

Le courrier du CNRS 11

Auteur(s) : CNRS

Les folios

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

85 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 11, 1974-01

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/75>

Copier

Présentation

Date(s)1974-01

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

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

Information générales

LangueFrançais

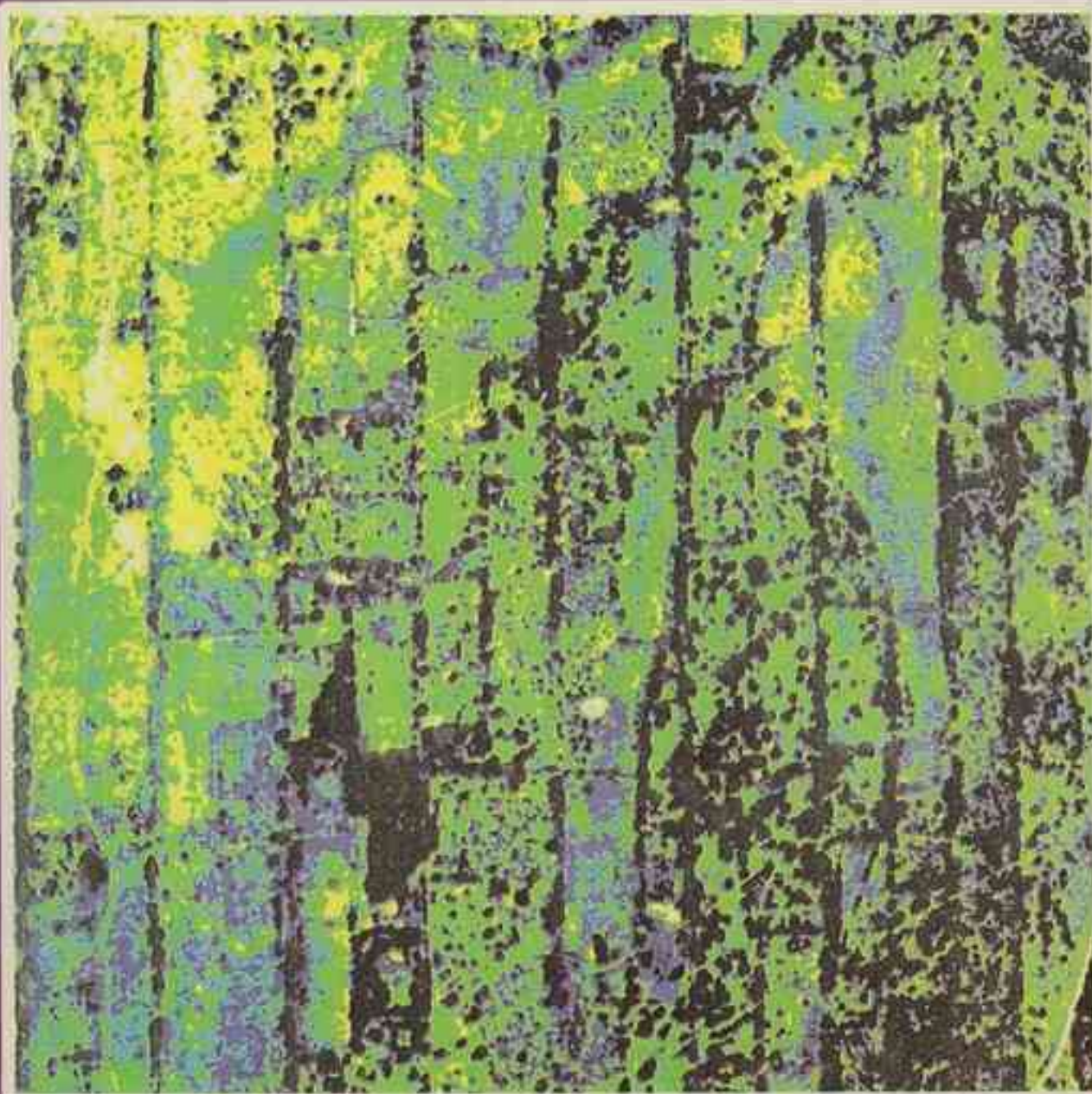
CollationA4

Description & Analyse

Nombre de pages 85 p.

Notice créée par [Valérie Burgos](#) Notice créée le 20/03/2023 Dernière modification le 17/11/2023

LE COURRIER DU CNRS



n° 11 JANVIER 1974 E.F.

LE COURRIER DU CNRS

3 l'événement

Découverte d'hominiens en Afrique central
Maurice Taieb



9 pleins feux

Sur le laboratoire Aimé Cotton
Pierre Jacquinet

15 réflexion sur

L'économie de l'énergie
Jean-Marie Martin

20 le point sur

Le laboratoire d'optique électronique
en 1974
Bernard Juuffrey

32 services

Le service de la carte de la végétation
Paul Rey

39 la coopération internationale

L'enfoncement de Venise :
méthodes modernes d'investigation
J.-Ch. Fauriol

45 au-delà des frontières

Ethno médecine, étude de la sorcellerie
et de la socialisation
E. de Dampierre



51 les ATP

Les ATP en sciences de la vie, de la terre,
de l'océan et de l'espace et informatique
*C. Lavi, Y. Fournier, W. Mercieroff,
C. Berthel, P. Wacrenier*

60 éphémérides

68 à l'affiche

71 du côté de l'Anvar

Développement de la coopération
avec les pays de l'Est
G. Fauriol



73 la bourse des emplois

82 bibliographie

Centre National de
la Recherche Scientifique
15, quai Anatole-France -
PARIS-7e
Tél. : 555-92-25

Directeur de la publication
René Audé

Rédacteur en chef
René Audé

Secrétaire de rédaction
Brigitte Guéroult

Comité de rédaction

Serge Berg
Louise Cadoux
Jean Cantacurène
Robert Chabbal
Michel Crozier
Jean-Didier Dardel
Jacques Ferrier
James Hieblot
Robert Klapisch
Michel Mauretti
Christian Morisson
Gilbert Morvan
Geneviève Nieu

Entretiens
Monique Mounier

Plan de la revue
Cours de Cauchy (17)
Généralisation de la notion de
fonctionnelle
Du point de vue de la physique
Equilibre et stabilité (Service
de la carte de la végétation)

Plan de la revue
Diffusion et stabilité
D'après Kaciv, en son
dans le monde
de la physique d'Alger

Abonnements et ventes au numéro
Le numéro 8 F
Abonnement annuel : 28 F
(Voir les conditions d'abonnement p. 1 et 11)
Editions du C.N.R.S.
15, quai Anatole-France - PARIS-7e
C.C.P. Paris 9662-11

Tous changements d'adresse
doivent être signalés
au secrétariat de Rédaction

Nous remercions les auteurs et les orga-
nismes qui ont participé à la rédaction de
ce bulletin. Les articles ont été publiés
par le Comité de Rédaction.
Les textes et illustrations peuvent être
reproduits sous réserve de l'autorisation
du directeur de la publication.

l'évènement

Découverte d'hominidés en Afar central

Au cours de la campagne IARE (1) 1973, des restes d'Hominidés ont été découverts dans deux sites d'Hadar situés en Afar central (vallée de l'Awash, Ethiopie). Ces restes appartiennent à deux individus d'Australopithecidés. La faune qui leur est associée permet de leur attribuer un âge antérieur à 3 millions d'années.

La présence de ces anciens fossiles humains à Hadar apporte de nouveaux éléments dans la résolution des problèmes sur l'origine de l'homme.

Campagne 1973

Sur le terrain, la campagne s'est déroulée d'octobre à décembre 1973, grâce aux crédits fournis par le C.N.R.S. et la N.S.F. (National Science Foundation, U.S.A.) (2).

Une équipe internationale mise sur pied par moi-même et comprenant une quinzaine de participants a pris part à cette mission. La paléontologie était sous la responsabilité de Y. Coppens (Musée de l'Homme Paris) et de D.C. Johanson (Université de Cleveland, Ohio, U.S.A.).

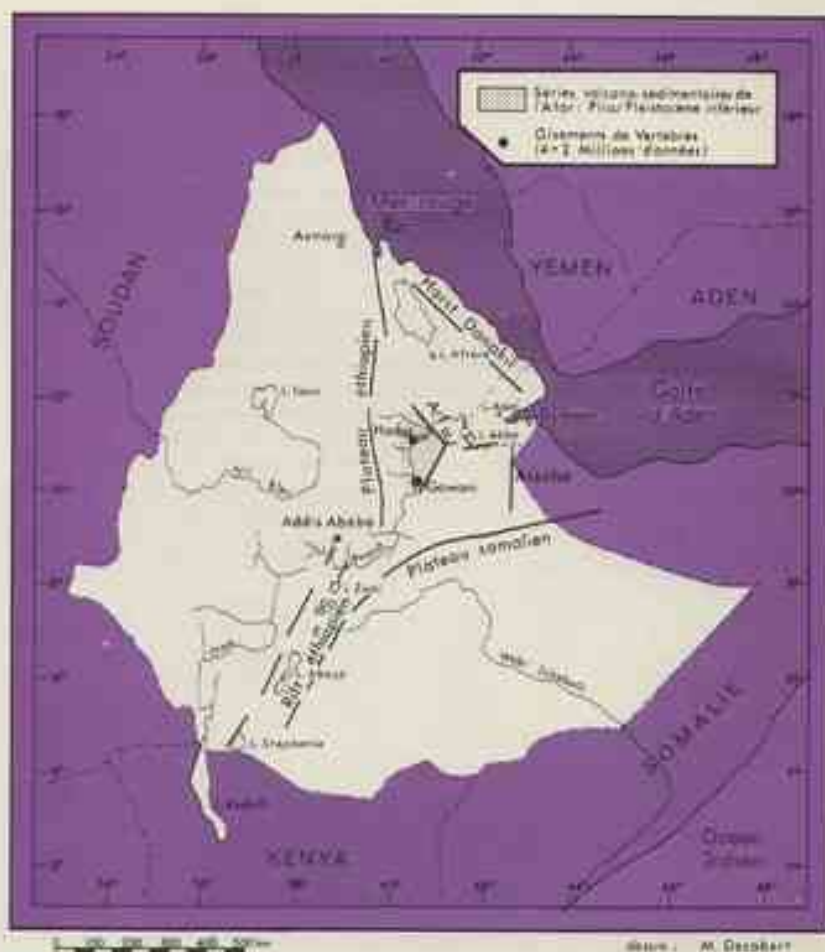
Dans le dessein d'une coopération plus étroite, et afin d'aboutir à des résultats plus fructueux, l'ensemble des participants a décidé de mettre en commun les ressources financières et logistiques dont il disposait.

La campagne s'est déroulée en deux temps :

— la première phase, à laquelle ont participé les paléontologues Y. Coppens, C. Guérin (université de Lyon) et C. Guillemot (3), a permis l'investigation de deux riches localités, Guéraru et Amado, situées respectivement à 10 km au sud de Millé et à 5 km au sud du volcan Gurrulé.

[illegible]

(1) Prospective-pathologique réalisée : a pris part à toutes les campagnes de la semaine française du TDM.



— au cours de la deuxième phase, la plus importante, qui devait livrer à D.C. Johanson les premiers restes d'Hominidés: des études détaillées ont été effectuées dans la région de l'Hadar, affluent de l'Awash.

Des recherches de géologie, cartographie, géomorphologie, palynologie, paléontologie, taphonomie, ont pu avoir lieu, amenant le nombre de sites paléontologiques prospectés à plus de 200 et permettant de récolter environ 5 tonnes de fossiles.

Premières prospections

J'ai entrepris depuis 1967 l'étude des séries continentales quaternaires de fissés d'effondrement du Rift éthiopien et de l'Afar. Ces recherches effectuées dans des régions quasi inexplorées jusqu'à une date récente, ont pour but de déterminer l'évolution dans l'espace et dans le temps depuis 3-4 millions d'années, des bassins sédimentaires installés dans des zones fortement tectonisées et accidentées.



C'est à la suite de mes premiers travaux géologiques avec J. Chavaillon au site archéologique de Melka Konturé que j'ai été encouragé par Mlle H. Alimen et M. H. Faure (directeurs successifs du laboratoire de géologie du quaternaire du C.N.R.S.) à entreprendre l'étude de tout le bassin de l'Awash. Au cours d'une première tournée de reconnaissance (1967) avec R. Bonnefille (C.N.R.S. Bellevue) dans la basse vallée de l'Awash (Lédi), je prospectais la première localité ayant fourni une molaire d'Éléphant ; Y. Coppens l'attribua à *Elephas recki* du Pléistocène inférieur.

En 1969, étudiant les anciens rivages lacustres près des escarpements éthiopiens, je découvris les importants gisements d'Hadar (c.r. somm. S.G.F., 1971) et de Gawani (Congr. panafriquein, Addis-Abeba, 1971). Ils apparaissent d'emblée aussi exceptionnels que ceux d'Olduvai et de l'Omio réputés mondialement pour leur faune et déjà connus depuis le début du siècle. Les premières récoltes de 1969 furent examinées par Y. Coppens qui confirma l'intérêt de ces fossiles, tant par les types spécifiques que par leurs diverses associations et l'âge qu'on en peut déduire.

En 1971, avec un géologue américain, J. Kalb, résidant à Addis-Abeba, j'ai récolté dans la région de Lédi et Uaranzo de la faune provenant d'une dizaine de localités. A l'occasion du VIIe congrès panafricain d'études du quaternaire, elle fut montrée à L.S.B. Leakey, mondialement connu pour ses fouilles d'Olduvai, qui me suggéra de constituer une équipe internationale.

En 1972, Y. Coppens et D.C. Johanson, J. Kalb et moi-même, entreprîmes une nouvelle prospection des localités fossilifères antérieurement découvertes. Cette campagne fut effectuée avec l'ac-

cord des autorités éthiopiennes et particulièrement sous l'égide de Son Excellence Ato Teklè Tsadik Mekuria, ministre d'état et des affaires culturelles. M. Bekélé Negussié et M.F. Anfray de l'institut éthiopien d'archéologie, ont également facilité notre tâche. Les résultats furent très positifs : ils firent l'objet d'une communication à l'Académie des sciences (1972). Une soixantaine de localités fossilifères furent prospectées et plus d'une tonne de matériel paléontologique rapportée en France.

Intérêt de l'Afar

La dépression de l'Afar est une région unique au monde quant à la possibilité d'étude en surface des mécanismes de mise en place des fossés d'effondrement ou Rifts. Ces dernières années, elle a attiré l'attention de nombreux spécialistes de géophysique, volcanologie, tectonique, géochimie, géothermie, etc. Parmi eux, rappelons l'équipe franco-italienne dirigée par G. Marinelli, H. Tariel et H. Faure (C.N.R. - C.N.R.S. - R.C.P. [80], le groupe German Upper Mantle Project dirigé par A. Pilger, le Geothermal Project (United Nations, Ministry of Mines of Ethiopia), le Smithsonian Astrophysical Observatory (P.A. Mohr), les universités de Leeds (I.G. Gass, Y.G. Gibson, C. James, R.M. Shackleton), de Newcastle (R.W. Girdler), d'Addis-Abeba (R. Black, W.H. Morton, P. Gouni, F. Dakin), d'Orsay (J. Varet et M. Treuil), de Padoue (B. Zanettin et E. Justin-Visentin), de Pise (F. Barberi, G. Giglia et R. Santacroce), de Bordeaux (M. Clin et P. Pouchan), de Hanovre (P. Bannert, J. Brinkmann, G. Kretsch, M. Kuvsten) de Clausthal (D. Juch et M. Shonfeld), de Paris VI (J. Jobert, J.-C. Ruegg, etc.).

Tectonique. Au centre du triangle de l'Afar, on distingue trois directions fondamentales de cassure : érythréenne ou de la mer Rouge (NNW-SSE), éthiopienne (SSW-NNE) et d'Aden (ESE-NNW). Cette dernière se trouve dans le prolongement de la Carlsberg Ridge, située dans l'océan Indien. Les failles sont liées aux mouvements ou déplacements des plaques nubo-éthiopienne, arabique et vraisemblablement somalienne.

Volcanisme. Dans l'axe du bombement de la mégastucture « bloc arabo-éthiopien », l'activité tectonique et volcanique a été continue depuis 25 millions d'années. Au cours du Quaternaire, plus précisément au cours des dernières centaines de milliers d'années, est apparu un volcanisme de type océanique, phénomène qui a été appelé océanisation par H. Tariel et qui se poursuit de nos jours.

Géothermie. L'activité géothermale se manifeste en particulier par la présence de nombreuses sources chaudes le long et à l'intersection des failles. Elle est, dans cette région, toute proche de la surface, donc facilement identifiable pour l'élaboration de cartes géothermiques.

Dépôts sédimentaires. Les failles ont déterminé des « compartiments » tectoniques où se sont développés, depuis 4 millions d'années, des bassins lacustres. Les séries sédimentaires sont interstratifiées avec les coulées volcaniques. Leur étude a été abordée par des travaux multidisciplinaires (paléontologie, pétrologie, datations absolues, paléomagnétisme, palynologie, etc.). Notons en particulier que les étendues lacustres sont de plus en plus récentes vers les axes des fossés.



