les causes de déséquilibre. C'est la prise de conscience de ce déséquilibre qui conduit l'homme, au cours des temps, à repenser périodiquement la notion de civilisation et de progrès.

Pour le peuple « prédateur », le progrès consiste à conserver le plus possible et de façon la « plus parfaite » la stabilité harmonieuse qui est source de vie. Les « progrès » d'un peuple producteur le conduisent à déséquilibrer sans cesse la nature. Comme la nature,

Pointes et armatures de trait et d'aigu constituant l'armement d'estoc des armes de chasse. Epigravettien ou Gravettien évolué facies Aurignacien. (environ 15 000 av. J.C.). Grotte de La Vache (Viel).



pour garder son équilibre, comble les lacunes produites par l'homme. Il en résulte des réactions naturelles qui n'avaient pas été prévues. L'homme est alors constamment obligé de réviser ses méthodes, qui, toutes, sont entachées d'un principe de changement : la disharmonie, dont la modalité la plus visible est le déséquilibre sériel : c'est l'évolution culturelle.

L'évolution conduit l'homme à courir après le progrès qui lui apparaît toujours comme un inaccessible futur. C'est pour cela que l'histoire de l'homme des temps préhistoriques, mais aussi historiques, nous apparaît en mode cyclique : chaque civilisation a une naissance, une croissance et une maturité, puis une vieillesse, une

Deux ossements humains du Chaleolithique comportant une flèche profondément plantée. Nécessaire choleolithique (environ 2 000 av. J.C.).



Pointes de flèche du Chaleolithique (environ 2 000 av. J.C.). Il s'agit d'armes de guerre principalement car ces mobiliers se retrouvent dans les cadavres des guerriers tués au combat.



décadence, enfin une mort.

Les naissances des civilisations ne se réalisent jamais dans un retour en arrière, ce qui serait d'ailleurs infaisable, sinon impossible, mais dans un « retour aux sources ». Au cours des temps anciens nous avons vu un grand nombre de fois les hommes se regrouper après la mort de la civilisation épuisée, dans le but de repartir sur des bases plus naturelles et plus harmonieuses. Chaque fois, les éléments culturels et culturels reflètent non pas la simple stabilité écologique, mais la stabilité intellectuelle de l'homme face à un milieu naturel dans lequel il ne cherche à représenter qu'un des éléments de l'équilibre universel.

C'est à chaque naissance de civilisation que l'homme réalise un progrès. Mais ce progrès n'est que son retour à l'Harmonie universelle dont il s'était illusoirement exclu par sa faute.

Conclusion

Chez la plupart des peuples, l'origine mythique de l'homme se situe dans un paradis où règne la paix. Et il est clair que la paix ne règne que parce qu'il n'y a qu'un seul homme.

On constate en tout cas que depuis la plus lointaine origine de l'homme proprement dit, jusqu'au développement de l'agriculture et de l'économie de production en général, nos lointains

ancêtres ne pratiquaient pas la guerre. Cela ne veut point dire qu'ils étaient meilleurs que nous. Cela signifie tout simplement que les causes de la guerre n'existaient pas, car ils étaient fort peu nombreux. La notion de « territoire » était donc atténuée, et l'agressivité utilisée exclusivement pour la recherche de la nourriture en grande abondance pour tout le monde.

A partir de l'époque du grand changement écologique du cycle de l'Homme, c'est-à-dire de la période Atlantique pour l'Europe (vers 4 000 av. J.C.), commence l'explosion démographique. Ce débordement de l'espèce humaine engendra la notion de la propriété agressive car le territoire de l'individu ne cesse d'être menacé et rogné à chaque nouvelle augmentation de la population. Peu après, commence l'époque des mouvements de peuples et des invasions, ce qui accentue encore les désordres. Toute la suite de cette triste mais édifiante histoire de l'humanité n'est que le résultat logique de la première rupture de l'équilibre entre l'espèce humaine et le Milieu.

Ainsi naquit la guerre, du déséquilibre écologique entre une terre non extensible et l'espèce humaine en débordement démographique.

La cause première de la guerre n'est pas sociologique, elle est écologique,

biologique : c'est la réaction naturelle d'une espèce active en cours de prolifération excessive – trop excessive.

Max ESCALON de FONTON
Directeur de recherche au CNRS
Préhistoire et paléogéographie
du Midi de la France (ER 46)

BIBLIOGRAPHIE

- Basta F., 1972. Préhistoire moderne et Époque atlantique en Corse du Nord. Bull. Soc. Préhist. Française. CRSM n° 5.
- Combier J., 1967. La préhistoire de l'Andalous. Publications de l'Institut de Préhist. de l'université de Bordeaux. Mémoire n° 2 (thèse sc. Bordeaux).
- Courcier J., 1974. La Préhistoire de la Provence. Mémoires de la Soc. Préhist. Française. T. 11 (Klincksieck, Paris, éd.). (Thèse sc. Marseille).
- Escalon J., 1970. Préhistoire de quelques squelettes du Paléolithique supérieur. Congrès de l'Homme de Co-Magasin. (Actes et Mémoires géologiques, Paris).
- Escalon de Fonton M., 1960. Préhistoire de la Corse-Provence. Préhistoire. T. XII (thèse sc. Paris).
- Escalon de Fonton M., 1966. Du Paléolithique supérieur au Mésolithique dans le sud méditerranéen. Bull. Société Préhist. Française. LXIII, n° 1.
- Escalon de Fonton M., 1966. Préhistoire de la Corse-Provence occidentale. (Séminaire d'Initiative de Marseille, éd.).
- Lumley (de) H., 1955. La préhistoire préhistorique et moyen du Sud-Méditerranéen dans son cadre géologique (thèse sc. Paris Suppl. à Geol. Préhist.).
- Morelli G., 1974. Une lignée du Périgord supérieur du Sud-est de la France dans son cadre sédimentaire-climatique (thèse sc. Marseille). Congrès Préhist. de France. 1974-1975.

LES ATP EN PHYSIQUE DE BASE ET MATHÉMATIQUES



Cristallisation en milieu orienté - « Chich-Kebab ».

Dans un article paru il y a cinq ans dans le Courrier du CNRS, nous avions décrit les étapes successives des actions thématiques programmées (ATP), et insisté sur leur double caractère.

Il s'agit d'abord de donner un cadre à l'effort permanent de réflexion de la communauté scientifique. Chaque scientifique mesure l'effort international de recherche dans sa spécialité et cherche à déterminer les nouveaux problèmes qui s'en dégagent. Cette information diffuse est ensuite reprise et discutée par les instances consultatives du CNRS : comité sectoriel, comité national, comités de direction des laboratoires. Lorsqu'un nou-

vel axe de recherche est ainsi défini et jugé potentiellement fructueux, la direction scientifique organise une table ronde réunissant des spécialistes de diverses disciplines.

Il s'agit ensuite, sur les thèmes dégagés lors de la table ronde, de soutenir les efforts d'équipes appartenant à différents laboratoires dépendant de diverses commissions, et souvent de divers secteurs. Les efforts de coopération entre les équipes sont encouragés, ce qui permet aux chercheurs de prendre conscience de l'existence et de mesurer l'intérêt des travaux d'autres chercheurs. Enfin, des colloques sont mis en place pour apprécier et suivre la politique scientifique définie

par les comités d'ATP ; ils permettent aussi une estimation du potentiel national de recherche sur le thème étudié et de son évolution.

Les ATP sont ainsi un moyen original d'intervention, complémentaire du financement ordinaire des laboratoires. Il est clair que les thèmes doivent évoluer : l'ATP a un rôle incitateur, c'est un soutien qui permet une certaine réorientation, ce ne peut être un soutien continu. La science par définition évolue, les thèmes des ATP changent. La description qui suit montre combien les physiciens ont su renouveler les thèmes et trouver des ouvertures originales.

Etats excités, états métastables et collisions

Le thème « états métastables » a été lancé par le CNRS dès 1971 dans le cadre de ses actions thématiques programmées, afin de faciliter l'émergence d'objectifs de recherche originaux et importants dans différents domaines de la physique atomique et moléculaire, et d'en assurer le développement rapide.

Les premiers thèmes retenus portaient sur l'étude de la réactivité des espèces électroniquement excitées, les transferts d'énergie quasi-résonnants et la physique des picosecondes.

Ces sujets ont été maintenus en 1972, mais il est de plus apparu nécessaire de lancer une action centrée sur la physique des collisions : états diabétiques, couplage d'états discrets avec un continuum.

Ces thèmes ont évolué et ont été complétés (notamment par l'introduction de la spectroscopie sans effet Doppler) sans modification profonde jusqu'en 1975.

Toutefois, dès 1974, le développement extrêmement rapide de la technologie et des applications, à toute la physique des états excités, des lasers accordables (en particulier à colorants), a conduit le comité à lancer une nouvelle ATP, « utilisation des lasers accordables en physique atomique et moléculaire », qui a mis l'accent sur la relaxation en phase liquide, la spectroscopie à haute résolution (dans les domaines des temps et des fréquences) et les phénomènes liés aux intensités élevées : effets multiphotoniques, étude de transitions interdites.

L'action centrée sur la physique des collisions a connu un succès rapide : l'élaboration des appels d'offre, la discussion des propositions, les réunions de travail lors des colloques d'ATP ont permis de renforcer considérablement la collaboration entre équipes théoriques et expérimentales dans toute la France, et de faciliter leur interaction avec les autres secteurs de la physique atomique et moléculaire. Le comité décide donc en 1975 de suspendre cette action incitative directe : il conserve cependant certains de ses thèmes afin d'assurer la continuité de l'effort dans ce domaine.

Les objectifs retenus en 1975 sont répartis entre deux actions : d'une part, transferts d'énergie et conversions internes (processus de relaxation, physique des subpicosecondes, certains aspects de la physique des la-

ser), et d'autre part, utilisation des lasers accordables, le thème de la séparation isotopique par laser étant mentionné explicitement pour la première fois.

Cette évolution a abouti en 1976 au lancement du nouvel objectif « physique des états excités », destiné à prolonger l'action de l'ATP « lasers accordables » de l'ancien objectif et à entreprendre une nouvelle action centrée sur la structure et la dynamique des états excités. Cet objectif s'ouvre sur des domaines auxquels la physique atomique et moléculaire peut apporter une contribution théorique et expérimentale croissante, et tout particulièrement la physicochimie, l'astrophysique, l'aéronomie ; cette ouverture se reflète dans la composition du comité d'objectif.

Les thèmes retenus pour l'appel d'offres correspondant à cet objectif en 1976, puis en 1977, ont été élaborés avec la participation des représentants des sections concernées du comité national, après une large consultation de la communauté scientifique, notamment à l'occasion du colloque final de l'ancien objectif « états métastables ». Ce colloque s'est tenu (comme les précédents) à l'observatoire de Meudon, et l'assistance, très nombreuse et extrêmement active, a manifesté la grande vitalité de ce domaine de la physique, grâce en particulier à l'action du CNRS : le développement de nouvelles techniques expérimentales utilisant des lasers accordables dans le visible et le proche infrarouge a joué un rôle particulièrement important.

Les projets présentés en 1976 au comité d'objectif couvraient de façon homogène les thèmes de l'appel d'offres, et dix sept projets ont été finalement retenus. Etant donné son succès, cette action se poursuit en 1977, et la réponse à l'appel d'offres est très importante. Parmi les projets retenus, on peut noter quelques propositions très originales portant sur les nouveaux thèmes ajoutés cette année : optique non linéaire dans des structures guidant la lumière et utilisation d'atomes excités pour déterminer la dynamique du milieu qui les contient.

Matériaux

Dès leur lancement en 1971, les ATP ont soutenu un important effort en matériaux en choisissant, soit de promouvoir des matériaux ou des techniques d'études de matériaux autour d'un thème scientifique déterminé,

soit d'encourager les collaborations entre physiciens du solide, chimistes et métallurgistes mobilisés pour élaborer et caractériser les matériaux. Cette action était vraiment nécessaire car traditionnellement, avec bien sûr quelques exceptions, les physiciens en France hésitaient à investir trop de temps dans la préparation de matériaux, travail ingrat et peu reconnu. On peut ajouter que, parfois, les chimistes ont élaboré des matériaux avant que les physiciens n'en ressentent le besoin et que de ce fait l'inventaire de leurs nombreuses propriétés physiques n'a pas toujours été fait. L'ATP a beaucoup contribué à changer cet état d'esprit et de très fructueuses collaborations entre équipes à finalités différentes ont été établies.

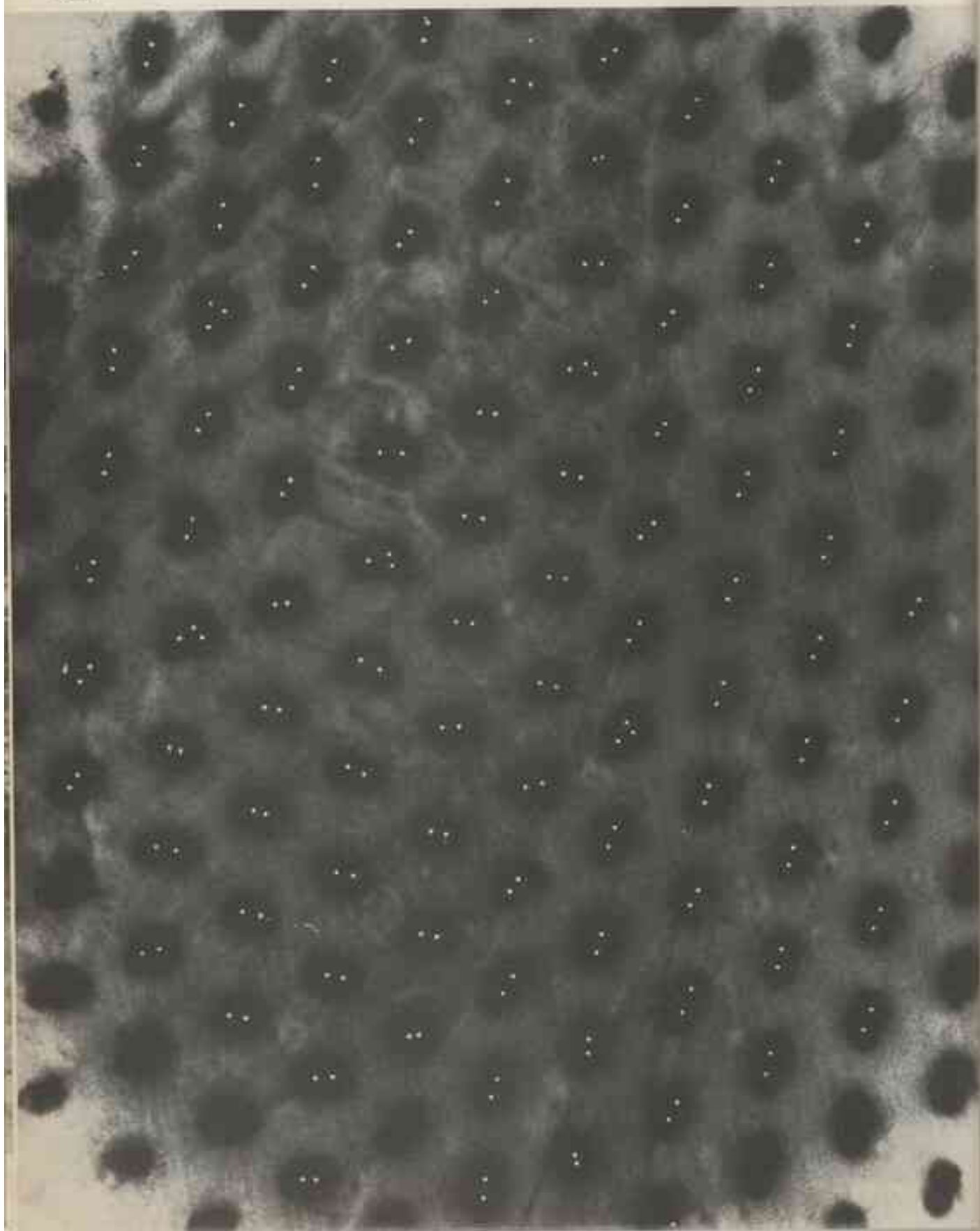
En 1971, deux ATP ont été lancées : physique des fluides moléculaires, dont il sera question par ailleurs, et **élaboration et caractérisation des matériaux**. La finalité de cette action était explicitement d'encourager les recherches communes entre métallurgistes, chimistes-minéralistes, physiciens du solide, et, dans toute la mesure du possible de promouvoir une école de physiciens du solide métallurgistes qui aient le souci de la découverte de nouveaux matériaux élaborés a priori en vue d'obtenir certaines propriétés physiques déterminées. L'ATP tendait encore à obtenir une meilleure caractérisation des matériaux surtout en facilitant l'accès des chercheurs aux gros appareils, en adaptant des méthodes connues à des problèmes physiques nouveaux et éventuellement en élaborant des nouveaux procédés de caractérisation s'appuyant sur les nouvelles sources de rayons X et de neutrons.

Cette ATP s'est maintenue sous différents intitulés jusqu'en 1975. L'action a soutenu des études auprès des grands appareils surtout par des compléments d'équipement et aussi un certain nombre de contrats regroupant plusieurs équipes, l'une élaborant un matériau nouveau et peu disponible, les autres se proposant d'en étudier les différentes propriétés.

À partir de 1972, de nouvelles actions sont apparues, généralement autour d'un thème scientifique, ainsi en 1972 et 1973, l'ATP **transitions métal-isolant**. Deux types de problèmes ont été abordés :

- les transitions dues aux corrélations interélectroniques ou au désordre, telles qu'on les rencontre par exemple dans les composés de métaux de tran-

Délocation de rotation dans les cristaux
liquides.



sibon. Les études ont surtout porté sur les différents oxydes de vanadium ou de titane.

- les transitions par croisement de bandes, les phases excitoniques et les gouttes d'électrons et de trous. Ces études voient une fructueuse collaboration entre chimistes et physiciens. Toutes les techniques d'étude des propriétés physiques et structurales sont associées sur le même matériau.

Parallèlement au développement spectaculaire de la théorie des transitions de phase et des phénomènes critiques qui explique le principe d'universalité des phénomènes critiques et classe les rôles respectifs de la portée des interactions, du paramètre d'ordre, de sa dimensionnalité et de celle de l'espace est créée en 1974 et 1975 l'**ATP transitions de phase** : cette action s'intéresse plus particulièrement aux modifications de la nature de la transition sous l'influence de divers paramètres physiques (champs extérieurs, pressions...).

Un accent est mis sur des systèmes unis et bidimensionnels (sels à transfert de charge, dichalcogénures d'éléments de transitions sont étudiés), les points multicritiques et les transitions nouvelles dans les cristaux moléculaires, les semi-conducteurs magnétiques, les phénomènes de changement de valence dans les terres rares.

En 1974 et 1975, est lancée dans le cadre de l'objectif matériaux, l'**ATP liquides et matériaux amorphes**.

Pour les amorphes, l'action est centrée sur l'étude des propriétés électroniques et magnétiques en relation avec la structure désordonnée. Des études sur les magnétiques amorphes, les semi-conducteurs amorphes étudiés en photoémission ou photoconduction sont poursuivies.

Pour les liquides, l'accent est mis sur l'étude de la structure et des propriétés de transport des alliages métalliques liquides et des semi-conducteurs liquides, la nature et les effets de l'ordre à petite distance dans les alliages liquides de composition voisine de l'eutectique. Cette action sur les amorphes et les liquides est peut-être venue un peu tard pour l'étude des semi-conducteurs et un peu tôt pour celle des métaux et devra sans doute être reprise à l'avenir.

Les diverses actions soutenues dans cet objectif ne présentent pas entre elles de parois étanches, de même que les thèmes ont plus évolué qu'ils n'ont été renouvelés. Dans ce domaine des matériaux plusieurs années peuvent s'écouler entre l'élaboration d'un com-

posé et les diverses études physiques auxquelles il conduit.

Quand il s'agit de susciter des études de matériaux nouveaux, le temps est un facteur important. Ainsi, le centre national d'étude des télécommunications est associé depuis plusieurs années à l'ATP matériaux et voudrait promouvoir l'étude des composants diélectriques et des verres de grande pureté en vue de la transmission de l'information. Cet appel a reçu peu d'échos : il faut du temps pour sensibiliser les chercheurs à ces problèmes difficiles.

En 1976, est lancée l'**ATP effets d'irradiation** dans les solides. Il s'agit là d'un thème qui s'est largement renouvelé au cours des dernières années grâce à l'introduction de techniques originales. L'irradiation, en accélérant considérablement certaines cinétiques, en déplaçant les équilibres, en introduisant des éléments étrangers est devenue un outil précieux de la physique de l'état solide. Cette ATP se propose d'étudier les mécanismes de création des défauts, les interactions entre défauts et phases hors d'équilibre.

Créée aussi en 1976, l'**ATP polymères orientés** se propose d'étudier la relation entre la conformation des chaînes de polymères et leurs propriétés. Filiformes, les macromolécules sont faciles à orienter. À l'état solide, cette orientation conduit à des propriétés technologiques intéressantes qui ont suscité de nombreuses recherches dans les laboratoires industriels et de recherche fondamentale. Encore plus que pour les autres matériaux, une caractérisation physico-chimique très complète est impérative dans l'étude des polymères. L'ATP propose de caractériser la structure des échantillons orientés par différentes techniques, qui visent à l'étude de l'évolution de la conformation du polymère sous contrainte, des modifications structurales, ceci afin d'établir des corrélations entre les propriétés macroscopiques des polymères orientés et leur structure moléculaire. Ces deux dernières ATP se poursuivent en 1977.

Multiforme, cet objectif matériaux a réussi à créer une communauté sensibilisée par l'étude thématique de plusieurs grandes classes de matériaux : le bilan de l'action a été très positif dans de nombreux domaines ainsi qu'en ont témoigné les divers colloques qui permirent de discuter les résultats obtenus et les tables rondes

qui jouèrent un rôle prospectif très important.

Surfaces

Parmi les grands axes et programmes inscrits au VI^e Plan figure « surfaces et interfaces ». Cette inscription était justifiée par les progrès des techniques d'ultra-vide, les moyens d'observation et les importantes applications des surfaces dans de nombreux domaines. Dès la deuxième année, en 1972, un comité de l'objectif est constitué ; il regroupait dès l'origine physiciens et chimistes.

Le but des ATP est d'aider le développement des recherches fondamentales sur les surfaces. Il fournit des moyens supplémentaires aux équipes expérimentées, suscite des études sur de nouveaux sujets et promeut des techniques nouvelles ou encore insuffisamment développées en France. L'objectif a également pour but de contribuer à renforcer les contacts entre tous les chercheurs qui travaillent dans le domaine. Il a connu un succès magnifique car la collaboration des physiciens, des chimistes, des électrochimistes, des métallurgistes, a été très fructueuse.

Chaque année, un certain nombre de thèmes sont retenus. En 1972 :

- Structures et propriétés physiques des surfaces libres.
- Processus d'adsorption sur monocristaux.

- Propriétés des surfaces solides complexes.

En 1973, un nouveau thème introduisant des métallurgistes dans la communauté apparaît :

- Etudes fondamentales des interfaces solide-solide.

En 1974, le premier thème considéré à la fois les surfaces libres et les interfaces ; le deuxième thème est étendu aux surfaces imparfaites mais à imperfections contrôlées. Les électrochimistes entrent dans le quatrième thème étendu aux interfaces solide-liquide. L'année 1975 voit une certaine refonte des thèmes principaux concernant :

- la structure électronique des surfaces et des interfaces, thèmes strictement limités aux problèmes fondamentaux et aux surfaces et interfaces bien caractérisées ;
- la connaissance des espèces adsorbées sur surfaces contrôlées ;
- les étapes élémentaires des réactions chimiques superficielles ;
- la structure atomique et moléculaire des interfaces solide-solide et solide-liquide.

Enfin, en 1976, le premier thème disparaît et est remplacé par l'étude des petits agrégats métalliques.

Tout en poursuivant une activité dans ces différents domaines, il paraît indispensable d'élargir en 1977 les objectifs de l'ATP en poursuivant de nouveaux thèmes relatifs à d'autres systèmes où les propriétés de l'interface sont essentielles. Il s'agit notamment de certains systèmes liquide-liquide où la formation de l'interface est spontanée.

Ces systèmes, encore très mal connus d'un point de vue fondamental, jouent un rôle important dans des industries variées (aliments, peinture, pétrole, détergents).

Cette longue énumération vise à montrer l'unité des thèmes proposés chaque année et leur évolution. Tous n'ont pas connu un égal succès.

L'effort accompli dans l'étude des surfaces cristallines libres et propres a permis de tester et d'améliorer des modèles simples de la structure atomique et électronique, et de l'agitation thermique. La compréhension des phénomènes de reconstruction a progressé. L'étude de la structure atomique de la surface et des vibrations des atomes a été bien abordée par diffraction des électrons lents. L'autodiffusion et son anisotropie ont été étudiées par émission de champ. Des techniques optiques et de spectroscopie fine des électrons éjectés ont fourni des renseignements quantitatifs qui permettent de vérifier les théories de la structure électronique des surfaces. Ces études ont surtout porté sur les métaux et quelques semiconducteurs, elles devraient être étendues aux liquides, aux composés amorphes et, technologiquement plus importants, aux alliages.

Les problèmes posés par l'adsorption d'atomes ou de molécules simples sur des faces cristallines bien caractérisées ont été bien cernés. Toute une physique, thermodynamique et cristallographique, des composés bidimensionnels, formés par l'arrangement régulier des adsorbats, s'est développée. On a étudié la diffusion et le réarrangement des espèces adsorbées. Des travaux de co-adsorption débutent et devraient déboucher sur l'étude de la réactivité chimique, des étapes élémentaires de la catalyse. Dans l'étude des surfaces solides au contact des liquides et des solides, beaucoup a été fait mais il reste beaucoup à faire, qu'il s'agisse des problèmes de tension ou de diffusion inter-

faciale, d'adhésion et de collage, sans oublier la friction et l'usure. Les problèmes sont complexes théoriquement et difficiles à analyser expérimentalement ; par contre, ils sont potentiellement très riches en applications. L'interface liquide-solide devra aussi continuer à être étudiée à cause des problèmes de mouillage, de flottation. Il ne faut pas oublier les recherches en électrochimie où d'importants progrès ont été réalisés, grâce surtout à l'introduction de nouvelles méthodes physiques qui permettent des analyses très fines.

De ce court rapport, il apparaît que les objectifs ont été très bien atteints dans l'étude des surfaces bien caractérisées, pas forcément simples ; que les premières étapes élémentaires de la catalyse ont été étudiées ; qu'il faut poursuivre l'étude des interfaces complexes, thème annoncé un peu prématurément dans le premier appel d'offre. La préparation de surfaces complexes par greffage de polymères, par exemple, était un thème un peu prématuré en 1972, il reste d'actualité et devrait être encouragé.

Chaque année, l'objectif a organisé des colloques qui commencent à rencontrer un certain succès tant par la qualité des résultats que par l'animation intellectuelle qu'ils suscitent. Le brassage des différentes disciplines est en « surfaces » particulièrement exemplaire : des gens d'horizons très divers : chimistes, physiciens, électrochimistes, spécialistes de la catalyse se rencontrent, apprennent à s'apprécier mutuellement et travaillent ensemble.

Propriétés mécaniques des solides

Les études sur les propriétés mécaniques des solides constituent l'un des objectifs fixés en science des matériaux par le VI^e Plan. Aussi, la première commission créée dès le début de l'année 1971 réunit-elle, des métallurgistes et des mécaniciens. L'une des premières idées à la base de ce projet d'ATP est d'établir plus de liens entre les deux disciplines métallurgie physique et mécanique. D'où l'expression du thème principal proposé par l'ATP : « lois de comportement global et leurs relations avec les micromécanismes de déformation », thème suggérant de relier aspects macroscopiques et microscopiques de la déformation plastique. Outre ce thème majeur, le premier appel d'offre comporte un thème beaucoup plus limité : « in-

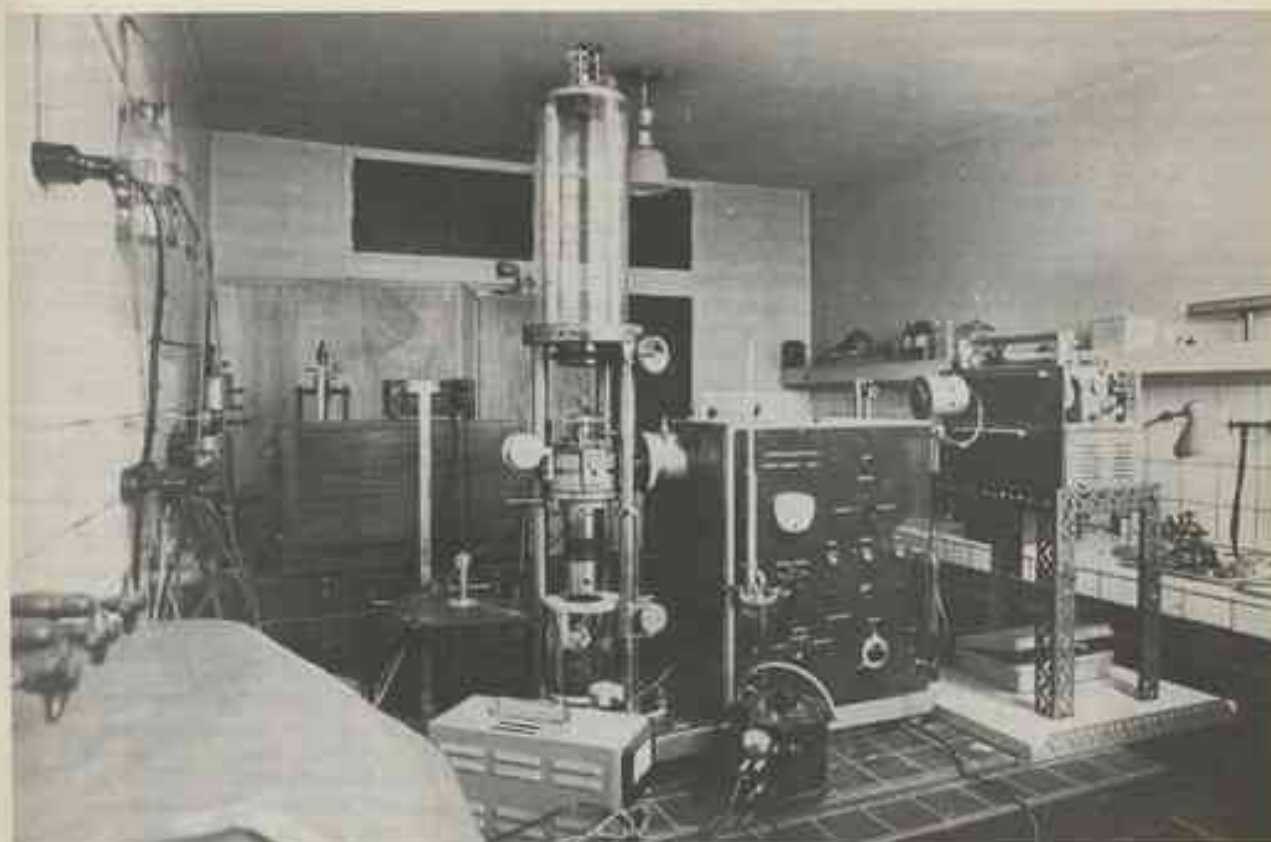
fluence de la surface et des propriétés superficielles » et deux thèmes orientés vers des matériaux particuliers : les oxydes d'une part, les amorphes d'autre part.

Le thème principal a été retenu dans les deux appels d'offre des années suivantes (1972 et 1973), avec quelques nuances, notamment sur la mise en évidence des mécanismes de déformation par observation *in situ*, et une mention des amorphes et des polymères.

Si le bilan de l'action de cette ATP 1971-1973 a été très positif, ainsi qu'en ont témoigné les colloques annuels (à partir de 1973) tant par la qualité des résultats que l'ampleur des discussions, il ne faut pas se dissimuler qu'un des objectifs initiaux n'a pas été atteint. Il s'est avéré très difficile aux mécaniciens et aux métallurgistes de travailler ensemble : très peu de projets communs ont été proposés et ceux-ci n'ont pas eu un très grand succès. La raison ne tient pas à une barrière de langage, mais plutôt à une divergence de « philosophie ». Le physicien-métallurgiste très axé sur les microstructures se sent peu apte à formuler des lois d'une portée générale permettant le calcul de tout comportement d'une pièce ou d'une structure. Il cherche plutôt à dégager des comportements valables dans des domaines bien précis de température, de contrainte, de microstructure.

Cet échec peut sans doute s'expliquer aussi par le fait qu'aucun laboratoire n'était préparé à des recherches dans certains domaines malgré leur importance qui justifiait les choix du comité : influence de la surface et des couches superficielles-amorphes-polymères. Les rares projets présentés ne répondaient pas en général aux exigences de la métallurgie physique et restaient beaucoup trop phénoménologiques.

Par contre, le succès de l'ATP a été important dans plusieurs autres directions. L'influence de microstructures variées sur le comportement mécanique a été étudiée : par exemple, structures biphasées des alliages eutectiques ou des « superplastiques », alliages à dispersion d'oxydes ou à défauts d'irradiation. Plusieurs laboratoires se sont tournés vers des matériaux nouveaux, tels que divers oxydes, la glace ou des minéraux, essentiellement grâce à l'aide et à l'insatigation de l'ATP. Enfin, des matériaux tout à fait nouveaux pour les métallurgistes ont commencé à apparaître : les roches,



Microviscosimètre : Ce viscosimètre rotatif permet la mesure des viscosités des polymères fondus, ou de leurs solutions entre 0,1 et 10^3 poises. L'échantillon est cisailé entre cône et plan à des vitesses variant entre 10^{-2} et 200

sec⁻¹. Une version modifiée de cet instrument (représenté sur la figure) étend cette gamme jusqu'à 10^4 poises en mesurant le fluage en torsion : elle permet aussi la détermination de la complexité de cisaillement en utilisant des

disques circulaires cisailés entre plateaux parallèles. Domaine de température exploitable de -30 à 300°C.

signe d'une collaboration naissante entre des disciplines apparemment éloignées. Si en effet des études de mécanique sur les roches sont classiques, la déformation plastique envisagée du point de vue métallurgie physique est très nouvelle, en France du moins.

Ces résultats ont inspiré les rédacteurs des appels d'offre des ATP de la seconde génération 1974-1976. Trois ATP sont lancées :

- Déformation des roches, notamment pour l'interprétation des paléo-déformations, avec collaboration exigée de physiciens métallurgistes et de géologues.
- Rupture, avec l'accent mis sur les aspects microscopiques (fissures...) pour tous les types de matériaux solides.
- Processus de diffusion et de déformation plastique à haute température : alliages métalliques d'une part, céramiques d'autre part.

Ces trois ATP sont reprises en

1975 et 1976 à quelques variantes près. L'ATP « déformation des roches » a reçu un accueil très favorable et à son instigation plusieurs collaborations se sont engagées entre laboratoires de métallurgie et de géologie.

Un premier bilan de cette action a pu déjà être établi au cours d'un colloque organisé en décembre 1976. Les études ont porté sur des roches monominérales, ou sur des roches plus complexes (granites) ayant subi des paléo-déformations connues.

Le grand problème est de relier les mécanismes de déformation à la « texture » ou « fabrique » observée. Ce que l'on sait faire maintenant en métallurgie donne de bons espoirs, mais la structure, la nature des processus et l'histoire des roches sont beaucoup plus compliquées. Un résultat essentiel est que des concepts et des méthodes ont franchi la barrière des disciplines et des langages.

L'ATP rupture ne s'est développée que plus lentement. Dans ce domaine, les

études à caractère très appliqué dominant et assez peu de laboratoires sont préparés à aborder les aspects fondamentaux de l'amorçage et de la propagation des fissures en relation avec les aspects microstructuraux. Des études intéressantes sur les métaux, les semi-conducteurs, les verres, les roches et les polymères se poursuivent actuellement dans ce cadre.

L'ATP « diffusion et déformation plastique à haute température », a connu un bon développement du côté des non-métaux : l'effort sur les céramiques signalé plus haut s'est poursuivi heureusement sur les oxydes, les carbures, des minéraux simples. Les études sur les alliages se situent dans la ligne de la première ATP (notamment eutectiques orientés, alliages superplastiques), mais une question fondamentale posée dans l'appel d'offre à propos du fluage des alliages n'a sans doute pas reçu toute l'attention désirable : les effets de la température et de la contrainte en fluage sont encore mal compris. Peut-être les beaux ré-

sultats d'observation *in situ* des mécanismes de déformation (microscopie électronique à très haute tension), soutenue dans le cadre de l'ATP, permettront-ils dans un avenir proche d'apporter des éléments de réponse.

Au total, le bilan des six dernières années paraît nettement positif. Cet optimisme se justifie notamment à la suite des quatre colloques qui se sont déjà tenus, et qui constituent maintenant l'un des événements marquants de l'année en métallurgie. Le caractère interdisciplinaire de l'ATP a été un succès dans le domaine des sciences de la terre (voir article suivant : bilan d'une ATP). Il est apparu en outre que les investigations devraient maintenant se tourner moins vers les types de matériaux (les laboratoires ont su et pu se diversifier largement dans ces domaines, sauf peut-être dans celui des polymères et des amorphes), mais vers l'approfondissement des études expérimentales et théoriques des processus de déformation. Pour cela sont nécessaires des matériaux simples et bien caractérisés, condition indispensable pour des études valables. L'effort d'approfondissement théorique devrait être notablement encouragé.

Fluides

Le domaine de la physique des fluides a été couvert sous certains aspects par deux ATP successives : physique des fluides moléculaires en 1971-1973 et fluides non-newtoniens à partir de 1975.

ATP « Physique des fluides moléculaires »

Conçue pour compléter les études des liquides simples et celles de dynamique moléculaire alors en plein développement, l'ATP « physique des fluides moléculaires » s'est donné pour but une analyse assez complète des phases mésomorphes et micellaires, de lubrifiants ou de polymères. La plupart des contrats ont permis d'obtenir des résultats intéressants sur la structure des cristaux liquides, et dans des solutions de polymères. Notons que plusieurs études n'ont été possibles que grâce à la synthèse de corps nouveaux, ou à l'incorporation d'isotopes dans des espèces chimiques données. Ainsi, dans l'ensemble, la qualité des résultats a beaucoup profité de l'association étroite de physiciens, de chimistes et de spécialistes des macromolécules. Ce point doit être souligné, car il s'agit probablement du bénéfice

le plus important de cette ATP.