Études géologiques, paléontologiques et préhistoriques à Hadar

Géologie. Le travail géologique a consisté en des levés de grands profils complétés par des coupes détaillées (M. Taieb, J. Kalb, avec la collaboration de R. Bonnefille). N. Page (C.N.R.S. Bellevue), a largement contribué au tracé des cartes d'après les photographies aériennes. Une triangulation de base, afin de situer avec précision les différentes coupes géologiques étudiées, a été effectuée par P. Planchon (Institut géographique national). Des profils transversaux précis et détaillés, où ont été repérés des niveaux volcaniques, ont permis l'élaboration d'une échelle stratigraphique provisoire des séries sédimentaires d'Hadar.

Les rejets de failles ont été évalués, ces mesures permettront ultérieurement de connaître l'amplitude des mouvements verticaux qui ont affecté la dépression de l'Afar à l'époque du pliocène supérieur et du pléistocène inférieur.

Paléontologie. Les participants qui se consacraient à l'étude de terrain, aidés efficacement par des guides afars, et en particulier Ali Axinum, qui participe depuis 1968 à toutes mes campagnes, signalaient les emplacements riches en faunes. D.C. Johanson, assisté de T. Gray et G. Dole (université de Cleveland, U.S.A.) et Aemayehu Asfaw (National Museum, Addis-Abeba) en entreprenaient la prospection systématique. D. Peak notait soigneusement les emplacements des sites sur les photographies aériennes. D.C. Johanson, étant essentiellement intéressé par la recherche des primates (Singes et Hommes), a prospecté particulièrement

quelques riches localités. T. Gray, étudiant la répartition de la faune (taphonomie), faisait sur cartoyages des ramassages systématiques. G. Dole dégagait les fossiles de leur gangue gréseuse. R. Bonnefille relevait des coupes détaillées pour situer les échantillons qu'elle destine aux analyses palynologiques. Elle découvrit, ce faisant, deux niveaux à Rongeurs et préleva des échantillons de lignites.

Préhistoire. La présence, *in situ*, de quelques pièces acheuléennes, voire oldowayennes, dans les anciennes terrasses de l'Awash (C. Roubet et M. Taieb, 1971) m'a conduit à inviter G. Corvinus (université de Tübingen), spécialiste de l'Acheuléen, à participer à cette campagne. Elle a découvert à Hadar un site archéologique acheuléen ayant fourni de très nombreuses pièces préhistoriques.

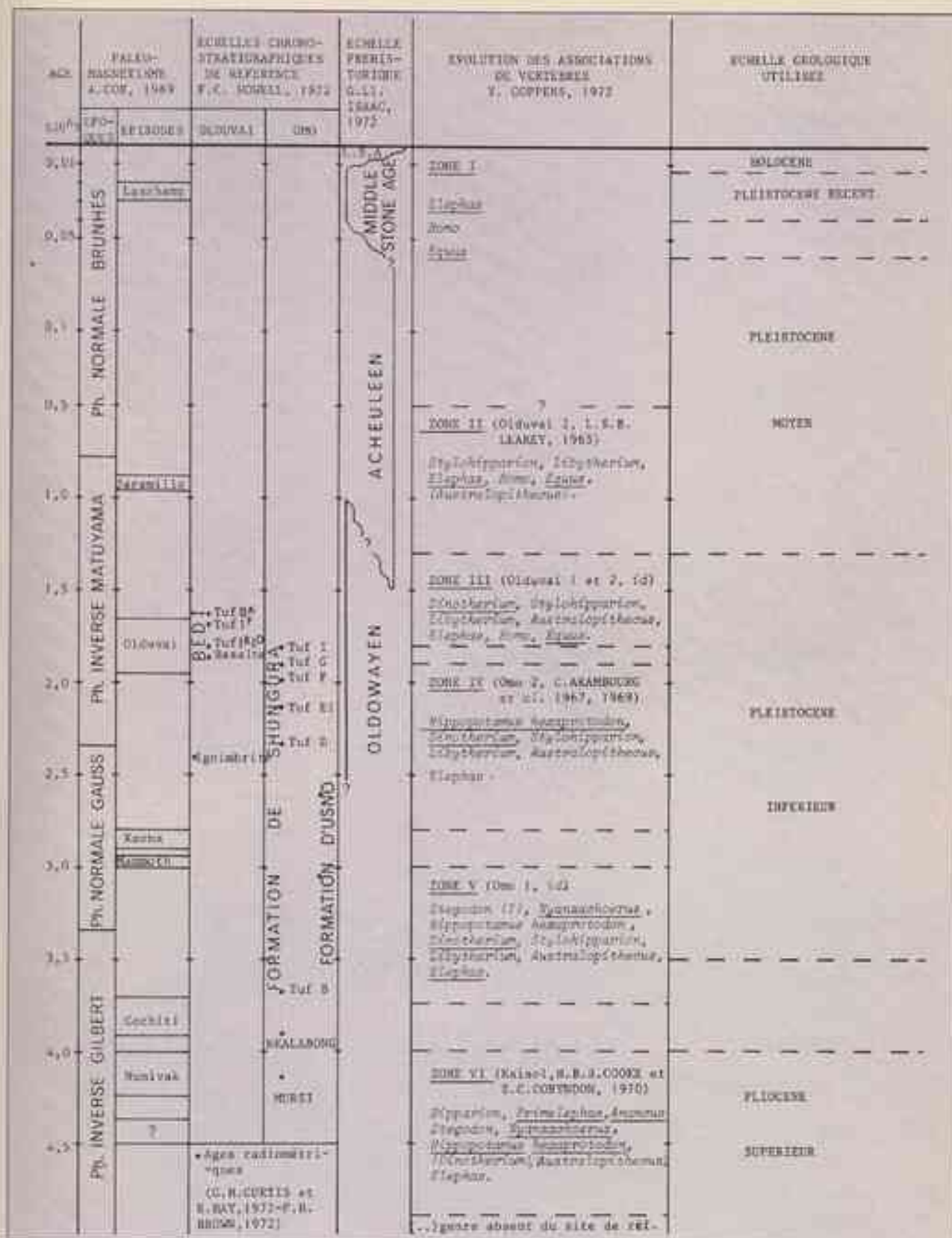


Membre d'*Australopithecus anamensis*, dans les calcaires grisâtres du site III de la formation d'Hadar.

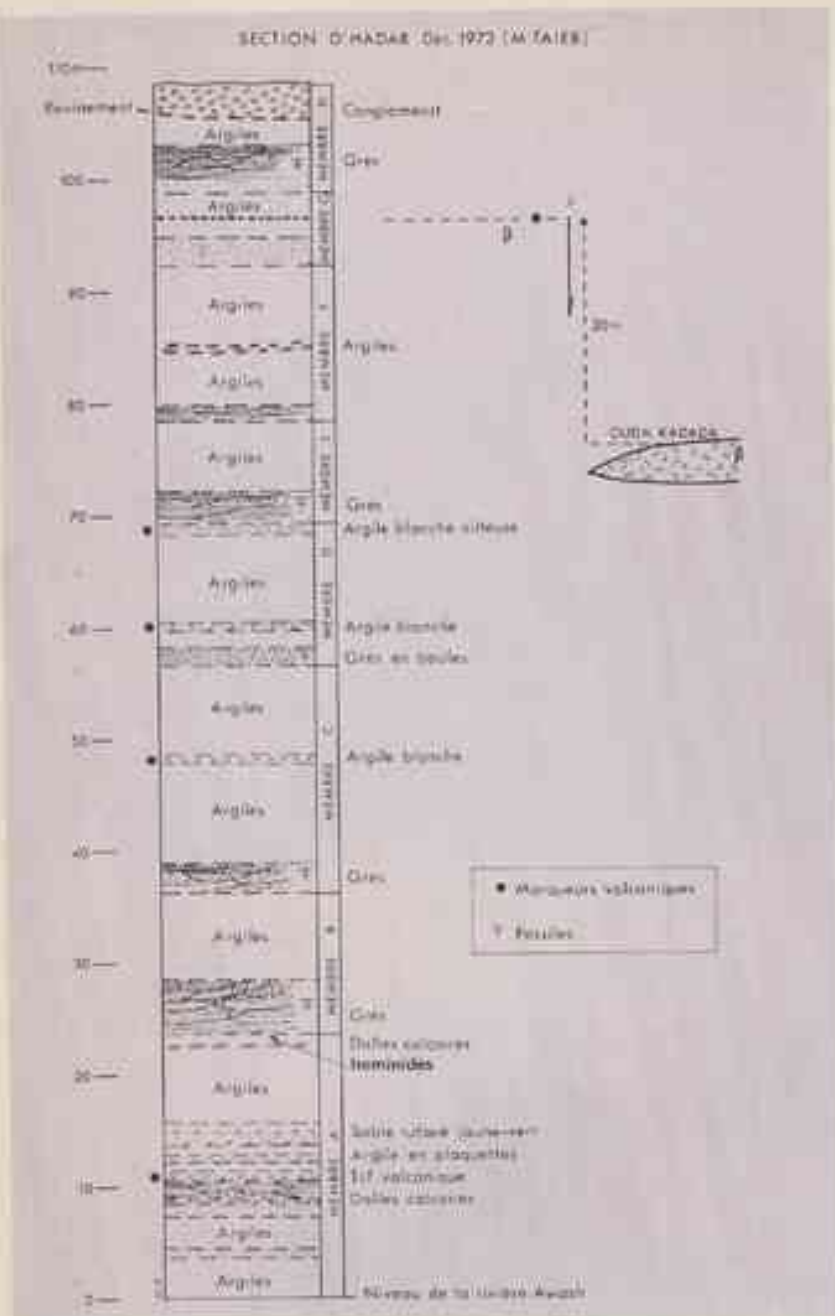
Levés géologiques et topographiques à Amadi



D.C. Johnson et R.T. Gray en train d'examiner les premières découvertes de Primates à Hadar.



Subdivisions de la période quaternaire d'après les échelles paléomagnétiques et chronostratigraphiques, les industries préhistoriques et les faunes, dans l'Olduvai (Est africain). Les genres des vertébrés les plus significatifs biostratigraphiquement ont été soulignés.



pleins feux
sur

Le laboratoire Aimé Cotton

Le laboratoire décrit dans cet article ne porte son nom que depuis 1951. Aimé Cotton (1869-1951), qui est bien connu pour ses travaux de magnéto-optique, et dont le nom reste attaché à au moins deux effets importants, a exercé une profonde influence sur toute une génération de physiciens. Il a été l'un des premiers à prévoir, dès 1914, le rôle des grands équipements collectifs dans la recherche et il a mené une longue campagne pour la construction d'un grand électro-aimant donnant des champs élevés dans de grands volumes. Pour apprécier la valeur de ses efforts, il ne

faut pas oublier qu'à cette époque n'existait aucun des organismes de financement de la recherche que nous connaissons aujourd'hui*. En 1927, il voyait ses efforts couronnés et l'on pouvait inaugurer à Bellevue le « Grand électro-aimant de l'Académie des Sciences » autour duquel était construit un laboratoire, qui nous semblerait maintenant bien pauvre et exigu. Ce laboratoire était situé à l'intérieur de l'« Office des recherches et inventions », créé pendant la première guerre mondiale à Bellevue, et il en utilisait les moyens matériels ; il était en réalité une « Annexe du

laboratoire des recherches physiques de la Sorbonne » dont Aimé Cotton était le directeur. Par la suite, l'Office des recherches et inventions fut modifié, puis supprimé et le « laboratoire de l'électro-aimant », alors seul laboratoire de recherche fondamentale à Bellevue, fut rattaché au Centre National de la Recherche Scientifique qui était en train de naître. Ce laboratoire fut donc, avant la lettre et bien avant tous les

(*) La lecture pourra consulter avec profit l'excellent livre de Mme Eugénie Cotton « Aimé Cotton » (Éditions Seghers 1967).



Laboratoire Aimé Cotton

autres, le premier « laboratoire propre » du C.N.R.S.

L'électro-aimant était destiné aux recherches de tous types utilisant les champs qu'il pouvait donner. Le laboratoire fut donc pendant longtemps surtout un centre d'accueil au service de nombreux physiciens extérieurs venant y passer des périodes de quelques semaines. On peut citer ici très rapidement quelques-uns des principaux travaux accomplis jusqu'à 1950 environ :

- études de biréfringence magnétique (effet Cotton-Mouton) et d'effet Faraday,
- spectroscopie des rayons β (grâce aux grandes pièces polaires),
- études de rayons cosmiques (id.),
- expériences de désaimantation adiabatique,
- première mise en évidence expérimentale de l'antiferromagnétisme,
- études d'effet Zeeman de raies atomiques,
- études de raies interdites.

Ces derniers travaux utilisaient un grand spectrographe vertical, installé dans un puits de dix mètres qu'Aimé Cotton avait pris la précaution d'aménager sous l'électro-aimant, afin de rendre possible l'étude de ce « phénomène de Zeeman » auquel il avait consacré quelques travaux vers 1900. Mais ce n'est que par le hasard des recrutements et des départs que les travaux spectroscopiques devaient prendre progressivement de plus en plus d'importance et que, peu de temps après 1951, l'étude

de la structure atomique par le moyen de la spectroscopie optique devait être le principal et enfin l'unique objet des recherches du laboratoire, devenu laboratoire Aimé Cotton (L.A.C.).

Ligne générale de la recherche

En 1967, le laboratoire vint s'installer dans les nouveaux locaux, construits par le C.N.R.S. sur le campus d'Orsay, tout en conservant sa structure de laboratoire propre du C.N.R.S. Il occupe une surface de 3 500 m² et compte actuellement une centaine de personnes dont une soixantaine de chercheurs qui se partagent presque également entre des enseignants d'Orsay et des chercheurs du C.N.R.S. Le directeur est assisté de deux sous-directeurs et il y a, comme dans tout laboratoire propre du C.N.R.S., un comité de direction extérieur qui se réunit une fois par an, et un conseil de laboratoire : ce dernier ne comprend, à part le directeur, que des membres élus. Le L.A.C. entretient des relations suivies avec de nombreux laboratoires étrangers et, chaque année, plusieurs chercheurs de diverses nationalités y effectuent des séjours d'un mois à un an. Le financement du laboratoire est assuré à plus de 90 % par le C.N.R.S., le reste provenant essentiellement de l'université Paris-Sud dont vingt-cinq enseignants ont leur activité de recherche au L.A.C.

Il y a lieu de signaler ici que le laboratoire a une responsabilité directe dans l'organisation et le fonctionnement du D.E.A. de l'université d'Orsay « Physique atomique et moléculaire, optique quantique ».

Une des caractéristiques de l'activité du laboratoire est l'unité des recherches qui y sont menées. Cette unité, fondée sur la mise en œuvre de tous les moyens d'étude de la structure atomique par l'intermédiaire des spectres optiques, ne peut être maintenue cependant qu'au prix de choix souvent difficiles et de réajustements périodiques. Une grande part des travaux du laboratoire est, en effet, traditionnellement consacrée à l'élaboration et à la mise au point de méthodes et de techniques nouvelles, aussi bien expérimentales que théoriques. Or, de telles recherches se développent suivant des processus nécessairement divergents : si leur motivation initiale est généralement un problème précis posé en spectroscopie atomique, les résultats finaux en débordent très souvent le cadre. Il est alors tentant de pénétrer par ce biais dans d'autres domaines de recherche, mais le risque est de n'y réaliser qu'un apport purement technique, non soutenu par une connaissance approfondie des sujets abordés. C'est pourquoi, dans la mesure du possible, de telles tentations ont été le plus souvent repoussées. Cela ne signifie pas pour autant qu'il n'y ait aucune évolution des recherches : au contraire, celle-ci est en fait assez

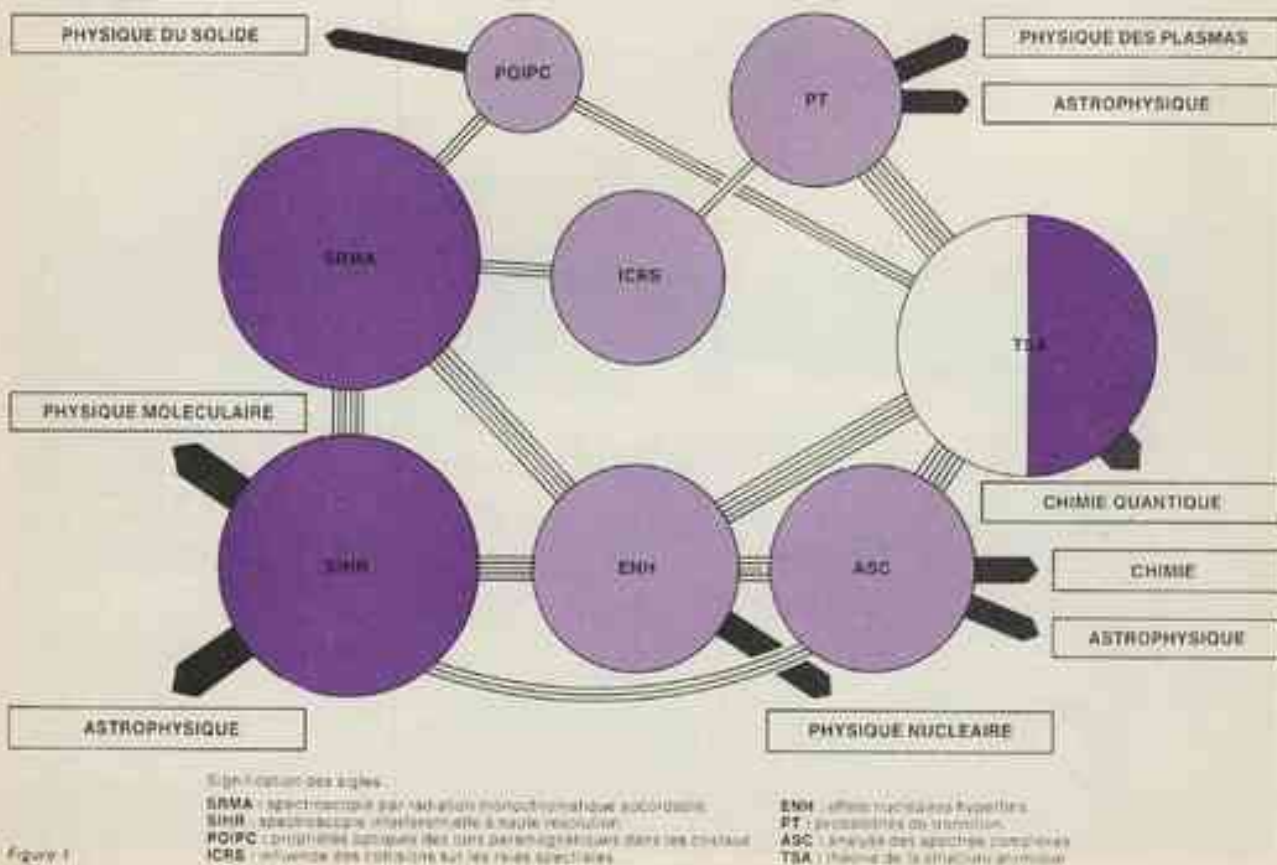


Figure 1

rapide puisqu'au cours de ces cinq dernières années, plus de la moitié des sujets d'étude ont été totalement renouvelés, mais ces changements importants ont été obtenus par des inflexions successifs qui, tout en préservant la cohérence de l'ensemble, n'en sont pas moins appréciables.