ATP « Fluides non-newtoniens »

Après un an de réflexions communes entre mécaniciens, spécialistes des macromolécules et physiciens, il est alors décidé de concentrer l'attention sur des propriétés plus globales des solutions de polymères, en particulier leurs propriétés mécaniques, et de les étendre à des fluides d'intérêt biologique. Il ne s'agit pas d'un sujet entièrement nouveau, puisque les études de rhéologie des polymères ont déjà une place importante dans l'ensemble des mesures faites sur ces corps. En effet, ces systèmes ont une viscosité qui dépend fortement de la présence de gradients de vitesse, car en général leur structure moléculaire est modifiée par ces gradients. L'apport des mécaniciens des fluides est très utile car ils connaissent bien les effets du caractère non newtonien des fluides. Les contrats ont porté sur l'application de méthodes de mesures nouvelles (par exemple : diffusion de neutrons ou diffusion de lumière) en vue de mieux connaître les propriétés viscoélastiques des polymères. On s'est aussi intéressé à des systèmes modèles en vue de mieux tester certaines théories. Par ailleurs, une extension de ces diverses méthodes a été faite en direction des fluides d'intérêt biologique. En effet, des suspensions comme le sang ont un comportement tout à fait comparable à celui des polymères.

Citons, parmi les études en cours, celle de la déformation des globules rouges dans les gradients de vitesse, en vue de mieux comprendre les propriétés des écoulements sanguins. L'ensemble de ces travaux regroupe donc des chercheurs d'origines très diverses : physiciens, spécialistes des macromolécules, mécaniciens des fluides et biologistes spécialisés dans l'écoulement du sang. La réponse aux appels d'offres a été importante pour les trois années 1975-1976-1977, avec un bon équilibre entre les études de polymères dans des écoulements et celles de rhéologie du sang.

Biomatériaux

A l'initiative du comité de l'ATP « propriétés mécaniques des solides » et avec la collaboration du comité génie biologique et médical de la DGRST, a été organisée, les 15 et 16 novembre 1974 à Gif-sur-Yvette, une rencontre scientifique sur les biomatériaux.

Cette table ronde a rassemblé des spécialistes de disciplines naturellement fort éloignées : métallurgie physique, mécanique, physicochimie, chirurgie orthopédique et dentaire, biochimie, hématologie et chirurgie cardio-vasculaire. Elle avait pour but de confronter les connaissances actuelles en sciences des matériaux aux besoins ressentis par les chirurgiens, besoins ayant trait aux connaissances sur les biomatériaux naturels et prothétiques.

La première journée fut centrée sur les **Biomatériaux « durs »**. Après des exposés sur quelques chapitres de la science des matériaux (propriétés mécaniques de matériaux, propriétés chimiques des métaux, adhésion et ses mécanismes, lubrification et ses mécanismes), la description des biomatériaux tels que l'os, le cartilage et la dent fut abordée, et suivie d'exposés sur les problèmes posés par la chirurgie : ostéosynthèse, prothèse articulaire, implants et restauration dentaire, ciments et adhésifs. Au cours de la seconde journée, centrée sur les problèmes rencontrés en **chirurgie cardio-vasculaire**, l'accent ne portait plus sur les propriétés mécaniques, mais sur les **propriétés de surface**. Après des mises au point sur les applications de l'électrochimie à l'étude des interfaces, sur la modification superficielle des polymères par greffage, furent discutés des aspects plus biologiques et biochimiques : réaction des tissus autour des implants, adsorption de protéines aux interfaces et enfin réaction des éléments du sang au contact des matériaux (mécanismes de la thrombose). Le programme se terminait sur les problèmes posés par la pratique chirurgicale, en prothèse cardiaque et vasculaire, et circulation extra-corporelle.

En ce qui concerne les biomatériaux durs, les préoccupations respectives des praticiens et fondamentalistes se sont avérées fort éloignées. Le contact a cependant pu être maintenu et un projet de RCP sur certains problèmes de chirurgie orthopédique est actuellement en préparation.

L'examen des problèmes rencontrés en chirurgie cardio-vasculaire a permis de dégager le thème de l'hémocompatibilité des matériaux de synthèse mis en contact avec le sang circulant. Les hématologistes, rompus au dialogue avec praticiens d'une part, fondamentalistes de l'autre, ont ainsi rendu possible le lancement de l'ATP « matériaux hémocompatibles ».

PHYSIQUE DE BASE ET MATHÉMATIQUES

OBJECTIF ETATS METASTABLES ET COLLISIONS (1971-1976)	1971	1972	1973	1974	1975	1976	1977	BUDGET ANNUEL MOYEN (Kf)
Etats métastables et collisions								1 850
Etats transitoires en physique des collisions								700
Lasers accordables								1 100
Application des lasers en physique atomique et moléculaire								1 300
Processus radiatifs et non radiatifs en physique atomique et moléculaire								1 000
Transferts d'énergie et conversion interne								700
Structure et dynamique des états excités								900
OBJECTIF - MATERIAUX								
Elaboration et caractérisation des matériaux								1 200
Matériaux permettant des études physiques nouvelles								1 000
Fluides moléculaires								800
Transition Isolateur-Métal								800
Transition de phase								1 000
Liquides et matériaux amorphes								700
Polymères orientés								500
Effets d'irradiation								700
OBJECTIF - SURFACES								
Surfaces libres								1 000
Structure électronique des surfaces et interfaces								400
Adsorption sur monocristaux								900
Adsorption et germination sur surfaces bien définies								900
Structure atomique et moléculaire des interfaces solide-solide et solide-liquide								900
Surfaces solides complexes								300
Réactions chimiques superficielles								800
Etudes des petits agrégats métalliques								800
OBJECTIF PROPRIÉTÉS MÉCANIQUES DES SOLIDES								
Plasticité								1 100
Déformation des roches								600
Rupture								200
Processus de diffusion et déformation à haute température								700
OBJECTIF FLUIDES NON NEWTONIENS								
Fluides non newtoniens								1 000
OBJECTIF - BIOMATÉRIAUX								
Matériaux hémostatisables								800
Physique/Biologie - Protéines/Interfaces								800
OBJECTIF STRUCTURE TRIDIMENSIONNELLE DES MOLECULES BIOLOGIQUES ET DE LEURS ASSOCIATIONS								
Structure tridimensionnelle des molécules biologiques								800
Structure primaire et tridimensionnelle des protéines								1 000
OBJECTIF MATHÉMATIQUES POUR L'INGÉNIEUR								
Mathématiques pour l'ingénieur								600

(1) Les budgets indiqués incluent les participations financières extérieures au secteur de la physique.

ATP « Matériaux hémocompatibles »

Cette ATP, lancée en 1975 et renouvelée en 1976 a pour objet l'étude de l'interface matériau/sang circulant, et met l'accent d'une part sur la caractérisation des matériaux et notamment de leur surface, d'autre part sur le développement de nouveaux tests biochimiques ou physicochimiques pour l'étude de l'hémocompatibilité définie en fonction de l'application envisagée (circulation extracorporelle, prothèses vasculaires, prothèses valvulaires, etc...)

Les projets doivent à l'évidence faire l'objet de travaux concertés entre laboratoires de disciplines différentes. L'action incitative des membres du comité d'ATP a permis de mettre en œuvre neuf projets regroupant chacun physicochimistes des matériaux, biochimistes, hématologistes, éventuellement chirurgiens cardiovasculaires.

Bien que métaux, céramiques et carbone puissent a priori être envisagés comme matériaux prothétiques en chirurgie valvulaire et que de ce fait ils aient été proposés dans l'appel d'offres, les projets actuels font intervenir exclusivement les matériaux de polymères, éventuellement modifiés par greffage. Cette tendance est naturelle dans la mesure où les matériaux actuellement utilisés en chirurgie vasculaire et en circulation extracorporelle sont des polymères qui, s'ils ne sont pas hémocompatibles *stricto-sensu*, permettent de réaliser d'une part des vaisseaux tissés qui sont rapidement réhabités par les cellules endothéliales et deviennent de ce fait biologiquement tolérés par le sang circulant, d'autre part des membranes de dialyse, de filtration ou d'échange qui sont chimiquement tolérées, pendant le laps de temps nécessaire, par le sang rendu anticoagulant par un traitement à l'héparine. Une première rencontre réunissant les différentes équipes impliquées dans les projets de l'ATP s'est tenue à Nancy le 21 avril 1977, et a permis un échange fructueux d'informations sur les progrès et les difficultés rencontrés à tous les niveaux de ces recherches.

Sans attendre les résultats escomptés de cette rencontre scientifique sur l'hémocompatibilité, nous avons poussé plus avant une approche plus analytique de ce problème. Il apparaît en effet que deux phénomènes interviennent à coup sûr dans le comportement du sang aux interfaces. D'une part, des phénomènes de nature hy-

drodynamique où les éléments figurés du sang, hématies, globules blancs, plaquettes constituent de « gros objets » dans la circulation sanguine et jouent de ce fait un élément prépondérant : cet aspect hydrodynamique est pris en compte dans l'ATP « fluides non newtoniens ».

D'autre part, il apparaît que l'aspect plus biochimique de l'interaction entre les protéines du plasma et les surfaces doit être mieux compris. Nous avons ainsi été conduits à organiser une rencontre sur les modifications de propriétés des protéines placées dans une interface, réunion qui eut lieu à Gif-sur-Yvette les 24 et 25 septembre 1976. Cette table ronde portait plus précisément sur les variations de conformation et les modifications d'activité des protéines lors d'un processus d'adsorption. Les techniques physiques et physicochimiques d'études de l'adsorption ont été confrontées, lors de cette rencontre, aux problèmes posés par les biochimistes et les hématologistes. Les discussions qui ont eu lieu ont montré qu'une ATP pourrait être lancée sur ce thème, avec des chances raisonnables de succès.

ATP « Physique/Biologie - Protéines/Interfaces »

Cette ATP vise à promouvoir le développement des méthodes physiques adaptées à l'étude des changements de conformation et d'activité biologique de protéines adsorbées aux interfaces.

Structure tridimensionnelle des molécules biologiques et de leurs associations

Cette ATP a été lancée pour trois ans en 1973 avec le souci de favoriser le regroupement d'équipes de physiciens, chimistes et biologistes dans un effort concerté pour promouvoir les études structurales des systèmes ayant une fonction biologique importante. En effet, s'il est patent que les méthodes d'investigation microscopique sont fort développées en physique et notamment en physique du solide (rayons X, microscopie électronique, rayonnement synchrotron, neutrons thermiques), il est non moins évident qu'il n'existe rien de comparable à l'apport des pays anglo-saxons en biologie moléculaire structurale. Paradoxalement, on s'aperçoit même que la physique française est en avance sur bien d'autres pays pour le

développement de techniques de pointes applicables à la biologie, mais que leur utilisation à cette fin exige qu'une étude préalable de diffraction des rayons X soit déjà bien développée.

L'ATP a donc concentré ses efforts sur la stimulation des études de diffraction X qui se situent en amont, et constituent les fondements indispensables, des études de conformation et de dynamique moléculaire. L'effort sera désormais porté sur les deux plans de la poursuite de l'ATP « structure », et du soutien des équipes plus avancées pour l'utilisation des techniques de physique de pointe, grâce à la nouvelle ATP « biologie auprès des équipements lourds de physique ».

Mathématiques pour l'ingénieur

Cette ATP est de création très récente (1976). L'idée est de susciter une recherche pluridisciplinaire destinée à améliorer les contacts entre la communauté des mathématiciens et les scientifiques d'autres disciplines.

Pour mener à bien cette action, le plus simple est de favoriser les contacts existants entre mathématiciens appliqués et scientifiques utilisateurs (physiciens, mécaniciens, astrophysiciens, informaticiens). Il s'agit aussi de tirer parti du développement considérable des moyens de calcul pour résoudre numériquement des problèmes pratiques.

Dans le premier appel d'offres, sans chercher à être exhaustif ou limitatif, on insiste sur l'amélioration des méthodes numériques, sur le traitement des singularités, sur les aspects stochastiques et sur les aspects non linéaires.

Il est beaucoup trop tôt pour juger de l'impact de cette ATP. On peut simplement remarquer qu'il y a eu beaucoup de réponses au premier appel d'offres, ce qui incite fortement à poursuivre l'action sur les mêmes thèmes. Les développements ultérieurs de cette action, pour le moment très centrée sur la mécanique, devraient évoluer vers d'autres disciplines : les sciences humaines, la chimie, les sciences de la vie et la physique (dans ce dernier cas d'ailleurs une action entre physiciens et mathématiciens purs est envisageable).

Jean-François DELPECH
Jean GAVORET
Jean HANUS
Pierre LALLEMAND
Jacques WINTER

BILAN D'UNE ATP

Un exemple des ATP : la collaboration entre physiciens métallurgistes et géologues structuraux dans le domaine de la déformation plastique et de la rupture

En 1971 le CNRS lançait une action thématique programmée (ATP) « propriétés mécaniques des solides ». Cet objectif avait été fixé en sciences des matériaux par le 6^e Plan et s'adressait aux mécaniciens et physiciens travaillant dans le domaine de la déformation et de la rupture des matériaux. En 1977 au moment où cette ATP est terminée, une collaboration entre deux communautés scientifiques que l'on pouvait croire destinées à s'ignorer totalement pendant encore de longues années s'est instaurée : les géologues et les physiciens métallurgistes ont reconnu la ressemblance des problèmes de déformation naturelle et expérimentale dont ils ont à traiter et la disparité des langages scientifiques ne paraît plus un obstacle insurmontable entre les uns et les autres. Des équipes mixtes ont germé et se développent et on peut affirmer que la physique des déformations des matériaux terrestres (tectonophysique) a maintenant droit de cité en France, comme elle l'avait depuis quelques années en Australie, aux États-Unis, en Grande-Bretagne.

Dans la mesure où ce résultat, d'une grande importance pour les deux communautés, n'était pas prémédité et a pour ainsi dire résulté d'un processus de germination et de croissance, il est instructif de suivre l'histoire de son développement en appréciant au passage le rôle important joué par la souplesse du système et le pragmatisme des parties en cause qui a certainement permis de dépasser le stade critique.

Historique

1971 – Les projets présentés émanant, naturellement, de physiciens et de mécaniciens et portent essentielle-

ment sur deux des thèmes de l'appel d'offres : « propriétés mécaniques des oxydes métalliques » et « lois de comportement global et leurs relations avec les micromécanismes de déformation ». Toutefois, deux des projets retenus proposent d'étudier les propriétés mécaniques, l'un de la calcite, l'autre du spinelle. Ceci correspond à une tendance qui se faisait déjà jour chez les métallurgistes physiciens, de dépasser le cadre des métaux pour s'intéresser aux cristaux non métalliques. On notera qu'il s'agit déjà ici de minéraux.

1972 – Un nouveau matériau, géologique encore, entre en jeu : deux projets sont présentés sur la glace par un laboratoire de physique et par le laboratoire de glaciologie du CNRS. En outre, deux projets de la mécanique des roches, sont présentés par des laboratoires de géologie, l'un sur la déformation expérimentale de marbres, l'autre sur la rupture des calcaires. Le comité retient ces projets et, dans l'appel d'offres pour 1973, précise parmi les lignes de recherches qui seront spécialement prises en considération : « relations entre déformation expérimentale et paléodéformation des minéraux ».

1973 – Un nouveau projet de géologie est présenté et retenu : il porte sur la déformation des péridotites du manteau supérieur. Le comité prend alors clairement conscience qu'il existe un intérêt actif dans le domaine des déformations du côté des sciences de la terre et décide d'explorer cette voie.

En février, une réunion préparatoire se tient entre quelques physiciens plus spécialement intéressés et quelques géologues, en présence des chargés de mission des directions de la physique et des sciences de la terre. Les participants tentent d'évaluer avec réalisme les centres d'intérêt de chaque partie et ce qu'elles peuvent attendre l'une de l'autre. Il apparaît que, dans un premier temps, la collaboration éventuelle doit être mutuellement

éducative, qu'il faut avancer prudemment et que seuls les cas géologiques les plus simples peuvent être susceptibles d'être approchés par les méthodes de la métallurgie physique.

En mai se tient à Nancy, une « table ronde » où sont invités environ cinquante participants représentant une vingtaine de laboratoires de métallurgie physique et autant de laboratoires de géologie structurale. Lors d'une série d'exposés de vulgarisation, physiciens et géologues s'exposent mutuellement leurs problèmes, leurs méthodes et leurs espoirs. Des liens personnels commencent à se nouer et l'on s'invite à visiter les laboratoires.

À la suite de cette « table ronde », le comité d'objectif s'élargit en incorporant plusieurs géologues et lance une nouvelle ATP « déformation des roches » au financement de laquelle participe la direction des sciences de la terre. L'appel d'offres pour 1974 précise que « seuls seront pris en considération les projets établis en commun par des géologues et des métallurgistes et qui nécessitent une étroite collaboration pour le développement de l'étude proposée. Afin de faciliter cette collaboration, il sera préférable de choisir des roches simples et bien caractérisées. Enfin, l'accent de cette ATP est porté davantage sur l'analyse des cas naturels que sur leur reproduction en laboratoire ».

1974 – La réponse à cet appel d'offre est immédiate : huit projets sont présentés en collaboration dont six sont retenus. Parmi les roches étudiées on trouve l'anorthosite, la glace, encore une fois et surtout les roches cristallines quartzofeldspathiques qui constituent l'objet de quatre projets présentés par des équipes mixtes apportant chacune des connaissances ou des techniques particulières pour l'étude du quartz ou du feldspath. Pour profiter pleinement des avantages de cette complémentarité le comité favorise la création d'un projet commun dans lequel chaque équipe étudie de son point de vue un granite déformé provenant d'un même gisement.

OBJECTIF « PROPRIÉTÉS MÉCANIQUES DES SOLIDES »
LISTE DES CONTRATS D'ATP ACCORDÉS DANS LE DOMAINE DE LA DÉFORMATION DES MINÉRAUX ET DES ROCHES

Année	Laboratoire	Responsable	Sujet
1971	Physique des matériaux - Univ. Lyon I	M. Serrugueti M. Escailg	Déformation plastique de la Calcite Fluage de monocristaux de spinelle de magnésium
1972	Géologie dynamique - Univ. Paris VI	Mme Chave D'Ablestin	Micromécanisme de déformation plastique d'un solide minéral cristallin (marbre)
"	Centre de mécanique des roches et des sols - Nancy	M. Houpert	Etude du comportement plastique et du comportement après rupture des roches en fonction de leur microstructure.
"	Sciences appliquées - Lille I	M. Pequet	Comportement mécanique fragile de roches carbonatées.
"	Physique des matériaux INSA - Lyon	M. Gobin	Propriétés mécaniques et anélastiques de la glace.
"	Glaciologie CNRS - Grenoble	M. Liboutry	Plasticité de la glace en fonction de la température, de la teneur en impuretés solubles, en inclusions liquides ou en débris et évolution simultanée de sa structure pétrographique.
1973	Géologie structurale - Nantes	M. Nicolas	Relations structures - déformation plastique dans les péridotites du manteau supérieur.
1974	Glaciologie CNRS - Grenoble	M. Liboutry	Explication des textures observées dans les glaciers par suite de la recristallisation dynamique de la glace.
"	Pétrologie - Orléans Ecole des Mines - St-Etienne	M. Großer M. Blacodil	Déformation textures et recristallisation des amorphosités.
1974	Géologie physique - Lille Physique état solide - Lille	M. Pequet M. Doukhan	Observation de la sous-structure de dislocations du quartz dans les roches granitiques pseudodéformées. Corrélation avec les fabriques.
1974	Tectonophysique - Toulouse Optique électronique CNRS - Toulouse Minéralogie - Cristallog. - Paris VI Géologie structurale - Paris VI Géologie - Rennes	M. Sireys M. Kubin M. Williams M. Guitard M. Cogné	Analyse par microscopie électronique des pseudodéformations des roches. Relations entre défauts cristallins et déformations des roches quartzofeldspathiques endogènes. Comportement rhéologique d'un granite dans un gradient naturel de déformation.
"	Lille - Toulouse - Paris VI	MM. Pequet, Kubin, Sireys, Doukhan, Williams, Guitard	
"	Physique des matériaux - Lyon I	M. Serrugueti	Etude des propriétés plastiques de l'olivine.
1975	Géologie structurale - Nantes	M. Nicolas	Etude en microscopie électronique des péridotites déformées naturellement et expérimentalement.
"	ENS Géologie - Nancy	M. Bernard	Etude de la microdéformation naturelle de la pyrrhite.
"	Physique solide - Orsay	M. Fromberg	Diffusion de l'oxygène dans l'olivine.
"	Géologie structurale - Montpellier	M. Mattauer	Croissance et localisation des microfissures dans les roches cristallines (granite).
1975	Géochimie - Nancy	M. Brown	Déformation naturelle d'une amorphosite et formation de pseudotachyites.
"	Physique des matériaux, INSA - Lyon	M. Pérez	Rôle de la microstructure et des interfaces dans le comportement plastique de la glace.
"	Inet. mécanique - Grenoble	M. Wack	Détermination expérimentale du réseau de fissures dans les roches.
"	BRGM - Orléans	M. Louis	Etude de la fissuration provoquée des roches par sollicitations mécaniques.
"	IMG - Grenoble	M. Sacher	Relations quantitatives entre l'anisotropie de la structure et l'anisotropie du critère de rupture des argiles et des roches.



Il faut noter qu'un projet portant sur la déformation expérimentale du minéral olivine est également présenté et retenu dans le cadre de l'ATP « processus de déformation et fluage à haute température ».

1975 - L'appel d'offre est identique à celui de 1974. Deux projets sont retenus dans l'ATP « déformation des roches » l'un sur la pyrrhite et l'autre sur les péridotites. Néanmoins on trouve encore un projet à finalité géophysique sur la diffusion de l'oxygène dans l'olivine dans le cadre de l'ATP « processus de diffusion et fluage à haute température » et un projet sur la propagation des microfissures dans le granite, dans le cadre de l'ATP « rupture ».

Le processus est maintenant bien amorcé et l'appel d'offre pour 1976, le dernier, ne particularise plus une ATP « déformation des roches » mais répartit ses thèmes dans les deux autres

Examen des plaques minces de roches au microscope. Section de plagioclases à contours clairs enroulés dans l'orthose qui pénètre dans les « golfes » des plagioclases. Lumière polarisée X 520.

COOPERATIONS (PAR EQUIPES) ENGAGEES
DURABLEMENT A LA SUITE DE L'ATP

EQUIPES

MM. Paquet et Doukhan

Laboratoire de structures et propriétés de l'état solide (LA 234) - Lille

M. Nicolas

Laboratoire de tectonophysique - Nantes
et M. Poirier
Section de recherches de métallurgie physique - CEN Saclay

M. Sérieyx

Laboratoire de tectonophysique - Toulouse
et M. Kuhn
Laboratoire d'optique électronique du CNRS - Toulouse

SUJETS DE RECHERCHE *

Etude en microscopie électronique de la déformation naturelle du quartz et des polymorphes Al_2SiO_5 (Diathène, sillimanite, Andalousite)
Rupture des cataclases

Déformation expérimentale et naturelle des péridotites

Mécanismes de déformation et de recristallisation de l'olivine

Zones de cisaillement

Etude en microscopie électronique des grenats naturellement déformés

* Les sujets de recherche mentionnés ne couvrent pas toute l'activité des laboratoires mais seulement l'activité en coopération ayant résulté de l'ATP.

CONCERTATIONS (PAR THEMES)
ENGAGEES A LA SUITE DE L'ATP

- Quartz

Laboratoire de structures et propriétés de l'état solide - Lille (MM. Paquet et Doukhan) ; Microscopie électronique du quartz naturellement déformé.
Laboratoire de tectonophysique - Nantes (M. Nicolas) ; Etude structurale du quartz dans les zones de cisaillement.

Groupe Américain d'étude des soles - Rennes (M. Cogné) ; gonflement X de texture.

- Olivine

Laboratoire de tectonophysique - Nantes (M. Nicolas) ; Etude de l'olivine déformée naturellement et expérimentalement.

Section de recherches de métallurgie physique - Saclay (M. Poirier) ; Etude des mécanismes de déformation de l'olivine.

Laboratoire de physique du solide - Orsay (M. Froidevaux) ; Diffusion de l'oxygène dans l'olivine, déformation de monocristaux.

Laboratoire de physique des matériaux - Lyon I (M. Sérugères) ; Déformation de monocristaux de forstérite.

- Feldspaths

Laboratoire de minéralogie cristallographie - Paris VI (M. Willemet) ; Déformation expérimentale et microscopie électronique de feldspaths alpins.

Laboratoire optique électronique du CNRS (M. Kuhn) et laboratoire de tectonophysique - Toulouse (M. Sérieyx) ; Microscopie électronique de feldspaths de roches déformées.

Laboratoire de pétrologie - Orléans (M. Gruber) ; Déformation expérimentale d'anorthoclase.

Laboratoire de géochimie - Nancy ; Formation de pseudotachylite dans l'anorthoclase (M. Brown).

ATP « rupture » et « processus de diffusion et fluage à haute température » ; l'accent passant maintenant de la déformation naturelle à la déformation expérimentale.

1976 - Compte tenu du nombre élevé de projets retenus en 1974 et du fait que la durée des contrats est de deux ans, on ne trouve cette année qu'un projet de déformation relatif aux roches (formation de pseudotachylite pendant la déformation de l'anorthoclase), par contre sur cinq projets retenus en « rupture », trois concernent des roches.

Estimation des résultats
Proactive

Il n'est pas de notre propos d'évaluer ici les résultats scientifiques de cette ATP. Il est d'ailleurs trop tôt pour le faire : nombre de projets mis en route devant continuer plus de deux ans. Par ailleurs, il est évidemment difficile d'apprécier la part exacte de responsabilité qui revient à l'objectif « propriétés mécaniques des solides » dans l'évolution qui a abouti à l'actuelle interdisciplinarité entre géologues et physiciens. Sans doute, le terrain (1) était-il favorable et la situation mûre. Cependant on peut, sans risque d'erreur, affirmer que le rôle de l'ATP a été

décisif en agissant comme un catalyseur et en permettant des interférences constructives entre ses initiatives qui, isolées, seraient peut-être restées sans avenir. En particulier, on ne saurait ignorer l'importance des colloques d'ATP, toujours très animés, et qui ont, tous les ans, permis de renforcer les contacts personnels et contribué pour une très grande part à habituer géologues et physiciens à communiquer et à tenter de comprendre les problèmes et les méthodes les uns des autres.

Parmi les résultats positifs qui sont indiscutablement à mettre au crédit de l'action de l'ATP, on peut citer :

- la création d'équipes mixtes habituelles à travailler ensemble (Toulouse-Nantes-Saclay) qui se sont parfois liées organiquement dans un laboratoire associé (Lille) ou le renforcement de cette tendance au sein de laboratoires déjà existants (Paris VI, Orsay).
- l'osmose entre les communautés maintenue par l'invitation de l'une aux manifestations de l'autre : les géologues participent aux réunions annuelles du groupe de Monetier « plasticité », les physiciens participent aux réunions annuelles des sciences de la terre.

- la publication par un géologue et un physicien d'un traité sur l'application des méthodes de la métallurgie physique aux problèmes de déformation naturelle des roches.

Enfin en ce qui concerne l'avenir, la préparation pour 1978 d'un colloque international CNRS sur la déformation naturelle depuis le minéral jusqu'au massif qui consacrera le rôle que les géologues et physiciens français entendent jouer ensemble au niveau international.

En se séparant, le comité d'objectif « propriétés mécaniques des solides » a émis le vœu que la coopération entre métallurgistes et géologues ne soit pas abandonnée et que la direction des sciences de la terre prenne le relais de la direction de la physique. Ce vœu a été entendu et une ATP « tectonophysique » vient d'être créée ; ses moyens sont encore réduits, mais il ne fait pas de doute que l'évolution est maintenant irréversible et que grâce à la coopération convaincue des géologues, géophysiciens et physiciens, la tectonophysique doit avoir un bel avenir en France.

Jean PHILIBERT
Jean-Paul POIRIER
Comité de l'ATP

« Propriétés mécaniques des solides »

LES PREMIERS GALETS AMENAGES DU VILAFRANCHIEN D'Auvergne

Les gisements de Vertébrés villafranchiens de Senèze et de Chilhac en Haute-Loire, sont connus depuis la fin du siècle dernier.

Le premier, signalé par Boule en 1892, exploité par Stehlin du musée de Bâle et Depéret de la faculté des sciences de Lyon avec l'aide d'un habitant de Senèze P. Philis, a acquis une renommée mondiale par l'importance du matériel recueilli comportant de nombreux restes de mammifères fossiles, détenus aujourd'hui par le musée d'histoire naturelle de Paris et les musées de Bâle et de Lyon (1). Le gisement de Chilhac y est très peu représenté. Il fut découvert par le Comte de Morteuil, alors Maire de ce village, qui recueillit les premiers restes osseux en un lieu situé à environ un kilomètre au nord du bourg et que nous avons appelé Chilhac I. Un second point fossilifère se trouve plus près du village, non loin de la bordure est d'une coulée basaltique et sur le versant ouest d'une petite vallée affluente de celle de l'Allier. Situé dans la partie supérieure des alluvions du second ramblèlement villafranchien selon Bout, c'est sur ce second gisement que nous avons appelé Chilhac II, que Philis effectua quelques fouilles pour le compte du musée de Bâle. Un troisième point fossilifère, Chilhac III, a été découvert par nous. Il est placé en face de Chilhac II, sur le versant est de la petite vallée déjà signalée. Le matériel fossile nouvellement découvert dans ces sites est important : il a fait de notre part l'objet de publications, de notes à l'Académie des

sciences et de communications à des colloques internationaux. Une étude détaillée, à paraître ultérieurement, y sera consacrée (2). Dans son ensemble, le gisement de Chilhac II est un système à stratification plus ou moins entrecroisée à dominance sablo-graveleuse avec galets gneissiques roulés et débris volcaniques : il passe au niveau du site à un limon épais d'environ 1,50 m, à la base duquel a été trouvé le squelette complet d'un cerf (3).

Par contre, Chilhac III d'altitude légèrement supérieure à celle de Chilhac II est constitué uniquement par des dépôts de pente qui nous ont livré de nombreux restes de mammifères fossiles.

C'est dans ces dépôts de pente que nous avons trouvé les galets aménagés représentés ci-contre (4).

● Le premier (a) est un magnifique chopper réalisé dans un galet de quartz fortement coloré par de l'oxyde de fer, et aménagé par enlèvement de quatre éclats.

● Le second (b) également taillé dans du quartz n'est que légèrement teinté par de l'oxyde de fer ; il s'agit d'un demi-galet comme en témoigne l'une de ses faces parfaitement plane correspondant au plan de fracture ; il a en gros la forme d'un triangle allongé ; son épaisseur maximale est de trois centimètres. Le pourtour de ce demi-galet est jalonné de nettes traces d'enlèvements.

● La troisième pièce (c) est un biface primitif en gneiss quelque peu altéré. Ses arêtes adoucies portent les traces évidentes de nombreuses retouches ou des traces d'utilisation.

● La quatrième (d) est un fragment en biseau de quartz gris-blanc dont l'épaisseur maximale est de trois centimètres. Le biseau porte sur l'un de ses flancs les marques d'enlèvements en creux relativement réguliers qu'il serait difficile d'attribuer au hasard.

● Enfin la cinquième pièce (e) est un bloc quartzeux provenant d'une pegmatite quelque peu ferrugineuse. Il présente de part et d'autre d'un net tranchant sinueux des négatifs d'enlèvement d'éclats. Nous sommes en présence d'un beau « chopping-tool ». Par une note à l'Académie des sciences concernant la faune de Chilhac (4) nous avons montré que celle-ci confirme bien la position stratigraphique admise actuellement pour ce gisement du Villafranchien moyen qui se place par ses Cervidés près de Senèze mais se rapproche du Coupet par la présence d'*Anancus arvensis* et celle d'un cheval plus proche d'*Equus stenonis vireti* que d'*Equus stenonis senèzensis*, qui lui confèrent un cachet plus archaïque.

Quant à l'âge absolu du gisement de Chilhac, nous nous reportons à la publication de Bout (5), synthèse de ce qui a été réalisé pour les gisements villafranchiens, du point de vue datation par K/Ar. L'âge absolu pour Chilhac y est estimé à 1,8 MA. Une récente datation réalisée par Bonadonna de Florence a conduit au même résultat.

Christian GUTH
Professeur titulaire de la Chaire
de paléontologie des vertébrés
et paléontologie humaine
de l'université de Poitiers

Odile BŒUF
Documentaliste au CNRS

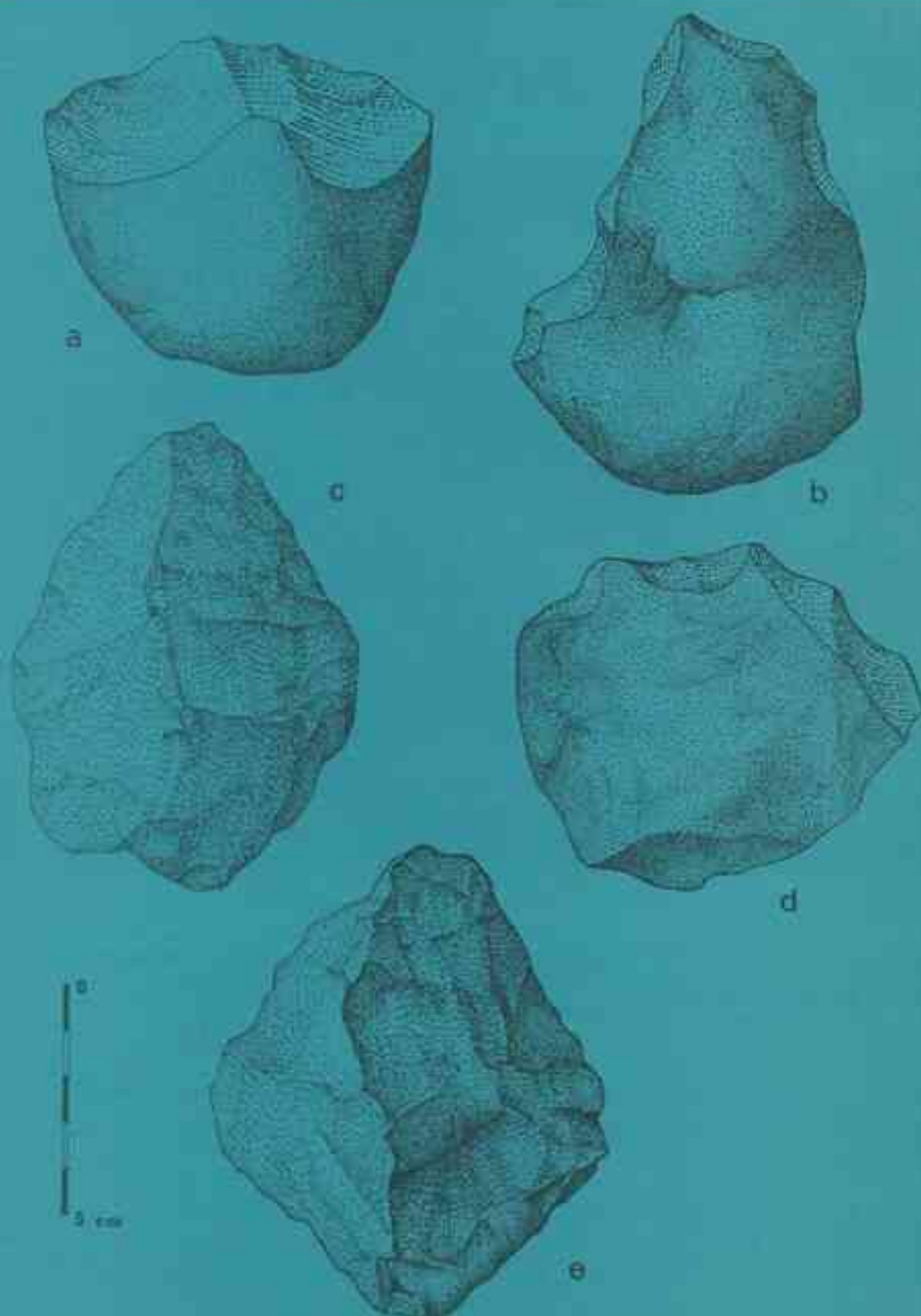
(1) M. Rouin, découverte d'un squelette d'*Elephas meridionalis* dans les sables basaltiques du voisin de Senèze, comptes rendus, 115, 1902-1903, p. 624-626 ; Ch. Depéret et L. Mérieux, le gisement de mammifères fossiles de Senèze (Haute-Loire), comptes rendus AFAS, Orléans, 1911, 14 pages ; H.G. Stehlin et S. Schult, Die oberpliocène Fauna von Senèze (Haute-Loire), *Notulae geol. helv.*, 18, n° 2, 1923 ; F. Rouan et J. Danzé de la Chaux, Sur la présence d'un *Elephas meridionalis* dans le Pléistocène supérieur de Senèze, comptes rendus, 192, 1921, p. 1296-1297 ; S. Schult, Die oberpliocène Säugetierfauna von Senèze und ihre verteilungsgeschichtliche Stellung, *Notulae geol. helv.*, 25, 1942, p. 270-299 ; P. Bout, le Villafranchien du Velay et du bassin hydrographique moyen et supérieur de l'Allier, thèse doct. de Sciences, Paris, 1960.

(2) M. Bédou et Chr. Guth, nouvelles découvertes de restes de mammifères dans le gisement villafranchien de Chilhac (Haute-Loire), comptes rendus, 270, série D, 1970, p. 2 065-2 067 ; Chr. Guth, le gisement de Senèze, congrès AFAS, Nancy, 1969 ; Chr. Guth, Lagerstätten des Villafranchiens, in der Umgebung von Brodeur in Mittelfrankreich, colloque internat. du Quaternaire, Weimar, 1972 ; Chr. Guth, Chilhac et Blazac-la-Glondrie, deux gisements villafranchiens de la vallée de l'Allier, colloque internat. de paléontologie, Paris, 1973.

(3) M. Bédou, découverte d'un squelette de *Cervus phillipi* dans le gisement villafranchien de Chilhac (Haute-Loire), bull. sc. terre univ. Poitiers, 11, 1970.

(4) Chr. Guth, découverte dans le Villafranchien d'Auvergne de galets aménagés, comptes rendus, 279, 1974, p. 1 071-1 072.

(5) P. Bout, la contribution du Massif Central à la chronologie du Quaternaire européen, symposium J. Jung, Clermont-Ferrand, 1971.