Les diverses activités du laboratoire et leurs interactions mutuelles sont schématisées dans la figure 1. Y ont été distingués, par la couleur, les thèmes à vocation méthodologique et ceux s'attachant à des problèmes particuliers de la structure atomique. Ces derniers sont de nature plus convergente et ce sont eux qui assurent la permanence soulignée ci-dessus, tout en autorisant l'exploitation intensive des phases méthodologiques antérieures. En tous cas, nulle activité n'apparaît disjointe de l'ensemble dont la compacité est assurée par la multiplicité des liaisons. Le laboratoire n'en est pas pour autant fermé sur lui-même. Bien connus, en effet, sont les échanges de la physique atomique avec les disciplines voisines, physique moléculaire, astrophysique ou chimie quantique, par exemple, mais, en outre, l'analyse des effets nucléaires hyperfins dans les spectres atomiques, vocation déjà ancienne du laboratoire, ouvre une voie vers la physique nucléaire, tandis que, dans une moindre mesure, l'étude des propriétés optiques des ions paramagnétiques dans les cristaux débouche vers la physique du solide, dans ses aspects magnétiques en particulier.

Cette unité, maintenue par des séminaires regroupant l'ensemble des chercheurs, se retrouve au niveau de la structure du laboratoire qui, malgré sa taille, n'est en aucune façon une fédération d'équipes. Peu d'entre elles sont d'ailleurs constituées en tant que telles et une grande mobilité interne ne leur assure qu'une existence propre assez éphémère. Ainsi, aussi bien au niveau des thèmes de recherche qu'à celui de la vie quotidienne et des relations individuelles entre ses membres, le laboratoire Aimé Cotton est une véritable entité dont la réalité ne saurait être réduite à la juxtaposition de ses diverses composantes.

Développement de la spectroscopie interférentielle

Pendant une longue période, une fraction notable de l'activité du laboratoire a été consacrée à l'étude des méthodes instrumentales de la spectroscopie optique. Bien que cette phase soit maintenant arrivée à son terme, on ne saurait la passer sous silence, en raison des résultats importants qui ont été obtenus et de l'influence considérable qu'elle a eue sur l'évolution du laboratoire ; cependant, les lignes qui suivront auront plutôt un caractère historique. Le but initial était, dès 1946, d'accroître

le pouvoir de résolution sans perdre de luminosité, puis, plus tard, d'étendre les études à haute résolution au domaine infrarouge où se trouvent bon nombre de clés de la compréhension des spectres complexes. Au début se sont d'abord bien dégagées, puis imposées, les notions fondamentales — et maintenant familières — de fonctions d'appareil, d'invariants luminosité $\times$ résolution, puis de relation et d'unité entre les différentes méthodes de la spectroscopie interférentielle. Il y eut ensuite une longue « période Fabry-Pérot » où des propriétés insoupçonnées de cet instrument furent mises en évidence, puis étudiées et développées à fond et enfin exploitées intensément. Les qualités particulières de cet interféromètre le destinent tout naturellement surtout aux études à haute résolution, portant sur des régions spectrales très étroites. C'était d'ailleurs bien ce qui était recherché, le laboratoire étant porté, par son évolution antérieure vers les études locales plutôt que vers les études extensives ; par effet de couplage, les résultats instrumentaux obtenus ont déclenché un grand nombre d'études d'effets nucléaires hyperfins, accentuant ainsi l'orientation du laboratoire dans cette direction.

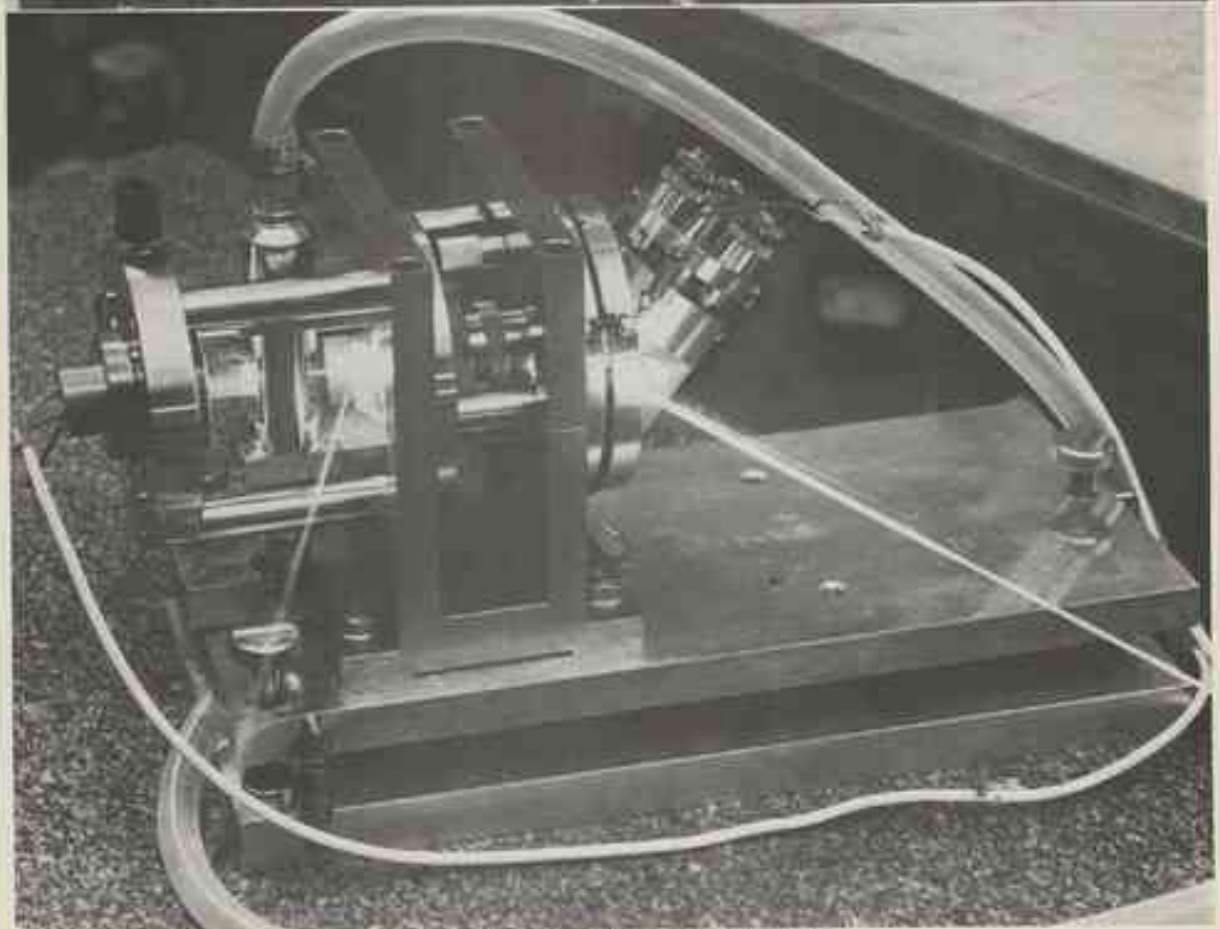
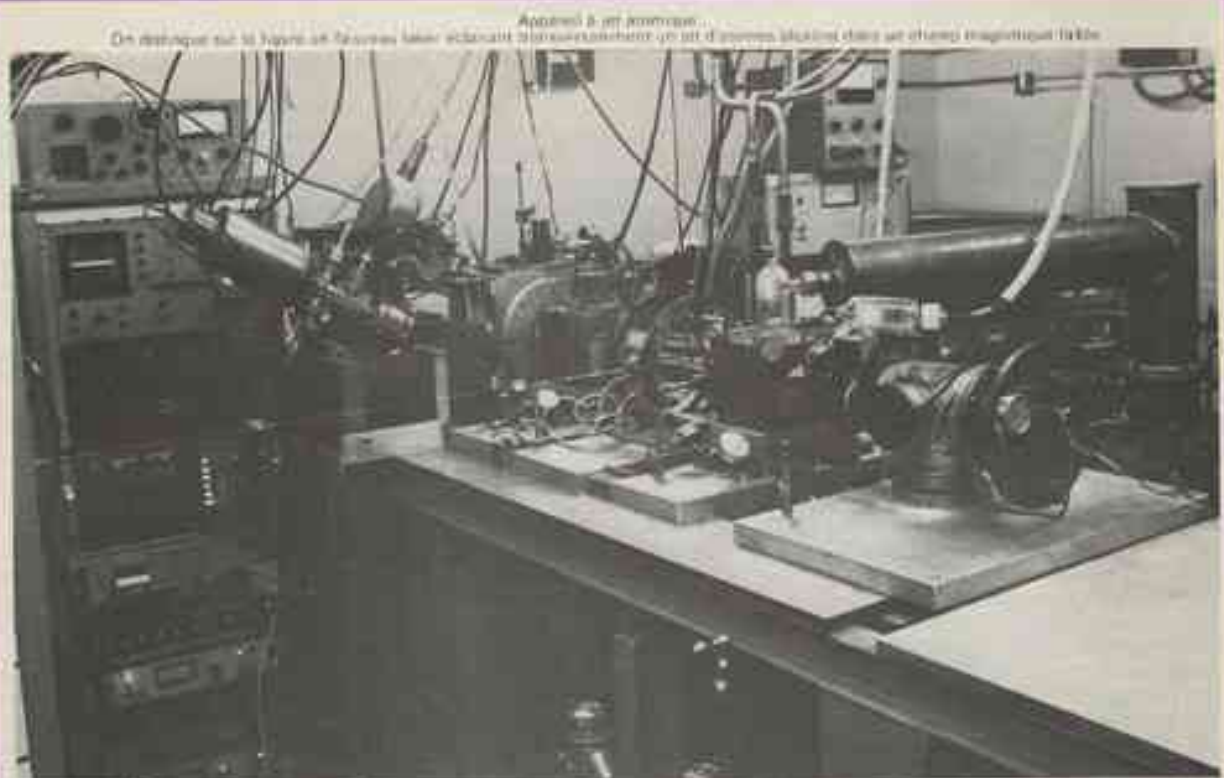
Cependant, il était tentant d'essayer d'échapper aux limitations des spectromètres Fabry-Pérot et cette recherche conduisit, par un long cheminement, à la spectroscopie par transformation de Fourier à laquelle une équipe du laboratoire devait consacrer plus de quinze années d'efforts. Le principe et les propriétés remarquables de cette méthode ainsi que le rôle décisif joué par le laboratoire ont été décrits maintes fois et sont maintenant assez connus pour qu'il soit inutile de les rappeler ici. Les instruments réalisés récemment au laboratoire obtiennent des performances qui dépassent les prévisions les plus optimistes et qui resteront uniques au monde pendant quelques années encore. Si l'on peut maintenant obtenir, en quelques heures, un spectre entre 1 et 4 microns, contenant un million d'éléments spectraux résolus, c'est parce que le chariot de l'instrument est capable, dans son déplacement d'un mètre, d'avancer automatiquement pas à pas, chacun de ces pas, au nombre de un million, étant défini à quelques Angströms près ! Ceci donne une idée des difficultés qui ont été vaincues. Trois instruments de ce type ont été réalisés au laboratoire : l'un d'entre eux est destiné à l'astronomie, un autre à la spectroscopie moléculaire, un autre enfin fonctionne en service permanent au laboratoire pour la spectroscopie atomique à grande extension entre 1 et 3,5 microns. Par un curieux retour des choses, le laboratoire s'est trouvé ainsi ramené à des études spectrales extensives et ceci a eu une influence déterminante sur son activité en classification des spectres complexes.

Utilisation des lasers et nouvelles méthodes spectroscopiques

On imaginerait mal, à l'heure actuelle, un laboratoire de spectroscopie où il ne serait fait usage, peu ou prou, des propriétés des lasers. En fait dès 1965, une équipe les a utilisés pour étudier des déplacements isotopiques, des structures hyperfines, ainsi que des déplacements et élargissements de raies par collisions (« effets de pression »). Dans ce type d'utilisation des lasers, qui se poursuit encore, surtout pour les études de profils de raies, on étudie uniquement des « raies laser » c'est-à-dire les raies elles-mêmes sur lesquelles se produit l'effet laser : le plus souvent, la lumière provenant d'un laser (à gaz rares ou à vapeurs métalliques), très légèrement accordable (à l'intérieur du profil Doppler), traverse un autre tube, contenant le même gaz et soumis à une décharge, et on étudie l'absorption (ou l'amplification) par ce second tube. La méthode d'« absorption saturée » a aussi été utilisée dans ces conditions. Mais l'événement des lasers accordables permet d'élargir considérablement le champ de ces études. L'intérêt porté par le laboratoire aux effets hyperfins sur les raies atomiques devait inévitablement l'amener à utiliser ces lasers accordables en conjonction avec des méthodes permettant de n'être limité en finesse d'analyse que par la largeur naturelle (sans effet Doppler ni élargissement par collisions) des raies étudiées ; en outre, ces méthodes doivent être assez sensibles pour permettre d'opérer sur les quantités de matière très faibles dont on dispose lorsqu'il s'agit d'espèces rares ou instables.

Les lasers à colorants sont facilement accordables dans de larges plages de longueurs d'onde, mais l'exigence de finesse indiquée plus haut n'était pas satisfaite il y a encore un ou deux ans. Le laboratoire s'est donc attaqué à ce problème et a réussi à mettre au point un laser à colorant, accordable, à fonctionnement continu, monomode et ayant la stabilité et l'intensité suffisantes pour toutes les expériences portant sur des raies atomiques dont les largeurs naturelles sont de l'ordre de quelques MHz : ces cinq exigences étaient encore considérées, il y a trois ans, comme impossibles à satisfaire simultanément.