LE TELESCOPE CANADA-FRANCE-HAWAII

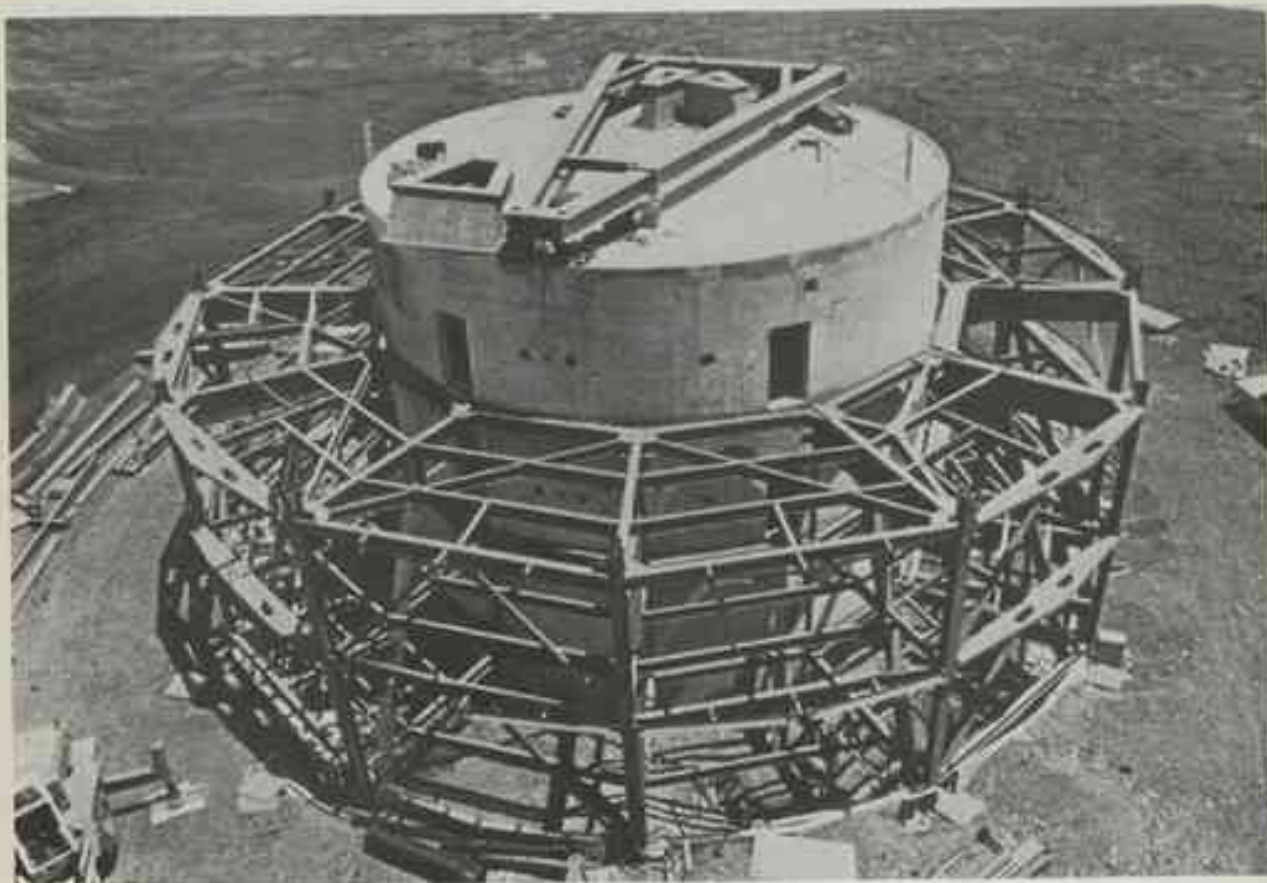


Fig. 1 - La construction du bâtiment périphérique en juillet 1975. Des parties de la base du télescope sont visibles sur le pier.

Où en est la construction du télescope Canada-France-Hawaï ?

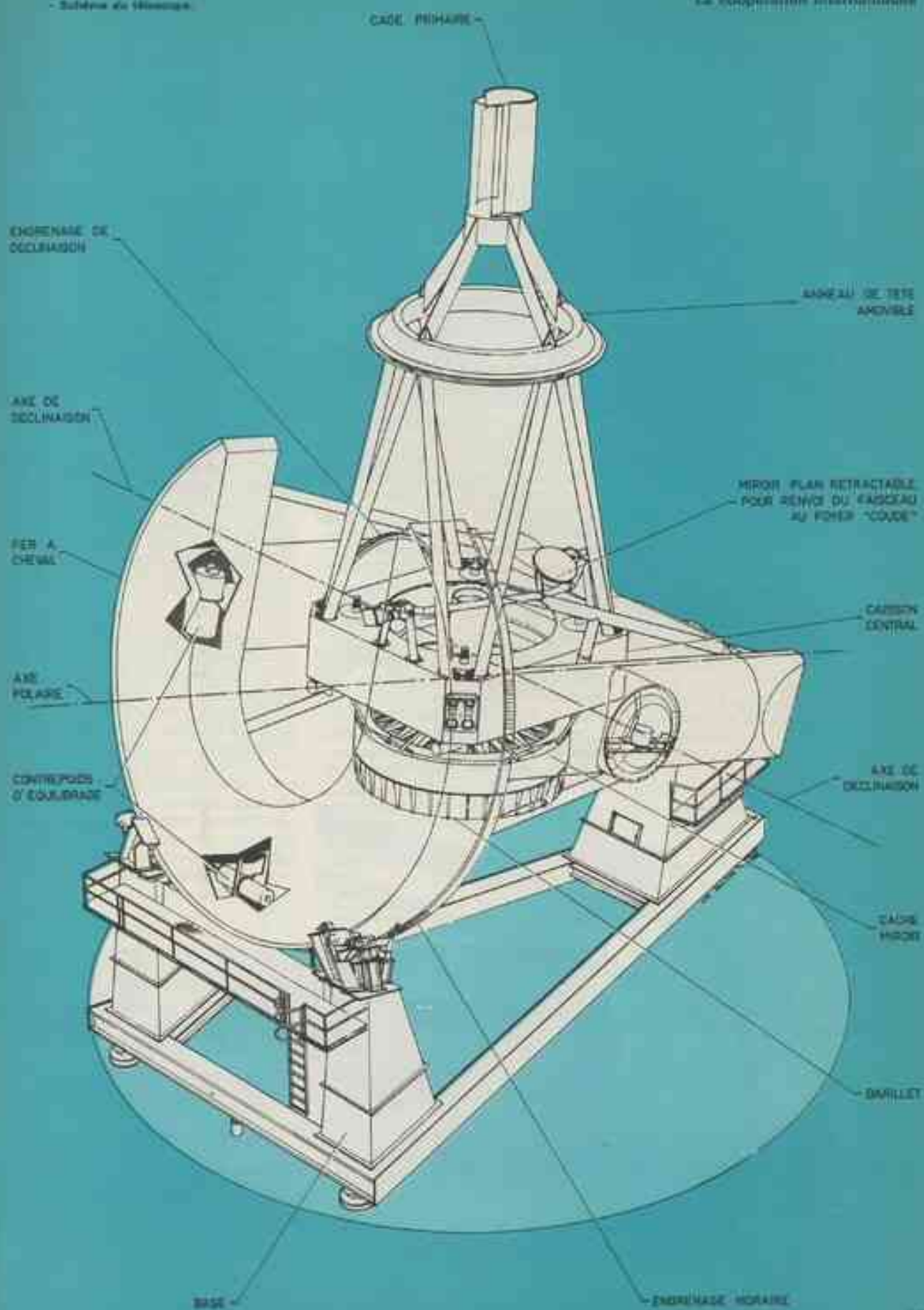
En avril 1973, un article du *Courier du CNRS* intitulé « Un télescope à Hawaï » annonçait la construction d'un télescope franco-canadien de 3,60 m de diamètre au sommet du Mauna Kea, dans la grande île de l'archipel de Hawaï. Le présent article a pour objet de faire le point sur l'état d'avancement de ce projet, et de donner une idée plus concrète de la future installation.

Tout d'abord quelques mots sur la structure de la coopération internationale mise en place pour la mise en œuvre et la gestion de cette opération.

Un exemple de coopération internationale à structures légères

Un premier point qui mérite d'être signalé pour ses conséquences pratiques importantes est le suivant : environ huit mois avant la signature des textes définitifs entre les parties intéressées, un mémorandum d'accord, permettant à ces parties de faire progresser le projet, chacune dans leur propre cadre administratif (mais naturellement en étroite consultation) fut signé entre le Centre national de la recherche scientifique, le Conseil national de recherches du Canada et l'Université d'Hawaï. Pendant cette phase, dite « intermédiaire », les études purent

avancer substantiellement et d'importants marchés ont pu être préparés. Cette procédure a ainsi permis d'éviter toute perte de temps pendant la phase de gestation des accords proprement dits. Le seul petit problème pratique amusant entraîné par cette manière de faire (que nous recommandons fortement pour tout autre projet du même genre) est que, la signature des accords définitifs, donnant existence légale à l'organisme de gestion du projet, n'étant pas prévisible avec exactitude, le chef de projet a dû lancer des appels d'offres sans savoir jusqu'au dernier moment si le marché allait être passé par l'organisme nouveau, la société du télescope Canada-France-Hawaï ou par l'un des asso-



ciés. C'était en somme l'appel d'offres à double inconnus.

C'est le 20 juin 1974 qu'était signé l'accord tripartite fixant l'objectif et les modalités de la coopération, le budget de l'opération et mettant en place l'organe principal de gestion, la société du télescope Canada-France-Hawaii. La structure administrative est celle d'une coopération entre établissements et non pas entre pays. Les établissements sont en l'occurrence le Centre national de la recherche scientifique, son homologue canadien le Conseil national de recherches et l'université d'Hawaii.

Les décisions importantes sont prises par un conseil d'administration de dix membres nommés par les établissements et se réunissant au moins deux fois par an. Un conseil scientifique consultatif de dix membres également fait des recommandations au conseil d'administration pour les choix techniques et scientifiques.

Pendant la phase de construction, l'exécutif est essentiellement un bureau de projet composé de deux scientifiques, dix ingénieurs dont l'ensemble est la véritable charnière du projet, une comptable et trois secrétaires.

Pour la phase d'exploitation, le personnel permanent prévu est formé de cinq scientifiques, cinq ingénieurs, un administrateur, un comptable, trois secrétaires et quatorze techniciens (de jour ou de nuit).

Une commission des marchés de cinq membres et une commission de contrôle des comptes complètent les moyens de contrôle des associés sur la gestion de la société du télescope, entièrement financée par eux.

L'accord tripartite prévoit que les parts de temps du télescope dévolues aux associés sont respectivement de 42,5 % pour le Canada, 42,5 % pour la France et 15 % pour l'université de Hawaii.

Le télescope

Le télescope est un télescope multi-foyers à miroir primaire parabolique à $f/3,8$.

Le foyer primaire peut être utilisé soit nu, soit avec un correcteur à grand champ donnant une qualité d'image meilleure que la demi-seconde d'arc dans un champ de un degré dans le ciel. Le foyer Cassegrain optique est à $f/8$. Il peut être utilisé avec ou sans correcteur, avec un champ maximal de 25°. Une deuxième combinaison Cassegrain pour l'infrarouge est équipée

d'un secondaire vibrant à $f/35$. L'oscillation est asservie et peut à volonté être de type sinusoïdal ou rectangulaire.

Le foyer coudé est alimenté par des miroirs traités de petit diamètre à pouvoir réflecteur de 98-99 %, suivant la technique mise au point au Dominion astrophysical observatory par le Dr. E.H. Richardson. Le faisceau ouvert à $f/100$ ou $f/150$ peut être transformé à $f/20$ par un objectif traité pour atténuer les spectrographies à grands réseaux de la salle « coudé » supérieure. La monture du télescope (voir fig. 1) est très semblable à celle du télescope de 5 m du mont Palomar. Quelques différences avec ce dernier télescope méritent cependant d'être signalées. La première est que, comme sur presque tous les grands télescopes récents, nous avons adopté le principe des parties supérieures (dites souvent « anneaux de tête ») interchangeables pour conserver le maximum de flexibilité et permettre une certaine évolution de l'instrument. Cette flexibilité a en fait été déjà utilisée pour rajouter un anneau de tête spécialisé pour les observations en infrarouge, non prévu au départ. La seconde est que, également comme sur les autres grands télescopes de conception récente, les mouvements du télescope et de la coupole sont pilotés par ordinateur. L'expérience du télescope anglo-australien, grâce au fait que le programme prend en charge toutes les corrections, a montré qu'il était possible de pointer avec une précision de l'ordre de la seconde d'arc et que le gain de temps ainsi réalisé pour le pointage des objets faibles était déterminant.

Fig. 2 - Le miroir primaire sur la machine à polir du Dominion astrophysical observatory à Victoria B.C., Canada.



D'autres différences avec le télescope du mont Palomar sont plus spécifiques à ce projet. La principale sur le plan mécanique, due à l'ingénieur de l'INAG B. Bertin, responsable de la conception mécanique du télescope, est l'entraînement horaire par un engrenage de 10 m de diamètre solidaire du fer à cheval. Cette conception doit normalement permettre de maîtriser la principale difficulté mécanique rencontrée avec le télescope de 5 m, à savoir la basse fréquence des oscillations de torsion autour de l'axe horaire, qu'il a fallu amoindrir à Palomar par un dispositif spécial de friction visqueuse.

Un autre élément particulier à ce projet est celui d'une cage primaire à deux configurations, l'une « dépliée » pour l'observation « manuelle » avec un astronome assis dans la cage, l'autre « repliée » pour l'observation automatique commandée de la salle de contrôle, avec alors seulement 11 % d'obstruction centrale. La figure 1 montre la cage dans sa configuration dépliée.

La réalisation matérielle du télescope a commencé par l'achat du disque du miroir primaire dès 1968 avant que la décision de construire le télescope en collaboration internationale soit acquise. Le matériau de technologie récente (Cervit), à un coefficient de dilatation cinq fois plus faible que le silice, il a été coulé aux Etats-Unis. Le polissage du disque a commencé début 1974 au Dominion astrophysical observatory, Victoria B.C., Canada. La figure 2 montre le disque sur la machine à polir. Le polissage n'est pas

encore achevé. Le profil actuel du miroir est à environ deux franges du profil idéal.

Le principal marché pour la réalisation de la structure mécanique du télescope a été passé avec une entreprise française à la Rochelle-Pallice en juillet 1974, un mois après la signature de l'accord tripartite (ceci montre bien l'utilité de la phase intermédiaire). Les approvisionnements ont été faits en octobre 1974 et le gros des pièces mécaniques a été fait en 1975 et début 1976.

La structure du télescope a été assemblée pendant l'été et l'automne 1976. La figure 3 montre le montage du caisson central, et la figure 4 montre le télescope tel qu'il est actuellement, en attente des premiers essais en usine. Une difficulté pour ces essais est que l'entreprise moins-disante n'était pas équipée d'un hall d'assemblage suffisant pour contenir le télescope assemblé. Il a ainsi été décidé d'abriter le télescope sous un radôme pour les essais des mouvements mécaniques et du système de contrôle par ordinateur. Or ce radôme, monté début novembre dernier s'est déchiré au cours de la violente tempête qui a sévi dans le sud-ouest les 27 et 28 novembre et il a été nécessaire de le remplacer. Ceci a fait perdre deux mois et demi sur le calendrier de la construction, le nouveau radôme n'ayant été remonté qu'à la mi-février.

Le bâtiment et la coupole

La conception du bâtiment, étudiée très à fond par le conseil scientifique, présente un certain intérêt car elle est originale. L'association de la latitude du Mauna Kea avec la taille et le type de monture du télescope a fait que le pilier central sur lequel repose le télescope était suffisamment gros (16-m de diamètre) pour pouvoir être aménagé (fig. 5).

Le pilier cylindrique, rigidifié par deux planchers alvéolés de presque un mètre d'épaisseur, a été aménagé en deux laboratoires d'observation pour le foyer « coudé », le faisceau pouvant être renvoyé en éventail, horizontalement, dans n'importe quelle direction à partir d'un point situé au sud de la salle. Ce poste d'observation est celui destiné aux instruments ayant besoin de grande stabilité mécanique et thermique. Il est possible d'avoir plusieurs instruments à demeure et envoyer à volonté le faisceau sur l'un ou l'autre. Le rez-de-chaussée du pilier contient la salle d'aluminure pour le miroir primaire et le miroir secondaire à 1/8.

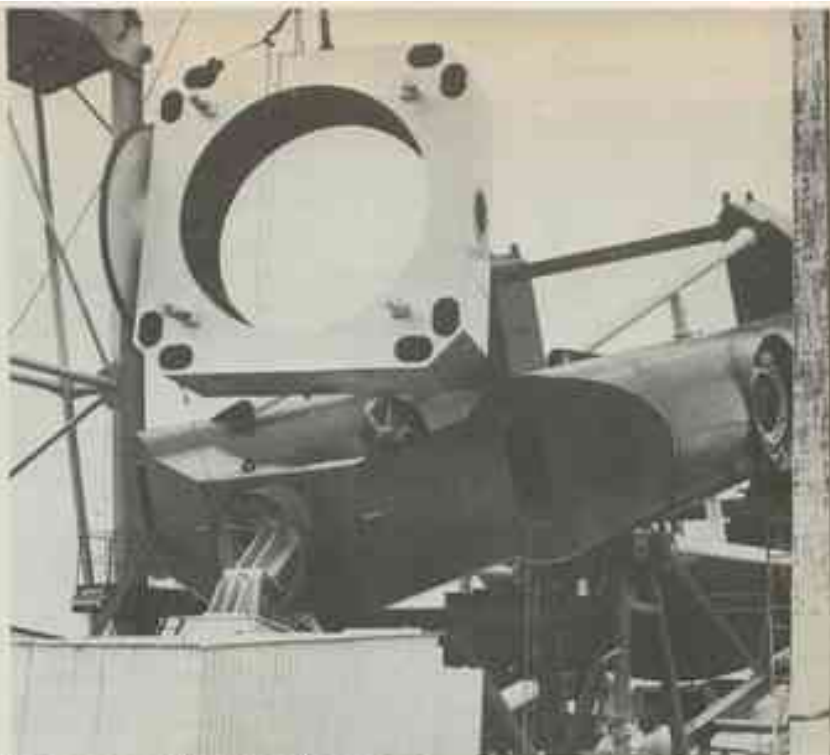


Fig. 3 - Le montage du télescope à la Rochelle-Pallice. Le caisson central est apporté par un pont roulant pour être mis en place sur la structure. On voit l'engrenage d'entraînement sur un des flancs du caisson.

L'ossature du bâtiment est une charpente métallique, bien visible sur la figure 1. Cette charpente métallique porte cinq niveaux autour du pilier et isolés de ce dernier par un espace de garde pour éviter la transmission de toute vibration au télescope.

Le niveau supérieur est le « plancher » d'observation. Il est refroidi par une circulation de glycol et crée une barrière thermique entre les pièces chauffées (le strict minimum) et l'espace ambiant du télescope. C'est à ce niveau que sont stockés les anneaux de

Fig. 4 - le télescope monté, et prêt pour les essais en usine, à la Rochelle-Pallice. L'anneau de site est rempli par un contre-poids provisoire. Une barre brisant le fer à cheval n'est pas encore déposée.



tête du télescope et les accessoires qui doivent être en équilibre de température avec le télescope. C'est aussi le niveau de la galerie pour visiteurs. Un espace technique (passage de câbles et de tuyaux) sépare le plancher du sommet du piliers.

Le niveau 4 est le niveau principal pour l'ingénieur, le technicien de nuit et éventuellement l'astronome si ce dernier n'est pas assujéti à rester près de son instrument. Il contient la salle de contrôle du télescope, la salle d'acquisition de données avec le système informatique, un laboratoire d'électronique, une pièce pour le stockage des instruments ou des pièces de rechange, un bureau pour l'astronome et une salle de lecture et de détente.

Le niveau 3 contient les chambres noires desservant la salle « coude » supérieure, le poste d'observation extérieur à la salle « coude » permettant de piloter l'observation s'effectuant dans la salle « coude » un laboratoire de préparation des caméras électrographiques, de l'espace de rangement et deux chambres à coucher.

Le niveau 2 contient le poste d'observation de la salle coude inférieure, un grand espace de rangement et deux laboratoires attenants pour la cryogénie et l'instrumentation infra-rouge.

Le niveau 1 (rez-de-chaussée) ne contient, en dehors de deux entrées séparées pour les visiteurs et le personnel, que des services techniques : transformateur, atelier de mécanique, magasin, générateurs de secours.

Un espace libre vertical est ménagé à l'est du bâtiment pour le passage des pièces lourdes ou encombrantes et la descente ou la remontée du miroir primaire lors des aluminures. Les camions peuvent accéder au bas de cet espace, équipé de moyens de manutention.

La circulation verticale est assurée par trois escaliers, un monte-charge, un ascenseur pour le personnel et un ascenseur pour les visiteurs desservant uniquement la galerie « visiteurs ».

La coupole qui pèse plus de deux cents tonnes à un diamètre extérieur de trente trois mètres. Sa particularité réside dans le fait que sa calotte sphérique est plus grande que l'hémisphère, la jonction avec le bâtiment se faisant ainsi sur un petit cercle (fig. 5). Ceci permet au cimier de dépasser le zénith sans descendre au-dessous du bord de la coupole.

La coupole comporte une double paroi permettant à l'air de circuler par effet de cheminée pendant la journée et

une couche de forte isolation thermique de manière à minimiser les entrées de chaleur pendant la journée et permettre ainsi une mise en équilibre thermique rapide en début de nuit.

Pendant la phase intermédiaire, l'étude de détail du bâtiment et de la coupole a été confiée à une entreprise canadienne de Montréal. Les travaux de construction ont commencé sur le site le 2 juillet 1974. Le pilier central et les fondations étaient achevés en octobre de la même année.

La photo 6 montre l'état des travaux à la fin de l'année 1976.

L'instrumentation

Nous ne développerons pas ce chapitre dans cet article car il serait difficile de le traiter sommairement. Nous nous contenterons de dire que de gros efforts sont effectués pour que ce télescope soit pourvu d'une instrumentation décente dès sa première année de mise en service. Actuellement, grâce au travail rapide du conseil scientifique, le programme d'instrumentation est entièrement défini. Un spectrographe pour objets faibles permettant la soustraction du fond de ciel est en construction.

L'appel d'offre pour le photomètre du domaine visible a été lancé et celui pour le photomètre infra-rouge est en cours.

Un polarimètre, un autre spectrographe pour sources étendues, et un spectromètre par interférométrie et transformation de Fourier ont fait l'objet de contrats d'études avec des observatoires français ou canadiens.

Coût et planning

L'accord tripartite évaluait le coût du projet à 91 millions de francs, en francs constants, valeur au 1er février 1973. Bien que l'opération ne soit pas achevée, il est d'ores et déjà possible de dire que les dépenses effectives se tiendront très vraisemblablement dans les limites de plus ou moins 15 % par rapport à cette estimation initiale. Naturellement, compte tenu de l'inflation, particulièrement sévère pendant les années 1973 et 1974, cela signifie que la dépense totale en francs courants sera de l'ordre de 130 millions de francs, soit de 65 millions de francs pour le Centre national de la recherche scientifique. Par rapport à la base du 1er février 1973, le coefficient d'inflation 1,5 a été atteint à la mi 1975, un peu avant que l'opération ait atteint

50 % de réalisation. A la fin de 1976, les dépenses atteignent 90 millions de francs pour un taux de réalisation d'environ 75 %.

Le premier planning sérieux de l'opération, fait en novembre 1973 prévoyait la mise en service du télescope en octobre 1978. Ce planning n'a glissé que de deux mois pendant deux ans et demi, mais dans la dernière année, une grève de deux mois chez l'un de nos sous-traitants et l'accident survenu au radôme ont provoqué une perte supplémentaire de quatre mois et demi qu'il ne sera pas possible de rattraper. Au total, il faut donc s'attendre à ce que le projet soit réalisé en quatre ans et demi au lieu de quatre ans, et encore en supposant que de nouvelles péripéties ne viennent pas désorganiser le planning extrêmement serré de ce qui reste à faire, notamment des essais en usine qui ont précisément pour objet de détecter toute anomalie dans le fonctionnement du système.

Poursuite des opérations

La suite du calendrier de l'opération est la suivante : la fin des essais en usine est prévue pour septembre 1977, le démontage et l'emballage sont prévus pour octobre, novembre et décembre 1977, le transport au site en janvier-février 1978 et le remontage sur le Mauna Kea de mars à mai 1978.

Les premiers essais sur le ciel avec le miroir primaire devraient avoir lieu en août 1978. Les premières observations astronomiques pourront probablement avoir lieu avant la fin de 1978, mais la mise en service régulière avec attribution de missions par le comité des programmes n'aura lieu qu'en 1979 avec un pourcentage de temps de missions croissant progressivement depuis le début de l'année jusqu'à la fin, une certaine fraction du temps devant encore être utilisée à des essais techniques et à la mise en service de l'instrumentation nouvelle. Le régime du plein emploi s'établira en 1980. Ce sera une période fort intéressante car elle coïncidera avec le lancement de moyens astronomiques spatiaux importants, par exemple : le satellite « international ultraviolet explorer » le satellite « Exosat » qui fournira pour la première fois en abondance des positions précises de sources de rayons X, d'autres projets potentiels de l'ESA, et surtout la mise sur orbite du « large space telescope » (LST).

Fig. 5 - Schéma en coupe du bâtiment et de la coupole.

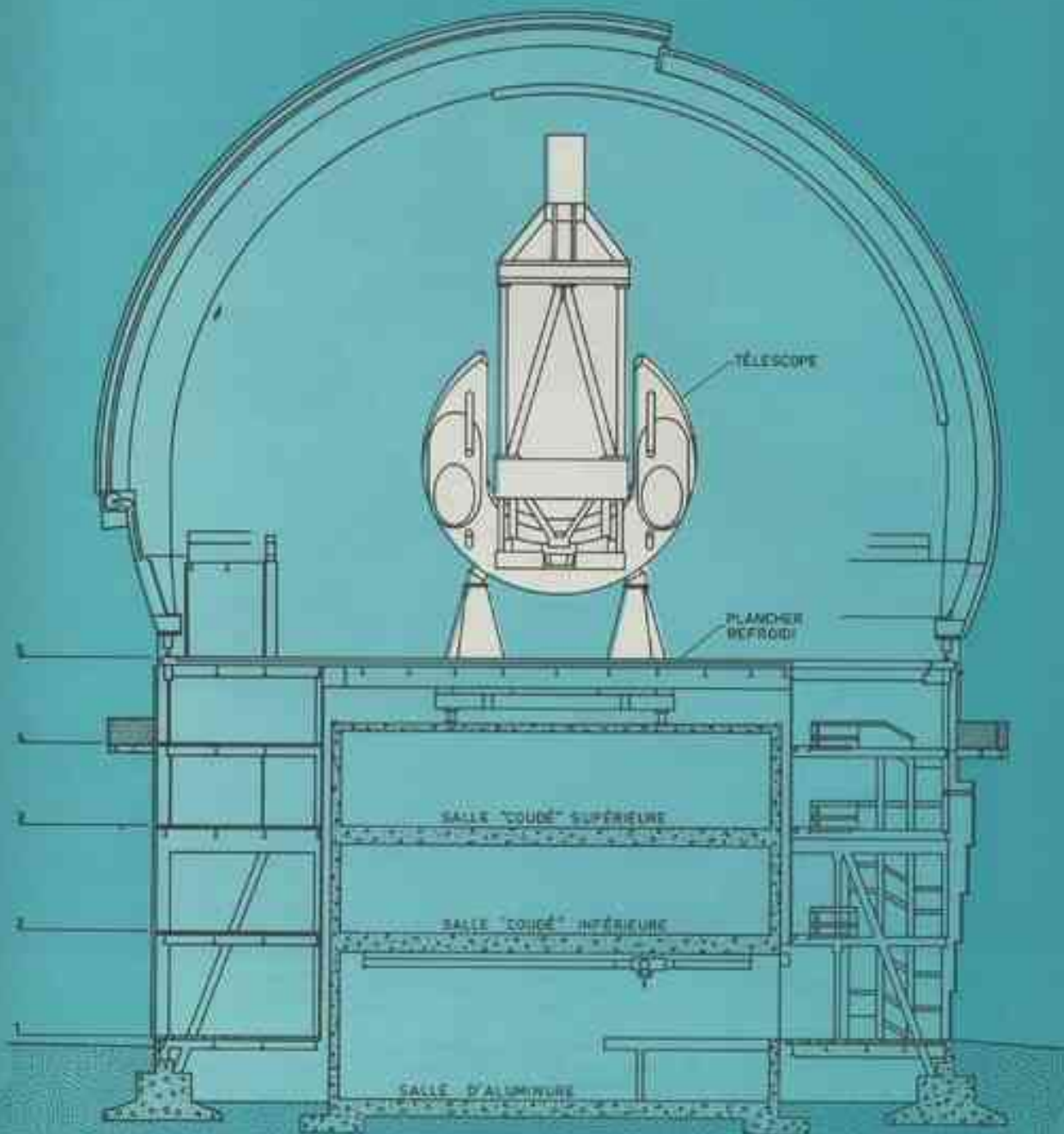




Photo 8 - Le bâtiment coiffé de la coupole à la fin de 1976.

Contrairement à une opinion quelquefois rencontrée, les observations spatiales ne diminuent en rien l'intérêt des observations au sol, bien au contraire. Elles produisent un regain d'intérêt en focalisant l'attention sur des objets qui n'avaient tout d'abord pas attiré l'attention de façon particulière. On assiste heureusement de plus en plus à une approche physique globale des problèmes de l'astrophysique,

mettant à contribution l'observation du phénomène à toutes les longueurs d'onde où on peut l'observer. Le domaine spectral accessible de l'excellent site du Mauna Kea, particulièrement transparent dans le proche ultraviolet et l'infrarouge couvre cinq octaves de radiations de 0,3 μ m à 13 μ m, compte tenu des quelques bandes néanmoins perdus dans le proche infrarouge.

C'est aux chercheurs canadiens, français et américains de l'université d'Hawaï à se préparer maintenant à mettre à profit ce que l'intelligence de ces cinq octaves de rayonnement vues par un grand télescope dans un site exceptionnel, peut ajouter à notre compréhension de l'Univers.

Roger CAYREL
Directeur de la société du télescope
Canada-France-Hawaï

Au jour le jour

2-8 mai - Paris

Visite en France de Mme Renate Mayntz, présidente de la commission sénatoriale pour les sciences sociales de la Deutsche Forschungsgemeinschaft.

4 mai - Paris

Réunion du conseil scientifique de l'INAG.

4 mai - Paris

Manifestation organisée à l'occasion de la remise du don que M. Louis Aragon a fait au CNRS de ses collections et manuscrits ainsi que du legs littéraire d'Elsa Triolet. Cette manifestation a été précédée d'une conférence de presse au cours de laquelle ont été présentées les conditions du don, le contenu des collections et les perspectives de leur exploitation.

4-25 mai - Paris

Visite d'une délégation chinoise de physiciens du solide de l'Académie Sinica de Pékin, conduite par Mme Lin Lan Ying, responsable de laboratoire à l'Institut des semi-conducteurs de Pékin.

8-11 mai - Nice

Participation des Editions du CNRS au festival international du livre.

8 mai - Garchy

Journée « portes ouvertes » organisée au centre de recherches géophysiques. Des expériences sur le terrain et en laboratoire ont été proposées au public.

10 mai - Paris

Réunion du conseil d'administration de l'Anvar.

10 mai - Paris

Réunion du comité de direction provisoire intérimaire du projet de radioastronomie millimétrique.

12-15 mai - Rouen

Participation du CNRS à l'exposition qui a été tenue dans le cadre des trois journées sur la recherche, organisées par l'université de Rouen - Haute-Normandie.

13 mai - Grenoble

Réunion du comité de direction de l'Institut Laue-Langevin.

16-17 mai - Tokyo

Réunion de la commission mixte franco-japonaise.

17-19 mai - Hawaii

Réunion du conseil d'administration de la société du télescope Canada-France-Hawaii.



Nice - Festival international du livre

25 mai - Paris

Réunion du conseil d'administration de l'IN2P3.

26 mai - 16 juin - Paris

Visite d'une délégation vietnamienne conduite par M. Tran Tri, directeur de la coopération internationale du comité d'état des services et techniques de la république démocratique du Viet-Nam.

31 mai - Paris

Réunion d'information sur les sciences humaines au CNRS, organisée à l'initiative des membres de l'association des journalistes scientifiques.

2 juin - Cologne

Réunion du comité de direction provisoire intérimaire du projet de radioastronomie millimétrique.

2-3 juin - Bruxelles

Participation du directeur général du CNRS à la réunion sur l'énergie solaire organisée par la commission des communautés européennes.

7 juin - Avignon

Rencontre entre la direction du CNRS et les présidents d'université de la façade méditerranéenne.

7-9 juin - Paris et Toulouse

Visite au CNRS de M. O. Fischer, prix Nobel, professeur à l'université technique de Munich.

8 juin - Aussois

Inauguration du centre Paul Langevin, centre de vacances du CAES, par le directeur administratif et financier du CNRS.

12-18 juin - Moscou

Visite d'une délégation scientifique dans le cadre de la mission conduite par M. Bernard P. Grégory, délégué général à la recherche scientifique et technique afin de développer la coopération scientifique entre ces deux pays. Ont également participé à ce voyage des personnalités du CNRS, du Muséum national d'histoire naturelle, du CNEOX et de l'INRA.

13-16 juin - Paris

Voyage en France d'une délégation de journalistes membres de l'union européenne des associations de journalistes scientifiques qui ont visité, le 14 juin, plusieurs laboratoires du CNRS à Gif-sur-Yvette et à Orsay.

13-17 juin - Paris

Participation du CNRS et de l'ANVAR à « Énergie 77 », première semaine mondiale des nouvelles sources d'énergie, organisée dans le cadre de la 3ème semaine mondiale de l'innovation : INOVA 77. Les recherches effectuées par le CNRS dans ce domaine ont fait l'objet d'une conférence de presse, le 14 juin et d'une exposition qui a été inaugurée le même jour par M. Antoine Rufenacht, secrétaire d'Etat auprès du ministre de l'Industrie du commerce et de l'artisanat.

21 juin - Paris

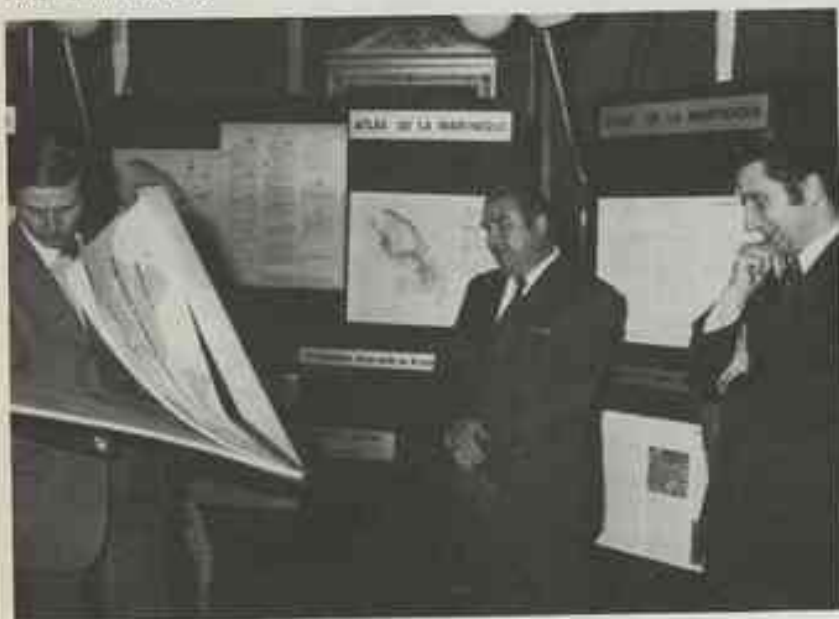
Réunion du conseil de direction de l'INAG.

23 juin - Paris

Réunion d'information sur les sciences de la terre et de l'espace au CNRS, or-



Paris - Stand INOVA 77



ganisée à l'intention des membres de l'association des journalistes scientifiques.

21 juin - Paris

Après avoir réalisé l'atlas de la Réunion, le centre d'études de géographie tropicale (CEGET), présente l'atlas de la Martinique à M. Olivier Stirn, secrétaire d'Etat aux départements d'outre-mer, en présence de M. Robert Chabbal, directeur général du CNRS.

23 juin - Paris

Réunion de la commission FIG (chercheurs exerçant une fonction d'intérêt général), du comité national.

24 juin - Paris

Participation du CNRS à la réunion plénière de la commission informatique du secrétariat d'Etat aux universités.

27 juin - Paris

Participation du CNRS à la réunion du comité de coordination de la recherche médicale.

30 juin - Paris

Réunion du conseil d'administration de l'ANVAR.

5-6 juillet - Paris

Réunion du directoire du CNRS.

7 juillet - Paris

Réunion du conseil d'administration du CNRS.

9-13 juillet - Egypte

Séjour du directeur scientifique du CNRS des sciences physiques pour l'ingénieur, en vue de l'implantation d'un institut d'électronique.

12-13 juillet - Hambourg

Réunion du conseil d'administration de la société EISCAT (sondeur à diffusion incohérente).

18 juillet - Washington

Réunion du conseil d'administration de la société du télescope Canada-France-Hawaii.

21-27 juillet - Etats-Unis

Visite d'une délégation conduite par le directeur général du CNRS pour rencontrer des représentants de la National Science Foundation, de l'Energy Research and Development Administration, et du National Institute of Health.

Distinctions

- Ordre national de la Légion d'honneur

- Sont promus au grade de commandeur :
 - le professeur Maurice Fontaine, membre de l'Institut, directeur du laboratoire d'endocrinologie comparée (LA n° 90), de Paris.
 - le professeur Christiane Desroches-Noblecourt, conservateur en chef du département des antiquités égyptiennes au musée du Louvre, responsable de l'ERA n° 439 : recherches sur les temples du culte royal, les tombes des pharaons et le mobilier aulique et civil en Nubie et à Thèbes de l'ancienne Egypte.

• Est promu au grade d'officier :

- M. Jean Lauffray, directeur de recherche au CNRS, directeur de la mission permanente du CNRS en Egypte.

• Est nommé chevalier :

- M. Jean-Claude Barbier, directeur du laboratoire de magnétisme de Grenoble.

- Ordre national du Mérite

• Est nommé officier :

- M. Pierre Potier, directeur du laboratoire de chimie de substances naturelles de Gif-sur-Yvette.