Il ne suffit pas de disposer du rayonnement monochromatique accordable fourni par le laser ; il faut aussi être capable de mettre en évidence la réponse du système atomique à son action. Cette mise en évidence peut se faire en observant l'absorption ou la réémission de la lumière par fluorescence : c'est cette dernière méthode qui est utilisée actuellement dans plusieurs laboratoires. Mais on peut espérer une plus grande sensibilité en utilisant des



On distingue sur la figure la source de faisceaux laser éclairant continuellement un jet d'ions dans un champ magnétique faible.

méthodes de détection non optiques dans lesquelles l'observation porte sur les atomes eux-mêmes qui ont absorbé le rayonnement. C'est essentiellement sur ces méthodes qu'a porté l'effort du laboratoire dans l'espoir de pouvoir les utiliser dans des expériences en ligne avec des accélérateurs produisant des noyaux instables. Les méthodes expérimentales utilisent des jets atomiques : ceux-ci ont, entre autres, la propriété d'éliminer l'élargissement Doppler, sans présenter les inconvénients secondaires des méthodes d'absorption saturée. Deux d'entre elles utilisent la déviation des atomes paramagnétiques dans leur état fondamental par des champs magnétiques non uniformes : le pompage optique qui se produit lors de la résonance optique change la trajectoire des atomes et ce changement est révélé par un détecteur d'atomes neutres approprié (qui peut être un détecteur de radioactivité). Une autre méthode utilise la légère déviation que subit un jet atomique lorsque ses atomes, éclairés transversalement par un faisceau laser résonnant « reculent » sous l'effet de l'absorption d'un photon. Une autre enfin utilise la photoionisation par un faisceau auxiliaire des atomes portés dans l'état excité lors de la résonance optique : dans ce cas, c'est un détecteur d'ions qui fournit le signal. Ces méthodes ont maintenant fait leurs preuves sur le test actuellement classique de la structure hyperfine des raies de résonance du sodium, dont certaines composantes ne sont distantes que de quelques largeurs naturelles et seraient entièrement mélangées par l'élargissement Doppler. Les propriétés de ces méthodes sont assez différentes pour que l'on puisse choisir soit l'une soit l'autre suivant le problème étudié. Après avoir franchi ces premières étapes, de nature purement méthodologi-

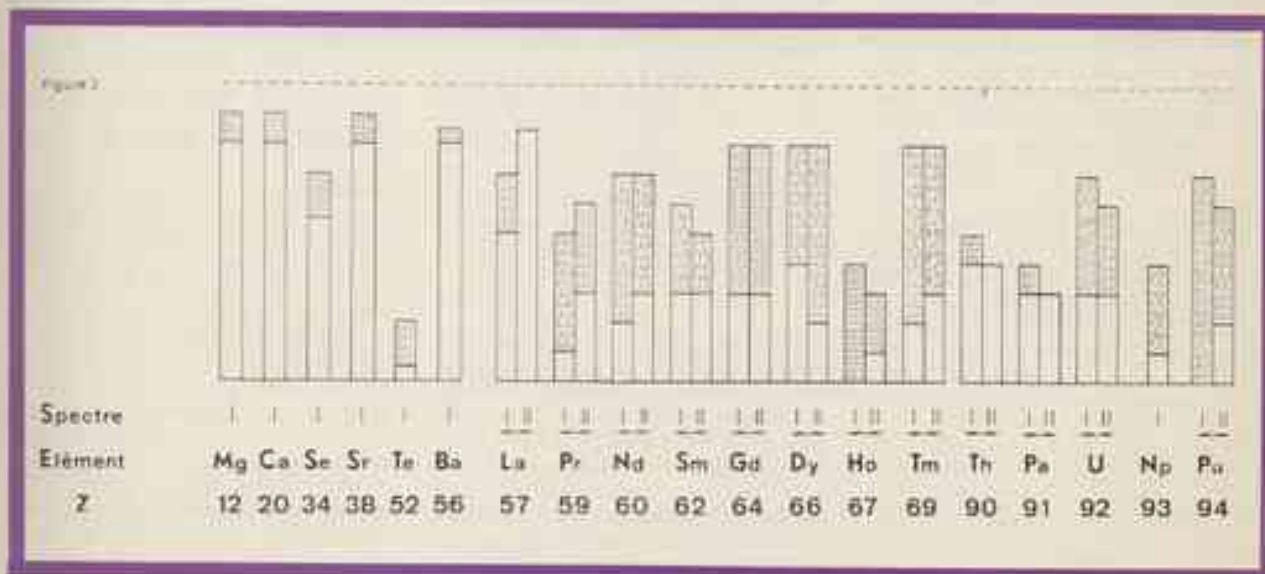
que, le laboratoire prépare maintenant diverses mesures d'effets nucléaires hyperfins et une expérience sur des atomes radioactifs de sodium en ligne avec un accélérateur : il se propose également d'aborder l'étude des états hautement excités (« états de Rydberg ») d'atomes neutres, états dont les propriétés sont encore très mal connues.

Etude de la structure atomique

L'atome possède la double caractéristique d'être un système quantique, suffisamment simple pour que ses diverses propriétés puissent être reliées aux premiers principes, et un édifice assez complexe pour qu'à son sujet puissent être élaborés des modèles d'approche d'un aspect particulier du problème à N corps, permettant une comparaison aussi significative que possible avec l'expérience. On comprend ainsi que la physique atomique, dont le rôle a été déterminant, vers les années vingt, dans la construction de la microphysique moderne, reste toujours un sujet d'actualité.

La spectroscopie est, sans doute, la branche de la physique qui fournit le plus grand nombre de données expérimentales de haute précision, mais encore faut-il que ces données puissent être exploitées. C'est là qu'intervient le rôle essentiel de la classification et de l'analyse des spectres atomiques qui, d'un ensemble de raies spectrales, permettent de déduire les niveaux d'énergie et leurs caractéristiques. Assez triviale pour les spectres dits simples comme ceux des alcalins ou des alcalino-terreux, cette opération s'est révélée extrêmement délicate pour les spectres des éléments de transition et, en particulier, pour ceux des lanthanides

et des actinides. La classification des spectres des lanthanides, neutres ou une fois ionisés, a été entreprise au laboratoire il y a plus de dix ans. A cette époque, tout était pratiquement à faire dans ce domaine et, au départ, la complexité même du problème imposa une progression assez lente. Il apparut d'ailleurs assez vite que des progrès importants ne pourraient être réalisés qu'après extension des régions spectrales analysées, vers l'infrarouge en particulier, et mise au point de méthodes théoriques plus raffinées que la simple approximation du champ central. De grands efforts ont été faits dans ces deux voies au laboratoire et il en est résulté, au cours de ces dernières années, une véritable percée due en particulier, à l'exploitation intensive des spectres infrarouges à haute résolution, obtenus par spectrométrie de Fourier, et à un dialogue systématique entre la recherche expérimentale des niveaux d'énergie et leur analyse semi-empirique sur ordinateur, par la méthode paramétrique de Racah dans sa forme la plus élaborée. Ce dernier point nécessite la mise en œuvre de moyens de calcul important ; à cet effet une équipe où collaborent techniciens et chercheurs a été mise en place au laboratoire depuis son installation à Orsay. Les travaux poursuivis par le laboratoire dans la mise au point de nouvelles méthodes expérimentales et théoriques trouvent là une de leurs synthèses les plus efficaces. La contribution qu'a apportée jusqu'ici le laboratoire dans ce domaine est schématisée dans la figure 2 qui est suffisamment éloquent pour éviter tout commentaire. Il reste à signaler cependant l'importance de la collaboration que ces recherches suscitent avec nombre de laboratoires étrangers et, en particulier, à l'exploitation intensive avec Argonne National Laboratory



Contribution du LAC à la classification de différents spectres d'atomes neutres (I) et une fois ionisés (II), et notamment des spectres complexes des lanthanides (Z de 57 à 89) et des actinides (Z de 90 à 94). L'état actuel de la classification, par rapport à une limite idéale, est indiqué par la fraction totale des rectangles : la partie hachurée correspond à la contribution du LAC, à l'étude des spectres d'atomes neutres (I) et des ions simples (II) réalisés à l'échelle de 1973.

d'où provient d'ailleurs la plus grande part des données expérimentales dans les régions visible et ultraviolette.

L'analyse des effets nucléaires hyperfins est également assez ancienne au laboratoire. Elle constitue, en effet, le débouché naturel des méthodes spectroscopiques à très haute résolution et elle s'accommode fort bien du caractère local qui, à l'exception de la spectrométrie de Fourier, est caractéristique de celles-ci. Par ailleurs, ces effets hyperfins constituent un des aspects les plus riches de la spectroscopie atomique : d'une part, leur composante électronique fournit, en général, un excellent test de la qualité du traitement théorique adopté dans l'analyse de la structure atomique (et, à cet effet, la structure hyperfine est exemplaire), d'autre part, on peut en extraire certaines grandeurs nucléaires comme les moments magnétiques et électriques ou encore les variations du rayon carré moyen de la distribution protonique avec le nombre de neutrons : on peut ainsi apporter une contribution à la physique nucléaire tout en travaillant dans le domaine des énergies voisines de l'électron-volt. Chacune de ces deux voies a été largement explorée : pour ce qui est de la structure hyperfine, de nombreux moments nucléaires ont été déterminés, parfois pour la première fois, en particulier sur des noyaux d'actinides et plus récemment de lanthanides instables, tandis qu'une attention particulière était simultanément portée aux effets des corrélations électroniques et des corrections relativistes, dont la contribution se révèle très importante au niveau de précision actuelle des données expérimentales. Quant au déplacement isotopique, un grand effort a été fait pour la compréhension des propriétés électroniques mises en jeu, concernant l'effet de masse en particulier, tandis que dans les aspects plus spécifiquement nucléaires, les tra-

voux se poursuivaient principalement au voisinage des éléments comportant un nombre magique de protons ou de neutrons, puisque c'est là, en effet, qu'apparaît une relation empirique entre l'énergie de liaison par nucléon et le rayon carré moyen de la distribution protonique, premier élément d'une confrontation précise entre données purement nucléaires et déplacements isotopiques. Sur ce dernier point, la voie la plus attrayante actuellement semble l'étude des effets nucléaires hyperfins dans les spectres atomiques d'éléments très instables, la spectroscopie atomique pouvant apporter à moindre frais des informations essentielles sur ces noyaux exotiques qui sont l'un des sujets d'étude les plus passionnants de la physique nucléaire actuelle.

A cette spectroscopie de position, sont venus récemment s'ajouter de nouveaux thèmes de recherche concernant l'évolution temporelle des états atomiques excités. Les études correspondantes ont été jusqu'ici conduites suivant deux directions bien caractérisées : d'une part, analyse de l'influence des collisions sur les transitions atomiques, d'autre part, détermination expérimentale et théorique d'un grand nombre de probabilités de transition aussi fiables que possible.

Les nouvelles techniques expérimentales, mises au point au laboratoire, autorisent en effet une approche originale de ces problèmes qui font l'objet d'une très grosse demande, de la part des astrophysiciens en particulier, et dont l'analyse théorique relève parfaitement du potentiel théorique disponible au laboratoire.

Dans toutes ces activités, le rôle déterminant des méthodes expérimentales a été souligné tout au long du paragraphe précédent. Il reste à insister sur l'impact qu'y ont les travaux théoriques menés au laboratoire depuis plus d'une dizaine

d'années. Ce sont eux qui assurent le lien entre les divers thèmes de recherche décrits ci-dessus et permettent leur enrichissement mutuel. Dans la mesure du possible, à tout travail théorique correspond un homologue expérimental et réciproquement, mais là encore, cet équilibre ne peut être tenu que grâce à un désir profond et un effort constant d'unité et de cohésion.

Le visiteur non averti découvrant, aux limites du campus d'Orsay, ce bâtiment dont l'aspect trahit la nouveauté ne saurait deviner qu'il se trouve en présence du plus ancien des laboratoires propres du C.N.R.S. Pourtant, une courte visite suffit à le convaincre que les expériences en cours, par leur complexité même et malgré leur caractère de nouveauté, sont le fruit d'une longue tradition qui n'a pu s'établir que dans un cadre relativement protégé des aléas de la conjoncture. Comme cela a déjà été souligné, le souci de renouveler périodiquement ses thèmes de recherche est une des constantes du laboratoire, mais il n'en reste pas moins que certaines recherches à moyen ou à long terme (de la spectrométrie par transformation de Fourier à la classification des spectres complexes ou à la spectroscopie par radiation monochromatique accordable, les exemples en sont nombreux) n'auraient pu et ne pourront être menées à bien sans une certaine permanence dans les structures et les moyens. C'est là une des caractéristiques des laboratoires propres du C.N.R.S. Le laboratoire Aimé Cotton bénéficie, en outre, de la qualité de l'environnement scientifique qu'apporte le centre d'Orsay de l'université Paris-Sud. Ce double privilège n'est certes pas étranger aux résultats qui ont été obtenus par le laboratoire.

Pierre JACQUINOT
directeur du
laboratoire Aimé-Cotton.

L'économie de l'énergie

Parmi tous les domaines de l'économie appliquée, celui de l'énergie est probablement l'un de ceux où se sont réalisées le plus fréquemment de remarquables conjonctions entre « des analyses économiques demeurées longtemps formelles et des réalisations industrielles demeurées longtemps empiriques » (1). Mais la nature de ces conjonctions a évolué dans le temps, avec les types de problèmes soulevés par la croissance énergétique dans des contextes économiques et institutionnels eux-mêmes changeant. Un rapide examen des étapes de la recherche française en économie de l'énergie illustre bien cette proposition et éclaire le sens de l'intervention, récente, du CNRS, dans un domaine demeuré plus que d'autres rattaché aux centres de décisions industriels, privés et publics.

Les principales étapes de la recherche française en économie de l'énergie

En dépit de l'arbitraire de tout découpage, trois grandes étapes peuvent être distinguées dans l'histoire des recherches françaises depuis la dernière guerre. Certes les chevauchements sont nombreux mais ils n'altèrent pas sensiblement le sens d'une évolution qui voit s'élargir le cadre d'analyse et la problématique centrale de la politique de vente et de la gestion du capital de la firme énergétique, à l'optimum d'approvisionnement sectoriel dans un cadre national, puis aux conditions d'une croissance énergétique mondiale évitant de trop graves incohérences dans le temps et dans l'espace.

Politique et gestion de l'entreprise

Quelques caractéristiques technico-économiques ont joué en faveur d'un développement précoce de la recherche économique dans les industries de la houille, du pétrole, du gaz et de l'électricité. Hautement capitalistiques, contraintes de décider sur des horizons longs dans un avenir incertain, fréquemment soumises au caractère aléatoire de la prospection (hydrocarbures) et de l'exploitation (hydraulique), les entreprises énergétiques ont toutes cherché à améliorer leurs politiques de production (donc de prix) et leurs règles de gestion.

Leur recherche a provoqué d'importants progrès méthodologiques dans les domaines du calcul statistique, de la programmation mathématique appliquée à l'économie et de la recherche opérationnelle sous toutes ses formes. En France, cependant, des circonstances plus particulières ont eu une incidence remarquable. Les lois de nationalisation sur le charbon, le gaz et l'électricité étant restées muettes sur les critères de production et les règles de gestion, la recherche économique prend son essor au sein des nouveaux établissements.

Sur quelle base fixer les prix et les tarifs dans une entreprise publique qui doit substituer l'avantage collectif à l'appropriation d'un profit ? S'appuyant sur la théorie de l'équilibre général de Pareto, M. Allais propose dès 1949 que les houillères nationalisées vendent au coût marginal (2), tandis qu'au même moment G. Dessus s'interroge sur une tarification d'inspiration identique

pour l'électricité. Le premier ne sera pas suivi, et l'on a pu depuis en peser toutes les conséquences (3). A l'Electricité de France, par contre, les travaux de P. Massé et M. Bouteux font progresser de façon décisive l'analyse économique du choix d'une politique de prix par une entreprise disposant d'un monopole de service public industriel et commercial. Pour orienter au mieux de l'intérêt général les choix des usagers, il faut vendre au coût marginal c'est-à-dire faire payer « les biens et les services ce qu'ils coûtent car toute vente au-dessus du coût stérilise des possibilités et toute vente au-dessous du coût entraîne des gaspillages » (4). Le passage du principe à l'application n'est cependant pas simple lorsque les coûts sont multiples, que la fonction de demande n'est que très imparfaitement connue, que les rendements croissants menacent l'équilibre financier de l'entreprise... Moyennant certaines approximations, ces obstacles ont cependant été surmontés dans la construction et l'application du tarif vert aux usages industriels, à partir de 1957 (5).

Formellement une politique de prix détermine « une politique de vente, donc de production et d'équipement » (6). Mais comment choisir entre des outils de production aussi différents, dans l'industrie électrique, que les centrales hydrauliques au fil de l'eau ou avec réservoir, les centrales thermiques

(1) Yves Manguet, *L'économie de l'énergie*, Dunod, 1966, 572 p.

(2) Cf. *La gestion des houillères nationalisées et la théorie économique*, Imprimerie nationale, Paris, 1949.

(3) Cf. M. Turamant, *Le drame des houillères*, Seuil, 1966 (343 p.).

(4) P. Massé, *Le choix des investissements*, Dunod, 1964, p. 437.

(5) Cf. *L'impact des décisions énergétiques*, Etudes présentées par G. Martin et P. Besière, Dunod, 1977, 451 p.

(6) Cf. Yves Manguet, *op. cit.*, p. 388. On voit cependant qu'EDF, guidé par des prévisions de demande sans réel compte des prix comme l'a souligné C. Borthomé, *La gestion des entreprises nationales*, PUF, 1970, 201 p.

au charbon, au gaz ou au fuel, les centrales nucléaires à uranium naturel ou enrichi ? Outre l'anticipation de la tendance à long terme du prix des combustibles, le décideur doit se donner un taux d'actualisation et être capable de comparer les performances d'unités de production rendant les mêmes services. Après avoir utilisé, depuis le début des années cinquante, une méthode de choix s'appuyant sur une comparaison des projets hydroélectriques avec une centrale thermique de référence, les chercheurs d'EDF sont passés à une programmation globale des équipements. Les deux approches ne s'excluent pas mais se complètent (7) : sur la base des travaux théoriques de R. Gibrat et de P. Massé, des modèles sont construits qui minimisent une fonction de coût total actualisé, investissement et exploitation, sous les contraintes techniques de la production d'Electricité. Au modèle « Gibrat-Massé » de 1954 succèdent le premier gros modèle linéaire de 1958-1959, le programme des trois plans de 1961, puis, par passage au non linéaire, une nouvelle génération qui permet d'intégrer la répartition régionale des équipements, sans dépasser 150 inconnues et 50 contraintes.

A travers tous ces travaux, les itérations sont remarquables entre pratique et théorie. M. Allais qui avait déjà proposé une nouvelle formulation de l'optimum dans sa théorie du rendement social, rencontre Debreu, Desrousseau et quelques autres sur le problème de la formation et de la gestion optimale du capital - comment dépasser les schémas statiques qui livrent des indications sur les états optimaux successifs mais pas sur les processus de passage de l'un à l'autre ? Comment alimenter une optimisation à travers le temps avec un progrès technique partiellement autonome ? Le contexte d'économie relativement fermée et d'entreprises énergétiques en faible concurrence, au sein duquel sont menées ces recherches, se fissure vers la fin des années cinquante sous les coups de hutoir d'un pétrole importé à des conditions de plus en plus avantageuses. A contexte nouveau, recherches nouvelles.

Optimum d'approvisionnement énergétique pour la collectivité nationale

Au début des années soixante, le centre de gravité des recherches en économie de l'énergie se déplace. Certes des travaux sont poursuivis au sein de chaque entreprise (8) mais d'autres se développent aussi avec le Séminaire M. Allais.

(1959-60), la préparation du IV^e Plan, la création d'instituts nouveaux (le Bureau d'information et de prévision économiques - le Centre d'études régionales sur l'économie de l'énergie, l'Institut économique et juridique de l'énergie), les nouvelles orientations de la CECA et l'intérêt croissant de l'Université pour les problèmes de l'énergie (9). Toutes ces recherches ont en commun de porter sur l'ensemble du secteur de l'énergie, sur les conditions de concurrence entre production à structures de coût différentes et sur l'optimum d'approvisionnement pour la collectivité nationale. En dépit des résultats déjà cités sur les politiques de prix (mais peu d'industries en ont adopté les conclusions), l'équilibre n'est pas atteint sur le marché de l'énergie. La planification peut-elle corriger les défauts inhérents aux rigidités techniques, économiques et institutionnelles? Peut-elle à la fois respecter le libre choix des consommateurs et faciliter les adaptations en vue de satisfaire la demande au moindre coût pour la collectivité? Diverses recherches s'effectuent dans ce sens. Compte tenu des rigidités structurelles (houille, notamment) et de la longueur des délais de maturation des investissements énergétiques, la demande doit être anticipée longtemps à l'avance. Elle dépend théoriquement du prix mais, connaissant mal l'élasticité/prix, on tend à en faire une variable exogène au secteur de l'énergie, liée à la seule évolution de l'économie nationale par le biais de son élasticité produit. Les recherches se développent rapidement sur tous ces points.

- évaluation des dépenses d'énergie dans le prix de revient des produits et des services (10).

- modèles de prévision des consommations d'énergie pour l'industrie et les ménages (11).

— rôle du prix de l'énergie dans les disparités industrielles et régionales (12). Par là s'amorce un important débat sur les déterminants de la consommation d'énergie dont le choix des technologies : débat qui bel et bien, par la baisse continue du prix des hydrocarbures a du s'arrêter trop tôt. On en mesure aujourd'hui les conséquences néfastes et nous y reviendrons plus loin.

(9) Il s'agit bien de savoir tout cela. Notons cependant les travaux de Mme Caporinelli, sous la direction de J.-M. Jarrames, sur les communes régionales de l'énergie, ceux de M. Hie et de plusieurs chercheurs sur les unités de gestion des charbonnages et la conversion des régions minières, et les *scuola* notamment l'école de Mme Bianchi-Spagnoli, *L'energia nelle Province del 20. Cune*, 1986, 254 p.

(10) Citons aussi autres les travaux de P. Madet et Colleague franco-italien l'économiste de 12vings. *Giornali* 1962, publié par *Editori* 1963, 454 p. Cours du RIFP, le problème de l'importance de l'énergie nucléaire, programme de l'économie française en 1959, décembre 1964. Plus récemment les CTE et la direction de la Prévision de l'économie des Nations unies et des institutions.

111) Notamment les travaux de F. Desplais sur les transformations endomorphes, ceux de Daboul-Lamprégné sur les transformations des courbes, les lois et les autres dans le cadre du CERN, voir en 1977.

(12) Par Y. Mangas, dans une recherche demandée par le ministère de la Construction, puis avec les projets éditoriaux de l'UEF.

Face à une croissance rapide de la demande, quel est le partage théorique du marché le plus conforme à l'avantage collectif ?

Par quoi faut-il remplacer le prix instantané de l'énergie tel que le perçoit l'utilisateur ? Par des prix calculés sur les coûts marginaux de longue période, répond-on (13). Une telle politique dans la mesure toutefoix où les calculs pratiques correspondraient aux catégories théoriques, contribuerait en développant les investissements nouveaux exigés par l'évolution de la consommation, en régression, les seules dépenses nécessaires au maintien en exploitation des gisements, indépendamment des charges héritées du passé. Mais de ce coût devra encore être soustrait ce qu'aurait dû payer la collectivité en cas de fermeture immédiate pour assurer la conversion des mineurs. Ainsi les travaux sur le coût de conversion des mines, rejoignent le débat théorique sur coûts privés-coûts sociaux et, à travers lui, sur la signification d'un optimum économique dans une société où la distribution du revenu et du pouvoir n'est pas égale entre tous les agents.

Toutes ces recherches pèchent cependant par leur insuffisante prise en compte des changements économiques en cours, notamment du processus rapide d'internationalisation dont l'impact sur le secteur énergétique bouleverse toutes les prévisions.

Croissance énergétique mondiale : stratégies des firmes et politiques des États

Vers la fin des années soixante, un double examen de la situation énergétique internationale révèle des indices d'un changement en gestation. Aux Etats-Unis, l'accélération de la croissance des consommations à partir de 1964 interfère avec un début d'épuisement de certaines ressources (le gaz naturel), l'émergence des « problèmes de l'environnement », un premier essai de contrôle par les grandes firmes pétrolières de la croissance du nucléaire. Dans les pays producteurs d'hydrocarbures, la cartellisation a résisté à toutes les divergences économiques et politiques tandis que la menace, à terme, d'un épuisement des ressources et d'une percée rapide du nucléaire, dans les pays industrialisés, a renforcé la volonté d'un contrôle du rythme d'exploitation du stock en terre et d'une plus grande valorisation des ventes.

La France n'échappe pas à cette transformation. Comme la plupart des autres pays d'Europe, elle a vu son approvisionnement énergétique s'inter-

[13] J. J. Durrleman, M. Bédard, et F. Séguin - Sur l'existence des méthodes globales et intégrales dans la théorie des automorphismes, *Revue Française de Recherche Opérationnelle*, 34 (1994).

(16) Notamment aux États-Unis, l'Organisation Océanique (JOI).

(11) Cf. Santiago de Prohens, M. Alfaro, *La política de Fomento. Intenciones nacionales*, 1982, 107 p.

nationaliser rapidement, au plan des sources physiques, des technologies (surtout nucléaires) et, pour partie du capital financier. Entre les firmes opérant sur le sol national, la concurrence, devenue de règle, a altéré les modes de gestion élaborés dans un contexte plus autarcique. Dans cette évolution, le cadre sectoriel, support de la planification énergétique nationale, s'est à son tour fissuré. Les choix entre formes d'énergie dépendent moins d'une comparaison de coûts marginaux de longue période que d'un affrontement de stratégies au sein de rapports de force qui ne jouent pas sur les seuls prix et qui débordent les frontières nationales.

Dès lors, les recherches sur les déterminants de la consommation d'énergie reprennent toute l'importance que la conjoncture des années soixante tendait à leur enlever. Dans une perspective d'élévation forte et durable du prix de l'énergie, nul doute que les élasticités-prix vont jouer non sur la courte période à équipement constant mais sur le long terme dans lequel toute la technologie devient variable. Par ce biais, l'évolution de la consommation d'énergie perd son caractère exogène : elle n'est plus seulement une donnée de la croissance économique qui s'imposerait aux producteurs d'énergie ; elle devient de plus en plus le fruit de l'affrontement de leurs stratégies, à travers le contrôle que les uns et les autres parviennent à exercer sur l'émergence de technologies nouvelles. Une voie de recherche s'impose : connaître, pour comprendre, puis expliquer l'acquisition et l'exercice du pouvoir par la grande firme énergétique, nationale ou multinationale. En l'absence de quelle évaluation du futur et de quelles nécessités internes, choisit-elle une politique plutôt qu'une autre ? Qu'en résulte-t-il pour sa propre organisation, son mode de croissance et ses relations avec son environnement ? Ce dernier devient plus vaste, plus complexe et probablement plus contradictoire, compte tenu de la multiplicité de conséquences, techniques, économiques, politiques et sociales des grandes décisions énergétiques. Face aux stratégies de firmes sur lesquelles les pouvoirs publics ont de moins en moins prise, la formulation de l'intérêt collectif change. Peut-il encore se limiter à la Nation lorsque celle-ci importe 80 % de son approvisionnement ? Mais comment étendre le concept à l'échelle mondiale lorsque l'inégalité de situations, les différences de systèmes donc de projets, sont aussi marquées ? A défaut de croissance énergétique optimale pour tous, peut-on rechercher des voies qui minimisent les risques d'incohérence et, par là, de tensions et de conflits ?

Qu'impliqueraient de telles voies pour les politiques énergétiques des pays industrialisés ? Qui, des Etats nationaux ou d'un embryon de pouvoir

supranational, pourrait contraindre les stratégies des firmes dans leurs manifestations les plus contraires à une exploitation rationnelle des ressources énergétiques mondiales ? Complémentaires, les recherches sur la croissance des firmes énergétiques et les recherches sur le mode de régulation d'un système énergétique devenu mondial exigent de nouveaux progrès sur le triple plan de l'information, des outils d'analyse et de la théorie économique. Le CNRS peut-il y contribuer ?

L'intervention du CNRS en économie de l'énergie

Le CNRS n'a jamais été totalement absent tout au long de l'évolution qui vient d'être retracée (Le Séminaire M. Allais était placé sous son égide). Ce n'est cependant qu'en 1968 que la Commission « Sciences Economiques et Financières » a proposé la reconnaissance comme ERA, devenue ER n° 94 en 1970, de l'équipe de chercheurs qui s'était constituée au sein de l'Institut Economique et Juridique de l'Energie, dépendant de l'université des sciences sociales de Grenoble.

Cette reconnaissance sanctionnait l'intérêt des premiers travaux de quatre chercheurs que le CNRS avait recruté depuis 1962 au moment où l'Institut amorçait sa croissance (14). Elle a permis une consolidation et un élargissement de l'équipe initiale. Elle a jeté, comme nous allons le voir, les bases d'un instrument efficace de recherche dans la perspective des nouvelles orientations qu'imposent les changements énergétiques en cours.

Par rapport aux trois grandes étapes précédemment évoquées de la recherche française, les contributions de l'équipe de recherche commencent à se manifester alors que s'achève la deuxième étape. Au cours de la décennie soixante, en effet, les premiers chercheurs se sont initiés à des problèmes auxquels rien ne les préparait dans le cadre de l'enseignement supérieur. Parallèlement à la constitution *ex nihilo* d'un embryon de bibliothèque et à l'organisation de séminaires et de colloques qui assurent leurs premiers contacts avec le monde industriel, ils amorcent leurs travaux de recherche qui débouchent sur une série de publications relatives :

- aux substitutions énergétiques dans une branche industrielle grosse consommatrice d'énergie (les citiments)
- au coût de la sécurité dans toutes les branches énergétiques, hors le nucléaire,
- à l'analyse de l'oligopole pétrolier en France.

(14) Néanmoins à l'Institut juridique de la Nouvelle Marche, créé en 1920. L'Institut économique et juridique de l'énergie est issu d'une initiative de G. Duvion (1972), appuyée par J.-L. Ayrault (1973). Ses travaux sont appuyés par le ministère de l'Économie nationale en 1967 et ses directeurs successifs sont H. Bruchet, Y. Maigret, G. De Bress.

— à la comparaison des structures de la consommation électrique dans différents pays,

— au développement énergétique d'un pays en voie d'industrialisation (Le Brésil).

La dispersion de ces recherches s'explique par leur caractère contractuel, en répondant aux demandes des entreprises et administrations, nationales ou internationales, qui font appel à l'IEJE. Les chercheurs parviennent plus rapidement à la compréhension des questions que se posent l'industrie et les pouvoirs publics : ils obtiennent aussi des informations que leur statut universitaire et leur localisation provinciale rendent difficilement accessibles. En contrepartie, ils passent plus lentement des travaux individuels à la véritable recherche collective.

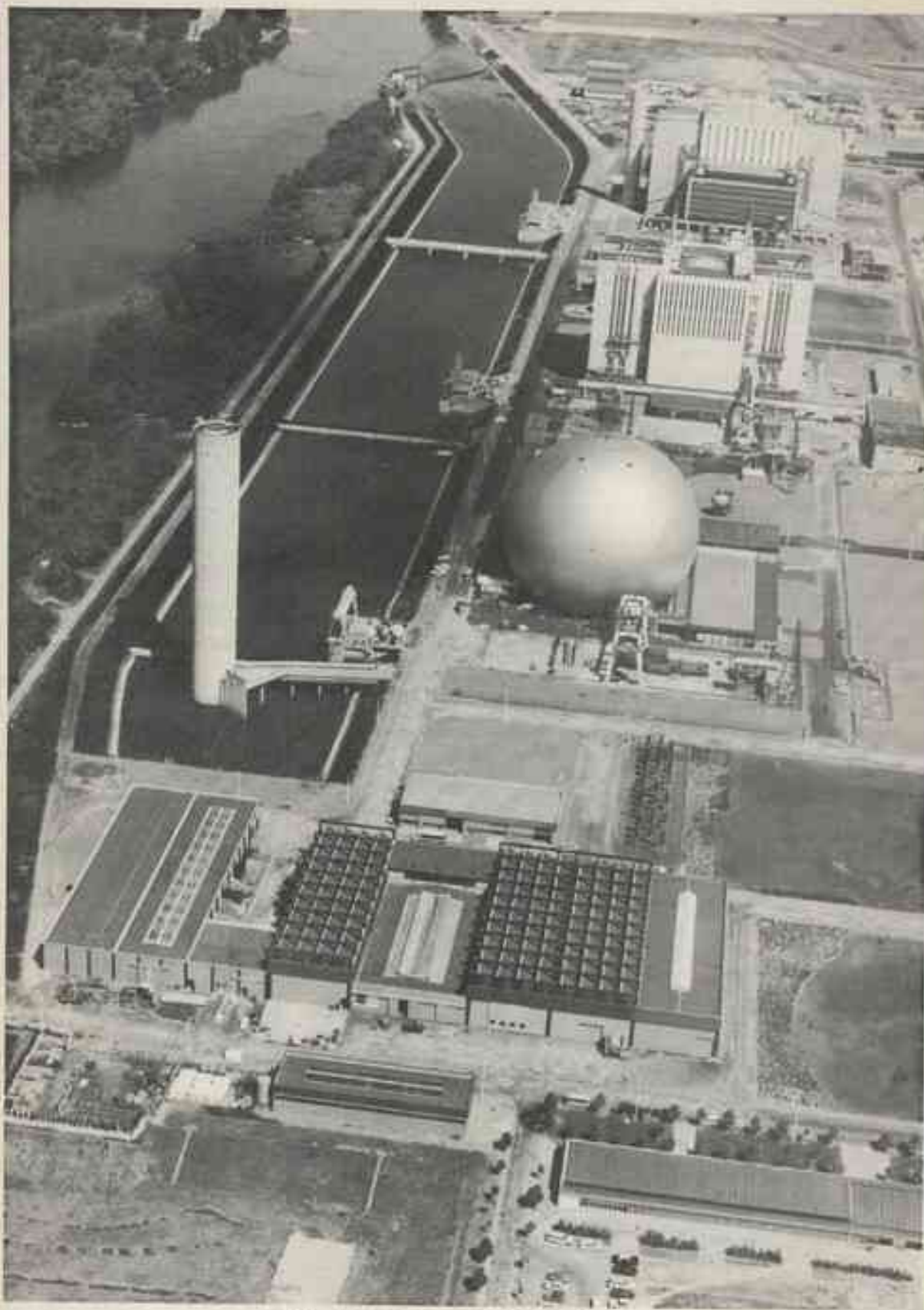
Une étape est franchie avec la collaboration de plusieurs d'entre eux à la construction d'un programme mathématique sur l'évolution à long terme du parc d'équipement électrique de l'Europe. Cette recherche leur offre en effet une triple opportunité :

- celle de découvrir les travaux antérieurs d'EDF sur les mêmes problèmes,
- celle de s'initier à la construction et au maniement des gros programmes mathématiques, avec l'aide des chercheurs de l'I.M.A.G. et d'un grand institut d'Allemagne Fédérale,
- celle enfin d'associer, à la même recherche, éconômistes, statisticiens et ingénieurs.

Sur la base de cette expérience l'ER dont les effectifs chercheurs et collaborateurs techniques atteignent la dizaine en 1970, tente de se structurer autour de quelques orientations précises.

La collecte et le traitement de l'information en économie de l'énergie

En dépit de la poursuite de leurs activités contractuelles, donc de relations assez fréquentes avec des responsables d'entreprises et d'administrations énergétiques, les chercheurs ressentent leur éloignement, psychologique autant que géographique, des centres de décision. Pour y parer, ils doivent au moins s'insérer dans un réseau de documentation, qui n'existe pas, mais dont ils suggèrent la création à d'autres organismes. L'intervention du CNRS s'avère décisive sur ce point : en aidant l'IEJE à développer la première phase du software (système SPLEEN) et en confiant au centre de documentation sciences humaines (CDSH) le soin de l'organiser et de l'exploiter, le CNRS met sur pied le premier réseau sectoriel national en documentation économique. D'autres suivront, et l'IEJE, pour sa part va se trouver à même de collecter une documentation plus abondante et de développer ses relations avec les utilisateurs qui lui demandent quotidiennement de l'information.