- Nominations

Sont nommés membres du comité scientifique du parc national des Cévennes :



Spectroscopie des éléments de transition et des éléments lourds dans les solides

(Colloque international du CNRS - Lyon - 28 juin - 3 juillet 1976)

La détermination théorique des niveaux d'énergie et l'application à l'étude de la liaison chimique, intégration électrostatique, processus radiatifs et non-radiatifs, la migration et le transport de l'énergie entre ions dans différents solides, étude de la structure électronique du solide.

142 communications dont 20 en anglais et 18 en français.

21 x 29,7 / 316 p. / broché

220 fig. / 42 tabl. / 1 phot.

ISBN 2-222-00339-X

100 F

Modèle dominant et aspirations à l'éducation

(Un exemple au nord-est du Brésil) - S. Weber

• Essai de synthèse de pensée occidentale à trois milieux sociaux brésiliens.

• L'éducation au Brésil, perspectives théoriques, données, les aspirations à l'éducation.

18 x 22 / 232 p. / broché

ISBN 2-222-01875-6

35 F



Système de l'architecture urbaine Le quartier des Halles à Paris

F. Boudon, A. Chastel, H. Courty, F. Hamon - préface par A. Chastel

Connaissance du quartier à partir de l'étude de l'occupation du sol.

28 x 30 / vol. I : 416 p. / 462 fig.

broché et relié

vol. I - price : 4 F - vol. I + II : 32 F

ISBN 2-222-01874-8

210 F



Décalages vers le rouge et expansion de l'univers L'évolution des galaxies et ses implications cosmologiques

(Colloques internationaux du CNRS)

La poursuite théorique qu'observatoire vers les limites de l'univers.

100 communications dont 48 en anglais et 2 en français.

21 x 29,7 / 620 p. / broché

127 fig. / 24 tabl. / 1 phot.

ISBN 2-222-00338-1

100 F

Editions du CNRS

15 quai Anatole France, 75700 Paris

Tél. : 555.02.25

adresse	nom et prénom
profession	à adresser aux Editions du CNRS (voir liste ci-dessous)
adresse	et de votre documentation
adresse	des livres et documents
adresse	des journaux et revues

bulletin d'abonnement au Courrier du CNRS

à retourner à :
Courrier du CNRS
15, quai Anatole-France
75700 Paris

M. Mme, Mlle (nom et prénom)

adresse complète

code postal, ville, pays

profession

jeune s'abonner au Courrier du CNRS :

pendant 1 an au prix de 32 F

(18 F pour les étudiants -

photocopie de la carte)

Terme au 1^{er} janvier 1978

Les abonnements au Courrier du CNRS se font par mandat postal. Aux abonnements antérieurs au 1^{er} janvier 41 en plus d'année sera rétroactivement.



Planification collectiviste et économie de marché confrontées

Une économie concurrentielle socialement ordonnée — A. Masnado

Analyses des deux types d'économie à partir des faits économiques récents dans leur environnement général (interdépendance social-économique), divergences mais aussi convergences entre les deux systèmes, bilan économique : être au service des hommes tout en gardant son caractère d'efficacité.
16 x 26 / 308 p. / broché
ISBN 2-222-02128-X

57 F

Comportement des insectes et milieu trophique

Colloque international du CNRS — Tours — 13-17 septembre 1978

La perception des signaux, sélection des informations dans l'environnement complexe constitué par un écosystème — la rétroaction des signaux significatifs dans le milieu trophique.
18 x 24 / 483 p. / broché
ISBN 2-222-02086-8

100 F

La sémantique de l'action

Phénoménologie et herméneutique : resp. P. Ricoeur, G. Tiffeneau — Centre d'histoire des sciences et des doctrines

Approche nouvelle entre la philosophie analytique et la phénoménologie : différences entre action et comportement, analyse du discours de l'action humaine, travail interprétatif, travail descriptif, principes de la « phénoménologie linguistique », études sur des thèmes de l'analyse phénoménologique, travail de l'action dans la pensée scientifique contemporaine.
16 x 26 / 360 p. / broché
ISBN 2-222-02189-1

50 F

Hebrew codicology

Institut de recherche et d'histoire des textes — études de paléographie hébraïque — M. Beit-Arié

Description de tous les manuscrits hébreux médiévaux, une collection de textes et de documents dans toutes les bibliothèques du monde, descriptions, photographies, techniques et documents relatifs à la copie, à l'écriture, à l'usage, à la conservation en l'orient, texte en anglais.
21 x 26,7 / 118 p. / broché
22 pl. / abt.
ISBN 2-222-02163-4

32 F

Editions du CNRS

15 quai Anatole France 75700 Paris

tel. 55539235

N°	pour en savoir plus
nom	à adresser aux Editions du CNRS, 15 quai Anatole France
adresse	et adresse pour la commande
adresse à l'envoi	à adresser au service de diffusion des publications
	à l'adresse de la revue française de la recherche scientifique

LE COURRIER DU CNRS

15, quai Anatole France
75700 Paris

La piazza della fosse à Foggia. Village d'un silo.
Le tour du Monde, 1877, 2ème semestre, (Bibliothèque centrale du Muséum national d'histoire naturelle, Paris).



– M. Michel Godron, directeur du centre d'études phytosociologiques et écologiques Louis Emberger, de Montpellier.

– le professeur Emmanuel Leroy-Ladurie, co-responsable de la RCP n° 261 : « mise en banque de données de la statistique générale de la France », de Paris.

– le professeur Armand Pons, responsable de l'ERA n° 404 : « phytoécologie du quaternaire méditerranéen », de Marseille.

– le professeur Jean-Antoine Rioux, responsable de l'ERA n° 270 : « écologie parasitaire », de Montpellier.

– le professeur Charles Sauvage, directeur du centre d'écologie de Camargue, de Montpellier.

• Sont nommés membres du comité scientifique et technique de l'office national d'études et de recherches aérospatiales :

– le professeur Lucien Malavard, directeur du laboratoire d'informatique pour la mécanique et les sciences de l'ingénieur, d'Orsay.

– le professeur Pierre Grivet, directeur de l'Institut d'électronique fondamentale (LA n° 22), d'Orsay.

– le professeur Pierre Valentin, directeur du laboratoire d'étude des phénomènes de transport dans les milieux en réaction (LA n° 230), de Mont-Saint-Aignan.

Prix

Prix de l'Académie des sciences

– Prix Deslandres décerné à M. Michel Petit, directeur adjoint du centre de recherche en physique de l'environnement terrestre et planétaire, d'Orléans et M. Philippe Waidteufel, maître de recherche au CNRS, directeur de l'Institut et de l'observatoire de physique du globe du Puy de Dôme, pour leurs travaux sur l'étude de l'ionosphère par diffusion incohérente.

– Le premier « prix de l'Asie » fondé par l'association des écrivains de langue française (ADELF) a été attribué à Tsien Tche-hao, maître de recherche au CNRS (service de recherches juridiques comparatives) pour son ouvrage « La Chine » paru à la librairie générale de droit et de jurisprudence, dans la collection « comment ils sont gouvernés » (742 pages).

Rencontres

Manifestations scientifiques

8-9 mars – Sénanque

Séminaire sur « les techniques de conservation des grains et leurs fonctions

sociales ».

On a souvent considéré que la facilité de stockage des céréales a largement contribué à l'importance du rôle qu'elles ont joué dans l'histoire. Or, cette facilité est relative. Dès qu'on dépasse certaines limites de volume et de durée, les risques de pertes deviennent considérables. Et si des solutions adéquates ne sont pas trouvées, c'est l'existence même des réserves qui peut être compromise. La façon dont une société gère ses réserves de grains dépend en premier lieu de l'importance, du prix qu'elle y attache. Mais elle dépend aussi des solutions techniques qu'elle connaît (ou qu'elle ignore). L'objet du séminaire de Sénanque, organisé conjointement par le groupe « écologie et sciences humaines » de la MSH et par le laboratoire d'anthropologie et de préhistoire des Pays de la Méditerranée Occidentale (LAPEMO) d'Aix-en-Provence, était de rechercher les voies d'une collaboration pluridisciplinaire qui peut seule permettre un progrès de nos connaissances dans ce domaine.

Au point de départ de la problématique se trouvent une technique spécifique de conservation des grains à long terme, et deux constatations. La technique, étrange et exotique à nos yeux d'Européens actuels, est celle des si-

los souterrains. Les deux constatations étant, qu'il ne s'agit pas d'un procédé simple réservé aux agricultures primitives ou aux pays arides, mais au contraire d'une méthode élaborée, mettant en jeu des savoirs nombreux et complexes ; et que jusqu'au milieu du XIX^e siècle, les « fosses à grains » (silos) ont été l'une des techniques les plus répandues dans le monde pour le stockage des grains en quantités importantes.

La première séance de travail fut consacrée à une discussion sur la nomenclature de l'ensemble des procédés de conservation des grains. La question s'est avérée complexe, et le tableau obtenu, à l'état d'esquisse, devra faire l'objet d'un important travail de mise au point par approximations successives.

Les silos souterrains ont une importance particulière en archéologie, à cause des vestiges qu'ils ne manquent pas de laisser dans le terrain. Il s'agit entre autres, de reconnaître parmi toutes les fosses découvertes dans les fouilles celles qui ont pu servir au stockage des grains, et de tirer des silos reconnus comme tels des informations aussi sûres que possible, en précisant leur répartition géographique, leur situation par rapport aux habitations ou aux champs, leur capacité



Depuis une dizaine d'années, des expérimentations sont en cours en Angleterre sur l'ensilage souterrain des grains. Leur but est de tester les hypothèses relatives aux très nombreuses fosses trouvées dans les sites d'habitat de l'Âge du Fer (La Tène I et II, essentiellement). Un autre exposé, a posé le problème des nombreuses fosses trouvées dans les sites médiévaux du Sud-Est de la France. Des sources historiques assez nombreuses confirment par ailleurs l'utilisation de silos souterrains à grains dans une grande partie du sud-ouest jusqu'au XVIII^e siècle. Le fait que beaucoup d'inventeurs ont voulu voir systématiquement dans toutes leurs trouvailles des « fosses à offrandes » a grandement contribué à masquer les vrais problèmes qui se posaient à leur sujet. Ce n'est pas le moindre de ces problèmes que de savoir pourquoi, même dans le sud-ouest, la tradition orale n'a conservé aucun souvenir des anciens silos. Pour l'histoire moderne (XVI^e-XIX^e siècles), la question des techniques de conservation est étroitement liée à celle de la « police » des grains. Dans un grand nombre de villes d'Italie, de Suisse et d'Allemagne, se trouvaient des réserves de grains gérées, ou au moins contrôlées, par les municipalités ou par l'état : office du blé à Venise, Abbondanza de Gênes et de Flo-

rence, office de l'Annone à Côme, etc. Il y a bien sûr un problème qui est celui du fonctionnement effectif, sur le plan juridique comme sur le plan technique, de ces institutions, qui entretenaient souvent des réserves à très long terme. Un autre problème est leur absence dans un pays comme la France, à de rares exceptions près, comme Lyon et surtout Strasbourg. La police des grains y était purement réglementaire et à base d'interdictions (d'exporter, de stocker, de transporter...) ou de contraintes diverses (dont la taxation), mais sans que le pouvoir se soit jamais préoccupé, semble-t-il, de constituer des réserves. Le cas de l'Angleterre s'écarte encore plus du modèle européen moyen, avec les célèbres « corn-laws » prévoyant, chose inédite pour l'époque, des primes à l'exportation.

Il n'a pas été possible, au cours du séminaire, d'entrer plus avant dans le détail de ce qui est en fait un autre domaine de recherche. Mais les différentes polices des grains dans l'Europe des XVI^e-XIX^e siècles ne sont que des solutions particulières, élaborées dans des sociétés urbanisées et étatisées à des degrés divers, à un problème plus général qui est celui du mode de gestion des réserves par le groupe. Ce problème se pose tout autant dans les sociétés moins urbanisées auxquelles

s'intéressent plus particulièrement les ethnologues.

L'importance sociale des réserves de grains est particulièrement évidente en Afrique du Nord. On connaît les greniers collectifs, souvent fortifiés (ksars, agadirs) caractéristiques de cette région. Moins connues mais aussi importantes sont les aires d'ensilage (retba) groupant les silos d'une tribu sous la responsabilité d'un gardien. En cas de crise, tout ce qui est humainement possible sera fait pour assurer leur protection, et réciproquement, elles sont un des objectifs premiers de tout pouvoir qui cherche à s'imposer ou à s'étendre. D'où la valeur heuristique de ce thème de recherche.

La situation documentaire n'est pas comparable dans un pays comme l'Iran. Dans le cas des Baxtiari, les relations entre déplacements saisonniers du groupe, système de culture et modes de stockage ont été mises en évidence. Dans le Ghilan, les types de granges à riz, dans les régions où existent plusieurs, traduisent des différences de position de leur propriétaire dans la hiérarchie sociale.

Un point important sur le plan technique est celui de la nature des grains stockés, grains nus ou vêtus par exemple.

On arrive avec ces questions aux pro-

bièmes touchant plus directement la nutrition. On sait encore peu de choses de l'incidence des différentes techniques de conservation des grains sur leurs qualités alimentaires. Mais le peu que l'on sait suffit à montrer qu'il y a là de nombreux problèmes, que seuls des travaux approfondis, associant ethnologues et biochimistes, permettront de résoudre.

C'est certainement dans ce domaine précis qu'une coopération entre chercheurs des sciences humaines et des sciences naturelles peut être la plus féconde dans le court terme. Les difficultés et les échecs rencontrés dans la diffusion aux pays du Tiers-Monde des techniques dites « lourdes » (à fort coefficient de capital) conduisent de plus en plus à chercher des alternatives, moins coûteuses et plus à la portée des artisans et des travailleurs locaux. Or, la constatation de base est que l'information relative à ces techniques ne circule pas, parce qu'il n'existe aucun organisme, public ou privé, qui la prenne en charge. C'est cette lacune précise que certains enseignants de l'école nationale supérieure des industries agricoles et alimentaires (ENSIAA), groupés en « cellule thématique », veulent contribuer à combler dans leur domaine. Il ne s'agit pas de proposer une doctrine, ni d'une manière générale d'empêcher en quoi que ce soit sur les responsabilités des dirigeants des pays intéressés, mais simplement d'élargir leurs possibilités de choix en diminuant la partialité des informations dont ils disposent. En l'état actuel de la question, il n'y a pas de choix possible puisque l'existence même d'alternatives n'est pas connue. En définitive, ce séminaire, et c'est bien ce qui était recherché, a été une entrée en matière. Chacun des thèmes dégagés doit donner lieu à des développements plus étendus. Il faut en particulier pousser plus avant les recherches sur le thème qui redéfinissait l'état actuel, de la police des grains : ce qui implique une participation accrue des historiens. Il faut aussi poursuivre les recherches proprement technologiques et entreprendre sérieusement l'étude des aspects nutritionnels, ce qui implique une participation plus large des biochimistes et des techniciens. D'autres réunions de travail seront organisées ultérieurement sur tous ces points.

Il est apparu souhaitable qu'un groupe de travail et de recherches sur les thèmes exposés ci-dessus soit constitué. Les modalités de création et de perfectionnement de ce groupe, interdisciplinaire et interservices sont à l'étude. Pour tous renseignements, s'adresser à M. Gast, Lapemo, univer-

sité d'Aix-Marseille I - 29, avenue Robert Schuman - 13621 Aix-en-Provence - tél. 23.05.20.

22-24 avril 1977 - Paris

Les 22, 23 et 24 avril 1977 s'est tenu à l'Institut national d'études slaves de Paris le deuxième colloque de linguistique russe qui avait pour thème les « apports de la linguistique moderne à la description du russe et à son enseignement ». Ce colloque était organisé par le laboratoire de slavistique (LA n° 129) et les unités de russe des universités parisiennes.

Le colloque s'est ouvert sur un panorama rapide évoquant les différentes étapes du développement de la linguistique contemporaine et l'attitude des slavistes français à ces moments divers.

Les thèmes suivants ont été abordés :

- les notions d'acceptabilité et de grammaticalité mises au point dans les grammaires transformationnelles,
- le modèle applicatif de 1974 de Seuren, original par la théorie localiste qui le sous-tend,
- le critère de distinction des parties du discours.

La seconde journée fut consacrée à l'étude :

- des problèmes que posent les rapports de la linguistique et de l'enseignement,
- des problèmes de l'aspect verbal,
- de l'aspect en termes de pré-suppositions et d'implications logiques (l'intérêt du point de vue contrastif, en l'occurrence entre le russe et le polonais, dans l'étude de l'aspect, a été souligné),
- de l'aspect et l'acte itératif nominal,
- du verbe d'aspect perfectif comme un « prédicat complexe » ou trace d'une opération de repérage dans une tentative de formalisation de l'analyse aspectuelle.

L'importance du point de vue sociolinguistique dans la description de la langue russe d'aujourd'hui fut soulignée. Des informations sur l'étude des unités superphrastiques en URSS ont été fournies. Un remaniement de la classification des verbes russes dite de Leskien-Boyer fut proposé et le rôle de la paraphrase dans la traduction évoqué.

La dernière journée mit l'accent sur :

- les rapports de la division actuelle et de la syntaxe,
- la notion de sens structurel de la phrase par différence avec le sens lexical,
- l'analyse de la composition nominale en russe,
- la formation des mots en général et du problème des relations de sens dans le lexique.

- l'historique de l'étude de l'intonation en URSS ces dernières années,

- la fonction de l'accent de phrase,
- une révision du point de vue phonologique classique par un approfondissement des études phonétiques, particulièrement des mécanismes articulatoires (à propos du *akanie*).

Ce tour d'horizon des thèmes faisant l'objet des différentes communications témoigne de la variété de la recherche des slavistes français.

Manifestement le besoin de rencontres, de discussions, d'échanges est ressenti par tous les spécialistes de cette discipline comme une nécessité de la recherche. Et c'est très favorablement que fut accueillie la proposition d'organiser en 1980, à Aix-en-Provence, la prochaine réunion.

2-3 juin 1977 - Rennes

Organisé conjointement par les laboratoires d'anthropologie préhistorique et de physique cristalline de l'université de Rennes et les équipes de recherche du CNRS (ER n° 27 et ERA n° 15) d'une part et le groupe des méthodes physiques et chimiques de l'archéologie (GMPCA) d'autre part, le colloque français d'archéométrie a réuni à Rennes les 2 et 3 juin, 80 archéologues et spécialistes de différentes techniques scientifiques de prospection, de datation et d'analyse. Trente communications témoignant des possibilités d'apport de ces techniques au domaine archéologique ont concerné tout autant la préhistoire que l'histoire gallo-romaine ou médiévale. À l'occasion de cette réunion, il est apparu que des équipes de recherche peuvent se constituer à partir de problèmes archéologiques posés en termes d'archéométrie. Plusieurs équipes pluridisciplinaires et plusieurs RCP étaient d'ailleurs déjà représentées. Une meilleure liaison est souhaitable entre archéologues et « archéomètres », au stade non seulement de l'analyse de laboratoire mais aussi du prélèvement lors de la fouille et même surtout au stade de l'interprétation des résultats pour la résolution finale. En France, si ces techniques sont appliquées depuis longtemps en préhistoire, plus récemment en archéologie médiévale, elles demeurent encore méconnues d'une partie des archéologues classiques.

Ce colloque a permis d'apprécier les possibilités archéométriques en France malgré l'absence de laboratoires de service. Il donnera lieu à la naissance d'une revue française d'archéométrie dont les deux premiers numéros seront consacrés aux communications présentées lors de la réunion de Rennes.

Physique nucléaire, physique des particules

- Détection et analyse de phénomènes lumineux brefs Centre de recherches nucléaires de Strasbourg - Cronenbourg

Une réunion sur « la détection et l'analyse de phénomènes lumineux brefs » organisée par le laboratoire de physique des rayonnements et électronique nucléaire, sous l'égide de la société des électroniciens, des électroniciens et des radioélectriciens, et de la société française de physique, s'est tenue les 21 et 22 avril 1977 à Strasbourg. Une vingtaine de communications ont été présentées, portant sur la caractérisation des performances temporelles des caméras à balayage de fente dans le domaine picoseconde, les applications en physique moléculaire et en physique de l'état solide.

- Résultats de recherche ERA n° 20 - Grenoble

L'application de la résonance paramagnétique électronique à l'étude de la solvation, était jusqu'alors essentiellement limitée aux paires d'ions formées d'anions paramagnétiques et de cations diamagnétiques. L'instabilité des anions paramagnétiques, limitait, par ailleurs, le choix des solvants.

Des résultats récents, obtenus au laboratoire de chimie organique physique du département de recherche fondamentale de Grenoble, mettant en évidence, la présence en solution, de paires d'ions dans lesquelles l'anion et le cation sont des radicaux libres nitroxydes stables. La paire d'ions se comporte alors comme un biradical nitroxyde.

Les paramètres d'étude des spectres de biradicaux (interactions dipolaire D et d'échange J) sont reliés à la disposition relative des centres paramagnétiques en solution, et en particulier, à leur distance moyenne. Toute modification de cette distance, due par exemple à un changement de milieu ou à une variation de température, entraîne une modification des spectres, riche en informations structurales et dynamiques. Ainsi, il a été mis en évidence dans plusieurs solvants, la présence simultanée de la paire d'ions séparés par le solvant, et de la « paire intime » : la proportion de cette dernière augmentant avec la température. On peut même d'après l'étude de la variation des largeurs de raie en fonction de la température, estimer une énergie d'activation pour un mouvement interne à la paire d'ions biradicalaire, si l'on détermine la partie des spectres

attribuable aux espèces associées et non associées.

- Electrochimie organique et organométallique sélective RCP n° 422 - Grenoble

Une RCP consacrée à l'étude de nouvelles synthèses par voie électrochimique a été créée en 1976 à la suite de rencontres ayant eu lieu sous l'égide du club électrochimie organique patronné par l'électricité de France. Cette RCP a pour but de regrouper les représentants de plusieurs équipes effectuant des recherches consacrées à la synthèse par voie électrochimique ou à l'élucidation des mécanismes des réactions électrochimiques mises en œuvre dans ces synthèses.

Les réunions de cette RCP sont communes avec celles du club électrochimie organique. Une première rencontre tenue le 6 juillet 1976 au siège du CNRS a permis aux participants d'entendre une dizaine d'exposés. Une seconde réunion a eu lieu le 3 mars 1977. Le professeur IBL (Technische Hochschule, Zürich) a présenté une conférence sur l'optimisation des synthèses électrochimiques et leurs aspects économiques et une dizaine d'exposés de travaux en cours ont été présentés. Ces deux réunions auxquelles de nombreux représentants du secteur industriel ont participé seront suivies d'une troisième rencontre qui se tiendra en novembre 1977.

Mathématiques, physique de base

- Photoionisation très sélective Laboratoire Aimé Cotton - Orsay

Un phénomène nouveau de photoionisation très sélective a été mis en évidence au laboratoire Aimé Cotton en éclairant au moyen d'un laser pulsé monomode (c'est-à-dire à fréquence unique), fonctionnant dans l'ultraviolet moyen (environ 3 000 Å) des atomes de rubidium soumis simultanément à un champ électrique de quelques dizaines de volts/cm. Ce champ électrique abaisse légèrement le potentiel d'ionisation de l'atome de sa valeur normale I à une valeur I' : si la fréquence du laser est telle que les atomes soient amenés dans un état d'énergie un peu supérieur à I' on observe une photoionisation. Contrairement à ce que l'on observe dans une photoionisation classique, le nombre d'ions créés dépend ici de façon très critique de ce qui se manifeste par des résonances dont la largeur est de l'ordre de 50 MHz. Dans cette expérience on emploie un jet atomique de

rubidium afin de réduire l'élargissement Doppler, et la largeur des résonances observées semble due principalement au résidu d'élargissement Doppler, résultat de la faible collimation du jet.

Le phénomène de photoionisation est ordinairement très peu sélectif et ne présente aucune résonance ; dans certains cas cependant la présence de niveaux autoionisants peut donner lieu à des résonances larges (de l'ordre de 10 MHz, alors que dans le cas présent, il s'agit de 50 MHz au maximum).

Les résonances de photoionisation très sélectives, observées en présence d'un champ électrique constituent donc un phénomène nouveau. Elles n'apparaissent d'ailleurs que lorsque l'excitation lumineuse est polarisée perpendiculairement au champ électrique.

- Transfert de laboratoire Laboratoire des interactions moléculaires et des hautes pressions - Villeneuve

Au cours du dernier trimestre de l'année 1976, le laboratoire des interactions moléculaires et des hautes pressions a quitté le groupe des laboratoires de Bellevue auquel il appartenait depuis 1950, pour s'installer dans le nouveau bâtiment construit par le CNRS sur le campus de l'université Paris-Nord, à Villeneuve. Ce bâtiment, dont la conception très ingénieuse est due à l'architecte, M. Fain Silber, se compose d'un corps central entourant un patio, et auquel sont rattachées plusieurs ailes occupées par les équipes de recherche. Cette disposition assure à la fois la cohésion interne de chacune des équipes, et leur association au sein du laboratoire. Ce regroupement est encore facilité par le fait que tous les locaux du laboratoire (excepté ceux qui sont occupés par la direction et par l'administration) sont situés sur un seul niveau, le rez-de-chaussée.

L'inauguration officielle de ce nouveau laboratoire, qui concrétise l'aboutissement de près de quinze années d'efforts de la part du CNRS, appuyé par l'université Paris-Nord, a eu lieu le 11 février 1977, en présence de M. R. Chabbal, directeur général du CNRS.

Sciences physiques pour l'ingénieur

- Absorption acoustique active et holoophonie

Laboratoire de mécanique et d'acoustique - Marseille

L'absorption d'ondes acoustiques est

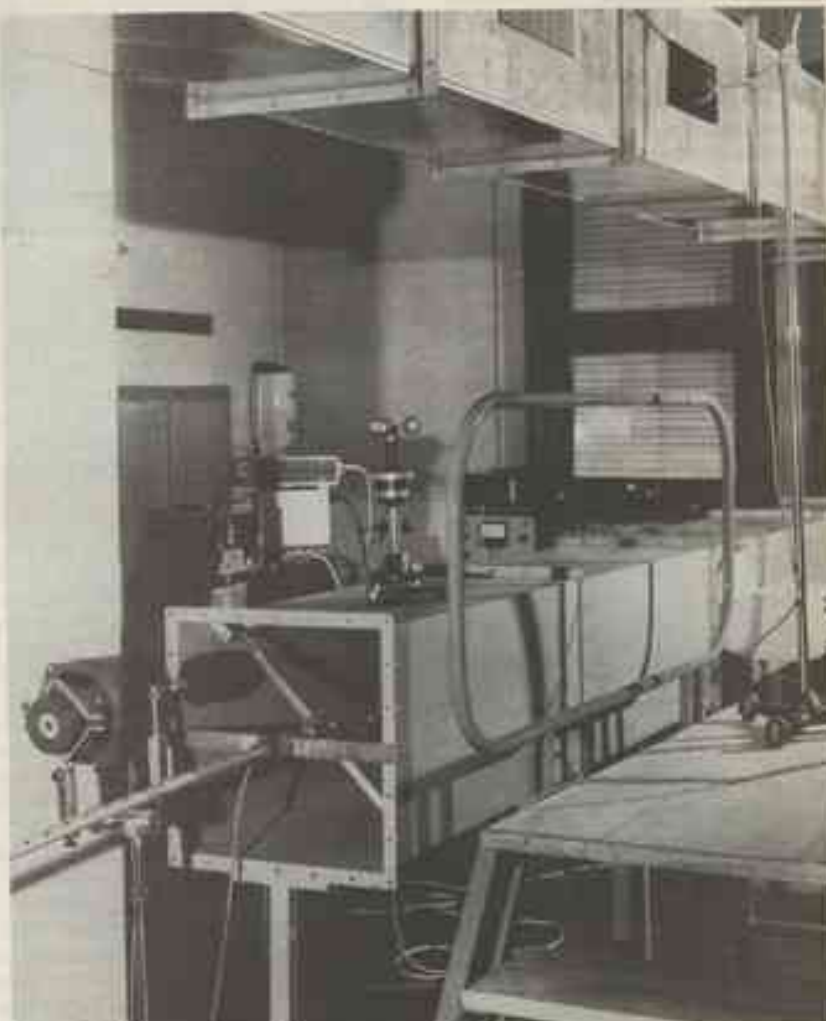
Absorbants acoustiques actifs

généralement réalisée par des matériaux poreux ou fibreux qui captent l'énergie sonore et la dissipent sous forme de chaleur. Ce sont des « absorbants acoustiques passifs ». Une onde sonore peut être également neutralisée en disposant sur son trajet des sources émettant une onde de même forme, de même amplitude mais de signe opposé. L'onde incidente est alors neutralisée par interférence totale, c'est-à-dire de manière active. Ces sources sont des « absorbants acoustiques actifs ». Une théorie nouvelle est proposée, faisant intervenir le principe de Huygens ou des sources virtuelles. L'utilisation conjointe de ces deux principes a permis de démontrer la possibilité théorique d'annuler une onde « primaire dans un domaine aussi étendu que l'on veut par l'utilisation de sources « secondaires » et surtout de déterminer la nature et les caractéristiques (position dans l'espace, rayonnement) de ces sources. Une étude expérimentale nous a permis de vérifier la validité de cette théorie. Puis nous avons équipé une gaine de climatisation industrielle d'un dispositif anti-bruit et les résultats obtenus ont été probants : par exemple, pour un son pur de 200 Hz inclus dans un bruit à large bande et d'un niveau initial de 90 dB, nous obtenons une réduction de 50 dB.

Ces résultats encourageants nous ont amenés à aborder l'étude théorique du problème à trois dimensions qui correspond à la protection d'une zone quelconque de l'espace, par exemple des immeubles situés en bordure d'une autoroute, d'un aéroport, d'une usine bruyante, etc... Cette dernière recherche aborde le domaine spatial, donc de la diffusion et du contrôle des sons dans un espace donné, ce qui nous amène à l'hologophonie, qui est la restitution exacte d'un champ sonore dans un domaine spatio-temporel étendu. Elle découle d'un modèle mathématique rigoureux qui tient compte de tous les facteurs physiques du champ acoustique, ce qui permet de reproduire parfaitement un événement acoustique à trois dimensions. On peut donc envisager deux types d'application de l'hologophonie :

- d'une part, la lutte contre le bruit par construction de « barrières acoustiques actives » capable de réduire les bruits gênants dans un espace pré-déterminé,

- d'autre part, la restitution fidèle d'un événement musical en recréant le paysage sonore authentique d'une



salle de concert ; en effet, l'hologophonie permet de calculer la répartition et les propriétés respectives des sources à utiliser pour reconstituer le message sonore. L'hologophonie rend compte de la troisième dimension alors que la quadraphonie, l'un des systèmes de reproduction actuellement le plus élaboré, décrit seulement l'espace bidimensionnel qui nous entoure. L'outil théorique de l'hologophonie est le principe de Huygens (comme pour l'holographie) dont la traduction mathématique traditionnelle aboutit aux formules de Kirchhoff. L'usage d'opérateurs particuliers (opérateurs de « découpage » de Jessell) conduit toutefois à une analyse plus rigoureuse et plus commode.

Hologophonie et localisation spatiale

L'hologophonie consiste dans la reconstruction exacte d'un champ sonore dans une portion étendue mais limitée de l'espace, au moyen de sources secondaires calculables par application

du principe de Huygens. Mais le calcul ainsi conduit aboutit à une distribution continue de sources, de sorte que le problème concret de l'hologophonie pratique revient à trouver la disposition optimale d'un nombre fini, aussi petit que possible, de haut-parleurs ou de systèmes de haut-parleurs produisant un champ sonore aussi proche que possible du champ à simuler.

L'étude de l'hologophonie est menée parallèlement à celle de l'absorption acoustique active, car lorsque nous saurons reconstruire dans un domaine V un champ acoustique (p, v) , nous saurons aussi, presque immédiatement, construire le champ $(-p, -v)$ qui le neutralisera en tout point de ce domaine V . Mais l'hologophonie possède aussi son intérêt en soi, comme théorie scientifique de la reproduction sonore : elle est la théorie d'une superstéréophonie idéale dont la stéréophonie ordinaire et même la quadraphonie ne sont que des approximations bien

primitives. Cependant, pour envisager dans cette direction des développements fructueux, sans être obligé de recourir à une « myriaphonie » trop dispendieuse, il convenait de commencer par chercher à définir ou à redéfinir les possibilités, les exigences et les tolérances de l'oreille humaine. En particulier, il fallait savoir si la répartition optimale de sources holo-phoniques serait polyédrique ou seulement polygonale comme la quadraphonie. Nous avons donc entrepris des expériences et des séries de tests et aménagé dans ce but un équipement spécial : une « ombrelle sonore », armature en forme de sphère tronquée à la base et supportant un réseau de 50 haut-parleurs régulièrement répartis (voir photo). Les premiers tests



ont porté sur la faculté de l'ouïe humaine à reconnaître la direction d'où lui parvient une onde plane, c'est-à-dire la faculté de localisation spatiale auditive. Les résultats sont très différents selon qu'on opère avec un son pur ou avec un message complexe, les performances du système auditif étant bien meilleures dans le dernier cas. Ces résultats constituent une première, car on avait testé jusqu'ici seulement la directivité auditive dans le plan horizontal, dans le plan médiateur de la tête et dans un plan vertical passant par les deux oreilles, et cela en utilisant des signaux sonores peu naturels et peu appropriés à stimuler au mieux les facultés détectrices de l'oreille.

On peut considérer comme démontré le fait que le système auditif humain différencie remarquablement bien les directions d'où lui parviennent des signaux sonores suffisamment riches d'information, et cela non seulement dans le plan horizontal, mais dans tout le demi-espace au-dessus du sol (l'auditeur étant debout ou assis). L'holo-phonie devra donc être polyédrique et

les tests en cours porteront en premier lieu sur la « tétraédraphonie » procédé dans lequel quatre haut-parleurs seulement sont utilisés, comme dans la quadraphonie, mais en les plaçant aux sommets d'un tétraèdre, régulier ou non.

- Ondes et instabilités dans les plasmas GR n° 29

Du 27 juin au 1er juillet s'est tenu le troisième congrès international sur « les ondes et instabilités dans les plasmas », dans les nouveaux locaux de l'école polytechnique à Palaiseau. Pour un état de la matière aussi difficile à saisir que celui de plasma, les « ondes et instabilités » représentent beaucoup plus qu'une étroite spécialisation. Elles constituent en fait un moyen privilégié d'appréhension, capables de décrire beaucoup de propriétés physiques de ce milieu. Elles tendent à devenir le langage des plasmas, par lequel on peut rendre compte des phénomènes naturels (magnétosphère, vent solaire et « choc d'étrave » : diffusion et confinement), créer les conditions pour la fusion (chauffage par ondes), et élaborer les nouveaux concepts. Un langage en pleine évolution, qui invente des mots nouveaux (les « cavitons », les « collapsons »), emprunte ailleurs des paroles sacrées (turbulence), et devient efficace dans beaucoup d'applications.

Aussi, parmi les rencontres internationales régulières consacrées à la physique des plasmas, ce congrès prend une grande importance. Son édition 77 est patronnée par toutes les organisations internationales concernées : société française de physique, société européenne de physique, union internationale de physique pure et appliquée, union radio-scientifique internationale. Elle a bénéficié du concours des grands organismes français : commissariat à l'énergie atomique, centre national de la recherche scientifique, centre national d'études spatiales, ministère des affaires étrangères. Environ trois cents personnalités ont participé à ce congrès, parmi lesquels une importante délégation soviétique, ainsi que des représentants du Japon, des principaux pays d'Europe, et des Etats-Unis.

Le programme scientifique fut marqué par une quinzaine de conférences. Elles ont présenté beaucoup d'applications récentes : concernant la fusion lente : la turbulence magnétique, le confinement, le chauffage par ondes électromagnétiques aux fréquences

cyclotron et « hybride basse » ; à propos de la fusion rapide, les processus d'absorption et de transport dans les plasmas par laser ; la possibilité d'utiliser les faisceaux d'électrons relativistes pour exciter des ondes électromagnétiques ; des observations et des explications sur les plasmas naturels : les modes whistlers, le chauffage de l'ionosphère, le « choc d'étrave » de la terre dans le vent solaire. On a aussi abordé les sujets de spéculations actuels : les instabilités paramétriques, les solitons, les particules piégées, la turbulence.

L'ensemble des conférences de ce colloque sera publié par le journal de physique. Dans un domaine en évolution aussi rapide, une synthèse globale n'est pas possible. Mais des progrès sont faits ; ce congrès, ainsi que tous ceux qui se suivront, avait pour tâche de les mettre en lumière.

- Essais de deux héliostats Laboratoire d'automatique et d'analyse des systèmes - Toulouse

L'héliostat destiné à la future centrale héliothermodynamo-électrique de 3-10 MW (projet THEM du PIRDES) conçu conjointement par le LAAS et la société SOTEREM et installé sur le terrain du LAAS a été soumis au cours des derniers mois à un programme d'essais mécaniques et électriques dont les résultats sont très satisfaisants (tenue au vent - précision de pointage - stabilité de l'asservissement - puissance nécessaire à l'entraînement).

Le deuxième héliostat, conçu par l'équipe technique de base du PIRDES et construit à Toulouse par la société SOTEREM, a récemment été équipé de son réflecteur et doit subir les mêmes essais.

L'analyse fine des performances optiques de ces deux héliostats et des deux autres prototypes construits par le groupement industriel CETHEL va être poursuivie par l'EDF à Martigues du 15 mai au 15 juillet 1977.

Réunion

Le jeudi 5 mai 1977, a eu lieu au LAAS la réunion du groupe de travail « gestion automatisée de la production » de l'agence pour le développement de la production automatisée (ADEPA). Ce groupe de travail qui réunit des représentants de l'industrie (Thomson-CSF, Richard-Peckly, Crouzet) et des chercheurs (CERT-DEB, GRAI, LAAS) a pour but de susciter un travail commun de réflexion sur l'évolution des méthodes de gestion de



Hélicoptère destiné à la future centrale héliothermo-dynamique-électrique de 5-10 MWs (projet THEM du Riedel).

production dans les années à venir. Dans ce cadre, la réunion du 5 mai a eu pour objectif une présentation et une discussion des travaux effectués au LAAS sur les problèmes de gestion de production. Les thèmes abordés ont été les suivants : description d'une approche par l'aide à la décision de la fonction d'ordonnement ; analyse sous contraintes de certains problèmes d'ordonnement en vue d'une aide à la décision ; automatisation intégrée de procédés industriels complexes ; processus dynamique de décision dans un système de gestion intégrée ; lancement de lots en fabrication sur un horizon moyen terme pour une industrie travaillant à la commande.



Fig. 2 - Photographies successives (2,2 x 8 cm) de l'expérience.