Centrale nucléaire de Chinon — Photo 123, Michel Bricard

La construction d'un modèle énergétique général

Pouvait-on étendre à l'ensemble du secteur de l'énergie le début d'expérience acquise sur le modèle concernant les équipements électriques. L'expérience a été tentée et, malgré de nombreux obstacles dans la poursuite d'une recherche collective, les premiers résultats ont été obtenus. L'ER teste actuellement une série d'hypothèses relatives à l'évolution des prix du brut, aux politiques anti-pollution, aux contraintes de sécurité des approvisionnements sur un programme linéaire (4 585 variables et 1 180 contraintes) dont le graphe support représente agents et flux significatifs du secteur énergétique français. Il est encore trop tôt pour évaluer correctement les résultats de l'expérience, mais on peut en souligner trois effets sur l'évolution des recherches de l'équipe.

L'alimentation du modèle en données, aussi précises que possible, a contraint l'équipe à une connaissance détaillée du secteur énergétique français ce dont elle a tiré un texte méthodologique sur les prix et les coûts de l'énergie.

L'élaboration du modèle lui-même a donné à l'un des chercheurs la compétence nécessaire pour examiner, comparer et critiquer les principaux modèles énergétiques utilisés actuellement à l'étranger.

Les obstacles enfin auxquels l'équipe s'est heurtée dans l'interprétation des premiers résultats du modèle a incité à une critique de l'instrument lui-même et à une discussion de sa pertinence compte tenu des changements en cours (cf. ci-dessous). Dans toute cette expérience, le rôle du CNRS s'est aussi révélé déterminant, parce qu'il a permis à l'équipe de recourir aux moyens puissants mais coûteux de l'informatique, et parce qu'il a libéré une partie des chercheurs de toute activité contractuelle.

Les transformations du système énergétique et la stratégie des firmes.

Le modèle énergétique général a été construit dans un cadre méthodologique et sur un concept d'optimum, l'un et l'autre sectoriel, au sens de la comptabilité nationale et de la planification française. La confrontation de ces choix à l'évolution de la réalité du pouvoir de décision énergétique a conduit la recherche à de nouvelles orientations, dépassant les limites de la modélisation sectorielle.

La première concerne la consommation d'énergie et son évolution à long terme. Par une approche économétrique de l'évolution passée des consommations dans dix-neuf pays industrialisés, on a d'abord procédé à une critique des trends construits sur la consommation apparente d'énergie alors que le double jeu des progrès techniques, et des sub-



Un travail à grande profondeur peut se faire, comme au fond du trou, pour poursuivre le forage. Photo S.N.P.A. Yvel.

stitutions d'énergie élève les rendements d'utilisation et aboutit à des élasticités-produit effectives bien supérieures à celles qui sont communément admises. Mais comment introduire l'effet d'un changement substantiel du prix relatif de l'énergie (par rapport au travail et au capital technique) ? Si l'on écarte tout automatisme dans la liaison prix-consommation unitaire, force est de rechercher les combinaisons de facteurs qui interviennent dans le choix des techniques d'utilisation de l'énergie, au triple plan des équipements, des processus productifs et des produits. Comment représenter ces relations multiples ? En quoi les modèles de simulation peuvent-ils être utiles ?

Telles sont les principales questions que se pose actuellement l'équipe qui a choisi de réfléchir sur trois exemples concrets :

- la production d'aluminium dans le système industriel ;

- la voiture individuelle et le chauffage des locaux à l'intersection du système des transports et du système urbain.

Parallèlement, une recherche est lancée sur la stratégie des firmes énergétiques françaises parti prenantes d'un processus d'internationalisation de plus en plus prononcé. Parmi les facteurs des choix technologiques évoqués ci-dessus, en effet, nul ne doute que leur action pèse déjà d'un grand poids. L'évolution de leur pouvoir relatif dans le concert des autres intérêts (industries non énergétiques, pouvoirs publics...) semble désormais un champ de recherche important pour la compréhension des sociétés industrielles modernes.

La « crise » de l'énergie et ses répercussions prévisibles ou supputées donnent un coup de fouet aux études sur l'énergie. Pas plus qu'hier le CNRS ne sera seul dans ce domaine et l'on pourrait même se demander si son intervention se justifie, c'est-à-dire si une équipe de recherche, indépendante des centres de décision, quels qu'ils soient, peut apporter une contribution de valeur à la connaissance et à l'explication de phénomènes difficiles à appréhender hors des grandes firmes ou des administrations spécialisées. On pourrait sans doute répondre que le bilan de courte vie de l'ER 94 n'est pas si maigre ou que les instituts d'université spécialisés en économie de l'énergie se sont développés à l'étranger (Allemagne, Italie, Japon, Pays scandinaves...) plus tôt et plus vite qu'en France. Ce serait oublier un contexte institutionnel bien différent quant aux relations des équipes de recherche œuvrant dans l'Université avec les industries, les administrations ou les syndicats. Mais les éléments d'apparente faiblesse peuvent être profitables au suivi et au sérieux de la recherche à plus long terme. L'indépendance que le CNRS permet à une équipe de conserver, loin de la couper des réalités énergétiques du moment (l'énoncé des thèmes de recherche en fait foi) autorise un certain recul, une attention particulière aux tendances profondes moins visibles mais plus significatives. Lorsque la « crise » a éclaté, certains chercheurs ont répondu à tel ou tel de leurs textes qui, en 1967 ou 1968, c'est-à-dire dans l'euphorie de l'« abondance », s'étaient heurtés, au mieux, à un scepticisme poli ! Les choses ont certes évolué depuis lors, mais bien des préventions demeurent de part et d'autre. Gageons que l'action persévérante du CNRS contribuera à l'effritement progressif de barrières qui limitent un dialogue à coup sûr profitable à tous.

Jean-Marie MARTIN
Maître de Recherche au CNRS

Le laboratoire d'optique électronique en 1974

Spécialisé dans la microscopie électronique et tout particulièrement dans la réalisation de microscopes à haute tension depuis une quinzaine d'années, le laboratoire, tout en continuant dans cette branche indispensable à son activité, a diversifié ces dernières années ses pôles d'intérêt, dont le point commun est cependant la microscopie électronique à basse et haute tension.

La construction d'appareils tels que les microscopes à haute tension nécessite, bien entendu, une activité dans le domaine de l'optique électronique, comme le signale la dénomination du laboratoire. Cette branche, développée depuis de nombreuses années, a permis d'une manière générale l'étude des caractéristiques de lentilles, en particulier magnétiques. Cela a débouché sur la réalisation des microscopes à haute tension, tandis que la collaboration avec diverses compagnies a permis de réaliser les hautes tensions dont la mise au point, en particulier dans le domaine de la stabilité, a été menée exclusivement au laboratoire.

L'activité actuelle du laboratoire peut, en dehors de celle de l'optique électronique, se diviser en sept grandes voies dont, nous l'avons dit, le point commun est la microscopie électronique à basse ou haute tension, utilisée soit comme outil soit comme méthode d'investigation à perfectionner. De plus, le laboratoire, qui a beaucoup d'interactions avec d'autres laboratoires français ou étrangers, met à la disposition de ceux qui en expriment le désir justifié ses possibilités, notamment expérimentales.

Lorsque l'électron traverse une couche mince placée sur son chemin, il accumule une information que le microscopiste essaie d'extraire des contrastes observés sur les micrographies. Ces

informations sont plus ou moins subtiles et les techniques d'étude diffèrent suivant le but recherché.

Les pages qui suivent vont essayer de montrer quelques résultats dans ces différentes voies dans lesquelles le laboratoire s'est engagé : optique et réalisations techniques, contrastes, pertes d'énergie, physique des matériaux, irradiations, biologie. Une telle description ne peut évidemment être tout à fait complète et ce sont les tendances générales plus que les résultats détaillés que nous vous présenterons.

Optique et réalisations techniques

Les réalisations techniques développées au laboratoire intéressent la construction et la mise au point tout d'abord de trois microscopes à haute tension, un microscope pouvant fonctionner sous 300 kV, un appareil à 1 200 kV dont la tension de formation au niveau du tube accélérateur peut être de 1 500 kV et le microscope électronique de 3 MV (Fig. 2) dont la tension d'utilisation peut même être légèrement supérieure puisque nous l'avons, par exemple, utilisé jusqu'à 3,1 MV (tension de formation au niveau du tube accélérateur 3,5 MV).

L'utilisation de tels appareils peut être extrêmement féconde dans un grand nombre de domaines. Être le point de rencontre de diverses spécialités est un des intérêts de cette technique qu'est la microscopie électronique. En fait, le laboratoire est actuellement plus centré sur les sujets que sur l'appareil lui-même. Pour pouvoir tirer le maximum de renseignements sur la structure d'un échantillon (cristallographie, défauts,

etc.), il est indispensable que le microscope soit complété par toute une série d'accessoires. Nous avons dans ce but entrepris la construction et la mise au point de porte-objets goniosométriques, d'un accessoire de mesure de la température en couches minces permettant d'approcher la mesure de la température de l'objet dans des conditions les plus proches possible de l'observation, de dispositifs d'observation inclinables à basse température refroidis à l'hélium liquide, de porte-objets inclinables à haute température ($\sim 1\,000^\circ\text{C}$), de porte-objets de traction à basse température et haute température, ce dernier type de porte-objet étant réalisé en liaison avec l'O.N.E.R.A. pour le microscope 1 MV situé à Châtillon-sous-Bagnaux. Il est de plus important pour l'observation prolongée des échantillons de disposer d'accessoires d'anticontamination piégeant les particules carbonées qui se trouvent dans le corps de l'appareil. Chaque appareil possède un tel dispositif. Nous venons même de réaliser un système anticontamination fonctionnant à l'hélium liquide et permettant d'obtenir autour de l'objet un vide de l'ordre de 10^{-8} mm Hg. Ceci est nécessaire pour étudier par exemple les recuits à haute température, aussi bien qu'un dispositif à très basse température pour éviter les condensations sur l'objet. Nous réalisons actuellement une cellule de réaction qui permettra d'observer à la pression atmosphérique en atmosphère contrôlée sous, par exemple, degré hygroscopique défini, tout aussi bien des coupes biologiques hydratées que des métaux réactifs ou dont on veut étudier la sensibilité à tel ou tel agent ou qu'il n'est possible, par exemple, d'étudier qu'à la pression atmosphérique (ferrofluides, cristaux liquides...).

cro-
série
but
e au
mes.
mpo-
tant
séra-
s les
tion,
ibles
lium
es à
de
pé-
mier
lia-
cro-
ous-
pour
util-
anti-
ruler
orps
sède
se de
tion
per-
t un
est
e les
bien
séra-
sur
une
l'ob-
e en
tem-
tout
ques
ou
à tel
par
ation
taux

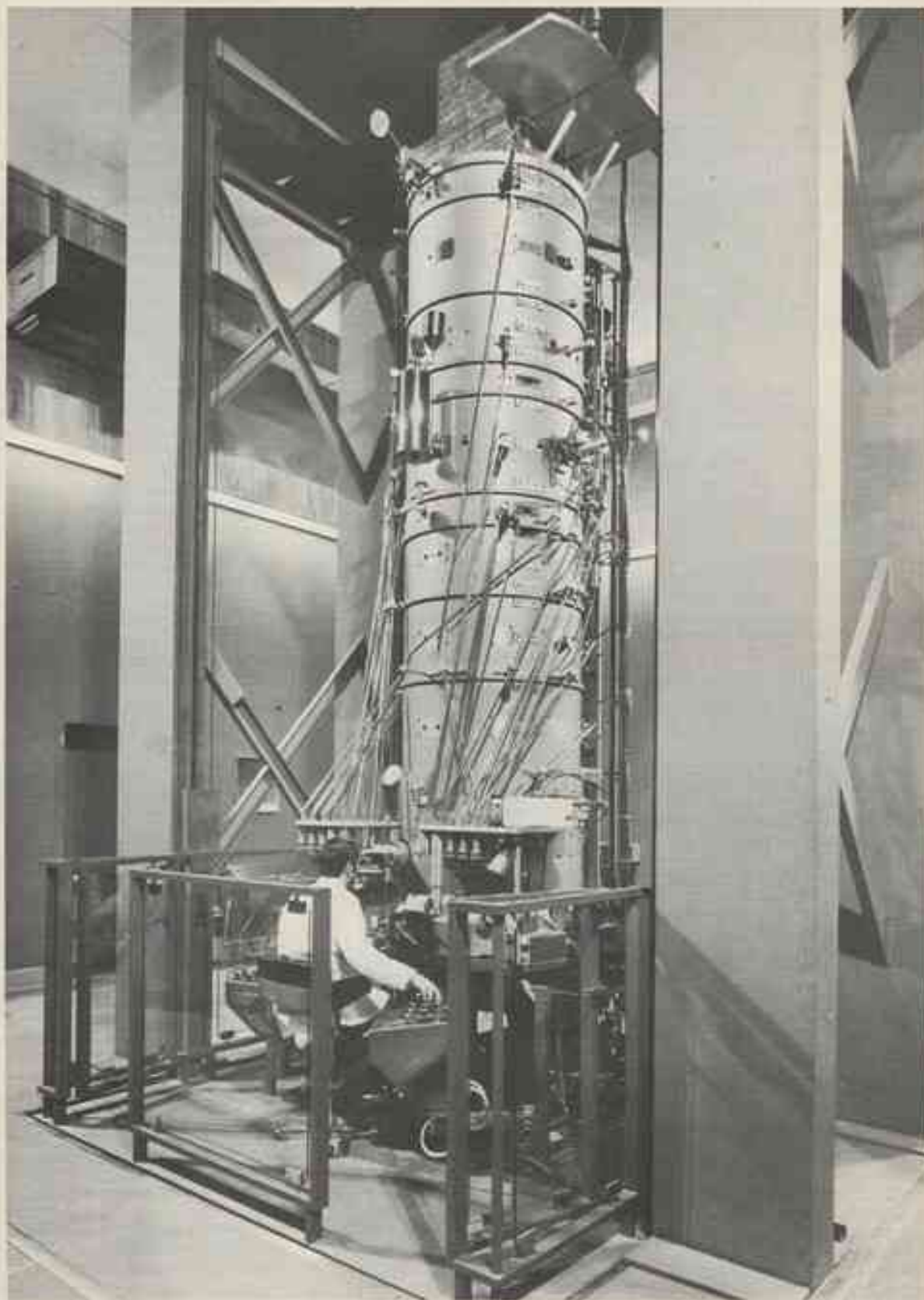


Fig. 2 — Microscopie 3 MV. On note sur la face avant de l'appareil le dispositif d'anticoimmersion à l'hélium liquide. Au même niveau à droite le porte-objet goniométrique permettant une inclinaison de $\pm 35^\circ$ dans toutes les directions.

C'est également récemment qu'un dispositif d'analyse d'énergie a été réalisé pour le microscope 1,2 MV et placé sous le microscope. Il ne perturbe pas ainsi la marche normale de l'appareil et a permis tout d'abord de vérifier et d'améliorer la stabilité de la haute tension qui a ainsi été trouvée égale à $\pm 1,5 \cdot 10^{-3}$ sur une minute. Un dispositif analogue est en cours de réalisation sur le microscope 3 MV, tandis qu'un dispositif de filtrage d'images du type Castaing-Henry a été réalisé à basse tension et que celui purement magnétique proposé par Castaing, Senoussi et Henry est en cours d'adaptation et de réalisation sur le microscope 1,2 MV. Le laboratoire sera d'ici très peu de temps à même de réaliser des études de pertes d'énergie de 70 kV à 3 MV.

Sur le microscope 300 kV a été adapté voici déjà quelques années un objectif à enroulement supraconducteur dont les performances les plus récentes sont à cette tension de 8 Å. L'intérêt d'une telle technique est de permettre tout d'abord d'envisager la réduction de la taille des appareils. De plus, les qualités de ces lentilles peuvent être théoriquement légèrement supérieures aux lentilles plus classiques. Il faut ajouter que le vide autour de l'objet est dans ces conditions excellent, ce qui présente un intérêt fondamental dans nombre d'applications.

Toutes ces réalisations techniques rappelées au début de ces quelques pages s'imbriquent en fait à divers degrés dans les études dont la description succincte va suivre. C'est, par exemple, pour améliorer nos connaissances dans le domaine de la haute résolution qu'est actuellement réalisé un canon à électrons à émission de champ dont il est maintenant bien connu que la brillance peut être jusqu'à 10^4 fois supérieure à celle d'un canon à émission thermoelectronique classique et dont la cohérence spatiale est également beaucoup plus satisfaisante que celle d'un canon classique. Si petit à petit ce type de canon doit remplacer, même en haute tension, les canons classiques, notre premier soin sera d'en équiper le microscope à balayage à haute tension (1,6 MV) que le laboratoire commence à développer.

Nous reviendrons sur les divers avantages de ce type d'appareil qui, pour être pleinement satisfaisant, doit, comme le canon à émission de champ, être réalisé sous ultra-vide. Disons tout de suite que le laboratoire s'est engagé en haute résolution dans le traitement des images. A cet effet nous avons réalisé un microdensitomètre qui permet une analyse digitale bidimensionnelle des plaques photographiques. Ce type d'analyse sera rendu plus simple par la réalisation d'un microscope à balayage.