- Ondes de détonation entretenues par laser

LA n° 3 - Marseille

Le laser CO de puissance du groupe interaction laser-plasma de l'institut de mécanique des fluides de Marseille est utilisé pour l'étude expérimentale du plasma créé et mis en mouvement par l'action du rayonnement à 10,6 sur des cibles solides planes placées dans l'air à la pression atmosphérique. Les caractéristiques du faisceau ($10 \times 10 \text{ cm}^2$) et les performances du laser (300 joules/2 s) ont permis d'illuminer de façon uniforme une surface de 2 cm^2 avec des flux de 10 à 10 watt cm^{-2} et d'observer ainsi dans de bonnes conditions la propagation de la zone d'absorption en amont de la surface plane. La nature du matériau de la cible ne se fait sentir que pendant la période d'initiation (100 ns) de l'onde de détonation qui, une fois formée, se développe indépendamment de celle-ci. Compte tenu des paramètres expérimentaux, un modèle monodimensionnel d'onde de détonation plane entretenue par l'énergie laser permet de rendre compte du mouvement du plasma après la phase d'initiation.

- Modélisation des procédés chimiques

LA n° 192 - Toulouse

L'institut du génie chimique a organisé, sous le patronage de la société de chimie industrielle, les 5 et 6 mai 1977, un colloque sur le thème : « modélisation et optimisation des procédés chimiques ».

Une centaine de scientifiques et industriels français et étrangers ont participé à ce colloque qui comportait trois sessions :

- modélisation d'opérations fondamentales, algorithmes et traitements numériques ;
- modélisation des systèmes complexes et programmes généraux de génie chimique ;
- optimisation de procédés unitaires. L'importance de l'assistance et les débats animés qui ont suivi chaque exposé témoignent de l'intérêt actuel de ces thèmes de recherches sur lesquels

par ailleurs l'équipe d'analyse fonctionnelle des procédés du laboratoire poursuit des études en collaboration avec le département de génie chimique de l'université de Sherbrooke. Dans le cadre de cette coopération a eu lieu, en décembre 1976, entre les deux laboratoires un télé-débat en direct, via le satellite symphonie, portant sur le fonctionnement optimal d'une usine de traitement d'eaux usées d'un hôpital.

Cette expérience qui comportait trois contacts d'une demi-heure à 48 heures d'intervalle, a montré l'efficacité des liaisons audio-visuelles pour l'avancement d'une étude conjointe.

Chimie

- Nouvelle dénomination

Laboratoire Maurice Letort - Villers-les-Nancy

Par décision du 18 avril 1977 du directeur général du CNRS, le centre de cinétique physique et chimique du CNRS à Villers-les-Nancy a changé de nom. Sa nouvelle appellation est laboratoire de recherches sur les interactions gaz-solides : laboratoire Maurice Letort.

Si le premier nom caractérise mieux les activités du laboratoire dans le domaine de la science des surfaces, le second honore la mémoire de Maurice Letort, initiateur des recherches en cinétique à Nancy. C'est son élève Pierre Le Goff qui crée le « centre de cinétique physique et chimique » et en fut le premier directeur. Le professeur Maurice Letort, directeur de l'école nationale supérieure des industries chimiques puis directeur général scientifique du CERCHAR, membre de l'Institut, est décédé en 1972. Ses travaux comme ceux de ses élèves (X. Duval, P. Le Goff, M. Niclause) dans le domaine de la cinétique hétérogène et homogène sont renommés. Il a aussi contribué à l'implantation du génie chimique à Nancy. Cette activité est maintenant concentrée au laboratoire des sciences du génie chimique (hébergé par l'ENSIC), comme la cinétique homogène est surtout menée à l'ERA n° 136 « réactions radicalaires et photochimie ».

Le laboratoire de recherches sur les interactions gaz-solides : laboratoire Maurice Letort concentrera ses efforts en cinétique hétérogène.

- Résultats de recherche

Laboratoire de chimie du solide - Talence

Un brevet a été établi concernant de nouveaux électrolytes solides de mo-

bilité élevée à base de lithium. Le premier composé de l'argent 5+ obtenu jusqu'ici a été préparé et caractérisé au laboratoire. Le point de Curie de l'oxyde d'euporium EuO a été augmenté sensiblement par dopage simultané au gadolinium et à l'azote sans apparition d'un caractère métallique. La nature physique de ce phénomène a été précisée. Des fibres de bore ont été dispersées dans de nouvelles matrices métalliques à base de titane. Des couches protectrices ont été mises au point pour l'utilisation à température élevée. Une étude sur le mécanisme de fonctionnement de nouvelles varistances à base d'oxyde de zinc pour la protection des relais de télécommunication a été publiée.

- Réunion scientifique européenne

Institut de recherches sur la catalyse - Villeurbanne

Une réunion regroupant des scientifiques éminents dans le domaine de la catalyse provenant de nombreux laboratoires européens (Autriche, Belgique, France, Grande-Bretagne, Pays-Bas et Suède) s'est déroulée les 3 et 4 février derniers à l'Institut. Les participants sont membres du groupe européen de recherches sur la catalyse, qui fait partie du groupe européen d'étude de chimie de surface et des colloïdes, placé sous les auspices du comité de la science et de la technologie de l'assemblée parlementaire du conseil de l'Europe. Les objectifs de ce groupe sont de renforcer la coopération scientifique en Europe et d'assurer la liaison entre les parlementaires et les scientifiques.

Au cours de cette réunion, les modalités d'études conjointes et de caractérisation de catalyseurs modèles par différents laboratoires ont été mises au point, dans le but de parvenir à proposer des catalyseurs types bien définis et utilisables comme référence.

- Le solide organique conducteur Centre de recherches Paul Pascal - Talence

Si l'état solide organique a été considéré jusqu'à une époque récente comme électriquement isolant, il n'en est plus de même aujourd'hui depuis la découverte de composés à conductivité métallique. Ces systèmes, qui sont des sels d'ion-radical ou des complexes à transfert de charge, sont basés principalement sur le tétracyanoquinodiméthane (TCNQ), molécule accepteur d'électrons à forte affinité électronique, et sur la série de té-

trathiouvalène (TTF) donneur d'électrons. Une particularité de ces composés est la grande anisotropie des propriétés physiques, conséquence d'une structure en chaînes quasi isolées. Ces matériaux peuvent donc être considérés comme unidimensionnels. Il en résulte des phénomènes particuliers tels que la distorsion de réseau prévue par Peierls il y a une vingtaine d'années dans le cas des métaux à une dimension et qui a effectivement été observé récemment. D'où l'intérêt croissant porté à ces systèmes, auquel s'ajoute l'espoir entretenu par quelques théoriciens de découvrir des supraconducteurs à haute température.

Depuis quelques années, un groupe de chercheurs du centre de recherches Paul Pascal consacre une bonne part de ses activités à l'étude de ces composés. Le groupe est spécialisé dans la détermination des propriétés électriques, magnétiques et thermiques. Il collabore étroitement avec les laboratoires du professeur Neel à Nancy et du professeur Giral à Montpellier où sont synthétisés les nouveaux matériaux étudiés. (Certains composés sont également préparés au CRPP).

C'est ainsi que des composés conducteurs originaux contenant des chaînes parallèles de TCNQ et d'iode, de nouveaux cations-radicaux dérivés du TTF et le complexe à transfert de charge HMTTF-TCNQ sont actuellement étudiés. De plus, l'influence des différents types de désordre intrinsèque est examinée. Le groupe s'intéresse en particulier aux composés dans lesquels l'anion ou le cation ne possède pas de centre de symétrie. En effet, le désordre structural ainsi créé dans les empilements peut entrer en compétition avec le phénomène de distorsion de réseau et l'empêcher de se produire. C'est une voie possible pour conserver un état métallique jusqu'aux plus basses températures.

Le groupe entretient de nombreux contacts avec d'autres laboratoires et en particulier participe activement à la RCP nouvellement créée sur ce sujet sous la direction du professeur Friedel.

- Des réactions chimiques limitées par un équilibre

Laboratoire des sciences du génie chimique - Nancy

Lorsqu'on veut fabriquer un produit C au moyen de la réaction chimique réversible $A + B \rightleftharpoons C + D$ limitée par un équilibre thermodynamique, il est impossible d'obtenir le produit pur et de convertir totalement les réactifs A et B, à moins de « déplacer l'équilibre »

en extrayant le produit C en continu du milieu réactionnel. Ce fait est bien connu des chimistes depuis Barthollet qui énonça le premier les « lois » relatives aux produits insolubles ou volatils. Il est toutefois possible d'échapper à cette contrainte à condition de réaliser dans le milieu une répartition de concentration telle que C et D ne se trouvent jamais présents au même point et ne puissent se recombier. Le réacteur chromatographique réalise cette condition. Les réactifs A et B sont injectés simultanément dans une colonne sous forme de créniaux se déplaçant à la même vitesse. A mesure que C et D sont produits par la réaction, ils se séparent sous forme d'impulsions distinctes qui ne se recouvrent que très peu. La réaction inverse est donc très limitée et le créniaux A + B peut se convertir presque totalement tandis que C est récupéré pratiquement pur à la sortie. Le réacteur peut être alimenté par des créniaux périodiques tels que les trains d'impulsions successives n'interfèrent pas. On voit que la phase stationnaire de la colonne doit jouer un double rôle : catalyser la réaction et séparer C et D du mélange A + B qui doit rester groupé. Ces deux conditions sont rarement réalisables grâce à une seule phase stationnaire. On est conduit à séparer la fonction « catalyseur » et la fonction « absorbant » en combinant judicieusement deux phases stationnaires. On peut aussi jouer sur la composition du fluide porteur pour régler l'échelonnement des temps de rétention.

La procédure ci-dessus a été appliquée à des réactions d'estérification en phase liquide. Le catalyseur est une résine cationique forte sous forme acide et l'absorbant un garnissage d'alumine. On constitue une « colonne zébrée » par association de couches successives d'alumine et de résine suivant un étagement bien défini (notre photographie). Les deux substances n'ont en effet pas besoin d'être mélangées, ce qui simplifie grandement le remplissage. Le fluide porteur est un mélange heptane-dioxanne. Grâce à ce dispositif, l'acide A et l'alcool B ont le même temps de rétention tandis que l'ester C, moins retenu, sort en tête. L'eau sort sensiblement sous forme d'un fond continu. A titre d'exemple, des conversions en acétate d'éthyle supérieures à 85 % ont été obtenues (contre 56 % à l'équilibre), l'acétate d'éthyle étant obtenu pratiquement pur dans les cré-

neaux de sortie.

Cette technique, qui met en jeu des conditions relativement douces, pourrait trouver des applications en chimie fines pour l'obtention de dérivés fragiles et difficiles à séparer par d'autres méthodes.

Colloque

Les 20 et 21 avril s'est tenu à Nancy un colloque, organisé par le professeur P. Le Goff sur le thème « influence du coût de l'énergie sur les procédés chimiques industriels ».

Le colloque avait pour objectif de chercher à fournir des réponses aux questions que se posent les ingénieurs pour chaque décision technique : pour faire un choix optimal, ils doivent en effet émettre des hypothèses sur l'évolution des coûts des divers biens et services, et notamment de l'énergie, au cours de la prochaine décennie.

Le colloque fut composé de cinq séances, avec les thèmes suivants : où et comment l'énergie est-elle dégradée ? essais de prévision des coûts et prix de l'énergie ; les choix technico-économiques au niveau de l'entreprise ; politique énergétique des grandes entreprises chimiques ; peut-on orienter les choix énergétiques des entreprises françaises ?

Les textes des dix-huit communications présentées sont rassemblées dans un recueil qui est disponible au laboratoire des sciences du génie chimique, CNRS-ENSIC, Nancy.

- Trentième anniversaire

Centre de recherches sur les macromolécules - Strasbourg

Créé en 1947, le centre de recherches sur les macromolécules (CRM) a célébré son trentième anniversaire le 18 mars 1977. Les cérémonies qui se sont déroulées à cette occasion ont réuni environ trois cents personnes, parmi lesquelles un grand nombre d'amis du CRM venus de France et de l'étranger. Tout naturellement, les organisateurs de cette fête ont saisi cette occasion pour honorer le fondateur du CRM, le professeur Charles Sadron, qui fût son directeur pendant vingt ans, de 1947 à 1967, avant de devenir directeur du centre de biophysique moléculaire du CNRS à Orléans. La direction du CNRS, en la personne du directeur général, M. R. Chabbal, et du directeur scientifique pour le secteur de la chimie, M. J. Cantacuzène, avait tenu à honorer cette manifestation de sa présence. Au cours de la cérémonie, différentes personnalités prirent la parole : le professeur H. Benoit,

directeur du CRM, et le professeur G. Vallet, de Lyon, directeur général du centre technique du cuir, retraçèrent les débuts du CRM, décrivirent sa place dans la recherche macromoléculaire en France et soulignèrent le rôle éminent joué par M. Sadron dans le développement du centre. Le professeur P. Karil, président de l'université Louis Pasteur de Strasbourg, et M. R. Chabbal se félicitèrent des relations exemplaires qui existent au CRM entre l'université et le CNRS. Le président, P. Pflimlin, maire de la ville de Strasbourg, se réjouit de l'importante implantation, la seconde après Paris, du CNRS à Strasbourg et rendit hommage à l'œuvre et à la personnalité de Ch. Sadron.

Il appartenait au professeur G. Champetier, membre de l'Institut, directeur honoraire du CNRS, de retracer l'histoire de la fondation du CRM, l'un des tout premiers laboratoires propres du CNRS et de souligner le rôle éminent joué par Charles Sadron dans le développement et le rayonnement international du CRM. Au terme de son allocution, M. Champetier procéda à la remise à M. Sadron de la médaille à son effigie, spécialement frappée par l'hôtel des monnaies pour le trentenaire du CRM.

Très ému, M. Sadron remercia les différents orateurs des paroles aimables qu'ils lui avaient adressées et dit sa fierté et sa joie pour l'œuvre accomplie par le CRM en trente ans. Après un exposé de ses souvenirs de vingt années passées au centre, il expliqua

comment, émerveillé par les progrès et les perspectives de la biologie, le physicien qu'il était s'orienta avec passion vers la biophysique.

Dans le cadre de ces cérémonies du trentenaire du CRM, la matinée avait été consacrée à trois conférences de MM. P.G. de Gennes, professeur au collège de France et directeur de l'EPC, H. Eisenberg, de l'Institut Weizman des sciences de Rehovoth (Israël) et P. Piganol, conseiller scientifique et ancien délégué général à la recherche scientifique et technique.

Dans la nombreuse assistance, on relevait entre autres, la présence de M. le professeur H. Curien, président du centre national d'études spatiales et ancien directeur général du CNRS, et celle de M. le professeur R. Gallais, membre de l'Institut, ancien directeur scientifique de la chimie au CNRS.

- Résultats de recherche

LA n° 116 - Villeurbanne

Le laboratoire de physico-chimie a mis au point de nouveaux procédés qui font l'objet de brevets déposés par l'Etat français concernant la préparation de carboranes et de la diméthyl-hydrazine asymétrique.

- Publication

LA n° 253 - Lille

M. de Backer, J.N. Decarpigny, M. Lannoo : « Solvated electron spectra. Study of the absorption curves by a method of moments ». J. Phys. Chem., 1977, 81 n° 2, 150 - 61.



Monsieur le professeur Champetier remet au professeur C. Sadron, la médaille frappée à son effigie.

Photo: Dernières Nouvelles d'Alsace

- Activité du CNRS dans le cadre du centre pharmaceutique de Châtenay-Malabry

Dès sa formation en 1972, le centre d'études pharmaceutiques de Châtenay-Malabry a établi une collaboration avec le CNRS, à base de contrats de recherche et de constitution d'équipes de recherches associées. Par la suite, ce centre devait accueillir plusieurs équipes de recherches et équipes en formation CNRS.

- Structure de l'endotoxine de *Bordetella pertussis*

ER n° 55

L'équipe n° 55 du CNRS étudie depuis 1967 la structure de l'endotoxine de *Bordetella pertussis* afin d'établir la relation : structure/activité de cette macromolécule à actions multiples.

Le groupe « chimie » a pour but d'apporter des informations précises concernant la réactivité et le comportement des constituants et des sous-structures mis en évidence par le groupe « analyse structurale » qui travaille à l'Institut de biochimie (centre d'Orsay). C'est ainsi qu'au cours des deux années précédentes divers éthers méthyliques du D-glycero-L-mannoheptose ont été synthétisés ; leur comportement en milieu acide et au cours de chromatographie en phase gazeuse a été établi. Une micro-méthode permettant de déterminer la chiralité de la liaison osidique de la glucosamine a été élaborée. Divers dérivés, y compris cinq disaccharides d'acides 3-désoxy alduloseoniques, requis pour l'élaboration de méthodes de détermination de la chiralité de la liaison osidique de cette classe de composés, ont été synthétisés. Enfin, des phosphodiesteres asymétriques contenant de l'éthanolamine et un glucide ont été obtenus et leur comportement en milieu acide et alcalin a été examiné.

- Etude des structures dissymétriques

ER n° 180

Un nombre important de publications de ce groupe est consacré à l'étude des structures dissymétriques en relation avec leurs propriétés physico-chimiques. De nouvelles méthodes mathématiques ont été développées récemment permettant l'étude de structures de composés organiques dissymétriques complexes (molécules avec 30 à 60 atomes) et aussi l'affinement à haute résolution de structures de protéines.

L'étude de molécules organiques chi-

rales a permis une meilleure compréhension des relations entre les propriétés optiques (pouvoir rotatoire, optique non linéaire) et la structure de ces corps.

- Méthylation des acides nucléiques

ER n° 197

Les recherches tendent à confirmer et à préciser la corrélation entre la possibilité de division cellulaire (en fonction de la présence de vitamine B₁₂) et la condensation des chromosomes liée à l'intensité de méthylation des acides nucléiques chez un eucaryote unicellulaire *Euglena gracilis*. L'étude de la variation de méthylation de l'euchromatine et de l'hétérochromatine est en cours.

L'extension des recherches se fait vers l'étude des méthylations des acides nucléiques chez les fibroblastes BHK 21 transformés HS 5. Pour ces cellules animales, comme pour d'autres (hépatocytes, lymphocytes), la mise au point d'une synchronisation efficace devient nécessaire.

Deux autres aspects du programme ont trait à l'isolement d'une anti-vitamine B₁₂ inhibitrice de la division cellulaire, et aux effets ultrastructuraux d'un pesticide de lindane, sur les algues unicellulaires.

- Produits naturels à vocation thérapeutique

ERA n° 317

L'activité de trois laboratoires regroupés dans cette ERA est orientée vers l'étude des produits naturels à vocation thérapeutique :

- analyse des plantes médicinales des régions tropicales, en particulier à activité antitumorale ou modificatrice de l'immunité. Etude d'alkaloïdes actifs sur le système nerveux central ou le système cardiovasculaire (aporphines, stéroïdes).

- établissement des structures complexes des molécules naturelles par des méthodes spectrométriques, pouvant servir de modèles pour les chimistes ou les biologistes (alkaloïdes indoliques et isoquinoliques, saponosides).

- valorisation des molécules naturelles par transformations hémisynthétiques.

- relations structure-activité biologique : étude d'interactions entre molécules actives par RMN de ¹³C.

- Mécanisme d'oxydation de la copule glycanique membranaire par le métapériodate

ERA n° 396

Les recherches sont orientées vers l'étude du mode d'action de certains effecteurs sur la biosynthèse de glycoprotéides dans trois types de cellules : fibroblaste, hépatocyte et lymphocyte. L'étude du mécanisme d'oxydation de la copule glycanique membranaire par le métapériodate a donné des résultats intéressants.

- Une nouvelle méthode de détermination de l'acide sialique a été mise au point, permettant de doser l'acide sialique externe des constituants membranaires, sans léser les cellules.

- A dose infratoxique, le métapériodate peut inhiber la réponse primaire du lymphocyte aux antigènes thymo-dépendant et thymo-indépendant. Ceci souligne l'importance de garder intacte la copule glycanique à la surface du lymphocyte dans la reconnaissance des antigènes.

- Composés métallo-organiques et métallo-minéraux

ERA n° 468

Dans ce dernier domaine, il a été développé des composés oxydes mixtes du type $\text{Me}^{(1)}\text{Me}^{(2)}\text{Mn}_2 - (x + y)\text{O}_4$ sur lesquels on a pu étudier en milieu légèrement acide, neutre et alcalin les processus de réduction de l'oxygène. Les vitesses de réduction obtenues sont souvent au moins égales et même très supérieures à celles obtenues sur platine pour une surtension donnée. Ces oxydes sont tous à base de manganèse et répondent à des compositions bien définies. Un brevet Anvar a été déposé sur leur composition car ces oxydes peuvent jouer un rôle important comme catalyseurs de réduction de l'oxygène pour des électrodes de cellules électrochimiques de conversion d'énergie du type par exemple zinc-air, voir dans des cellules à combustible, mais il est permis aussi de penser que ces oxydes peuvent avoir des propriétés électrocatalytiques pour certaines électrosynthèses qu'il conviendrait d'étudier. De tels oxydes auraient le grand avantage de coût par rapport à celui du platine, voire de l'argent.

- Mécanisme d'absorption intestinale des minéraux

ERA n° 572

Une contribution très importante a été apportée dans la connaissance du mécanisme d'absorption intestinale des minéraux. Récemment, de nouvelles corrélations sont observées entre la grandeur des échanges calciques et l'intensité de l'activité phosphatase.

L'étude des propriétés des phosphatases extraites de l'intestin a conduit à proposer un système diffusionnel de Ca, impliquant l'intervention d'une phosphatase sous contrôle inhibant des phosphates. Cette inhibition serait levée par l'action transphosphorylante de la phosphatase vis-à-vis du glucide :

ester-phosphorique phosphatase alcool ou phénol + phosphate ester-phosphorique + glucide phosphatase alcool phénol + phosphoglucides.

- Etude biochimique et pharmacodynamique des amines sympathomimétiques
ERA n° 627

A partir du thème général de l'étude biochimique et pharmacodynamique des amines sympathomimétiques, les recherches se poursuivent dans trois directions :

- étude des mécanismes d'action au niveau central et périphérique des amines sympathomimétiques et des faux médiateurs, dans diverses conditions physiologiques et expérimentales (fatigue, hypoxie, etc.).
- liaison et transport des amines biogènes par les protéines plasmatiques.
- pharmacocinétique des substances agissant sur des systèmes noradrénergique et dopaminergique.

- Carences expérimentales en magnésium et en thiamine
F. Gaudin - Harding (AI)

L'essentiel des travaux a porté sur divers effets de carences expérimentales en magnésium et en thiamine, carences isolées ou associées.

- répercussion sur le métabolisme hydrique et minéral : œdèmes de carence, modification du rapport Ca/Mg, abaissement des teneurs en magnésium des poils (critère possible de diagnostic de la carence en magnésium).
- apparition d'hyperémie des oreilles, de dermatoses et d'hypertrophie importante de la rate chez des rats carencés en magnésium, symptômes très atténués dans le cas de la double carence. Ces observations ont conduit à l'étude des réactions lymphocytaires chez les animaux de différents groupes expérimentaux sensibilisés à un antigène (en collaboration avec l'ERA n° 396).

Par ailleurs, un travail a porté sur les répercussions de l'ingestion massive de levures cultivées sur alcanes, d'une part sur le métabolisme calcique, d'autre part sur le catabolisme des acides nucléiques chez le rat.

- Synthèse de nouveaux dérivés de l'AMPC
G. Cehovic (AI)

Les études sont consacrées au problème du mécanisme de régulation intracellulaire par l'AMP cyclique, des fonctions hormonales et biologiques. La synthèse de plusieurs séries de nouveaux dérivés de l'AMPC (en particulier des dérivés butyrylés, avec substitution en position C-8), a permis d'étudier le rôle du second messager dans différents systèmes endocriniens. Ces études ont montré qu'il existe une relative spécificité d'action des nucléotides cycliques vis-à-vis des

fonctions endocrines et biologiques. Le rôle des nucléotides cycliques a été étudié dans certains états de dysfonctionnement de quelques systèmes endocriniens et du système cardiovasculaire. Les premiers résultats ont permis l'obtention par Anvar, de brevets en France et dans plusieurs pays étrangers.

Sciences de la terre

- Journées portes ouvertes
Centre de recherches géophysiques - Garchy

Succédant à l'union des physiciens de l'académie de Dijon (100 visiteurs), le



Magnétomètre en démonstration.

Diapositif de tri des minéraux par détection magnétique.



4 mai, mille à mille cinq cents personnes se pressaient le dimanche suivant pour visiter les laboratoires du centre. Outre les équipements techniques et les installations d'observatoire ionosphérique, magnétique, et sismique qui provoquent toujours la curiosité et les questions du public sur notre environnement géophysique, les visiteurs ont pu voir, malgré des conditions de démonstration rendues difficiles par le mauvais temps, les dernières installations scientifiques du laboratoire, particulièrement dans le domaine de l'exploitation des champs électromagnétiques qui constitue sa spécialité de recherche.

En magnéto-tellurique, un appareil opérationnel de mesure utilisant des électrodes capacitatives était présenté ainsi que les résultats obtenus lors de campagnes récentes de prospection dans le Nord et en Bretagne à la recherche de cavités et de structures intéressantes le génie civil et les travaux publics.

Des magnétomètres de très haute sensibilité ($5/100^\circ$ de gamma) utilisant une électronique de pointe et adaptables au milieu marin, ont été réalisés par le laboratoire pour l'étude des terrains profonds (20 km) par « sondage magnétique ».

En prospection archéologique, ont été soulignés les progrès méthodologiques (application à de grands projets d'étude et exploration des possibilités d'application de la thermographie) et les efforts instrumentaux pour la reconnaissance des structures du proche sous-sol : détecteur de champ vertical sur des « sources à grande distance », réalisation en cours d'une chaîne d'enregistrement digital différentiel du champ magnétique terrestre.

- Le Coravel Observatoire de Marseille (INAG) - Marseille

La mesure des vitesses radiales, c'est-à-dire des vitesses avec lesquelles les astres s'éloignent ou se rapprochent de nous, est d'une importance fondamentale en astronomie et a toujours été l'une des préoccupations majeures de l'observatoire de Marseille. Obtenir un spectre sur une plaque photographique, mesurer le déplacement Doppler-Fizeau, réduire la mesure, l'ensemble de ces opérations demande beaucoup de temps. Récemment, R. Griffin de Cambridge, développe une nouvelle méthode pleine de promesses. Au foyer d'un télescope, il projette le spectre à mesurer sur un

masque percé de trous correspondant aux raies spectrales, la lumière transmise tombant sur un photomultiplicateur. On conçoit bien que lorsque le spectre balaye le masque, le minimum de transmission correspond à la meilleure superposition possible du spectre et du masque, d'où la connaissance du déplacement Doppler-Fizeau, donc de la vitesse radiale.

L'observatoire de Genève et l'observatoire de Marseille collaborent depuis plusieurs années pour construire un tel spectromètre : c'est le projet Coravel (mesure des vitesses radiales par une méthode de corrélation). Le premier appareil effectue une série d'observations en Haute-Provence, qui sera suivie d'une campagne similaire à l'observatoire de La Silla au Chili. Par rapport aux instruments analogues existant dans le monde, Coravel présente un certain nombre d'avantages :

- un domaine spectral élargi, 1 500 Å de bande passante, une dispersion d'environ 2 Å/mm, ceci étant dû au montage optique choisi : l'emploi d'un réseau échelle croisé avec un prisme augmentant l'efficacité lumineuse et la précision d'un facteur 3.

- Coravel est le premier spectromètre à vitesse radiale conçu pour travailler au foyer Cassegrain d'un télescope. Instrument extrêmement compact, les dérives thermiques sont très faibles. Notons que le fait de travailler au foyer Cassegrain élimine les trois réflexions supplémentaires d'un foyer coudé.

- la mesure des vitesses radiales s'effectue relativement à une lampe étalon. Cette méthode permet l'élimination des flexions différentielles dues au changement d'orientation du spectromètre, flexions par ailleurs très modestes, 4 microns pour une rotation de 180° du spectromètre.

- un guidage automatique de fente, interne au spectromètre, a été construit.

- l'enregistrement du signal en mémoire de l'ordinateur - (puis sur bande magnétique) - la possibilité d'intégrer le signal.

- la réduction instantanée des mesures par l'ordinateur HP 2 100.

- le domaine de mesure de la corrélation variable : sitôt le pic de corrélation identifié, il est possible de ne mesurer que le pic de corrélation. A ce niveau, un gain d'un facteur 2 au minimum est espéré par rapport au spectromètre existant. Au total, un gain de l'ordre de 3 à 5 semble acquis

au point de vue efficacité lumineuse sur les appareils concurrents.

Lors des premiers essais, la mesure du pic de corrélation du soleil a donné une largeur à mi-hauteur de 15 km/s. La variation diurne de la vitesse radiale apparente du soleil a été détectée : 0,3 km/s à 0,1 km/s près.

Sur le télescope suisse de 1 m de l'observatoire de Haute-Provence, une étoile K de magnitude photographique 11 a été mesurée par turbulence moyenne en 3 mm avec une précision interne de 0,5 km/s, en 30 s avec une précision interne de 2 km/s.

- Mission au Fezzan Laboratoire de géologie du Quaternaire - Meudon Bellevue

Du 10 décembre 1976 au 15 février 1977, N. Petit-Maire a effectué une mission de reconnaissance au Fezzan (R.A. Libyenne), dans le but de définir les sites les plus favorables à une étude multidisciplinaire de la paléoclimatologie du Quaternaire récent. Cette mission a bénéficié d'une aide très efficace du département de géologie de l'université Al Fatahi, à Tripoli, de l'institut géographique national et de la compagnie générale de géophysique, ainsi que de l'appui de l'Ambassade de France à Tripoli.

A l'occasion de cette reconnaissance, les gravures rupestres de In Habeter, ont été observées : elles sont l'une des multiples preuves de l'existence, au Quaternaire récent, d'une période moins aride que l'actuelle, où les eaux pérennes de l'Oued Barju aujourd'hui asséchées permettaient à la fois la vie humaine et celle d'une faune de grands mammifères (photo page 4 de couverture).

Le laboratoire de géologie du Quaternaire a également entrepris, depuis deux ans, au laboratoire de Marseille-Luminy, l'analyse des acides aminés du collagène des ossements humains fossiles. Des essais de datation par l'étude du processus de racémisation sont en cours.

- Publication Centre de sédimentologie et de géochimie de la surface - Strasbourg

Armand Boujo : contribution à l'étude géologique du gisement de phosphate Crétacé - Eocène des garrutour (Maroc occidental) - Sciences géologiques - Mémoire n° 43, 1976, 227 p. Cet ouvrage peut être obtenu auprès de l'institut de géologie - 1, rue Blasig - 67084 Strasbourg.

- Détermination des champs magnétiques en astrophysique GR n° 24 - Meudon

Parmi les recherches effectuées au sein du groupe « processus atomiques et moléculaires de l'astrophysique », un thème nouveau a été récemment développé, concernant la détermination des champs magnétiques en astrophysique à partir de l'interprétation des mesures des paramètres décrivant la polarisation des raies spectrales. Dans ces recherches, l'apport de la physique atomique et de l'optique quantique à l'astrophysique se révèle particulièrement enrichissant.

Les premiers travaux concernent les protubérances solaires et sont le fruit d'une collaboration étroite entre les astronomes de l'observatoire du Pic du Midi et les théoriciens du laboratoire : les premiers ont réalisés les observations de la raie D₂ de l'hélium, polarisée linéairement par diffusion du champ de rayonnement photosphérique anisotrope, et les seconds ont effectué les calculs nécessaires à l'interprétation : à partir d'un modèle récent concernant la formation des raies de l'hélium dans les protubérances quiescentes, ils ont calculé les paramètres de polarisation linéaire des raies et leur modification par le champ magnétique (effet Hanle). Pour cela, ils ont généralisé pour un atome à n niveaux couplés à un continuum, la théorie du cycle du pompage optique développée ces dernières années au laboratoire de l'école normale supérieure.

Les résultats préliminaires qui viennent d'être obtenus sur les champs magnétiques des protubérances sont très prometteurs. Il est en effet surprenant de constater que, malgré les nombreuses observations effectuées depuis cent ans, celles-ci soient restées des objets aussi mystérieux : pourtant il serait fort intéressant de comprendre ce qui s'y passe, puisque les protubérances sont le reflet de l'activité solaire ; le champ magnétique y joue un rôle essentiel et c'est tout juste si l'on a une idée de son ordre de grandeur ! C'est pourquoi on peut espérer qu'une détermination précise telle que la nôtre contribuera à faire avancer la compréhension de ces phénomènes et par voie de conséquence, certains mécanismes de variation de l'activité solaire.

Ceci ouvre la voie à des possibilités nouvelles concernant non seulement les champs magnétiques, mais également les anisotropies de toute nature

au sein de l'univers. La physique atomique moderne, alliée à des observations de plus en plus raffinées, permet d'envisager la réalisation d'objectifs astrophysiques où un ordre de grandeur des paramètres recherchés ne suffit plus pour interpréter les observations.

- Campagne « INDINOR I » dans l'océan indien

ER n° 183 et RCP n° 212 - Saint-Maur

Le centre national pour l'exploitation des océans a mis à la disposition du laboratoire de géophysique marine de l'Institut du physique du globe de Pa-

ris, le navire océanographique « Le Su-roit » pour un ensemble de deux campagnes dans l'océan indien occidental nord avec pour objectif principal l'étude du bassin de Somalie.

La première campagne « INDINOR I » (4 février au 15 mars 1977) intéresse une étude structurale par sismique réflexion lourde de la partie occidentale du bassin de Somalie, limité au nord par la dorsale de Carlsberg, à l'est par le banc des Seychelles et au sud par le canal de Mozambique. Il s'agit essentiellement de reconnaître les grandes lignes structurales de ce bassin encore très mal connus et souvent



difficiles à localiser étant donné l'importance de la couverture sédimentaire.

La campagne «INDINOR 1» couvre un total d'environ 11 520 km de profil, 5 850 km pour la première partie entre Djibouti et Mahé et 5 670 km pour la deuxième partie entre Mahé et Diégo-Suarez. Les travaux comportent des sondages bathymétriques, des mesures magnétiques, des mesures gravimétriques, des sondages sismique-réflexion profonde Flexi-choc multitrace (8 traces) et des sondages sismique-réflexion grand angle et réfraction à l'aide de bouées «perdues». Les sondages bathymétriques et les mesures magnétiques ont été réalisés en continu. Les mesures gravimétriques ont été interrompues au cours de la première partie par suite d'une défaillance d'un gyroscope. Les sondages sismique-réflexion (Flexi-choc) représentent une couverture de 5 400 km soit environ 110 000 tirs. Onze bouées réflexion grand angle et réfraction ont été larguées au cours de la campagne, elles ont toutes fonctionné d'une façon satisfaisante.

Les données de navigation ont été analysées à bord et ont permis de restituer au jour le jour la route suivie par le navire. Les données bathymétriques, magnétiques, gravimétriques ont également été traitées et l'ensemble des résultats : cartes à différentes échelles, profils bathymétriques, magnétiques, gravimétriques, carte des rabattus magnétiques, etc... a été dessiné à bord. Les données sismiques recueillies ont été partiellement rejouées après avoir fait l'objet d'un premier traitement. Les calculs et les traitements ont été effectués à l'aide d'un calculateur HP 2100 S (24 k mémoire) et les dessins ont été réalisés à l'aide d'un traceur de courbe Calcomp 70 cm.

Les profils sismique-réflexion (Flexi-choc) ont confirmé l'importance de la couverture sédimentaire à l'ouest du méridien 50°E (plus de 4 secondes, temps double) et ont permis de mettre en évidence un ensemble d'accidents importants du socle qui semblent pouvoir être corrélés dans une direction grossièrement nord-sud. Il reste que parmi ces alignements aucun ne constitue une structure majeure comparable à la ride du Chain telle qu'elle est observée au nord de 5°N. Par ailleurs, le bassin de Somalie est caractérisé par l'existence, entre ces lignes de relief et la côte d'un profond bassin sédimentaire reposant sur un substratum

presque plat et par une évolution de cette couverture sédimentaire, qui très transparente au nord, apparaît vers le sud fortement stratifiée dès la surface masquant ainsi les réflecteurs très profonds. La limite vers le canal de Mozambique a été reconnue, elle est soulignée par un changement progressif des réflecteurs profonds qui apparaissent nettement plus marqués au sud des Comores. La ride de Davie dans le canal de Mozambique ne semble pas pouvoir être prolongée vers le nord au-delà de 14°S.

La campagne «INDINOR 1» ne constitue que la première phase d'un programme plus général. Il faudra évidemment attendre la fin de la campagne «INDINOR 2» définie à partir de ces premiers résultats, pour pouvoir présenter des conclusions plus définitives.

- Processus sédimentaires dans l'anse du Verdon

LA n° 197 - Talence

Une étude récente du centre de recherches sur l'environnement sédimentaire et structural des domaines marins a permis de cerner les processus sédimentaires dans l'anse du Verdon située à l'embouchure de la Gironde. Cette anse du Verdon constitue une zone littorale proche de l'Atlantique et particulièrement favorable à l'implantation de sites portuaires et industriels. L'étude entreprise a permis :

- de préciser, en liaison avec les phénomènes dynamiques estuariens et marins littoraux, les mécanismes naturels de colmatage par les sables et surtout par les vaseux.

- d'évaluer le colmatage actuel résultant des engraisements qui sont sous la dépendance de la dynamique du milieu estuarien.

L'examen des données bathymétriques et des photographies aériennes associées aux observations et mesures sur le terrain a permis de distinguer les différentes unités morphologiques correspondant à des environnements sédimentaires particuliers.

L'étude de ces environnements et principalement des matériaux de colmatage a conduit à établir une cartographie des indices granulométriques des différents faciès et à appréhender les caractéristiques majeures des mécanismes hydrodynamiques ayant influé la formation de ces faciès. En outre, les modalités historiques de la mise en place des sédiments subtidiaux et intertidaux ont pu être mis en évidence par comparaison des cartes marines des derniers siècles.

L'analyse des caractéristiques des paramètres hydrologiques responsables du colmatage (marée, courant de marée, houle, clapot) met en lumière des modalités particulières d'amaigrissement et surtout d'engraissement des processus sédimentaires ainsi que leur évolution saisonnière (implantation de témoins sur la slikke).

Un bilan chiffré du colmatage récent de l'anse du Verdon résulte de la comparaison des cartes bathymétriques et des photographies aériennes successives. Une accélération de la sédimentologie fine au cours du XX^e siècle apparaît et s'inscrit dans le contexte de l'évolution générale de l'estuaire de la Gironde.

- Radioastronomie et molécules interstellaires

LA n° 237 - Maudon

On connaît aujourd'hui environ 42 molécules interstellaires dont la plupart ont été découvertes depuis moins de 10 ans par les radio-astronomes, surtout grâce à leurs émissions en ondes radio-millimétriques. Presque toutes sont des molécules organiques, certaines fort complexes comme l'alcool éthylique. Elles se forment dans des nuages interstellaires relativement denses, soit par catalyse sur les poussières qui sont mélangées au gaz, soit par des réactions ioniques sans guère d'équivalent dans la chimie de nos laboratoires. Ces réactions, et aussi les mécanismes très particuliers d'excitation des molécules interstellaires qui conduisent parfois à des masers naturels, intéressent vivement physiciens, physico-chimistes et même biologistes. Par ailleurs, les molécules interstellaires offrent un moyen irremplaçable pour comprendre la formation des étoiles, qui naissent au sein de nuages moléculaires totalement opaques à la lumière, et apportent des informations capitales sur l'évolution des galaxies. Un projet franco-allemand de radioastronomie sur ondes millimétrique devrait doter nos deux pays d'un outil, qui, s'il arrive à temps (1981-82), permettra de véritables percées dans le domaine déjà si fructueux des molécules interstellaires.

- Convection développée et précipitations

LA n° 267 - Clermont-Ferrand

Du 17 au 19 janvier se sont tenues des journées d'études sur le thème «convection développée et précipitations» organisées par M. P. Waldeufel, maître de recherche au

CNRS, directeur de l'institut et de l'observatoire de physique du globe du Puy-de-Dôme, sous l'égide de l'INAG. Ces journées, qui ont réuni environ 80 chercheurs français et quelques spécialistes étrangers, avaient pour objet de confronter les compétences et les préoccupations actuelles des équipes aux problèmes dominants et aux grands programmes qui vont animer la recherche météorologique relative aux événements convectifs développés pendant les prochaines années. L'articulation des journées d'étude comprenait quatre sessions : instrumentation et méthodologie, convection extra-tropicale, modification du temps, convection tropicale.

Au cours de la première session, les présentations ont porté d'une part sur des méthodes d'observation qui sont à peu près maîtrisées (capteurs aéroportés permettant des mesures micro-physiques dans les hydro-météores, radars, instruments d'observation spatiaux), d'autre part sur des instruments en cours de développement, tel que le dirigeable DINOSAURE de la météorologie nationale.

Dans le domaine de la convection extra-tropicale, deux types de phénomènes ont été abordés. En convection isolée (orages), diverses recherches ont trait au comportement des orages à grêle et à l'analyse de la croissance des grêlons, tandis que d'autres études sont centrées sur la dynamique des cellules orageuses et la turbulence qui les caractérise. S'agissant des phénomènes étendus (perturbations dépressionnaires), un accent particulier est mis d'une part sur l'analyse des phénomènes à l'échelle moyenne, d'autre part sur la présence et le rôle des phénomènes ondulatoires de petite échelle.

La modification du temps est un sujet que les chercheurs en météorologie considèrent avec une certaine méfiance, par suite de sa difficulté propre et de la difficulté de maintenir avec une durée suffisante un effort de recherche pure malgré la pression imposée par les finalités appliquées. Néanmoins, il est impossible d'ignorer ce thème, et c'est pourquoi des exposés ont traité successivement de la convection artificielle (ascendances d'air chaud produites par des sources industrielles), du projet suisse Grossversuch destiné à tester une méthode d'action sur les orages à grêle, des expériences françaises de déclenchement provoqué de la foudre, et d'un projet international d'augmentation

des précipitations qui se trouve actuellement en gestation.

Enfin, la session sur la convection tropicale a été divisée en deux parties. Des exposés, portant en particulier sur l'analyse d'un orage tropical au Venezuela puis sur la caractérisation d'une population de nuages tropicaux, ont été suivis par une large discussion sur les formes que pourrait prendre une étude expérimentale des phénomènes tropicaux dans le cadre de la première expérience mondiale du GARP (Global Atmospheric Research Program) en liaison possible avec le sous-programme WAMEX (West Africa Monsoon Experiment) pour 1979.

A l'issue de ces journées, il apparaît que la communauté des chercheurs en météorologie est en expansion rapide, bien que l'on soit encore très loin de pouvoir conduire l'effort appelé par des applications de la recherche atmosphérique. D'autre part, si les laboratoires ont une maîtrise grandissante des moyens de mesure et des projets bien définis et ambitieux dans ce domaine, certains aspects de la recherche, en particulier la modélisation conceptuelle et numérique à l'échelle aérologique ou à l'échelle subsynoptique, nécessitent à présent un sérieux approfondissement. Les regroupements qui se dessinent actuellement autour de quelques thèmes ou opérations devraient faciliter cette évolution.

- Sédimentologie marine

ERA n° 103 - Perpignan

Une nouvelle campagne de sismique réflexion et de prélèvement a eu lieu (octobre 1976) en mer Tyrrhénienne en collaboration avec l'institut naval de Naples. Les profils en sparker 3 000 J révèlent l'existence d'appareils volcaniques enfouis, entre la Sicile et les îles Eoliennes. L'étude des suspensions est en cours.

Les recherches sur la sédimentation dans les zones des fosses helléniques (programme MEDIBA) montrent que le recouvrement meuble des pentes et des fosses présente une extrême diversité de puissance, de structure et même de nature sédimentologique. Il semble que ces variations soient caractéristiques de la tectonique compressive active qui affecte cette zone. Par ailleurs, le laboratoire s'est récemment équipé pour intervenir dans le contrôle de la qualité des eaux marines au niveau des polluants métalliques et organiques. L'appareillage comprend : un polarographe impulsional Tacussel et un appareil Doh-

rann DC 52 pour le dosage du carbone dans les solutions.

- Inauguration du radiohéliographe de Nançay

ERA n° 306 - Meudon

La branche est-ouest du radiohéliographe de Nançay a été inaugurée le 20 avril 1977. Cet instrument qui est destiné à l'étude de la couronne solaire permet d'obtenir actuellement des images à une dimension à la fréquence 169 MHz. La branche nord-sud est en cours de développement. Cet appareil se caractérise par une rapidité inégalée (100 images par seconde) et une résolution spatiale élevée (1,3 minute d'arc) ce qui permet l'étude des surfaces radioélectriques solaires. Ce radiohéliographe est basé sur un système à multicorrélation : trente-deux produits de corrélation sont effectués à partir de signaux en provenance d'interféromètres à base régulièrement croissante dont les antennes sont réparties sur 3,2 km. Une installation digitale complexe comprenant entre autre, deux ordinateurs NOVA 820, assure à l'instrument un fonctionnement très souple : choix des paramètres d'observation, pilotage du récepteur, compression des données en temps réel.

Cet instrument doit permettre d'atteindre des objectifs précis tels que la propagation dans la couronne des particules et des ondes de choc, la structure du champ magnétique coronal, les relations entre le milieu interplanétaire et l'atmosphère solaire, le déclenchement des instabilités et la production des éruptions.

Seul appareil existant en Europe, ce radiohéliographe représente un appui indispensable à plusieurs missions spatiales prévues par l'ESA, la NASA ou dans le cadre de la collaboration franco-soviétique.

Cet instrument a été réalisé grâce au concours d'une vingtaine d'ingénieurs, techniciens et chercheurs de l'observatoire de Paris-Meudon. Le financement a été assuré par l'INAG et la DGRST.

- Etude de la granulation solaire

ERA n° 669 - Nice

La photosphère, couche solaire à l'origine du rayonnement visible, présente des fluctuations de brillance à petite échelle spatiale et à faible contraste appelées granulation solaire. La connaissance des propriétés statistiques spatiales de ces fluctuations est cruciale pour déterminer l'origine convective ou turbulente du phénomène. Cer-

taines de ses structures sont inférieures à la seconde d'arc, et leur observation, à partir de télescopes terrestres, souffre des effets de dégradation des images provoqués par la turbulence atmosphérique. C'est ainsi que l'on a cherché à s'affranchir de ces effets en effectuant des observations stratosphériques. Des difficultés technologiques, rencontrées aussi bien au niveau de la formation des images (défocalisations, turbulence instrumentale) que de l'étude des clichés photographiques, se sont traduites par une divergence des résultats des différentes observations.

Le succès des expériences de « speckle » interférométrie développées par Labeyrie pour les observations stellaires a provoqué un regain d'intérêt pour les mesures effectuées depuis les observatoires terrestres. Ces techniques qui consistent essentiellement en une analyse de l'image dans un temps suffisamment bref pour « figer » les défauts de l'onde arrivant sur la pupille, défauts provoqués par la turbulence atmosphérique, permettent théoriquement d'obtenir de l'information sur les hautes fréquences spatiales d'un objet céleste jusqu'à la fréquence de coupure de l'instrument. Ces techniques de « speckle » interférométrie ont tout d'abord été appliquées à la granulation solaire à l'observatoire de Kitt Peak par l'équipe de J. Harvey sans qu'il lui ait été possible d'obtenir une mesure quantitative du phénomène à cause de l'absence d'une source de référence permettant une calibration des effets de la turbulence atmosphérique.

Ces dernières années, des techniques permettant de faire cette calibration pour la mesure de la densité spectrale spatiale de la granulation solaire ont été développées au laboratoire d'astrophysique de l'université de Nice. Pour cela sont utilisés un interféromètre stellaire de Michelson ainsi que la variation des conditions d'observation au cours du temps. (Un exemple de correction des effets atmosphériques est présenté sur la figure ci-contre). Une série de quarante analyses photoélectriques d'une même zone solaire a été faite à l'observatoire de Sacramento Peak au cours d'une matinée. Bien que le contraste observé ait varié d'un enregistrement à l'autre de 1 à 7%, la convergence des densités spectrales corrigées est satisfaisante. Ces densités spectrales sont comparées à celles de différents auteurs ayant effectué des

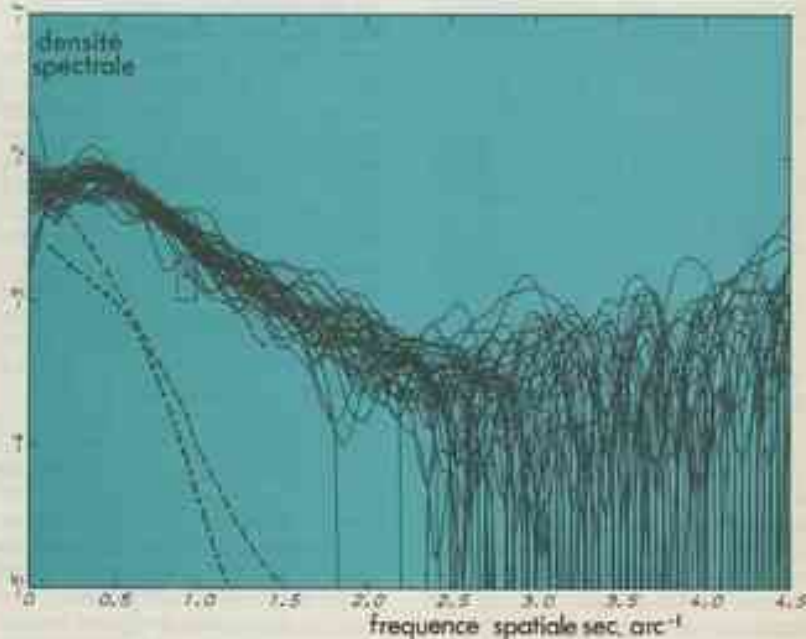
mesures hors atmosphère. Cette analyse s'effectue jusqu'à des fréquences plus élevées (éléments de $0.4''$). Un des résultats marquants est la mise en évidence d'une chute exponentielle de l'énergie infirmant les interprétations turbulentes de la granulation solaire. Le contraste véritable de la granulation solaire a été trouvé compris entre 14 et 17 % ce qui correspond à des fluctuations de température d'écart type 180° .

— Réunion sur le Messinien RCP n° 459 — Paris

La RCP « Genèse et nature des faciès confinés » a organisé une réunion sur le thème du Messinien. Cette réunion s'est tenue à Paris, au laboratoire de géologie du muséum, les 16 et 17 mai 1977. Elle a regroupé une quarantaine de géologues français et étrangers. Les sujets traités dans les conférences ont été d'une grande diversité et ont reflété l'extrême variété et l'extrême complexité du thème choisi. C'est ainsi qu'ont été examinés : la signification stratigraphique et environnementale des restes d'organismes vivants (nanoflore, foraminifères, ostracodes, poissons dits bathypélagiques, etc.) ; les données cartographiques, stratigraphiques et structurales des études de terrain, effectuées dans les parties

les plus diverses du bassin ; les études de laboratoires (minéralogiques, pétrographiques, géochimiques — dont les analyses isotopiques —) ; l'intégration des éléments les plus récents en provenance des carottes du leg 42 a (programme international d'exploration océanique profond, IODP) ; enfin les résultats des profils sismiques, source des seuls renseignements pour la partie la plus profonde de la série messinienne, encore jamais traversée en forage.

L'évocation de ces différents thèmes et les discussions qui ont suivi ont mis en évidence, de façon très nette, les progrès réalisés sur cet immense sujet de recherche qui défile la chronique géologique, principalement depuis une dizaine d'années. L'espoir d'une meilleure compréhension des phénomènes très déconcentrés offerts par ce Messinien méditerranéen, se substitue progressivement à une opposition stérile, entre deux conceptions radicalement différentes. Par ailleurs, cette réunion a permis de mettre en évidence une bien meilleure coordination des travaux effectués par les chercheurs de laboratoires français les plus divers dans l'étude de ce Messinien, prototype en quelque sorte des faciès confinés.



Densité spectrale spatiale par unité d'aire en fonction de la fréquence exprimée en seconde d'arc (sur le soleil, 1 seconde : 730 km).

Courbes: — Schwerachild, --- Andriks, ... observation d'éclipse par Daubois et Matig.

Sciences de la vie

- Congélations à - 196°C

Centre de sélection et d'élevage d'animaux de laboratoire - Orléans

Le centre de sélection et d'élevage d'animaux de laboratoire a organisé le 26 janvier 1977 une table ronde sur le thème « applications des techniques du froid à la conservation d'embryons chez les mammifères ».

Les conférences données ont permis de faire le point des connaissances acquises chez la souris, où les problèmes posés par les différentes phases : congélation à - 196°C, décongélation et réimplantation des embryons ont trouvé des solutions satisfaisantes.

Grâce à la participation d'équipes françaises, notamment d'une équipe de l'INRA, le débat a pu être élargi aux espèces bovines et ovines, à certaines espèces en voie de disparition (ex. : baudet du Poitou), soulignant l'intérêt très général de ces techniques.

En ce qui concerne les problèmes de la gestion du nombre sans cesse croissant de lignées de souris auxquelles les centres d'élevage et de recherche sont confrontés, l'établissement de banques d'embryons apparaîtra, tôt ou tard, comme une nécessité afin d'assurer : la conservation des lignées peu utilisées, la préservation de lignées standard soustraites à l'action des mutations et de la dérive génétique et les échanges internationaux.

- Contrôle de la méiose chez un insecte

ER n° 24 - Paris

Le contrôle des premières phases de l'ovogenèse d'une punaise hématophage, *Penstrongylus megistus*, a été mené au moyen de l'histophysiologie (variations d'activité des cellules neurosécrétrices et de la glande de mue) au cours du dernier stade larvaire, par dosage radio-immunologique des ecdysones hémolympatiques et par la microchirurgie.

Il apparaît que la méiose, ainsi que la différenciation du tropharium et du vitellarium sont sous la dépendance de la glande de mue, elle-même contrôlée par les cellules neurosécrétrices A de la pars intercerebralis. Les ecdysones de l'hémolymphe présentent, peu après la décharge de celles-ci, un premier pic qui précède de peu la phase méiotique. Les mitoses goniales obéissent à une régulation différente, indépendante de la glande de mue, elles sont induites par la neurosécrétion des cellules A de la pars intercerebralis. Les *corpora allata* n'ont pas

d'effet précoce sur l'ovaire, leur ablation entraîne cependant des troubles du fonctionnement du tropharium.

Une vue d'ensemble sur la régulation de la reproduction montre que celle-ci consiste en une série d'interventions successives des mêmes hormones dont la séquence ne peut être modifiée sans troubles profonds. Comme dans le contrôle de la croissance, les hormones cérébrales, les hormones juvéniles, les ecdysones entrent en jeu à plusieurs reprises dans un ordre strictement déterminé.

- Libération d'enzymes et lésions tissulaires

ER n° 53 - Crétail

Le 24 février, le laboratoire de biochimie du tissu conjonctif a organisé un colloque sous l'égide du club français du tissu conjonctif et du groupe des antiprotéases sur le thème : « libération d'enzymes et lésions tissulaires ». Au cours de ce colloque, des spécialistes français et européens ont exposé les résultats récents obtenus dans le domaine de la purification et de la caractérisation des enzymes lytiques (collagénase et élastase en particulier) impliquées dans les lésions tissulaires observées au cours de divers états pathologiques. Les élastases pancréatiques, leucocytaires, de macrophage et artérielles ont été étudiées en détail par des équipes françaises. Un chercheur du Strangeways research laboratory, Cambridge, a présenté des arguments en faveur du rôle actif de l'élastase et de la cathepsine G d'origine leucocytaire dans la dégradation du collagène du cartilage au cours des processus rhumatismaux. Le rôle des enzymes lytiques (élastase en particulier) des macrophages dans les lésions pulmonaires a été présenté et l'on a parlé de l'élastase plaquettaire dont le rôle dans les lésions artérielles paraît être sérieusement étayé. La protéase plaquettaire serait activée en élastase par une trypsine intraplaquettaire. Les inhibiteurs sériques et pancréatiques des enzymes protéolytiques ont été étudiés. Les travaux réalisés sur les collagénases et cathepsines collagénolytiques dans le tissu granulomateux ont été exposés. Trois communications sur la collagénase et procollagénase de l'os et du cartilage ont été présentées ainsi que les travaux faits en collaboration avec le service des brûlés de l'hôpital militaire Percy de Clamart sur les protéases (élastase et collagénase) et les inhibiteurs des protéases dans le sérum des grands brûlés. Des chercheurs ont ex-

posé leurs travaux sur les modifications du tissu conjonctif pulmonaire qui surviennent après inhalation d'oxyde de plutonium. La morphologie cutanée par microscope électronique dans les bronchopneumopathies chez l'enfant a été étudiée. Enfin, le rôle des lymphokines dans les activations enzymatiques à l'origine des lésions tissulaires a été mis en évidence.

La séance s'est terminée par la présentation d'un film sur la dégranulation lysosomale avec et sans phagocytose dans les leucocytes polynucléaires.

Ce colloque a permis de constater le haut niveau des recherches effectuées en France et dans plusieurs laboratoires européens dans un domaine fondamental et appliqué à la pathologie humaine.

- Missions

ER n° 154 - Paris

L'équipe de recherche sur les madréporaires actuels et fossiles et invertébrés primitifs fossiles participe à une mission d'étude des récifs de l'île Moorea (Polynésie). Elle participe également en septembre, à une mission de reconnaissance sur l'effet des tirs nucléaires et de la pollution dans deux atolls des Tuamotu : Mururoa, Fangataua. Le repeuplement des zones dévastées par les coraux après l'arrêt des expériences aériennes fera l'objet d'observations. Par ailleurs, une mission est effectuée en Israël pour étudier des récifs actuels et fossiles.

- Mise au point d'un appareil

LA n° 103 - Paris

Le laboratoire de psychologie expérimentale a mis au point un appareillage permettant l'analyse automatique des mouvements oculaires chez l'enfant. Jusqu'ici le comportement oculomoteur du jeune enfant était étudié au moyen d'enregistrements cinématographiques de reflets cornéens. Ce principe permet une installation rapide de l'enfant qui se révèle peu contraignante pour lui. Mais l'enregistrement par film obligeait à une relecture image par image automatisable et très longue. Un nouveau système a été mis au point. L'œil est éclairé par une source infrarouge et filmé avec une caméra vidéo infrarouge dans le même axe optique que l'éclairage. Par ce dispositif et moyennant l'utilisation d'un système à filtres logiques, l'image résultante ne contient que trois niveaux d'éclairement : un petit point blanc (reflet cornéen), la pupille grise et le reste de l'œil noir. L'enregistrement se fait en 64 lignes avec 64 points par li-

gne et les données peuvent être stockées sur enregistreur magnétique, permettant des études en école hors laboratoire. Ultérieurement, elles peuvent être analysées automatiquement sur ordinateur (télémécanique T 1 600). Cette analyse consiste dans le calcul, image par image (vingt-cinq images par seconde) des coordonnées du centre de la pupille et de son écart vectoriel au point blanc. Ainsi moyennant une calibration individuelle, on peut retrouver la séquence de fixations oculaires et de saccades en comparant les coordonnées des vecteurs de chaque image au calibrage. La précision spatiale de ce repérage est de l'ordre de deux à trois degrés.

- Publications

LA n° 218 - Paris

« Adansonia », I vol. 16 (4), 135 p., 40 pl. Orchidées, vol. 8 de la « Flore de la Nouvelle Calédonie et Dépendances », par Nicolas Halle, 21 pl., 172 cartes, 190 espèces en 67 genres. (en cours d'impression).

- Publication

ERA n° 114 - Montpellier

Charles Hébert : « The conducting tissues of bryophytes », 318 pages, 80 planches, J. Cramer édit., Lehre, Allemagne, 1977.

Ce livre constitue la première revue d'ensemble publiée sur le sujet. Les bryophytes y sont considérées comme fournissant un modèle de système conducteur primitif. L'ouvrage comporte trois parties : structures impliquées dans la conduction ; physiologie de la conduction ; problèmes évolutifs. Les relations entre structures et fonctions sont soulignées. Les implications évolutives de certains des faits présentés sont également discutées.

- Etude du cryodécoupage

ERA n° 335 - Paris

La technique de cryodécoupage étudiée en microscopie électronique de transmission appliquée aux plaquettes sanguines a permis de visualiser des particules représentant les protéines membranaires des plaquettes normales.

Dans les thrombasthénies de Glanzmann, caractérisées par une inaptitude des plaquettes à agréger, on a remarqué une diminution du nombre de ces particules, tandis que les plaquettes de dystrophie thrombocytaire, remarquables par leur taille, montraient des particules de grosseur supérieure et distribuées anormalement.

- Immunologie, plaquettes et thrombose

Dans le cadre de la réunion bi-annuelle du groupe français d'études sur l'hémostase et la thrombose qui s'est tenue à Bruxelles le 13 avril 1977, l'après-midi a été consacré à un Symposium intitulé « Immunologie, plaquettes et thrombose », présidé par les professeurs J. Caen et J. Colombari (Paris).

La première partie fut consacrée à l'étude des marqueurs allotypiques de la membrane plaquettaire : une méthodologie nouvelle d'isolement et d'identification des antigènes HLA présents sur les plaquettes ; de détermination de poids moléculaires d'antigènes membranaires plaquettaires correspondant à des anticorps antiplaquettes en utilisant une technique d'immunoprécipitation indirecte à partir d'antigènes solubilisés de plaquettes marquées à l'iode 125 par la technique de la lactopéroxydase, a été présentée.

Le second thème concernait « anticorps et fonctions plaquettaires ». La complexité du problème des glycoprotéines de la membrane plaquettaire a été évoquée et leurs anomalies observées dans la thrombasthénie de Glanzmann et le syndrome de Bernard-Soulier. Les effets sur les fonctions plaquettaires de 2 anticorps reconnus chez un sujet thrombasthénique et chez un sujet atteint de syndrome de Bernard-Soulier ont été décrits. Les problèmes d'interaction plaquettes et facteur Willebrand ont également été évoqués.

La troisième partie fut consacrée à « complément et plaquettes » : les sujets suivants ont été abordés à la synthèse de composants du complément par des cellules en culture et leur régulation par des lymphokines :

- le mode d'attachement du CPq des plaquettes par sa partie collagen-like, son rôle dans l'aggrégation induite par les IgG et son effet inhibiteur sur l'aggrégation induite par le collagène. La dernière partie a été consacrée aux « complexes immuns et plaquettes ». Il a été montré que certains purpuras thrombopéniques idiopathiques (PTI) comportent des complexes Ag-Ac circulants dont l'Ag est souvent viral, et qu'on a pu obtenir dans certains cas une rémission des PTI par l'injection de gammaglobulines spécifiques dirigées contre l'Ag du complexe. Les modalités d'interaction des différents types d'immunoglobulines et des plaquettes ont été rappelées ainsi que les conditions de fixation d'immunoglobulines radiomarquées à une structure

apparemment non protéique de la plaquette. La libération de 5-HT en présence de différents types de complexes Ag-Ac étudiés, certains étant monovalents dans des conditions d'équivalence Ag-Ac ou d'excès de l'un de ces composants.

- Publication

L'équipe « plaquette et hémostase » vient de faire paraître un livre intitulé : *Platelets : Physiology and pathology* rédigé par J. Caen, S. Cronberg and P. Kubisz, édité par Stratton Intercontinental medical book corp./New York.

Accompagnant les différents chapitres ce livre réunit les références bibliographiques les plus récentes concernant la physiologie et biochimie des plaquettes, le rôle des plaquettes en hémostase et thrombose, les fonctions des plaquettes dans les thrombopathies constitutionnelles et acquises, en pathologie clinique et enfin la pharmacologie plaquettaire.

- L'histoire tardiglaciaire de la végétation des Alpes méridionales

ERA n° 404 - Marseille

L'étude pollénanalytique de 18 sites principaux ayant donné matière à 39 diagrammes polliniques permet de retracer l'histoire de la végétation des Alpes méridionales françaises depuis quinze mille ans. Une étude préliminaire des pluies polliniques actuelles et l'utilisation de carottiers de grand diamètre autorisent une interprétation aussi fine et solide que possible de l'évolution des spectres. Une méthodologie de l'appréciation critique des dates radiométriques est esquissée à l'occasion de ce travail qui en utilise un nombre exceptionnellement élevé (98). L'histoire de la végétation des Alpes du Sud se singularise surtout par la précocité de la colonisation des surfaces nues périglaciaires (par des fruticées à *Juniperus*) comme de la suprématie des forêts de pins (marquée dès l'Allerød) puis de l'extension de la chênaie supra-méditerranéenne.

L'extraordinaire amplitude altitudinale des sapinières qui s'établissent dès le début de l'Atlantique (7 500 BP), puis les conséquences de l'action humaine sensible dès le Néolithique, marquée à l'âge du bronze dans les Alpes-Maritimes mais vraiment déterminante partout au Moyen-âge seulement, caractérisent aussi cette histoire.

Riches d'indications touchant la dynamique holocène des essences qui

Plaquette normale, traitée en cryodécoupage et étudiée en microscopie électronique de transmission : aspect externe de la partie interne du double feuillet membranaire (face A) : les particules représentant des protéines membranaires.



façonnent la végétation alpine actuelle. Le Chêne pubescent traduit l'existence de proches refuges Würmiens, le Mélèze révèle une aptitude naturelle à prospérer jusqu'à la base de l'étage montagnard, l'Épicéa est plus précoce dans les Alpes Maritimes que dans les régions duranciennes... ces résultats mettent surtout en évidence le rôle paléocologique fondamental des variations climatiques du début de l'Holocène, d'une part, de l'action humaine, d'autre part. Cette connaissance du passé suggère qu'exploitation et maintien de la forêt sont conciliables, que le mythe de la « forêt primitive » relève souvent d'un fixisme assez étroit et rejette les dogmes unificateurs (opposition des feuillus

aux résineux, par exemple). Surtout, elle met en évidence la valeur des modèles régionaux s'inspirant des évolutions historiques à long terme qui ont réellement eu lieu pour tenter d'en reproduire les processus d'une façon accélérée, au moins à moyen terme.

- Publications

RCP n° 358 - Paris

Frédéric François : « la syntaxe de l'enfant avant 5 ans » - éditions Larousse - Juin 1977.

- Vieillesse - Sommeil et activité mentale

RCP n° 471 - Paris

Choix des épreuves permettant de tester les performances et la vigilance. Ces tests doivent être sensibles aux

variations circadiennes de vigilance et apporter des éléments d'appréciation du vieillissement psychointellectuel chez des sujets entre 40 et 60 ans. Des questionnaires permettant l'analyse du rythme veille-sommeil sont réalisés.

L'étape suivante, prévue pour l'automne consiste à choisir des sujets âgés de 40 à 60 ans appartenant à des groupes socio-professionnels différents. Le choix sera effectué par questionnaires et interviews.

Une réunion de travail et de discussion avec d'autres équipes intéressées par ces problèmes est prévue pour début juillet.

- Etat et progression des recherches

Denise Petitbois (Al) - Meudon
La section « paléontologie des invertébrés » poursuit l'étude systématique des mollusques limniques du « continental terminal » du Niger et des mollusques marins du Crétacé inférieur de Tunisie.

Deux publications, sur le stratotype de l'Albien de l'Aube : observations paléocologiques et paléoclimatiques à l'aide des mollusques marins, sont parues en 1976-1977. L'étude des mollusques limniques et euryhalins du Quaternaire du Sahara (Libye, etc...) et d'Afrique est en cours de préparation, ainsi que la poursuite des recherches sur les mollusques *Pectinidae* du Néogène méditerranéen.

Sciences de l'homme

- Publication

Centre de documentation sciences humaines - Paris

Afin de mieux se faire connaître aux chercheurs en sciences humaines, le CDSH fait paraître une lettre d'information « Actualité du CDSH », qui est adressée à l'ensemble des formations de recherches propres et associées. Le sommaire du n° 1 est le suivant : éditorial - les échos : bibliographies « à la carte », une réalité : questions réponses sur les recherches en cours : stages - la CDSH et les régions - nouveautés : science politique et documentation administrative, socio-économie de la santé - échanges internationaux - congrès - nouvelles publications.

Deux volumes d'une nouvelle collection « cahiers d'histoire et de philosophie des sciences » : n° 1 B. Vidal : « l'évolution des théories sur la structure de la matière » (111 p.) - n° 2 J. Rosmorduc : « l'idée d'une structure de la lumière dans l'histoire de la physique. Des origines à Fresnel » (88 p.).

Dans le cadre de RHESUS (réseau d'information en sciences humaines de la santé) un numéro 0 de « l'économie de la santé » vient de paraître. Le plan de classement est le suivant : systèmes ou service de santé, médecine et médecins de ville, hôpital public et privé, consommation médicale, assurance maladie, enseignement, recherche.

- Résultats de recherche

Laboratoire des langues et civilisations à tradition orale - Paris

La description linguistique et ethnolinguistique et la tradition orale, opéra-

tions de longue durée, se poursuivent. Il s'agit là d'une opération de sauvetage de l'élément le plus vulnérable du patrimoine culturel de l'humanité, quotidiennement dégradé.

Les inventaires linguistiques ont déjà bien avancé en Océanie et en Afrique Centrale. Les inventaires ont pour but d'effectuer une couverture linguistique générale qui permet dans un deuxième temps de procéder à la comparaison génétique et typologique, définissant les familles et cernant les caractéristiques générales des groupes de langues. Les prolongements naturels de ces inventaires seront la constitution des atlas et les recherches comparatives et sociolinguistiques comprenant l'étude des français locaux.

L'étude des relations homme-milieu : l'actualité et l'urgence de ces études sont un objectif important du laboratoire dans une perspective à moyen terme. Ecosystèmes forestiers, savanicoles et sahélien en Guyane, Afrique Centrale, Tchad et Océanie sont en cours.

Publications :

Luc Bouquiaux - « Dictionnaire sango-français, français-sango ». Il s'agit d'un important ouvrage sur la langue nationale de Centrafrique. Il comprend 6 000 entrées illustrées de nombreux exemples, en orthographe standard et en transcription phonologique.

Jacqueline de La Fontinelle : « la langue de Houailou » (Nouvelle-Calédonie), Paris, SELAF (tradition orale, 17), 450 p. - 1976.

Françoise Ozanni-Rivière : « la taal, langue mélanésienne d'Ouvéa (Nouvelle-Calédonie) », Paris, SELAF (tradition orale, 20), 250 p. - 1976.

Luc Bouquiaux, France Cloarec-Heiss, Jacqueline M.C. Thomas : « Initiation à la phonétique : phonétique articulaire et phonétique distinctive », Paris, PUF, 290 p., fig., tableaux, (1 disque 33 t. 30 cm) - 1976.

Luc Bouquiaux : « Contes de Toli ou les avatars de l'araghe » (RCA), Paris, CILF-EDICEF (fleuve et flamme), 120 p. - 1976.

Luc Bouquiaux et Jacqueline M.C. Thomas : « Enquête et description des langues à tradition orale », Paris, SELAF (NS. 1), 3 vol., 950 p. (2^e édition, revue et augmentée) - 1976.

Nicole Tersis : « La mara de la vérité. Contes et musique zarma (Niger) », Paris, SELAF-ORSTOM (tradition orale, 18), 253 p. (2 disques 33 t. 17 cm) - 1976.

Franck Alvarez-Parreyre : « Contes et

tradition orale en Roumanie, la fonction pédagogique du conte populaire en Roumanie, Paris, SELAF (tradition orale), 400 p. - 1976.

- Publications

Laboratoire d'information et de documentation en géographie - Paris

Intergéo-bulletin vient de faire le point dans son numéro 44 sur la documentation cartographique en France. Cet article donne en particulier la liste des atlas français parus et le résultat d'une enquête sur les bibliothèques françaises : 64 bibliothèques, d'importance inégale, ont été recensées. Tout complément d'information sera le bienvenu.

La bibliographie cartographique internationale (BCI) qui donne la liste des cartes (topographiques et thématiques) et atlas édités chaque année dans le monde entier, a besoin d'être renouvelée et repensée. Des critères de choix sont à définir, le traitement à changer. Pour aider le laboratoire Intergéo dans cette tâche de réflexion, les laboratoires intéressés sont priés d'écrire à ce sujet, 191, rue Saint-Jacques - 75005 Paris - Tél. : 633.74.31. Par définition, la BCI touche à toutes les disciplines s'exprimant par la carte : pédologie, géologie, écologie, botanique, archéologie, etc... Cet appel s'adresse donc à l'ensemble des laboratoires producteurs et/ou utilisateurs de cartes thématiques.

Le laboratoire « Intergéo » lance à titre expérimental, à la suite de nombreuses demandes, une lettre d'information destinée à compléter Intergéo-bulletin en apportant des informations rapides aux géographes et aux utilisateurs de la géographie. La « lettre d'Intergéo » est diffusée à titre expérimental dès maintenant.

La bibliographie géographique internationale, désormais produite par ordinateur, continue sa parution : le numéro 2 vient de sortir.

- Recherches en Amérique Latine LA n° 111 - Paris

L'équipe animée par les géographes vient de publier les résultats de ses recherches en Amazonie : « Amazonies nouvelles » - Travaux et mémoires de l'institut des hautes études de l'Amérique Latine n° 30, 1977. La colonisation et la pénétration de l'élevage ont été étudiés dans la périphérie de l'Amazonie brésilienne (Maranhao, Mato-Grosso, Rondonia), tandis qu'au Pérou on comparait les franges pion-



Ce minerai de fer du Cerro Bolívar nationalisé en 1970 est le moteur du développement de Ciudad Guayana (Venezuela).

nières du Huallaga central à l'occupation traditionnelle des rives du río Tigre.

Le thème nouveau de l'impact des foyers industriels et énergéto-miniers en Amérique Latine donne lieu à des recherches sur le terrain au Mexique (sidérurgie de Las Truchas, pétrochimie de l'isthme de Tehuantepec) et au Venezuela (pôle industriel de Ciudad Guayana) en coordination avec des équipes et administrations locales (El Colegio de México, Corporación Venezolana de Guayana).

Une table ronde du CNRS (2-3 juin 1977) doit permettre de comparer les nouveaux foyers industriels latino-américains aux réalisations similaires en Afrique et en Asie, en insistant sur la question « des pôles de développement pour quels espaces, quels bénéficiaires ».

L'unité « histoire » du laboratoire a fait porter son programme quadriennal sur trois domaines : les hommes et la terre en Amérique Latine, rôle du territoire et de l'espace dans les pays andins (en collaboration avec l'unité d'ethno-histoire), histoire de la production agricole et rôle de l'Eglise dans cette production. Une étude interdisciplinaire sur les « groupes de précision dans l'histoire politique, économique et culturelle de l'Amérique Latine et de ses relations avec la France » donnera lieu à une publication. Plusieurs études particulières, sur les problèmes de l'évolution historique du bassin de la Plata, sur le rôle de la présence française, et la mise en valeur des pays du Patana moyen feront l'objet d'un ouvrage particulier.

Le groupe de recherche sur les sociétés indiennes paysannes, publie plusieurs documents de travail relatifs aux mouvements indiens en Colombie, en Bolivie et dans les Andes d'Amazonas (Pérou). Il seront publiés dans un numéro spécial des cahiers des Amériques Latines.

- Relations Est-Ouest

LA n° 129 - Paris

L'une des missions fondamentales de la recherche en sciences humaines consiste en l'étude du monde contemporain, notamment par l'analyse des phénomènes politiques, économiques, sociaux et culturels dans des zones géographiques larges. Pour ce qui le concerne, le laboratoire de slavistique veut s'efforcer de contribuer à cet approfondissement de la connaissance du monde soviétique et de l'est européen ; en particulier, il est apparu utile de coordonner les recherches et les rencontres scientifiques concernant un champ important, celui des relations entre ces pays et le reste du monde. Par simplification, on a retenu le terme de « relations Est-Ouest » pour qualifier ces relations.

Dans ce but, il est constitué un centre d'études qui aura pour principales missions :

- de contribuer à des contacts scientifiques entre les universitaires intéressés par ces problèmes et les milieux professionnels appelés à agir dans ces relations à des titres différents (diplomates, hommes d'affaires, administrateurs, hauts fonctionnaires civils et militaires, journalistes, etc.)
- d'aider à collecter et à réunir do-

cuments et travaux de recherche en cours ou achevés dans ces domaines ;

- de contribuer ponctuellement à des enquêtes ou travaux de recherche dans ces domaines.

Les moyens dont dispose actuellement le laboratoire sont trop faibles pour pouvoir, en un premier temps, dépasser le simple stade de la mise en route ; celle-ci prendra la forme de tables rondes ou de colloques réunissant les spécialistes, professionnels et universitaires. Mais on peut envisager ensuite, lorsque les premières réunions auront eu lieu, d'organiser un véritable centre de documentation et de travail sur des sujets relativement précis.