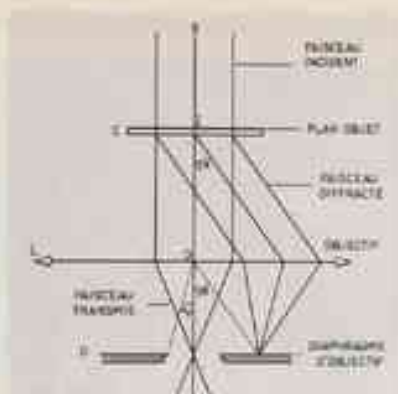


Fig. 5. — Schéma montrant l'interaction, dans le plan focal image de l'objectif, du diagramme de diffraction. Le diagramme de l'objectif, qui, aussi de contraste ne laisse ni passer que le fuscule transmis. L'image de l'objet obtenue dans le microscope sera un champ clair. Si le diaphragme était déplacé pour laisser passer le fuscule diffracté, l'image obtenue serait un champ noir.

Interprétation des contrastes

Une micrographie ne peut être lue d'une manière aussi directe qu'un cliché classique. L'interprétation des contrastes demande en effet des études détaillées qui sont à la base du travail de tout microscopiste.

Pour cette raison, la compréhension des contrastes est l'une de nos grandes branches d'activité. On peut dire que les problèmes qu'ils posent ne sont plus essentiellement fondamentaux quant aux renseignements géométriques que l'on peut déduire des variations d'intensité observées sur les micrographies. Plus précisément, l'explication qualitative des contrastes observés ne pose plus de question dont on ne connaisse la voie à suivre pour la résoudre. Ceci est vrai jusqu'à des résolutions d'une trentaine d'Angströms.

En-dessous de cette trentaine d'Angströms, la situation devient délicate. Il en sera question dans le paragraphe réservé à la haute résolution. Il n'en reste pas moins vrai que, même au-dessus de cette limite, la microscopie électronique quantitative est encore pratiquement inexistante, non pas dans le domaine géométrique mais dans celui du calcul des intensités. D'une manière plus générale on définit en microscopie le contraste en deux classes. Le contraste d'amplitude qui provient de la diminution de l'amplitude d'une onde par rapport à une autre à la traversée d'un échantillon, et le contraste de phase qui a son origine dans la combinaison d'ondes de phases différentes, c'est-à-dire ayant par exemple parcouru des distances différentes. Tous ces types de contrastes peuvent être mélangés à des degrés divers. Afin de passer d'un contraste à l'autre, le microscopiste joue sur le type d'objet utilisé, la focalisation par rapport à la surface de sortie de l'objet et la position ou la taille du diaphragme de contraste (Fig. 5).

Epaisseur maximum des échantillons

L'un des premiers points de base en microscopie électronique concerne la pénétration. Intuitivement on peut se convaincre facilement que l'augmentation de l'énergie de l'électron incident doit entraîner un accroissement de l'épaisseur observée et cela a été l'une des idées motrices du développement de la microscopie à haute tension. Nous avons ainsi étudié d'une part dans les matériaux cristallins, d'autre part dans les matériaux amorphes et microcristallins, cette variation de pénétration avec la tension. Il s'agit, en fait, en particulier dans les matériaux cristallins, de déterminer une pénétration utile définie comme l'épaisseur maximale pour laquelle il est encore possible d'obtenir une information sur, par exemple, la géométrie des défauts tels que les dislocations présentes dans l'échantillon. Les résultats expérimentaux sont alors confrontés avec le modèle théorique obtenu à partir de l'équation de Schrödinger, dans laquelle sont introduites les conditions d'incidence des électrons, mais également des paramètres pour une bonne part phénoménologiques permettant de tenir compte de l'absorption, non pas au sens des rayons X mais au sens de la diffusion. Cette absorption est différente pour les diverses ondes de Bloch présentes dans le cristal. Rappelons en effet qu'à l'onde associée à l'électron incident de longueur d'onde $\lambda = \frac{h}{p}$ (h , constante de

Planck; $p = mv$, quantité de mouvement) correspond à l'intérieur de l'échantillon cristallin un certain nombre d'ondes (N), ondes dites de Bloch numérotées (i) de 1 à N , dont les vecteurs d'ondes

$$\vec{k}_0^{(i)} = \vec{k}_0 + \vec{k}_g^{(i)} \quad (|\vec{k}_0| = \frac{1}{\lambda})$$

s'appuient d'une part sur une surface à N nappes dite surface de dispersion et d'autre part sur certains points d'une sphère dite sphère d'Ewald, déterminés à partir des divers nœuds g du réseau réciproque correspondant au cristal étudié. L'étude des contrastes en microscopie électronique consiste tout d'abord à déterminer ces vecteurs d'ondes à partir de l'équation de Schrödinger et à exprimer les battements entre les différentes ondes (i, j) définies ci-dessus en présence ou non de défauts. En particulier dans le cas d'un cristal imparfait, de par l'observation ou non d'un contraste dû à un défaut pour tel ou tel plan réflecteur on déduit la géométrie du défaut. En particulier, tout déplacement d'atome dans le plan réflecteur ne sera, par exemple, pas perceptible, comme on peut s'en convaincre facilement.

L'inverse de la distance entre nappes de la surface de dispersion peut être, dans certaines conditions, directement

observé sur les micrographies. Les longueurs observées, de l'ordre de quelques centaines d'Angströms, appelées distances d'extinction, dépendent des tensions et du matériau utilisés. Des études faites au laboratoire dans ce domaine montrent que si cette distance d'extinction augmente dans beaucoup de cas lorsque croît la tension, son comportement dépend des couples d'ondes envisagés (battements).

Le contraste dont nous venons de parler est un contraste de diffraction.

On a pu montrer ainsi et expliquer que la pénétration utile des électrons dépend de l'angle d'incidence, que dans les meilleures conditions d'incidence elle augmente considérablement entre 100 kV et 1 000 kV mais que, pour des énergies supérieures, le gain s'inflechit. La courbe de pénétration peut même présenter, dans des cas que nous avons étudiés, des oscillations au-dessus de 1 MV (Fig. 6 et 7). Dans le cas des matériaux amorphes d'une certaine épaisseur, pour lesquels l'origine des contrastes est principalement à chercher dans un contraste d'amplitude mais également pour les matériaux cristallins, une étude a été menée en mesurant le courant des électrons passant dans l'ouverture limitée par le diaphragme de contraste placé dans le plan focal de l'objectif du microscope électronique. Pour des ouvertures analogues à celles utilisées classiquement le courant recolté n'augmente que faiblement au-delà de 1 MV. La comparaison de la qualité d'images à différentes tensions a également été faite. Notons que dans ce cadre les sections efficaces de diffusion différentielles, notamment élastiques, ont été déterminées.

On peut conclure de ces résultats qu'au-delà de 1 MV le gain de pénétration lié à une égale qualité de l'information est faible, et ceci s'explique bien en théorie dynamique. Cependant, dans le cas des matériaux à contraste d'amplitude, utilisés notamment en biologie, les études ne sont pas encore assez complètes pour qu'une conclusion détaillée puisse être donnée.

La figure 8 montre le gain en pénétration obtenu entre 100 kV et 2,5 MV dans le cas de l'aluminium. L'épaisseur maximale observable pour l'aluminium est de l'ordre de 8 microns, tandis qu'à 100 kV elle était de l'ordre de six à sept fois plus faible. Dans le cuivre ou l'acier inoxydable la pénétration utile maximale est de l'ordre de deux microns, tandis qu'elle est de l'ordre de quatorze microns dans le silicium. Elle est d'autant plus grande que le matériau est de faible numéro atomique. Cette augmentation d'épaisseur observable permet par stéréoscopie de voir par restitution l'échantillon dans ses trois dimensions. Cette très importante possibilité a été utilisée récemment par les biologistes qui peuvent voir ainsi, par exemple, la cellule en trois dimensions. Il a pu être montré ainsi que les mito-

FONCTION DE PENETRATION POSITION DE BRAGG DU PREMIER ORDRE

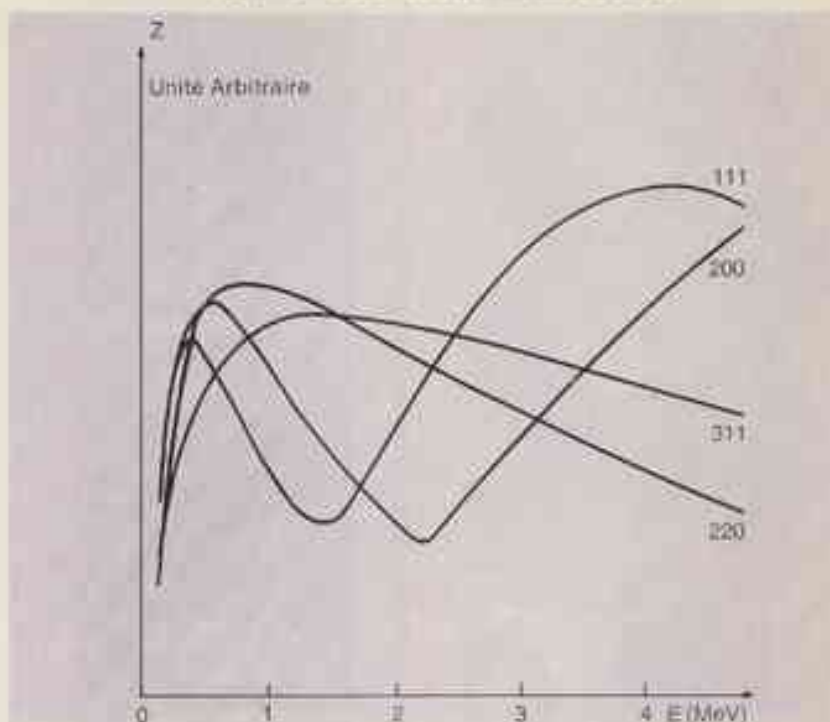


Fig. 6 — Courbe de pénétration en fonction de l'énergie des électrons pour la position de Bragg du premier ordre dans le cas du cuivre. Comparer le comportement pour différentes réflexions. (Thess A. Roehner)



Fig. 7 — Les six clichés montrent l'évolution de la pénétration en sections de Bragg axiales avec 1 MV et 3 MV. Le maximum de pénétration semble être pour 2 MV environ. (A. Roehner, R. Ayroos, A. Maut, C. Mori, B. Jouffrey, 3rd Internat. Conf. on High Voltage Electron Microscopy, Oxford, 1972).

chondries n'étaient pas de petits éléments, mais des tubes continus aux formes plus ou moins compliquées (voir plus loin).

Effet de tension critique

Nous avons vu précédemment que la distance entre nappes de la surface de dispersion dépendait de la tension utilisée. Lié à cela, un effet dit de « tension critique » peut même être mis en évi-

dence. Celui-ci purement relativiste, consiste en une dégénérescence par exemple des ondes correspondant aux nappes 2 et 3 sur la figure pour certains matériaux et peut même exister dans certains pour de basses tensions. Les deux nappes en contact pour cette tension donnent une distance d'extinction correspondante infinie. La réflexion de Bragg de second ordre 2g voit son intensité devenir minimale, l'interférence est minimale. Cet effet est observé

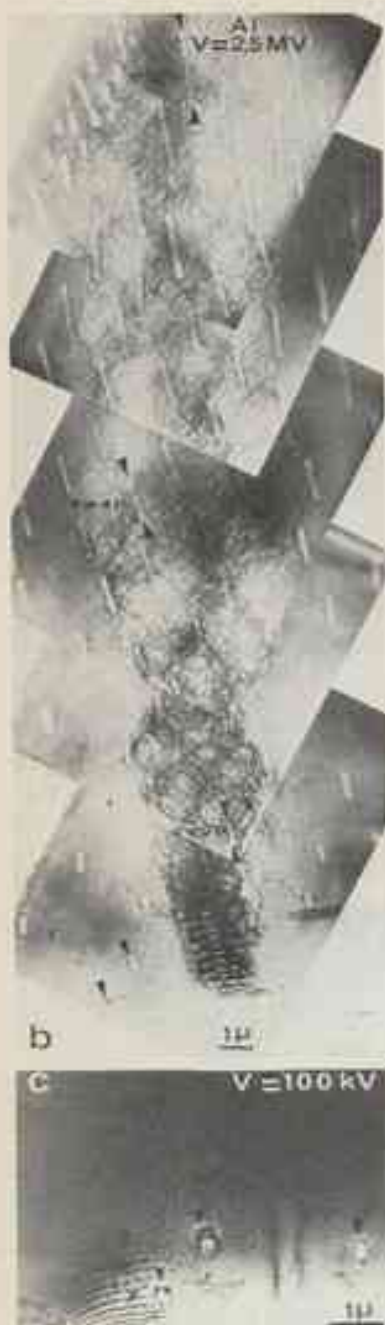


Fig. 8 — Gain en pénétration entre 100 kV et 2,5 MV dans le cas d'un échantillon d'aluminium. Il s'agit en fait d'un matériau composite Al-Si fabriqué à l'ONERA. Les fibres de fibre orientées servent uniquement à la mesure de l'épaisseur. Trois fibres visibles sur les deux clichés sont repérées (f). Après: A. Mazié, C. Mory, A. Richer, C.R. Acad. Sci. 1973, 278, 793.

sur la figure 9.

Il est très sensible au facteur atomique de diffusion utilisé et à la température. Il permet donc de tester les facteurs de diffusion atomiques et la correction de Debye par exemple et revêt ainsi une grande importance.

L'intensité sur le fond noir 2g étant minimale pour la condition exacte de Bragg 2g, il est alors possible d'observer avec un excellent contraste des défauts, dislocations, précipités. Ces défauts apportent localement une déformation du réseau. L'effet de tension critique

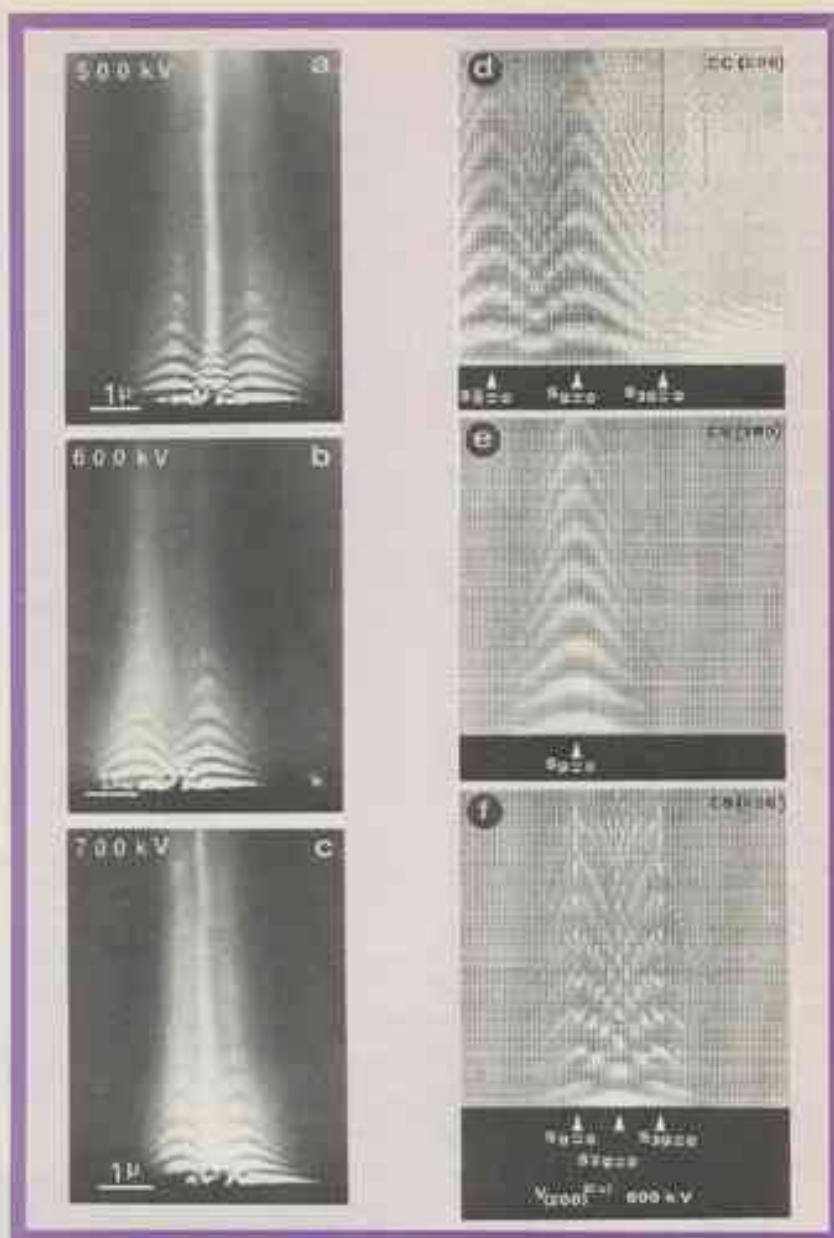


Fig. 9 — Effet de tension critique. Les clichés a, b, c sont des champs noirs 2g (400). L'épaisseur de l'échantillon se augmente vers le haut, le plus il est courbé, son axe de courbure étant vertical. On note à 500 kV une bonne pénétration en condition de Bragg 2g exacte. Elle disparaît à 600 kV et est à nouveau observable à 700 kV. Sur la droite, simulations des champs noirs 2g et 2g, correspondant avec les repères d'orientation conditions de Bragg g, 2g, 3g, 4g. (A. Richer, B. Joffrey, C.R. Acad. Sci. 1972, 275, 195).

existant lorsque l'angle d'incidence du faisceau correspond à la réflexion de Bragg exacte du 2e ordre, la présence d'un défaut change localement l'incidence du faisceau de l'électron et le défaut apparaît en clair sur fond très noir.