Une telle organisation n'entend pas ignorer d'autres centres déjà existants ou en cours de constitution ; elle reste persuadée qu'en définissant à la fois son propre champ d'activités et en se proposant de mener à bien des études véritablement scientifiques, elle pourra contribuer au mutuel enrichissement des « acteurs », professionnels des relations Est-Ouest, et des « observateurs », que sont par définition les universitaires ; bien entendu les habitudes traditionnelles de totale liberté d'expression et de pensée, propres à tout organisme universitaire français, seront conservées. Deux réunions ont déjà eu lieu sur « l'influence de la crise économique actuelle sur les relations Est-Ouest ».

- Résultats de recherche

LA n° 151 - Aix-en-Provence

Archéologie sous-marine : l'équipe a pris des contacts avec des organismes et personnalités scientifiques anglaises et néerlandaises travaillant dans le domaine de l'archéologie navale, à l'occasion de missions effectuées dans le cadre des conventions d'échange. Des conférences sur les fouilles de l'épave de la Madrague de Giens (avec projection du film « les amphores de Paphos ») ont été données au national maritime muséum à l'université de St-Andrews, à l'université de Bristol et à l'université d'Amsterdam.

Colonisation grecque en méditerranée occidentale : l'institut d'archéologie méditerranéenne a participé aux travaux de la mission franco-italienne de Metaponte. Le programme comportait l'achèvement des relevés de la zone II du territoire rural de la cité où des traces de cadastration antique sont encore apparentes.

À l'issue de la campagne, ces travaux peuvent être considérés comme ter-

miné sur une superficie de 500 ha entre les fleuves Basanto et Cavone. Ils ont permis de recenser plusieurs centaines d'habitations rurales d'époque hellénique. Il reste à définir les rapports entre cette occupation désordonnée de l'arrière pays ménapontin et le découpage en parallélogramme du cadastre de cette région.

Chantier de la bourse à Marseille : une courte campagne de fouille a été effectuée en octobre 1976 à l'occasion du stage du SETAR (enseignement des techniques de l'archéologie). Les travaux dont le but était de compléter les résultats de la campagne 1975 ont porté sur une voie cardinale extra muros en avant de la tour nord de l'entrée de la ville, ainsi que sur le raccordement entre ce dernier ouvrage et le mur de soutènement dit « mur de Crinas ». Cette jonction s'effectuait par un dispositif en double retour d'équerre et de même structure que le mur à empiétement mis au jour en arrière de la tour nord.

Sud de la Gaule : dans le cadre de l'ATP « temps » dont l'objectif est la détermination des périodes d'occupation du sol en Provence depuis le bronze final jusqu'à l'établissement de la domination romaine, les premières prospections sur le terrain ont eu lieu à l'Ouest et au Sud de l'étang de Berre. Plusieurs sections d'une liaison terrestre ont été mises en évidence, sous forme de chemins à ornières taillées entre Saint-Blaise et Istres d'une part, entre Saint-Blaise et Marseille d'autre part. Cet itinéraire relié à une série d'oppida connus, peut-être suivi par les photographies aériennes, dans le tracé de l'ancienne « cerrière ariésienne » jusque dans la région de Trets.

- Recherches préhistoriques au Sahara

LA n° 164 - Aix-en-Provence

Les chercheurs du laboratoire d'anthropologie, de préhistoire et d'ethnologie des pays de la méditerranée occidentale ont participé à deux missions au Sahara.

La première, en collaboration avec le CRAPE (Alger) avait pour but la reprise des fouilles du très important gisement de Ti-n-Hanakaten (4ème campagne). Ce gisement sous grotte est situé au Tassili n'Ajjer à 5 h de parcours tous terrains au Sud de Djinet, à plus de 2 500 km au S.E. d'Alger. Les fouilles ont dégagé des squelettes d'hommes néolithiques (IVème millénaire av. J.C.) et pour la première fois au Sahara, il a été pris des moulages

au latex et au plâtre de ces sépultures. La conservation des documents est tout à fait remarquable, fruits séchés, ficelles et vanneries, statuettes en terre cuite accompagnant les habituels outils en roche dure et poteries. Ce gisement stratifié comporte de bas en haut deux couches paléolithiques, une masse de sable dunaire épaisse d'un mètre, un horizon peut-être épipaléolithique, avec industrie en quartz, et de très nombreux niveaux néolithiques sur une épaisseur de 3,50 m. Des échantillons recueillis dans la partie médiane des couches néolithiques sont antérieurs au milieu du VII^e millénaire. Des peintures rupestres nombreuses ont été reconnues dans la grotte même et au voisinage.

La seconde mission, conduite dans le cadre de la RCP n° 322, en collaboration avec l'institut nigérien de recherches en sciences humaines, s'est déroulée de novembre 1976 à mars 1977, dans le Sahara nigérien. Tandis qu'une équipe explorait le Djado et commençait la fouille d'un gisement atérien, l'activité principale portait sur l'inventaire et le sauvetage des sites archéologiques se trouvant dans la région de Tegulda-in-Tassoum et In-Gail, menacées par la future implantation d'usines destinées à l'exploitation de l'uranium.

Quatre-vingt-six sites allant du néolithique à la période médiévale ont pu être localisés. Différents sondages ont permis l'étude de certains d'entre eux. Il a été reconnu en particulier : l'existence de deux faciès distincts du néolithique dont l'un est caractérisé par la présence d'une très belle céramique (50 vases entiers ou reconstituables ont été recueillis) ainsi que des figurines en terre cuite ; un type inconnu de monument funéraire qui sera daté ; la présence d'une civilisation nouvelle de l'époque du Fer dont l'âge, qui paraît ancien, pourra prochainement être précisé.

- Législation comparée

ERA n° 285 - Paris

Pour la société de législation comparée, le début de l'année 1977 a surtout été marqué par la tenue de la 5ème rencontre juridique franco-soviétique. A cette occasion, une délégation d'une dizaine de juristes soviétiques est venue à Paris du 11 au 17 février. Au cours des séances de travail auxquelles assistaient de nombreux juristes français : membres du Conseil d'Etat, magistrats, professeurs et avocats ainsi que des chercheurs du CNRS, les sujets suivants furent traités

par un rapporteur français et un rapporteur soviétique, le juge unique : Les principes généraux de la fonction publique, la méthodologie du droit pénal comparé et de la criminologie comparée. Ces séances donnèrent lieu à de nombreuses interventions et furent suivies de discussions très animées.

D'autre part le 21 janvier, lors de l'assemblée générale de la société, le professeur J.A. Jolowicz, de Cambridge, a présenté un très intéressant exposé sur : l'expert, le témoin et le juge dans le procès civil en droits français et anglais, qui est publié dans le numéro II-1977 de la revue internationale de droit comparé, éditée par la société de législation comparée avec le concours du CNRS. Le numéro III-1977 de cette même revue publiera l'exposé présenté par le professeur Arthur von Mehren, de l'université Harvard le 4 mai, sur : l'apport du droit comparé à la théorie et la pratique du droit international privé.

Les deuxième journées juridiques franco-allemandes se sont tenues à Trèves, les 13 et 14 mai sur les thèmes :

- la protection contre le bruit dû à la circulation routière ;
- la protection contre le bruit des avions y compris les dommages provoqués par le « bang » et la proximité des aéroports.

Les deuxième journées juridiques franco-bulgares ont eu lieu à Sofia-Varna, du 30 au 5 juin sur les thèmes :

- participation en territoire bulgare de firmes françaises aux activités économiques d'entreprises bulgares ;
- les entreprises conjointes franco-bulgares instituées en France ainsi que sur les territoires d'Etats tiers.

La cinquième rencontre juridique franco-roumaine (Paris-Montpellier, 10-15 octobre 1977) sur les formes de participation de l'Etat et des coopératives à l'activité économique ; les tendances dans l'évolution de la personnalité juridique en droits roumain et français ; le système de protection des inventions, instrument de réduction des décalages économiques existant entre les Etats.

- Publication d'une revue

ERA n° 350 - Paris

La publication d'une revue a été entreprise au centre de recherches linguistiques sur l'Asie orientale. Intitulée « Cahiers de linguistique - Asie orientale », cette revue paraîtra deux fois par an, et chaque numéro comportera une centaine de pages. Le premier vo-

lume a paru en mars 1977.

Cette revue publiera :

- des articles sur toutes les langues d'Asie orientale en phonologie, syntaxe ou sémantique. Seront présentées aussi bien des descriptions monographiques que des études théoriques. Les articles seront, pour l'essentiel, rédigés en français ou en anglais ;
- des comptes rendus et des chroniques sur l'état d'une question ;
- un relevé bibliographique détaillé des ouvrages et articles de périodiques (par exemple en 1977, les publications de 1975). Ce relevé couvrira les mêmes domaines que la revue. Pour tout renseignement, s'adresser à la rédaction de la revue à l'adresse suivante : Cahiers de linguistique — Asie Orientale EHESS — 34, boulevard Raspail — 75006 Paris.

— L'informatique pour les archives des papes d'Avignon

RCP n° 484 — Bordeaux

Le RCP 484 a été créé le 1er mars 1977.

Elle a pour objet le traitement informatique des suppliques et des lettres communes des papes d'Avignon. Elle associe les archives départementales du Vaucluse où se trouve déjà l'équipe qui assure l'édition des lettres communes des papes d'Avignon, l'Ecole de Rome, qui est chargée depuis près d'un siècle de cette grande œuvre, l'Institut de recherche et d'histoire des textes et plusieurs chercheurs qui, par leurs investigations dans les archives du Vatican, sont d'excellents connaisseurs des documents sur lesquels porte le programme de recherche.

Pour le début de l'entreprise, le choix s'est porté sur les suppliques et les lettres communes du pontificat d'Urbain V (1362-1370) : la raison en est que l'équipe d'Avignon s'occupe actuellement de l'édition des lettres communes de ce pape ; les dépouillements sont donc engagés.

Suppliques et lettres communes constituent deux séries parallèles de documents, la plupart des lettres répondant aux demandes présentées dans les suppliques. Toutefois la concordance n'est pas complète et les renseigne-

ments portés sur la supplique ne sont pas tous repris par la lettre qui accorde la grâce sollicitée. La richesse des informations fournies est exceptionnelle : sur leur demandeurs, leur origine géographique, leurs grades universitaires, leur carrière, sur leurs protecteurs (cardinaux, souverains, seigneurs), sur la nature de la faveur attendue, qui est très souvent bénéfice ecclésiastique, que le pape concède ou qu'il promet. La prosopographie de plusieurs milliers de personnages de l'Eglise, des universités, des cours et administrations, la géographie des institutions ecclésiastiques disposent, avec suppliques et lettres communes, de sources majeures.

Beaucoup de chercheurs individuels se sont avisés depuis longtemps de l'intérêt de ces fonds. Mais aucune exploitation systématique n'en a été faite. L'informatique autorise la mise en mémoire d'ordinateur de toutes les informations : elle permet la sortie de listings des noms de personnes et des noms de lieux, avec toutes les références recueillies ; elle est susceptible de fournir des réponses aux historiens qui poseront des questions particulières, grâce aux tris qu'elle peut opérer.

Les premiers mois d'existence de la RCP ont été consacrés à la mise au point de la méthode : confection de notices enregistrant toutes les données contenues dans les documents (qui sont micro-filmés), transcription en langage codé. L'importance du travail à effectuer est suggérée par quelques évaluations chiffrées : les registres des quatre premières années d'Urbain V renferment environ 23 500 suppliques ; les lettres communes délivrées en huit ans de règne sont de l'ordre de 30 000 ; 130 précisions différentes ont été décelées dans la nature des demandes agréées par le pape.

— Régime juridique de l'espace océanique

RCP n° 258 — Nice

Trois journées de travail ont eu lieu les 24, 25 et 26 mars 1977 sur les problèmes juridiques de la protection de l'environnement marin dans la zone

économique des pays industriels. Elles ont porté sur les différents points suivants :

- la genèse de la notion de zone économique exclusive (ZEE) et la volonté de protéger l'environnement marin ;
- la place faite à la protection de l'environnement marin dans la ZEE par le texte unique de négociation de la III^e conférence sur le droit de la mer ;
- la place faite à la protection de l'environnement marin dans la ZEE par les législations nationales ou régionales, actuellement en vigueur ou en préparation ;
- problèmes de pollutions transfrontalières entre zones économiques voisines ;
- perspectives à court, moyen et long terme.

Ces journées ont réuni de nombreuses personnalités diplomatiques et universitaires et se sont déroulées sous l'égide de l'OCDE.

— Rectification

Georges Laplace (AI)

Le centre de paléontologie stratigraphique, organisme autonome de recherche créé en 1968 avec le soutien du comité scientifique du parc national des Pyrénées au musée d'Arudy en vallée d'Ossau, est totalement indépendant de l'Institut du Quaternaire. Son domaine de recherche se situe essentiellement dans les montagnes et le piémont de Bigorre, Béarn, Soule, Navarre et Labourd. Le centre exerce trois activités spécifiques : recherches de typologie analytique et structurale et de statistique descriptive appliquée à la paléontologie, prospections (plateau de Lannemezan) et fouilles (Abri Olha en Labourd, grotte Gatzarria en Soule, grottes du Poymali et des Bigorats en vallée d'Ossau, tumulus du plateau de Gerl), organisation de séminaires annuels de typologie analytique en liaison avec des chercheurs et universitaires français, italiens, espagnols et suisses en France (Arudy), en Italie (Florence) et en Espagne (Morella). Depuis 1971 le centre assume, avec la collaboration des géologues et écolistes de l'université de Pau, l'unité de valeur de préhistoire. Enfin, il édite les « cahiers de typologie analytique ».

Erratum

Dans le n° 23 — Janvier 1977, page 79, 1^{ère} colonne, 4 lignes avant la fin, il fallait lire « le cas des équidés fossiles ».

La vie des laboratoires

- Cours de formation
interdisciplinaire

Centre de biophysique moléculaire
- Orléans

Sous les auspices des communautés européennes, le centre de biophysique moléculaire organise du 12 au 25 septembre un cours de formation interdisciplinaire sur le thème « Structure et fonctions des membranes biologiques. Aspects moléculaires ». Ce cours est destiné à des jeunes chercheurs désirant s'initier à la biologie moléculaire et à la radiobiologie. Pour tous renseignements, s'adresser au centre de biophysique moléculaire - Avenue de la recherche scientifique - 45045 Orléans Cedex - Tél. 63 10 04

Séjours de longue durée de personnalités scientifiques étrangères

- Séjour au laboratoire d'automatique et d'analyse des systèmes, de Toulouse, de M. Alberto Clementino Mesquita de la PUC, Rio de Janeiro, jusqu'au mois de mai 1978 et du professeur John Meyer, du département of electrical and computer engineering, Michigan, Etats-Unis, jusqu'au mois de juillet.
- Séjour au laboratoire de physiologie nerveuse, de Gif-sur-Yvette, du professeur Larry G. Stark, associate professor of pharmacology, de l'université de Californie, Davis, Etats-Unis, jusqu'au mois d'octobre.

- Séjour au sein de l'équipe « madréporaires actuels et fossiles et invertébrés primitifs fossiles » (ER n° 154), de Paris, du Dr. R. Gangoiff (Berkeley, Etats-Unis) au mois de juillet (systématique et paléocologie. Comparaisons entre Cambrien des Etats-Unis et de Sardaigne), et du professeur A. Rozanov, de Moscou, au mois d'octobre (études des principaux types de structure chez les archéocyathes).

- Séjour au laboratoire des interactions moléculaires et des hautes pressions, de Villataneuse, de M.D.W. Oxtoby, professeur-assistant à l'université de Chicago, jusqu'au mois de juillet.

Théoricien en physique moléculaire, M. Oxtoby s'intéresse particulièrement au calcul de la polarisabilité d'un couple d'atomes ou de molécules en interaction. Il travaille

en liaison avec les chercheurs du laboratoire qui s'occupent des problèmes de constante diélectrique et de dépolarisation de la lumière diffusée dans les fluides denses.

- Séjour pour une année sabbatique au centre de neurochimie, de Strasbourg, de M. Corneille Radonco-Thomas, professeur de pharmacologie à l'université Laval de Québec et Mme Simone Radonco-Thomas, directeur de recherche de la même université, jusqu'au mois d'avril 1978.

- Séjour pour une durée de trois mois à l'institut de physique nucléaire d'Orsay, de M. Cabell B. Finch, de l'Oak Ridge national laboratory, spécialiste de l'élaboration de monocristaux réfractaires et de monocristaux dopés avec des éléments transuraniens.

Bravota

Liste des brevets déposés auprès de l'Anvar, issus de laboratoire du CNRS, publiés au cours des mois de février, mars et avril 1977 dans le bulletin officiel de la propriété industrielle (BOPI).

2.313.078 (A1) (75 04803) : - 7 février 1975.
A 91 K 47/00 - Composition à base d'huile végétale métabolisable et d'eau, utilisable notamment pour la constitution de préparations adjuvantes, les proportions adjuvantes et leur procédé d'obtention (Invention) : Françoise Audbert, Edgar Sadere et Louis Cheddi. - Institut de chimie des substances naturelles. - GR-AN-Vente.

2.313.389.1411 (75 17716) - 6 juin 1975.
CORF 1/02 - CORF 283/00. - Nouveaux amorceurs de polymérisation organolithiens bifonctionnels et leurs applications, en particulier pour l'obtention d'élastomères thermo-plastiques. Invention : Michel Fontanille, Patrick Guyot, Pierre Sigwalt et Jean-Pierre Valérie. - Laboratoire de chimie macromoléculaire.

2.313.937 (ATI) (25 17872) - 9 juin 1978.
4.01 K21/XD - C07 H 19/18 - Médicament à base de 5' phosphates de l'adénosine (Orventon): Mals Robert-Gerd, Philippe Vigier, Constantia Binn et Edgar Lederer; - Institut de chimie des substances naturelles - Gif-sur-Yvette.

2.214.208 (A1) (35.18203) - 12 juin 1978.
CORO 83/00. - Nouveaux polymères oxydantocou-
teurs poly-couverts, leurs procédés de régénération
électrochimique et dispositif pour la mise en œuvre
de ceux-ci (Invention: René Buset, Roger Vellot, Ri-
chard Meunier, Jacques Gel et Liang Tai Yu). - La-
boratoire d'électrochimie électrochimique.

2.314.263 (A1) (78-18680) - 13 juin 1978
C23 C 13/00, 11/00. - Procédé de réalisation d'un dépôt de corps à base de métal ou métalloïde (Invention). Georges Constant, Francis Daboul et Roland Muranschel. - Laboratoire de chimie minérale et physicochimie et de métallurgie physique.

2.313.254 (A1) (73 23948) - 28 juin 1973
B 03 B 1/28 - Aile hydrodynamique pour bâtiment de navigation (Invention; Alain Rowe) - Institut de mécanique de Grenoble

2.214.105 (A1) (75.18568) - 13 juin 1978.
COTC 15/20, 29/18, 103/20 - G11C 13/02 -
Nouveaux bis (anthryl-8) alcanes et leur préparation
(Invention: Michèle Dahey, Guy Félix René Le-
poyrade et Henri Bouze-Laurent) - Laboratoire de
chimie organique.

2.014.165 (AT) (76.18559) - 13 juin 1875.
C 07 C 43/00 - D 11 C 13 02. - Nouveaux dérivés
isoanthrylés et diaphéanthrylés. Onverogen, Guy
Félic, René Lapoussé et Henri Boussé-Laurent. -
Laboratoire de chimie organique.

2.315.723 (A2) (75.18778) - 24 juin 1976.
G 00 F 11/00. - Dispositif de contrôle instantané de
vitesse/distance d'urgence pour véhicules de sauto de
quadrées. - Centre d'information de gestion.

2.215.889 (A1) (TS 18857) - 29 juin 1876.
G01 K 7/04 - Réseau maille de conducteurs élec-
triques, notamment pour mesure de températures
(Invent. J.R. Callaghan) - Laboratoire d'aéro-
thermique.

2.318.826 (A1) 176.189011. - 28 juin 1975.
C09 K 11/08 - G01 T 1/200 - G21 H 1/12 -
A81 H 31/00. - Composés luminescents à base de té-
trathiomuonide d'uranium (Invention) Roger Carlier, Mi-
chel Genet, Michel Hussacq et Jean-Claude Kry-
hal - Institut de physique nucléaire.

2.315.723 (AZ) (75 10778) - 24 juin 1975.
C 00 F 11/00. - Dispositif de contrôle instantané de
viesse/absence décimale pour terminaux de saie de
données. - 1ère addition au brev. 73 24393 pris le
2 juillet 1973. - Centre d'informatique de gestion

2.315.227 (A1) 175 (19960) - 25 juin 1975.
A/61 K 31/58 - C 07 D 488/22. - Nouveaux dérivés
pentacycliques, leur préparation et les compositions
qui les contiennent (Invention : Claude Thé, Richard
Besselièvre, Henri Philippe Humon et Pierre Pédrot).
- Institut de chimie des substances naturelles - Gif-
sur-Yvette.

2316.189 (A2) (75.21072). 4 juillet 1975.
COI P 25708; CCI P 3000 - H 01; 2812 - Di-
phosphure de biphényl hydrogène (linéaire). Jean-
François Briss, René Gerardin, Abdelati El Makhout,
Jean-Pierre Motte, Michel Zanna, François Jeannot,
Charles Gledier et Jacques Aubry. - Laboratoire de
chimie minérale A.

2 315 277 (A1) (75 10060) - 25 juin 1978
A 61 K 31/55 - C07 D 499/22 - Nouveaux dérivés
pentacycliques, leur préparation et les compositions
qui les contiennent [Invention: Claude Thé, Richard
Bessières, Henri Philippe Huxson et Pierre Pottier]
- Institut de chimie des substances naturelles, Gr
suis-Viviers.

2.218.025 (A1) (TS 21075) - 4 juillet 1975.
B2213-45/00-41/08 - H 01 F 17/00 - Dispositif électromagnétique de confinement des métaux liquides (inventeur: Marcel Garmier et René Monneau) - Laboratoire de métallurgie des Roches.

2.316.486(A1) (75.20830) - 1er juillet 1978.
F16 J 15/02. - Joint métallique étanche aux gaz
pour de très hautes pressions et pour une très large
gamme de températures aussi bien très basses que
hautes (invention). Pierre Fiquière, Michel Ghellens-
leu et Henri Siewert. - Laboratoire de physico-
chimie des rayonnements.

2.316.629 (A1) (75 21074). - 4 juillet 1976.
G 03 C 5/02 - Procédé de détermination du facteur de contraste d'un film photographique et contra-
tomètre (inversion). Nicole Asbacher et Michel Gu-
granti. Laboratoire de physique générale et d'opti-
que.

2.216.720 (A1) (75.21078) - 4 juillet 1978.
H 01 J 13/50 - B 64 G 1/20 - H 01 J 17/40. - Dispositif de création d'arc électrique, et organe producteur et source lumineuse comportant un tel dispositif (invention : Habbé Minoo). - Laboratoire de physique des plasmas.

2.317.936 (A1) (75 20889) - **8 juillet 1976.**
A 61 K 31/06 - C 07 F 9/38. - Nouveaux dérivés de l'acide cis-époxy-1,2 propylphosphorique et médicaments contenant notamment comme principes actifs des dérivés de l'acide cis-époxy-1,2 propylphosphorique sous forme hexogyre (Invention: Pierre Chabrier de Lasseuilère, Nguyen Thanh Thuong et Christian Jean-Marie Varnin, Pr. Grande-Bretagne: 18 juillet 1975 (2. demandes), n° 29198/75 et 29915/75 et 27 août 1975, n° 38297/75). - Laboratoire de chimie organique du phosphore - IER 41 - Orléans.

2.317.963 (A2) (75 22586) - **18 juillet 1976.**
B 01 D 8/00, 17/08 - C 23 B 9/00 - C 22 C 2/00. - Procédé de séparation d'un corps, notamment en phase solide à partir d'une matrice en phase liquide (Invention: Jean Driou, Odette Allibert, Etienne Bonnier et Alain Wicker, 27 août 1975 au brevet n° 69 16423 pris le 30 mai 1965). - Laboratoire de thermodynamique et physicochimie métallurgique.

2.319.886 (A1) (75 23884) - **31 juillet 1976.**
G 01 N 25/20. - Calorimètre pour mesure sous des pressions supérieures au kilobar (Invention: Jean Ter-Minassian, Philippe Pruzan, Pierre Figliani et Henri Szwarc). - Laboratoire de chimie physique.

2.319.873 (A1) (75 23578) - **29 juillet 1976.**
A 61 K 31/70 - C 07 H 13/08. - Nouveau procédé d'asséparation sélective des fonctions alcool primaire de diolsides et produits ainsi obtenus (Invention: Récot Taubiana, Marie-Joséphine Carreau Epoux Taubiana, Brupsch Das et Edgar Ladere). - Institut de chimie des substances naturelles, Orléans-Yvette.

2.320.107 (A1) (75 24440) - **8 août 1976.**
A 61 K 37/02 - C 07 H 15/02. - Nouveaux adjuvants immunologiques, procédé pour leur obtention et compositions les contenant (Invention: Pierre Jolles et Daniel Mignone Samuël). - Laboratoire de chimie biologique.

2.320.811 (A1) (75 25483) - **14 août 1976.**
B 23 P 3/02 - C 22 F 1/08 - C 22 C 8/01, 8/04. - Perfectionnements apportés aux moyens pour réaliser des revêtements sur des surfaces métalliques (Invention: Eberhardt, Suty et Baudelet). - Laboratoire de physique et de technologie des matériaux.

2.321.288 (A1) (75 24160) - **1er août 1976.**
A 61 K 45/02. - Procédé de préparation de produits à activité interféron (Invention: Minh-Nguy Thang, Edward De Meyer, Luc Moutignier et Dac Chi Thang). - Institut de biologie physico-chimique.

2.321.220 (A2) (75 25587) - **18 août 1976.**
B 01 J 1/34. - Procédé et dispositif pour la régulation d'un bain de matière fondue, notamment en vue d'une solidification dirigée (Invention: Jean-Michel Quenisset, Roger Naslain et Paul Hagenmüller). - Laboratoire de chimie du solide, Toulouse.

Rencontres

Colloques Internationaux du CNRS

22-24 août - Paris

« L'économétrie des données individuelles temporelles », colloque organisé par MM. J. Mairesse, E. Malinvaud et P. Mazodier de l'institut national de la statistique et des études économiques.

6-9 septembre - Marseille

« Phases bidimensionnelles adsorbées », colloque organisé par le professeur M. Bienfeld et M.J. Suzanne, maître-assistant à l'université d'Aix-Marseille II.

6-10 septembre - Bordeaux

« La biologie cellulaire des processus

neurocrétoires hypothalamiques », colloque organisé par le professeur J.D. Vincent, responsable de l'ERA n° 493 « équipe de neurobiologie des hormones et comportements », de Bordeaux.

19-23 septembre - Lyon

« Les martyrs de Lyon de 177 » (origines du christianisme en Gaule), colloque organisé par le professeur J. Rougé, responsable de l'ERA n° 645: « Institut des sources chrétiennes » de Lyon et le professeur R. Turcan, co-responsable de l'ERA n° 646: « latinité et archéologie en Gaule », de Lyon.

17-19 octobre - Paris

« La religion populaire », colloque organisé par M. G. Dusbosq, conseiller d'état, vice-président du conseil international des archives; M.B. Plongeron, maître de recherche au CNRS et M.D. Robert, directeur d'études à l'école des hautes études en sciences sociales.

3-5 novembre - Lyon

« Les relations entre processus catalytiques homogènes et hétérogènes », colloque organisé par M. B. Imelik, directeur de l'institut de recherche sur la catalyse de Lyon et MM. C. Naccache, I. Tkatchenko, et J.M. Bassat, de ce même institut.

Tables rondes du CNRS

1er-4 août - Nagoya

Colloque franco-japonais sur « la structure des carbones et des graphites », organisé par le professeur X. Duval du centre de cinétique physique et chimique de Villers-Nancy et le professeur T. Noda de l'université de Nagoya.

1er-21 août - Paris

« Développement récents de la théorie quantique des champs », table ronde organisée par le professeur Ph. Meyer, directeur du laboratoire de physique théorique (CNRS) - Ecole normale supérieure - Paris.

Septembre ou octobre - Toulouse

« Automation et travailleur industriels », table ronde organisée par Mme Y. Lucas, responsable de l'équipe « Automation ». Centre de recherches sociologiques - Université de Toulouse - La Mirail.

2-8 septembre - Annecy

GECD XVIII, table ronde organisée par le professeur J. Sommer, LA n° 81 « chimie organique appliquée » - Institut de chimie - Strasbourg et MM. D. Lafort et Nguyen Trong Auh, maîtres de recherche au CNRS.

5-9 septembre - Royanmont

« Comportements déviants et attitudes de la population à leur égard », table ronde organisée par M. D. Kalogeropoulos, centre de recherches criminologiques - Université de Paris VII.

6-8 septembre - Toulouse

Séminaire sur « la commande et la gestion des ensembles industriels complexes », organisé par M. A. Titi, responsable de la division « systèmes complexes » du LAAS (CNRS) - Toulouse - et le professeur M.G. Singh, maître de conférences à l'université Paul-Sabatier - Toulouse III.

20 septembre - 1er octobre - Rennes et Marseille

« Problèmes de la chaîne calédonienne », table ronde organisée par le professeur J. Sougy, directeur du LA n° 132 « études géologiques ouest-africaines » - Faculté des sciences et techniques Saint-Jérôme - Marseille.

19-23 septembre - Tours

5ème colloque sur « la spectroscopie moléculaire à haute résolution », organisé par M. le professeur G. Amat, responsable de l'ER n° 135 « laboratoire de physique moléculaire et d'optique atmosphérique » - Université de Paris XI.

26 septembre - 1er octobre - Antibes

Colloque franco-tchécoslovaque sur « la spécificité des insectes entomophages » organisé par M. G. Ipari, station de zoologie et de lutte biologique - Centre de recherches agronomiques d'Antibes et M. Ivo Hodek - Institut d'entomologie de Prague.

29 septembre - 1er octobre - Paris/CNRS

Colloque franco-allemand sur « traitement des manuscrits inédits », organisé par M. L. Hay, directeur du centre d'histoire et d'analyse de manuscrits moderne (ER n° 170) - Ecole normale supérieure - Paris; et M. W. Woelker, directeur de l'institut de germanistique - Université de Münster.

Octobre - Suse

« Stratigraphie et chronologie de l'Iran du Sud-Ouest et de la Mésopotamie », table ronde organisée par M. J. Perrot, directeur de recherche au CNRS - Délégation archéologique française en Iran.

10-12 octobre - Nancy

« La traduction de la Bible en française-histoire, problèmes, méthodes et instruments de référence », table ronde organisée par le professeur G. Weil, chef

du département sémitique du CRAL et de la section biblique et massorétique de l'institut de recherche et d'histoire des textes de Nancy II.

Manifestations scientifiques

2-5 août - Waterloo (Canada)

Troisième congrès international d'informatique appliquée aux humanités, organisé par les universités de Montréal et de Waterloo.

15-19 août - Toronto (Canada)

Conférence internationale sur la physique des métaux de transition, organisée par M. Gauthier, laboratoire d'électronique des solides - 4, rue Blaise Pascal - 67000 Strasbourg - tél. (88) 61.48.30

17-25 août - Strasbourg

Second symposium international sur l'interaction eau-roche, organisé par le docteur Yves Tardy, Institut de géologie - 1, rue Blessig - 67084 Strasbourg Cedex.

18-24 août - Boston (USA)

8ème conférence internationale sur l'optique avec les rayons X et la micro-analyse, organisée par M. Castaing, laboratoire de physique des solides - Bâtiment 510 - Université Paris XI - 91405 Orsay Cedex.

22-26 août - Zurich (Suisse)

7ème conférence internationale sur la physique des hautes énergies et la structure nucléaire organisée par Mme Faraggi - 53, rue de la Fontaine Griot - 92340 Bourg-la-Reine.

25-31 août - Hambourg

Symposium international sur les interactions photon-lepton aux hautes énergies, organisée par M. Pérez y Jorba, laboratoire de l'accélérateur linéaire - Bâtiment 200 - Université Paris XI - 91405 Orsay Cedex.

4-9 septembre - Lyndhurst (Grande-Bretagne)

13th international symposium on free radicals, organisé par M. Lesch, laboratoire de photophysique moléculaire - Bâtiment 213 - Université Paris XI - 91405 Orsay Cedex.

5-10 septembre - Tokyo (Japon)

Conférence internationale sur la structure nucléaire, organisée par M. Yoccoz, directeur de l'IN2P3 - 11, rue Pierre et Marie Curie - 75231 Paris Cedex 05

12-16 septembre - Wrocław (Pologne)

13ème congrès européen sur la spectroscopie moléculaire, organisé par M. Granet, laboratoire de l'infrarouge -

Université Paris XI - 91405 Orsay Cedex.

13-16 septembre - Lyon

« Les effets des rugosités dans les problèmes de lubrification ». Le programme portera sur : les limitations de l'équation de Reynolds pour l'étude des surfaces rugueuses ; l'hydrodynamique, l'élastohydrodynamique des surfaces rugueuses ; la lubrification mixte ; les effets des rugosités sur les performances et les avaries dans les contacts lubrifiés ; le rodage. Pour tous renseignements, s'adresser à M. D. Berthe - laboratoire de mécanique des contacts - Bâtiment 113 - Institut national des sciences appliquées de Lyon - 20, avenue Albert Einstein - 69621 Villeurbanne Cedex.

19-24 septembre - Leningrad (URSS)

4ème conférence internationale sur la ferroélectricité, organisée par M. Godafroy, laboratoire de diélectrique, faculté des sciences (MIPC) - Bâtiment Mirande - 21000 Dijon - Tél. (80) 41.00.34 poste 750 ou 748.

12-24 septembre 1977 - Lille

Ecoles internationales sur la méthodologie de la structure et du métabolisme des glycoconjugués. Les enseignements concernent l'isolement des oligosaccharides et des glycoconjugués, le dosage des glucides, les procédés chimiques, physiques enzymatiques d'exploration de la structure des glucides, les glycosidases et glycosyltransférases et les biomembranes. Pour tous renseignements, s'adresser à M. J. Montreuil ou M.G. Spik - Université des sciences et techniques de Lille I - Laboratoire de chimie biologique - B.P. n° 36 - 59650 Villeneuve d'Ascq - tél. 91.92.22 poste 24.55).

9-12 octobre - Druzhba (Bulgarie)

6ème symposium international sur le bore et les borures, organisé par l'Institut de chimie générale et minérale de l'Académie des sciences bulgare. Thèmes du symposium : cristallochimie du bore et des borures ; synthèse, cristallisation, analyse et vibrations de réseau ; propriétés électroniques du bore et des borures ; liaison chimique et structure électronique ; propriétés mécaniques et applications. Pour tous renseignements, s'adresser à M. P. Pashev, scientific secretary of the symposium, Bulgarian Academy of sciences, Institute of general and inorganic chemistry, 1113, Sofia - Bulgarie.

21 octobre - Paris

Colloque de la société botanique de France sur le thème « rôle des rythmes endogènes dans le développement des végétaux et dans leur capacité d'adaptation au climat », organisé par M. O. Queiroz, directeur de recherche au CNRS.

Des mises au point seront présentées, traitant les hypothèses récentes sur les mécanismes (géniques, biochimiques, membranaires) qui seraient à la base des horloges biologiques, le rapide élargissement des connaissances sur les activités rythmiques du métabolisme cellulaire, de la morphogenèse et du comportement des végétaux, et le rôle possible des horloges internes dans le couplage entre la programmation des fonctions physiologiques et les périodismes du climat. Pour tous renseignements, s'adresser à M. Queiroz, laboratoire du phytotron, CNRS, 91190 Gif-sur-Yvette.

4-13 novembre - Paris

Deuxièmes rencontres internationales de l'audio-visuel scientifique, organisées par le service d'étude, de réalisation et de diffusion de documents audio-visuels (SERDDAV) du CNRS. Ces rencontres comprendront notamment :

- un colloque international consacré à la photographie scientifique,
 - une table ronde sur la vulgarisation scientifique à la télévision,
 - le deuxième festival international de l'émission scientifique de télévision,
 - les journées internationales du film scientifique 1977,
 - la science et l'image : une sélection de documents récents présentés par les organismes français de production et de recherche,
 - une rétrospective consacrée à un aspect particulier du cinéma scientifique, dont l'organisation sera assurée par les partenaires-organisateurs du deuxième festival du film scientifique de Toulouse.
- Pour tous renseignements, s'adresser au SERDDAV, 27, rue Paul Bert - 94200 Ivry-sur-Seine - Tél. 670.11.52 - Télex 200 290.

7-11 novembre - Estoril (Portugal)

Colloque sur le « transfert de technologie dans les pays industrialisés », organisé conjointement par l'OTAN et le ministère américain des armées. Thèmes du colloque : processus et mécanismes pour le transfert de technologie ; obstacles et stimulants ; rôle de l'information technique dans le transfert de technologie, standardisation

dans le domaine militaire ; stimulateurs de l'innovation dans l'industrie. Etudes de cas et mesures d'efficacité ; facteurs humains et considérations de comportement ; politiques et pratiques en matière de licences et brevets. Pour tous renseignements, s'adresser au Dr. Sherman Gee, Code Ct, Naval surface weapons Center, Silver Spring, M.D. 20910.

8-10 décembre - Paris

4ème colloque de la société française pour l'application des ultrasons à la médecine et à la biologie. Pour tous renseignements, s'adresser au professeur J.L. Moretti, service de biophysique et de médecine nucléaire, Hôpital Henri Mondor - 94010 Créteil - tél. 207.51.41 - Postes 45.92 et 92.42.

6-10 mars 1978 - Toulouse

Colloque international sur l'observation spatiale de la Terre et la gestion des ressources planétaires (OST), organisé par l'agence spatiale européenne (ASE) et le centre national d'études spatiales (CNES), dans le cadre des journées d'études scientifiques et techniques de Toulouse (JET) et sous l'égide de l'assemblée parlementaire du conseil de l'Europe, de la commission des communautés européennes et de l'association européenne de laboratoires de télédétection. Les résultats obtenus à l'aide des premiers satellites d'observation de la terre confirment déjà les larges perspectives d'applications des techniques de télédétection dans des domaines très variés.

De telles possibilités seront exploitées et déboucheront sur une utilisation fructueuse permanente lorsque les échanges entre gestionnaires, utilisateurs et usagers d'une part, scientifiques et techniciens d'autre part, auront permis d'accorder les préoccupations des uns avec les possibilités qu'envisagent les autres.

Le but de ce colloque est dans cet esprit, de dresser un bilan des résultats obtenus pendant les premières années d'expérimentation et de traiter, en s'appuyant sur les projets à l'étude qui déboucheront pendant la prochaine décennie, les problèmes scientifiques de base associés à ces nouvelles disciplines.

Le programme des journées d'études traitera, dans le cadre de sessions générales, des sujets suivants : bilan des résultats acquis par l'observation spatiale de la Terre ; programmes en cours et futurs ; gestion des ressources planétaires ; les aspects économiques.

Des sessions spécialisées seront consacrées aux thèmes : reconnaissance des formes ; fondements physiques de la télédétection ; techniques des hyperfréquences (aspects thématiques et technologiques) ; techniques de détection pour le visible et l'infrarouge. Pour tous renseignements, s'adresser au secrétariat du colloque OST, B.P. n° 4 130 - 31030 Toulouse Cedex - Tél. 53.11.12 - poste 5012.

3-5 juillet 1978 - Cannes

11ème symposium international sur la dynamique des gaz raréfiés organisé par M. M. Devienne, responsable de l'équipe « jets moléculaires de haute et moyenne énergie (ERA n° 101), de Peymeinade. Pour tous renseignements, s'adresser au laboratoire de physique moléculaire des hautes énergies - B.P. n° 2 - 06530 Peymeinade.

Expositions

16-26 septembre - Caen

Participation du CNRS à la foire commerciale de Caen où une présentation est prévue pour la recherche et l'innovation.

4-6 octobre - Bordeaux

Participation du CNRS à l'exposition OCEANEXPO, 3ème salon international triennal de l'exploitation des océans, des techniques offshore, de la construction navale, des ports et de leurs équipements.

Octobre - Ryadh (Arabie Saoudite)

Participation du CNRS et de l'INAG à la semaine internationale de l'astronomie organisée par l'université de Ryadh.

18 novembre - 4 décembre - Montpellier

Après Grenoble, Lyon, Strasbourg, Toulouse et Marseille, le CNRS présente la sixième exposition « Image de la Recherche », axée sur les principales recherches entreprises par les laboratoires et formations de recherche du CNRS à Montpellier et dans la région Languedoc-Roussillon.

Divers

- Création d'un « European Pineal Study Group »

Cette association, regroupant les scientifiques européens travaillant sur, ou étant intéressés par, l'organe pinéal des vertébrés a comme objectifs : promouvoir les recherches sur la pinéale et faciliter les contacts entre les différentes équipes européennes. Un de ses moyens d'action sera l'organisation régulière de colloques.

Les renseignements et les demandes d'adhésion sont à adresser au : Dr. P. Pevet, secrétaire de l'European Pineal Study Group, the Netherlands Institute for Brain Research, IJdijk 28, Amsterdam-O, Pays-Bas.

- Prix Louis Jacot

Le prix Louis Jacot, qui vient d'être créé, est destiné à favoriser l'échange d'idées sur l'évolution de l'univers, son étendue, sa cause, son mécanisme et ses effets dans le passé, le présent et le futur. Le but de ce prix est d'ouvrir un large débat sur le problème de l'évolution tant de l'univers que du système solaire et de notre planète, afin de savoir si l'expansion de l'univers a ou non des effets sur la terre, sur les éléments qui la composent et les mouvements qui l'animent. Pour tous renseignements, s'adresser à M. Alain Moreau - La Pensée Universelle - 3 bis, quai aux fleurs - 75004 Paris.

- Vient de paraître

Les joies de la recherche par Marcel Laporte aux Editions Plon - Ce livre, retraçant la vie scientifique d'un physicien français, pionnier de l'électronique moderne, a pour but d'initier les jeunes au métier de chercheur.

- Publications de la direction des relations extérieures et de l'information

- Le CNRS et l'énergie (prix : 10 F)
- CNRS 1977 (plaquette de présentation du CNRS destinée au grand public)
- Annuaire des sciences de l'homme 1977 (prix : 50 F)

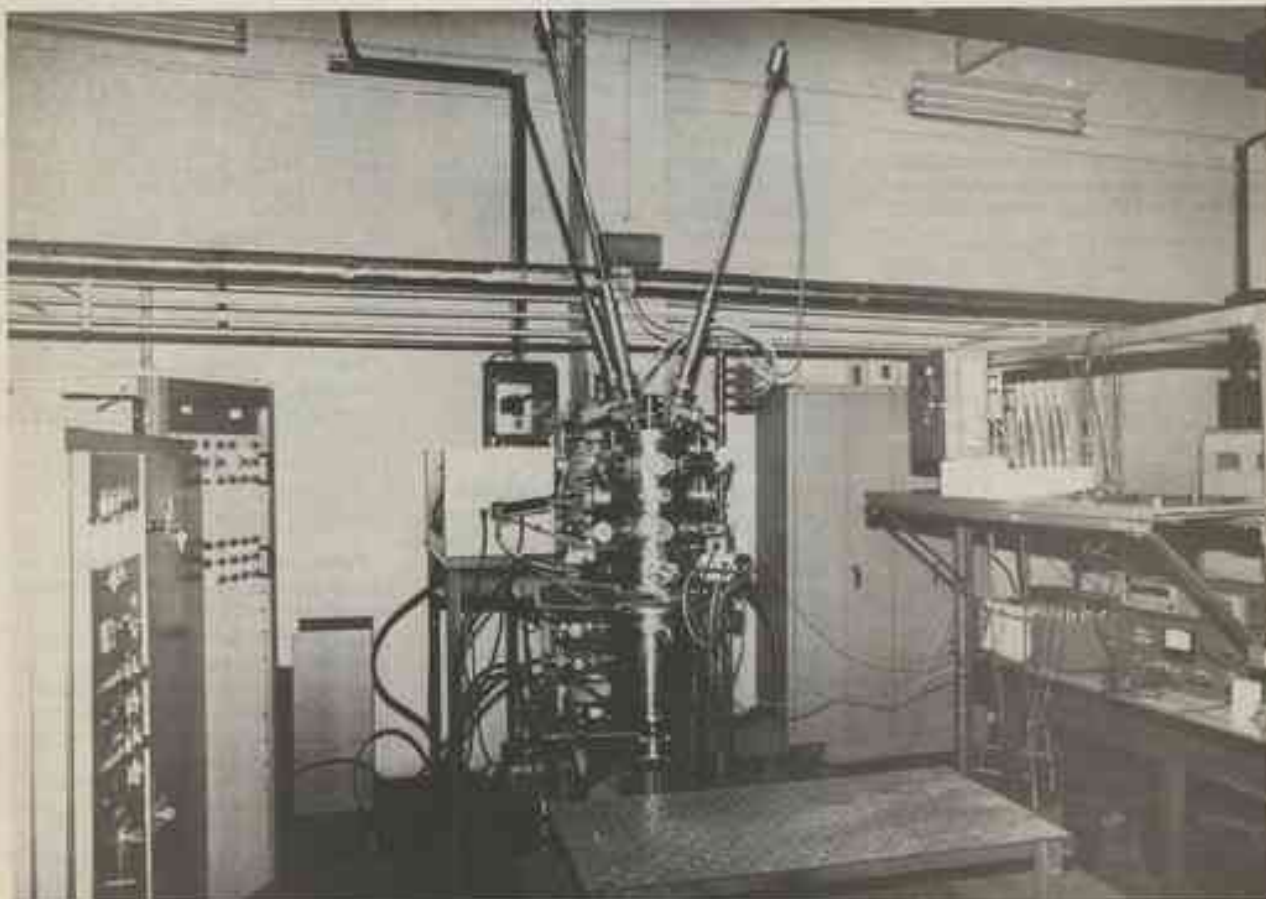
- « Images de la recherche » - collection de diapositives

- L'énergie solaire I - le four solaire d'Odeillo
- L'océanographie biologique I - chaîne alimentaire
- La photosynthèse
- Série théâtre : Tartuffe I - vu par les comédiens ; II - vu par les metteurs en scène
- L'archéologie sous-marine.

Cette collection, destinée à l'enseignement secondaire, est éditée par le CNRS, en collaboration avec l'association universitaire pour le développement de la culture en Afrique et à Madagascar (AUDECAM).

La diffusion et la vente des pochettes sont assurées par la documentation française, 31, quai Voltaire - 75007 Paris. Ces pochettes sont également en vente à la librairie du CNRS, 15, quai Anatole France - 75760 Paris (prix : 28 F).

UN EXEMPLE DE COOPERATION MULTIPLE



Équipement destiné à la séparation électromagnétique des phases.

Une convergence d'efforts sur un procédé de séparation électromagnétique des phases

Au début de l'année 1969, à l'institut national polytechnique de Grenoble, une équipe du laboratoire de thermodynamique et physicochimie métallurgiques, associée au CNRS (LA n° 29), mettait au point, dans le domaine de la thermodynamique des solutions métalliques et des alliages, une technique particulièrement efficace dans l'établissement des diagrammes d'équilibre de phase.

Cette technique consistait à extraire, par l'action d'un champ électromagnétique judicieusement appliqué, des phases solides formées à haute température au sein d'une phase liquide, ou encore de séparer, toujours à haute température, deux phases liquides non miscibles.

C'est ainsi que l'on pouvait, par exemple, préparer des solutions solides Nb - W et Nb - Mo, phases d'équilibre dans les diagrammes ternaires Nb - W - Cu et Nb - Mo - Cu. Mais les chercheurs se posèrent alors la question suivante : cette technique,

si commode pour les études fondamentales, pouvait-elle trouver une traduction technologique dans les opérations métallurgiques industrielles ? L'idée générale était d'utiliser un champ électromagnétique pour séparer d'un liquide métallique une ou plusieurs phases de résistivité, de densité et de tension superficielle différentes. Après examen de la situation du point de vue de la propriété industrielle, l'Anvar déposait effectivement, pour le CNRS, deux brevets en 1969. Ils devaient être suivis, au cours de l'évolution des travaux, d'additions, puis d'un nouveau brevet en 1975.

Le procédé intéressait d'ailleurs les chercheurs du centre de Voreppe de l'aluminium Pâchiney.

En effet, des essais d'orientation montraient, par exemple, qu'il était possible de séparer le silicium d'un alliage d'aluminium-silicium fondu.

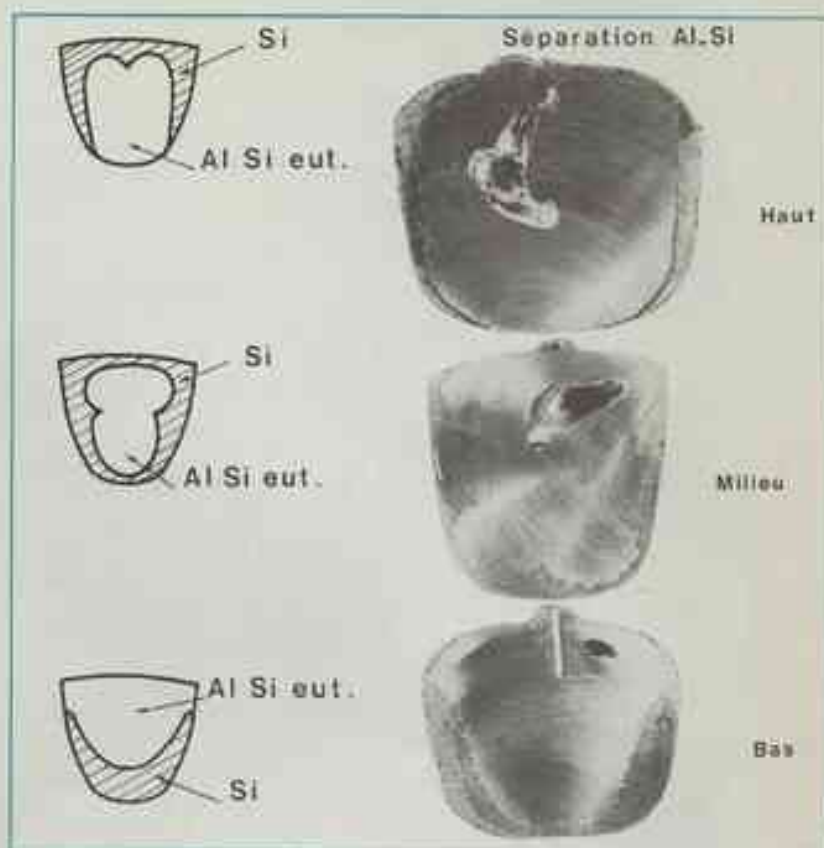
D'autres applications, également envisageables, amenaient finalement M. Crussard, directeur scientifique de Pâchiney Ugine Kuhlman (PUK), à apporter une aide importante au laboratoire pour poursuivre ses recherches dans le cadre d'une option sur licence exclusive concédée par l'Anvar à PUK. Après environ deux ans de travail, cette option était transformée en licence réservant à PUK l'exploitation du procédé pour les métaux légers. Restait le domaine très important des aciers pour lequel les aciers du groupe PUK n'avaient pas d'application immédiate, mais encourageaient le CNRS et l'Anvar à poursuivre les études.

Cependant une question se posait : le laboratoire disposait bien d'un appareillage important pour mener, en collaboration avec le centre de Voreppe, les essais permettant d'orienter les applications dans le domaine des métaux légers, mais la prospection dans le domaine des aciers exigeait un nouveau matériel. De plus, cela nécessitait de toute évidence une collaboration avec un centre bien au courant des problèmes technologiques et scientifiques de la mise en œuvre de l'acier.

L'équipe de recherches et l'Anvar furent donc tout particulièrement heureux de rencontrer un excellent accueil auprès de M. Vaissières, directeur de la station d'essais de l'Institut de recherches de la sidérurgie (IRSID) de Maizières-les-Metz. En effet, une équipe de ce centre dirigée par M. Olette était engagée depuis plusieurs années dans des recherches relatives à la désoxydation de l'acier liquide auxquelles les procédés préconisés par l'équipe de M. Bonnier paraissaient susceptibles d'apporter un complément extrêmement intéressant.

Dans ces conditions, l'IRSID décidait de détacher, en stage au laboratoire de Grenoble, un jeune chercheur qui pouvait, non seulement apporter son concours scientifique, mais également assurer la liaison technique avec l'IRSID dans le domaine bien particulier de la désoxydation de l'acier fondu.

Les associés trouvèrent auprès de



l'EDF un accueil favorable dans le cadre de l'appui aux recherches sur l'utilisation de l'énergie électrique.

Après avoir examiné le projet, M. Millet, chargé de missions à la direction des études et recherches de l'EDF engageait sa direction à apporter son concours financier.

Tout ceci ne permettait cependant pas la réunion de l'ensemble des moyens indispensables. Cette dernière difficulté fut levée par l'intervention du fonds de concours CNRS/Anvar.

Le cadre contractuel de toute l'opération était défini par un ensemble de contrats :

- PUK - CNRS - ANVAR
- IRSID - EDF - CNRS - ANVAR
- CNRS - ANVAR
- ADER* (Grenoble) - ANVAR
- IRSID - ANVAR

renégociés et signés en quelques mois. Par ailleurs, M. le professeur Moreau, de l'Institut de mécanique de Grenoble, apportait l'appui de son équipe pour l'étude des modèles mathématiques, extrêmement utiles pour orienter l'expérimentation.

Ainsi au début de 1976 et grâce à

* ADER : Association pour le développement des recherches auprès des universités et établissements publics scientifiques et culturels de Grenoble.

tous ces concours, réunis autour de ce projet commun, les expériences pouvaient commencer.

Finalement, ces expériences se trouvent actuellement insérées dans un projet beaucoup plus vaste, il s'agit de recherches concertées de quatre équipes pluri-disciplinaires de l'Institut national polytechnique de Grenoble.

Le procédé de séparation électromagnétique des phases

Il met à profit le fait que les constituants sont chauffés par induction en régime fréquentiel. La profondeur de pénétration des courants induits est alors importante et le couplage à l'eau ou au bain même de l'échantillon. L'intensité des courants induits avec le champ magnétique créé, dans la masse de l'alliage, des forces électromagnétiques dont les composantes agissant différemment les phases. Ces forces sont fonction des caractéristiques physiques des phases, en particulier de leur résistivité, de leur densité, de leur tension superficielle.

A partir du moment où dans le creuset, apparaît une phase liquide, un mouvement de brassage s'installe. Le liquide entoure les particules solides, celles-ci ont tendance à se placer dans une position correspondant à un minimum du champ. Lorsque l'effet du mouvement d'entraînement est insuffisant, la phase solide se maintient dans sa position, tandis que le liquide reprend la forme d'anneau. On a observé lorsque l'anneau n'est pas encore qu'à la périphérie.

Périodiques du CNRS : mars - mai 1977

Anatomie de la morphologie et de l'alimentation
 Ecophysiologie de l'homme
 Biologie Théorique de l'écologie
 Écologie théorique
 Biologie d'écologie comparative et évolutive
 Anatomie de l'écologie théorique et générale
 Anatomie de l'écologie
 Biologie de l'écologie

Vol. 22: (Aug. 22-4/1878)
 Part. 1: 2-4/1877
 Vol. XVI: (Nov. 4/1876)
 Table XII: (Aug. 1/1877)
 Vol. 8: (Nov. 1/1877)
 Vol. XII: (Nov. 1/1877)
 Part. 1: 2-4/1877
 87-26/1877

Ouvrages parus aux Editions du CNRS :
mars - mai 1977



[Return to top](#)

Statistical analysis

Activities at government and industry

Chimie et physique-chimie
Des merveilleux succès
Physique des solides

Chemicals and Polymers

Metaphors and Idioms

Echinops alpinus

1000

Anticardiolin – Pektinester

1998, 1999, 2000, 2001, 2002, 2003, 2004, 2005, 2006, 2007, 2008, 2009, 2010, 2011, 2012, 2013, 2014, 2015, 2016, 2017, 2018, 2019, 2020, 2021, 2022, 2023, 2024, 2025, 2026, 2027, 2028, 2029, 2030, 2031, 2032, 2033, 2034, 2035, 2036, 2037, 2038, 2039, 2040, 2041, 2042, 2043, 2044, 2045, 2046, 2047, 2048, 2049, 2050, 2051, 2052, 2053, 2054, 2055, 2056, 2057, 2058, 2059, 2060, 2061, 2062, 2063, 2064, 2065, 2066, 2067, 2068, 2069, 2070, 2071, 2072, 2073, 2074, 2075, 2076, 2077, 2078, 2079, 2080, 2081, 2082, 2083, 2084, 2085, 2086, 2087, 2088, 2089, 2090, 2091, 2092, 2093, 2094, 2095, 2096, 2097, 2098, 2099, 2100, 2101, 2102, 2103, 2104, 2105, 2106, 2107, 2108, 2109, 2110, 2111, 2112, 2113, 2114, 2115, 2116, 2117, 2118, 2119, 2120, 2121, 2122, 2123, 2124, 2125, 2126, 2127, 2128, 2129, 2130, 2131, 2132, 2133, 2134, 2135, 2136, 2137, 2138, 2139, 2140, 2141, 2142, 2143, 2144, 2145, 2146, 2147, 2148, 2149, 2150, 2151, 2152, 2153, 2154, 2155, 2156, 2157, 2158, 2159, 2160, 2161, 2162, 2163, 2164, 2165, 2166, 2167, 2168, 2169, 2170, 2171, 2172, 2173, 2174, 2175, 2176, 2177, 2178, 2179, 2180, 2181, 2182, 2183, 2184, 2185, 2186, 2187, 2188, 2189, 2190, 2191, 2192, 2193, 2194, 2195, 2196, 2197, 2198, 2199, 2200, 2201, 2202, 2203, 2204, 2205, 2206, 2207, 2208, 2209, 2210, 2211, 2212, 2213, 2214, 2215, 2216, 2217, 2218, 2219, 2220, 2221, 2222, 2223, 2224, 2225, 2226, 2227, 2228, 2229, 2230, 2231, 2232, 2233, 2234, 2235, 2236, 2237, 2238, 2239, 2240, 2241, 2242, 2243, 2244, 2245, 2246, 2247, 2248, 2249, 2250, 2251, 2252, 2253, 2254, 2255, 2256, 2257, 2258, 2259, 2260, 2261, 2262, 2263, 2264, 2265, 2266, 2267, 2268, 2269, 2270, 2271, 2272, 2273, 2274, 2275, 2276, 2277, 2278, 2279, 2280, 2281, 2282, 2283, 2284, 2285, 2286, 2287, 2288, 2289, 2290, 2291, 2292, 2293, 2294, 2295, 2296, 2297, 2298, 2299, 2300, 2301, 2302, 2303, 2304, 2305, 2306, 2307, 2308, 2309, 2310, 2311, 2312, 2313, 2314, 2315, 2316, 2317, 2318, 2319, 2320, 2321, 2322, 2323, 2324, 2325, 2326, 2327, 2328, 2329, 2330, 2331, 2332, 2333, 2334, 2335, 2336, 2337, 2338, 2339, 2340, 2341, 2342, 2343, 2344, 2345, 2346, 2347, 2348, 2349, 2350, 2351, 2352, 2353, 2354, 2355, 2356, 2357, 2358, 2359, 2360, 2361, 2362, 2363, 2364, 2365, 2366, 2367, 2368, 2369, 2370, 2371, 2372, 2373, 2374, 2375, 2376, 2377, 2378, 2379, 2380, 2381, 2382, 2383, 2384, 2385, 2386, 2387, 2388, 2389, 2390, 2391, 2392, 2393, 2394, 2395, 2396, 2397, 2398, 2399, 2400, 2401, 2402, 2403, 2404, 2405, 2406, 2407, 2408, 2409, 2410, 2411, 2412, 2413, 2414, 2415, 2416, 2417, 2418, 2419, 2420, 2421, 2422, 2423, 2424, 2425, 2426, 2427, 2428, 2429, 2430, 2431, 2432, 2433, 2434, 2435, 2436, 2437, 2438, 2439, 2440, 2441, 2442, 2443, 2444, 2445, 2446, 2447, 2448, 2449, 2450, 2451, 2452, 2453, 2454, 2455, 2456, 2457, 2458, 2459, 2460, 2461, 2462, 2463, 2464, 2465, 2466, 2467, 2468, 2469, 2470, 2471, 2472, 2473, 2474, 2475, 2476, 2477, 2478, 2479, 2480, 2481, 2482, 2483, 2484, 2485, 2486, 2487, 2488, 2489, 2490, 2491, 2492, 2493, 2494, 2495, 2496, 2497, 2498, 2499, 2500, 2501, 2502, 2503, 2504, 2505, 2506, 2507, 2508, 2509, 2510, 2511, 2512, 2513, 2514, 2515, 2516, 2517, 2518, 2519, 2520, 2521, 2522, 2523, 2524, 2525, 2526, 2527, 2528, 2529, 2530, 2531, 2532, 2533, 2534, 2535, 2536, 2537, 2538, 2539, 2540, 2541, 2542, 2543, 2544, 2545, 2546, 2547, 2548, 2549, 2550, 2551, 2552, 2553, 2554, 2555, 2556, 2557, 2558, 2559, 2560, 2561, 2562, 2563, 2564, 2565, 2566, 2567, 2568, 2569, 2570, 2571, 2572, 2573, 2574, 2575, 2576, 2577, 2578, 2579, 2580, 2581, 2582, 2583, 2584, 2585, 2586, 2587, 2588, 2589, 2590, 2591, 2592, 2593, 2594, 2595, 2596, 2597, 2598, 2599, 2600, 2601, 2602, 2603, 2604, 2605, 2606, 2607, 2608, 2609, 2610, 2611, 2612, 2613, 2614, 2615, 2616, 2617, 2618, 2619, 2620, 2621, 2622, 2623, 2624, 2625, 2626, 2627, 2628, 2629, 2630, 2631, 2632, 2633, 2634, 2635, 2636, 2637, 2638, 2639, 2640, 2641, 2642, 2643, 2644, 2645, 2646, 2647, 2648, 2649, 2650, 2651, 2652, 2653, 2654, 2655, 2656, 2657, 2658, 2659, 2660, 2661, 2662, 2663, 2664, 2665, 2666, 2667, 2668, 2669, 2670, 2671, 2672, 2673, 2674, 2675, 2676, 2677, 2678, 2679, 26

© 2004 Blackwell Publishing Ltd *Journal of Internal Medicine* 255: 105–112

Electronic journals are available at www.mhhe.com

Chrysanthemum indicum

Student Importance of Oral Communication

Cellulose acetate

- Tra. exatruat în compuneri de matematică, analiză integrată de funcții, iar în domeniul ecuațiilor și în teoria variațiilor, cu ajutorul lui Paul Maréchal și Jacques Fournier.
- Apoi, în colaborare cu Paul Maréchal, se ocupă de probleme de mecanică.
- În domeniul mecanicii continue, ajutat de referențiarul lui teoretic de mecanică.

- Excluziv: Das gesamte in den vergangenen vier Monaten veröffentlichte Material ist hier zu finden.

Spermocypus **des Roberts** *On Transferral of the Genus* *Spermocypus* **des Roberts** to the Genus *Spermocypus* **des Roberts** *Opusc. Ichth.* 1959

- Mémorandum du séminaire tenu au Centre par Eugène Richommeux intitulé de manière générale :
- Séminaire des Responsables de la Jeunesse - J'Occupe le - Jeunesse de l'ère de Cuba par René V. La Croix intitulé de sous-titres : 1) 1977
- Document théologique international - Vol. VII - Thèmes théologiques et sociaux - année 1980.

© 2011 Blackwell Publishing Ltd *Journal of Internal Medicine* 270: 103–111

La Nisiol - Estampe et lithographie par Jean-François Dubreuil collection € 120-
Nisiol, Venezia di

* Mécanisme de la reconnaissance des organes des neurotypiques développés à partir d'un handicap ¹ (2004)

* 144 Statutes-Materials 48, 49th ed. (Supplement, 2005) 2005, 2006, 2007, 2008, 2009, 2010, 2011, 2012, 2013, 2014, 2015, 2016, 2017, 2018, 2019, 2020, 2021, 2022, 2023, 2024, 2025, 2026, 2027, 2028, 2029, 2030, 2031, 2032, 2033, 2034, 2035, 2036, 2037, 2038, 2039, 2040, 2041, 2042, 2043, 2044, 2045, 2046, 2047, 2048, 2049, 2050, 2051, 2052, 2053, 2054, 2055, 2056, 2057, 2058, 2059, 2060, 2061, 2062, 2063, 2064, 2065, 2066, 2067, 2068, 2069, 2070, 2071, 2072, 2073, 2074, 2075, 2076, 2077, 2078, 2079, 2080, 2081, 2082, 2083, 2084, 2085, 2086, 2087, 2088, 2089, 2090, 2091, 2092, 2093, 2094, 2095, 2096, 2097, 2098, 2099, 2100, 2101, 2102, 2103, 2104, 2105, 2106, 2107, 2108, 2109, 2110, 2111, 2112, 2113, 2114, 2115, 2116, 2117, 2118, 2119, 2120, 2121, 2122, 2123, 2124, 2125, 2126, 2127, 2128, 2129, 2130, 2131, 2132, 2133, 2134, 2135, 2136, 2137, 2138, 2139, 2140, 2141, 2142, 2143, 2144, 2145, 2146, 2147, 2148, 2149, 2150, 2151, 2152, 2153, 2154, 2155, 2156, 2157, 2158, 2159, 2160, 2161, 2162, 2163, 2164, 2165, 2166, 2167, 2168, 2169, 2170, 2171, 2172, 2173, 2174, 2175, 2176, 2177, 2178, 2179, 2180, 2181, 2182, 2183, 2184, 2185, 2186, 2187, 2188, 2189, 2190, 2191, 2192, 2193, 2194, 2195, 2196, 2197, 2198, 2199, 2200, 2201, 2202, 2203, 2204, 2205, 2206, 2207, 2208, 2209, 2210, 2211, 2212, 2213, 2214, 2215, 2216, 2217, 2218, 2219, 2220, 2221, 2222, 2223, 2224, 2225, 2226, 2227, 2228, 2229, 2230, 2231, 2232, 2233, 2234, 2235, 2236, 2237, 2238, 2239, 2240, 2241, 2242, 2243, 2244, 2245, 2246, 2247, 2248, 2249, 2250, 2251, 2252, 2253, 2254, 2255, 2256, 2257, 2258, 2259, 2260, 2261, 2262, 2263, 2264, 2265, 2266, 2267, 2268, 2269, 2270, 2271, 2272, 2273, 2274, 2275, 2276, 2277, 2278, 2279, 2280, 2281, 2282, 2283, 2284, 2285, 2286, 2287, 2288, 2289, 2290, 2291, 2292, 2293, 2294, 2295, 2296, 2297, 2298, 2299, 2300, 2301, 2302, 2303, 2304, 2305, 2306, 2307, 2308, 2309, 2310, 2311, 2312, 2313, 2314, 2315, 2316, 2317, 2318, 2319, 2320, 2321, 2322, 2323, 2324, 2325, 2326, 2327, 2328, 2329, 2330, 2331, 2332, 2333, 2334, 2335, 2336, 2337, 2338, 2339, 2340, 2341, 2342, 2343, 2344, 2345, 2346, 2347, 2348, 2349, 2350, 2351, 2352, 2353, 2354, 2355, 2356, 2357, 2358, 2359, 2360, 2361, 2362, 2363, 2364, 2365, 2366, 2367, 2368, 2369, 2370, 2371, 2372, 2373, 2374, 2375, 2376, 2377, 2378, 2379, 2380, 2381, 2382, 2383, 2384, 2385, 2386, 2387, 2388, 2389, 2390, 2391, 2392, 2393, 2394, 2395, 2396, 2397, 2398, 2399, 2400, 2401, 2402, 2403, 2404, 2405, 2406, 2407, 2408, 2409, 2410, 2411, 2412, 2413, 2414, 2415, 2416, 2417, 2418, 2419, 2420, 2421, 2422, 2423, 2424, 2425, 2426, 2427, 2428, 2429, 2430, 2431, 2432, 2433, 2434, 2435, 2436, 2437, 2438, 2439, 2440, 2441, 2442, 2443, 2444, 2445, 2446, 2447, 2448, 2449, 2450, 2451, 2452, 2453, 2454, 2455, 2456, 2457, 2458, 2459, 2460, 2461, 2462, 2463, 2464, 2465, 2466, 2467, 2468, 2469, 2470, 2471, 2472, 2473, 2474, 2475, 2476, 2477, 2478, 2479, 2480, 2481, 2482, 2483, 2484, 2485, 2486, 2487, 2488, 2489, 2490, 2491, 2492, 2493, 2494, 2495, 2496, 2497, 2498, 2499, 2500, 2501, 2502, 2503, 2504, 2505, 2506, 2507, 2508, 2509, 2510, 2511, 2512, 2513, 2514, 2515, 2516, 2517, 2518, 2519, 2520, 2521, 2522, 2523, 2524, 2525, 2526, 2527, 2528, 2529, 2530, 2531, 2532, 2533, 2534, 2535, 2536, 2537, 2538, 2539, 2540, 2541, 2542, 2543, 2544, 2545, 2546, 2547, 2548, 2549, 2550, 2551, 2552, 2553, 2554, 2555, 2556, 2557, 2558, 2559, 2560, 2561, 2562, 2563, 2564, 2565, 2566, 2567, 2568, 2569, 2570, 2571, 2572, 2573, 2574, 2575, 2576, 2577, 2578, 2579, 2580, 2581, 2582, 2583, 2584, 2585, 2586, 2587, 2588, 2589, 2590, 2591, 2592, 2593, 2594, 2595, 2596, 2597, 2598, 2599, 2600, 2601, 2602, 2603, 2604, 2605, 2606, 2607, 2608, 2609, 2610, 2611, 2612, 2613, 2614, 2615, 2616, 2617, 2618, 2619, 2620, 2621, 2622, 2623, 2624, 2625, 2626, 2627, 2628, 2629, 2630, 2631, 2632, 2633, 2634, 2635, 2636, 2637, 2638, 2639, 2640, 2641, 2642, 2643, 2644, 2645, 2646, 2647, 2648, 2649, 2650, 2651, 2652, 2653, 2654, 2655, 2656, 2657, 2658, 2659, 2660, 2661, 2662, 2663, 2664, 2665, 2666, 2667, 2668, 2669, 2670, 2671, 2672, 2673, 2674, 2675, 2676, 2677, 2678, 2679, 2680, 2681, 26

- Maîtrise des outils et méthodes de l'éducation – compétences clés de l'ère du 21^{ème} siècle par John Wylmer
- Conception et livraison d'un programme de formation pour adultes par M. de Larosière (ATEL 10)

- La demande d'argent par Jacques Chirac
- La cellule électrique par Alexandre Solon
- C'est un excellent jeu d'acteur : l'art de la séduction (ATP n° 18)
- Les études de la Commission Nationale de l'Air (ATP n° 14)
- Méthodologie d'une programmation de la recherche dans le domaine de la pollution atmosphérique (ATP n° 18)
- Organisation régionale et intégration sociale communale (ATP n° 20)
- L'activité économique des adultes par T.C. Lambert et C.M. Abatini (ATP n° 31)
- ...

Jurnalul de la Curtea de Apel de la sfârșitul din conflict - Târgu Jiu, decembrie
 1944, IV - de conflict și timpului și a marelui
 război și sfârșitul și Măgura - Apocălipa și sfârșitul războiului
 1944-1945
 Apocălipa și sfârșitul războiului și sfârșitul războiului - Târgu Jiu, decembrie
 1944, IV - de conflict și timpului și a marelui război și sfârșitul războiului
 1944-1945

* Derived from MCMC simulation using 100,000 iterations of 100 burn-in and 99,900 iterations of 100 burn-in.

- *Atlas Topographique et administratif du Maroc Central* - Tome II, Impression
- *Traité de la Justice Pénale Islamique* - Tome V

- larghezta differenziale de Tălmăș per A. Gheorghiu
- Căminari - un fenomen naturalistic, Ștefănița Gheorghiu - zămisul scriitorilor - Tălmăș și Alina Gheorghiu

1014

**Sciences naturelles et
histoire naturelle**

- Atlas et carnet de terrain 1 - cartographie, index et notes illustrées transcrits par B. Nègre et D. Sanjaume
- Répertoire des végétaux d'eau ou semi-aquatiles de France (CNRS) par Madeleine Guiry
- Guide - Tome 1 - 1942 - Avec 1. Vigneron

Histoire moderne et contemporaine

- Actes du colloque - Tome 31
- Société de l'architecture italienne - La question des Naves à Paris

Philosophie - Théorie des sciences

- Le séminaire de l'histoire

Ouvrages parus avec le concours du CNRS : mars - mai 1977

Discipline	Auteurs	Titres des ouvrages
Géographie et géologie Géologie - Géologie	Publié sous la direction de S. Chastan	Stratigraphie sur les milieux de haute altitude Tome 2 - groupes BA, PVB, VA, V/A
		Tome 3 - groupes BL, PVB, VV
Géologie géologique	Bulletin de la société géologique de France	Précis - Tome 31
Psychologie Général	Colloque Psychologie Général J. Bédier et S. Bédier	Modèles théoriques de l'évolution
Biologie végétale Général	Ouvrage collectif présenté par A. Morel	Les principes de la physiologie végétale primaire - les milieux français de l'engouement écologique internationale sur la photosynthèse
Anthropologie Société (anthropologie) Général	Compte rendu de la séance de la France	Compte rendu de la 10 ^{ème} session - Provence 1-7 juillet 1974
Général	Archives de l'Institut de psychologie humaine	Mémoire 27 - les neurosciences de France
Biologie végétale	Précis de Jean Feller	Précis de Biologie végétale - C'est la vie végétale
Histoire naturelle (Général)	Bernardus Bucher	La biologie des insectes pendant
Ecologie et démographie Général	Sous la direction de Jean Côté	The family life cycle in European societies Le cycle de la vie familiale dans les sociétés européennes
Anthropologie	Compte rendu	L'anthropologie - l'histoire de la préhistoire - l'histoire de la préhistoire
Ecologie et démographie Général	Sous la direction de Bernardus Bucher	Compte rendu - les biologies - l'écologie et la préhistoire
Anthropologie	Adrian Mader	Compte rendu de la 10 ^{ème}
Anthropologie	Compte rendu (ATSP) Hérouville, 1977 sous la direction de Bernardus Bucher Adrian Mader	Sociologie et théorie sociale
Anthropologie	Général	Langue - Théorie générale de la langue
Biologie végétale (Général)	Louis Fournelle	Évolution et croissance de l'état français 1815-1866
Biologie végétale (Général)	Amédée Mader	Précis de biologie

**Sciences juridiques
et politiques**
A. Fédou

Yves
Du Rougemont

La technique juridique de l'investissement

**Problemes de la formation
scientifique des sciences
politiques**

Jean-Paul Jodard

Révolutions de la 17^{ème}

Linguistique générale
K. J. G. J. G.

Lucie Gauthier

Mémoires en français - un affinement scientifique
(1882-1942)

Économie économique
Paris

Charles Jodard
Édition critique
avec introduction
et notes

Annales Économiques - Édition critique et notes
de Charles Jodard

**Études linguistiques et
sciences linguistiques**
D. J. G.

Odette
Pierre Gauthier

Une langue inconnue de Charles Jodard
Fascicule de D. J. G.

Étude

V. P. Jodard

Révolutions de l'Anglais

Problemes

A. P. de M. Jodard

Le langage et la science - les problèmes de la science
et la science dans les arts plastiques (17^{ème} - 19^{ème} siècle)

Langues et dialectes
D. J. G.

Odette Gauthier

Langues - le langage et la science

Langues et dialectes
D. J. G.

Odette Gauthier

Langues

**Études de l'histoire
de l'économie**

Odette Gauthier
Introduction
et notes

Études Économiques D.

Étude de l'histoire

Odette Gauthier
Introduction
et notes

Le langage et la science - le langage et la science
Fascicule de D. J. G.

Étude

Introduction, traduction,
commentaire par
Odette Gauthier

Études Économiques - Tome 1 - Les Économies

Langues et dialectes
D. J. G.

Odette Gauthier

Langues de l'Étude

**Antiquité nationale
Maison médiévale**
Études Économiques - Édition critique

Odette Gauthier
Introduction
et notes

150^{ème} Année 1875 - Volume

Étude

Odette Gauthier

Langues et la science - le langage et la science
(1875-1880) et l'économie politique

Langues

Odette Gauthier

Annales Économiques - Tome 1 - Les Économies
Volume 1 - Tome 1

Centre d'études linguistiques

Odette Gauthier

Les langues et la science - le langage et la science
Édition de D. J. G.

**Histoire moderne et
contemporaine**
H. J. G.

Odette Gauthier

Annales Économiques - Édition critique et notes
Études Économiques et méthodologiques

Philosophie
D. J. G.

Odette Gauthier

Une série d'ouvrages
Études Économiques D.

LE COURRIER DU CNRS N° 26 - JUILLET 1977 - Directeur de Publication : René Audi
C.P.A.D. 303 - Réimpression ALLPRINT - 5, rue Armand Charlot - 75014 Paris