Limite

de la résolution

Il est bon de rappeler tout d'abord que l'intérêt fondamental de la microscopie électronique est lié à son pouvoir de résolution élevé, lié au fait que la longueur d'onde de de Broglie associée à l'électron, λ , est, suivant l'énergie de celui-ci, de l'ordre de quelques millièmes ou de quelques dix-millièmes d'Angströms dans la gamme d'énergie pratiquement utilisée en microscopie électronique.

V	100 kV	1 MV	3 MV
$\beta = v/c$	0,5024	0,9411	0,959
$\lambda (\text{\AA})$	0,0370	0,0087	0,0036
m/m_0	1,1957	2,9569	6,870

Tableau 1. — Dans ce tableau on remarque que la vitesse de l'électron v est à 3 MV près de 99 % de la lumière c , que la longueur d'onde associée à l'électron est pratiquement dix fois plus petite à 3 MV qu'à 100 kV, et m est la masse au repos de l'électron.

Le pouvoir de résolution lié aux effets de diffraction est proportionnel au rapport $\frac{\lambda}{\alpha}$, ce qui peut être facilement montré à l'aide des relations d'incertitude d'Heisenberg, α étant l'ouverture

du faisceau utilisé. A l'inverse de l'optique photonique classique, où la longueur d'onde associée est de l'ordre de quelques milliers d'Angströms, le pouvoir de résolution de l'ordre du micron, dans ce cas, peut donc être amélioré en utilisant des particules de longueur d'onde associée plus petite, tels que les électrons dont les trajectoires peuvent, en outre, être modifiées facilement par un champ électrostatique ou magnétique. Ce dernier type de modification est préféré car les électroaimants que sont les lentilles magnétiques présentent moins de défauts que les lentilles électrostatiques. Ils sont, en outre, d'utilisation plus aisée.

A cause de ces défauts, et en particulier de l'aberration de sphéricité (que traduit le coefficient C_s), défaut bien connu des opticiens, l'angle d'ouverture α ne peut être aussi grand qu'on le désirerait. On détermine ainsi un angle optimal qui définit le pouvoir de résolution maximal de l'appareil δ_L proportionnel à $C_s \propto \lambda^3$.

Quoique les C_s augmentent avec la tension utilisée, on voit aisément, d'après cette formule, que δ_L diminue avec la tension.

Microscope 100 kV $C_s = 1,7$ mm —
Microscope 1,2 MV $C_s = 6,8$ mm —
Microscope 3 MV $C_s = 6,2$ mm.

On peut espérer à 3 MV approcher le $1/2 \text{ \AA}$, et ce fait est l'un des intérêts les plus fondamentaux de la microscopie électronique à haute tension, associé à l'avantage démontré théoriquement plus récemment que le contraste, par exemple des atomes, doit être trois à quatre fois plus fort à 3 MV qu'à 100 kV. Pour cela trois conditions doivent être remplies, les effets chromatiques dus à la haute tension doivent être minimaux, ceux dus à l'objet également car très rapidement, avec l'épaisseur, ce sont ces effets qui limitent la résolution; il faut, de plus, choisir l'échantillon de telle manière que de petits défauts puissent être reconnus et identifiés, et enfin la stabilité mécanique des porte-objets doit être excellente, les temps de pose pouvant être de l'ordre d'une dizaine de secondes ou plus.

Ajoutons qu'en raison du fait que les angles de diffraction définis par la loi de Bragg deviennent plus petits à haute tension (λ est dix fois plus petite à 3 MV qu'à 100 kV), il a été montré voici quelques années au laboratoire que l'obtention de diagrammes de diffraction à aire sélectionnée est beaucoup plus précise à haute tension. Cet effet provient du fait que la précision avec laquelle l'aire est délimitée peut atteindre 500 Å environ.

On sait, de plus, que l'électron qui sert à former l'image de l'objet a son énergie définie à une certaine valeur près. Cette répartition de l'énergie des électrons utilisés entraîne sur l'image des effets chromatiques. On voit donc aisément que l'aberration chromatique et ses effets sont importants à étudier et cette importance a été maintes fois signalée.

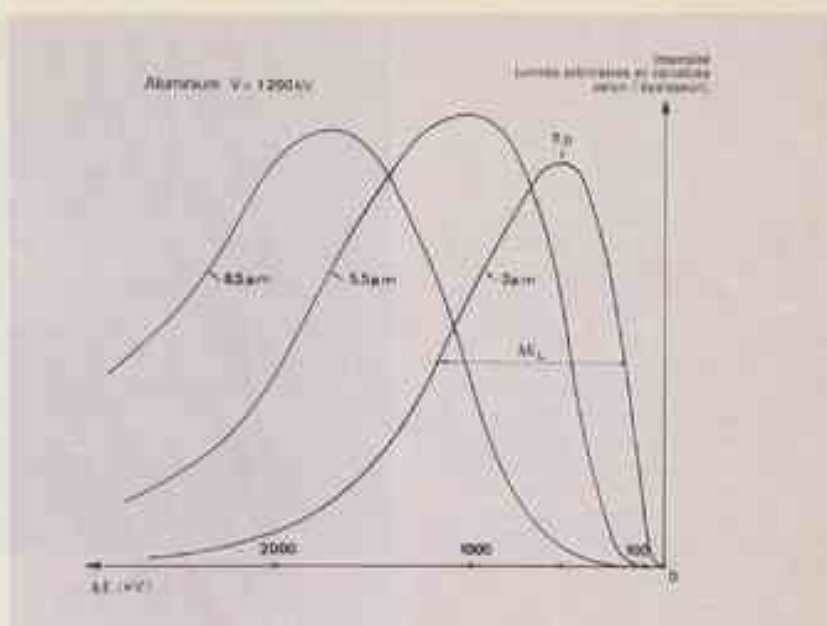


Fig. 12 — Profils de pertes d'énergie subies par des électrons de 1200 keV à la traversée d'échantillons d'aluminium de différentes épaisseurs. L. Sevely, J. Ph. Favez, E. Jouffroy, 3rd Intern. Conf. on High Voltage Electron Microscopy, Oxford, 1973.

Elle entraîne un flou sur l'image d'un point de rayon égal à $\delta C_s \propto \frac{\Delta E_L}{C_s}$, où

C_s est le coefficient d'aberration chromatique (100 kV : $C_s = 2,2$ mm; 1,2 MV : $C_s = 6$ mm; 3 MV : $C_s = 7,5$ mm). E l'énergie des électrons utilisés et ΔE_L (Fig. 12) la largeur à mi-hauteur de la distribution des pertes d'énergie. ΔE_L est de l'ordre de quelques dizaines à quelques centaines d'électronvolts. Une part du ΔE_L peut provenir de la stabilité de la haute tension, l'autre part étant due aux pertes d'énergie subies par l'électron lors de sa traversée de l'échantillon. En ce qui concerne la première origine du chromatisme, elle est pratiquement résolue puisque, à 1,2 MV par exemple, nous l'avons dit, la stabilité sur une minute a été déterminée comme meilleure que $\pm 1,5$ eV. La valeur de ΔE_L correspondant à la valeur la plus probable de la perte d'énergie n'entraîne qu'un déplacement de l'image.

D'après le traitement de Landau, qui met en jeu uniquement les processus d'ionisation, la perte ΔE_L est inversement proportionnelle au carré de la vitesse de l'électron, ce qui se comprend bien à partir du schéma simple de Bohr, et proportionnelle à l'épaisseur de l'échantillon traversée. Expérimentalement nous avons trouvé des écarts assez importants avec le traitement de Landau, mais ΔE_L augmente bien, quoique moins vite que prévu, avec l'épaisseur et nous avons pu également mettre directement en évidence que ΔE_L diminue bien lorsque la tension accélératrice des électrons augmente, d'où l'un des intérêts d'utiliser la haute tension du point de vue résolution. Rappelons qu'il est bien connu, d'après la théorie de Bethe sur le « stopping power » anglo-saxon,

que la perte d'énergie moyenne, valeur importante pour la formation de défauts, en particulier par ionisation, passe par un minimum aux alentours de 1 MeV.

L'utilisation du modèle de Landau permet de calculer ΔE_L en tenant compte uniquement des processus d'ionisation (une erreur est donc faite par défaut, le rayonnement de freinage des électrons -bremsstrahlung est ignoré). On trouve ainsi que le gain sur δ_L est environ de deux ordres de grandeur entre 0,1 et 3 MV.

On sait bien, depuis quelques années, que les images en fond noir qui, si la direction du faisceau incident n'est pas corrigée, nécessitent d'utiliser un faisceau incliné, sont bien meilleures à haute tension qu'à basse tension. Ceci est dû au fait que nous venons de signaler.

Si la haute tension permet également, ce qui est d'un très grand intérêt, de réaliser des images avec une bonne résolution, même dans le cas où l'échantillon est épais, pour les raisons que nous venons d'exposer, il n'en reste pas moins évident que l'obtention des très hautes résolutions demande d'utiliser des objets minces et bien évidemment des porte-objets très stables. C'est dire que les vibrations mécaniques auxquelles sont soumis le porte-objet et donc également le microscope doivent être minimales. Si ce dernier problème est pratiquement résolu pour les microscopes à tension classique, il ne l'est pas encore complètement pour les microscopes à haute tension. Un effort technique important dans ce domaine est en cours au laboratoire, notamment pour le microscope 3 MV. A l'heure actuelle, les résolutions par plan obtenues au laboratoire à 3 MV sont égales à $4,5 \text{ \AA}$.

En fait, la réalisation et la compréhension des aspects observés en très haute résolution nécessitent, en dehors d'un effort technique certain, un développement théorique poussé. Il s'agit, en particulier, de bien assimiler les problèmes liés au contraste de phase (contraste dû à l'interaction du faisceau direct par exemple et d'un faisceau diffusé ou diffracté). Celui-ci est notamment prédominant dès qu'il s'agit d'images défocalisées, c'est-à-dire lorsque la mise au point n'est pas effectuée sur la face de sortie de l'échantillon. Le rôle de l'aberration de sphéricité, en particulier, est alors très important, notamment dans le cas d'images de centres diffuseurs. L'aspect de ces centres diffuseurs, par exemple des atomes individuels, dépend des fréquences spatiales acceptées dans la formation de l'image, c'est-à-dire, en fait, transférées par l'ouverture du diaphragme de contraste.



Fig. 13 — Atomes d'uranium (jaune) dans un dérivé organométallique de l'acide molybdique déposés aux sommets d'un triangle équilatéral d'environ 10 Å de côté. Une seule molécule est visible sur ce cliché. La préparation a été faite à 100 kV en champ sombre, avec une défocalisation voisine de $-1\ 200\ \text{Å}^2$. G. = 3 000 000 ×. (D. Daigne)

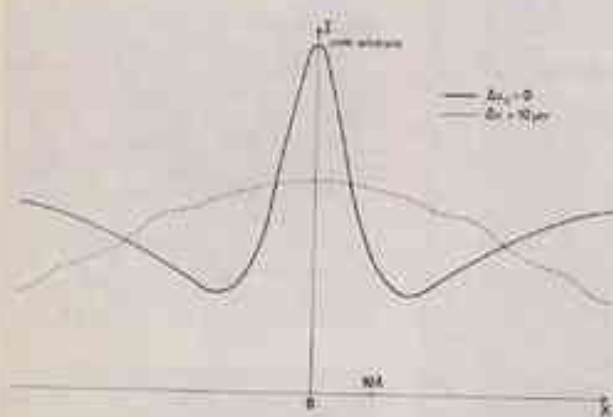


Fig. 15 — Simulation des images défocalisées. Δz_0 désigne la longueur de défocalisation rapportée à l'objet. $\Delta z_0 = 0$ correspond à la face de sortie de l'échantillon.

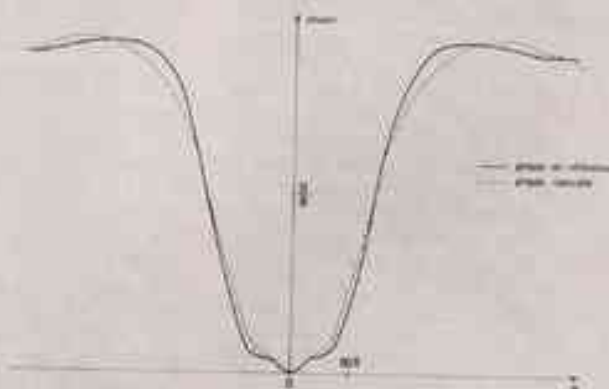


Fig. 14 — Résultat obtenu. L'accord entre la phase calculée et la phase de référence est très satisfaisant. La zone relative au cœur du défaut est bien marquée.

Restitution de la phase

La méthode utilisée consiste à procéder à l'analyse numérique de deux images défocalisées que l'on compare. Les profils calculés qui sont présentés sont relatifs au champ (sans d'un double cristallin (étude du déphasage de l'onde transmise dû à ce effet). Les effets de diffusion inélastique sont supposés négligeables.

(A. Lamm)

Suivant la taille de ce diaphragme, l'information extraite sera différente. L'un des problèmes auxquels s'attaque le laboratoire à l'heure actuelle et où des résultats substantiels, tant théoriques qu'expérimentaux ont été obtenus est la très haute résolution, soit pour l'étude des défauts, soit pour mettre en évidence les atomes individuels, comme nous l'avons dit plus haut. Les problèmes qui se posent concernent alors, en particulier, les conditions de focalisation pour lesquelles le contraste est maximal, mais également des informations sur le déphasage que subit l'onde transmise, par exemple, à la suite de son interaction avec le défaut, avec pour but de savoir s'il est possible d'avoir, par exemple, une information à

très petite échelle. Cette approche peut être menée en comparant deux images défocalisées (Fig. 13 et 14). Cette connaissance serait très importante, semble-t-il, pour mieux comprendre, par exemple, la structure du cœur des dislocations.

À l'heure actuelle, si dans ce domaine, au laboratoire, les outils théoriques sont assez bien compris, il faut ajouter qu'expérimentalement des résultats ont été obtenus à basse tension concernant la mise en évidence directe d'atomes (Fig. 15) d'uranium, de plomb ou de mercure. Le but de cette étude est double. Le premier concerne l'étude de l'information que peut donner l'électron jusqu'à la structure électronique des atomes à la suite de l'interaction avec

l'instrument microscopique électronique, l'autre consiste à mener à bien une étude morphologique de molécules organiques individuelles, marquées par des atomes lourds. On s'attend théoriquement dans ce domaine à un meilleur contraste à haute tension qu'à basse tension, (de l'ordre d'un facteur trois ou quatre), d'où l'effort actuel que nous menons dans la très haute résolution jusqu'aux tensions de l'ordre de 3 MV.

Ainsi toutes ces études de résolution nécessitent une bonne compréhension de l'optique de l'appareil, c'est-à-dire plus précisément de l'objectif, dont l'étude des conditions du transfert est nécessaire et a donc été entreprise au laboratoire.

Pertes d'énergie d'électrons traversant l'échantillon

Nous avons dit plus haut que lorsque les échantillons voient leur épaisseur augmenter, les problèmes de chromatisme deviennent prépondérants. L'électron perd de l'énergie, il s'essouffle plus ou moins suivant le matériau, déviant son trajet dans l'échantillon à la suite d'interactions inélastiques ($\lambda > \lambda_v < \lambda$). On devine donc l'intérêt d'une étude de ces interactions inélastiques en fonction de l'énergie de l'électron incident et également du matériau.

C'est pour cette raison que nous avons réalisé — nous en avons dit quelques mots précédemment — un analyseur de vitesse sur le microscope 1,2 MV du laboratoire situé sous l'écran d'observation.

Excitations collectives d'électrons libres

La résolution de $\pm 1,5$ V à haute tension nous a permis de mettre en évidence et d'étudier les excitations de plasmons (Fig. 16). En particulier, nous avons pu déterminer le libre parcours moyen d'excitation de plasmons défini par

$$\lambda_p = \frac{\hbar \omega_p}{dE/dx}$$

où $\hbar \omega_p$ est l'énergie correspondant à l'excitation collective d'électrons étudiée et dE/dx la perte d'énergie par unité de longueur correspondant à l'excitation étudiée.

La figure 17 donne la variation du libre parcours moyen dans le cas de l'aluminium et du carbone. Les valeurs théoriques sont également reportées sur cette figure. Le fait important dû au caractère relativiste de l'électron est la saturation du libre parcours moyen au-dessus de 1 MV.

Si l'on augmente l'épaisseur de l'échantillon, la présence des pics liés à l'excitation de plasmons diminue tandis que la courbe de perte d'énergie prend une allure classique dans les phénomènes de transfert (Fig. 9).

Excitations de niveaux atomiques profonds

L'un des intérêts des études de pertes d'énergie, notamment à haute tension, est de permettre une étude de la structure électronique, en particulier au-dessus du niveau de Fermi. En effet, il est possible, par excitation électronique, de faire transiter un électron d'une couche profonde (K, L...) vers les niveaux d'énergie libres au-dessus du niveau de Fermi. Ce type d'excitation est caractéristique de l'élément considéré. Nous avons pu mettre en évidence les pics d'excitation K (Fig. 18) jusqu'au germanium (11 200 eV), ce qui avait été impossible jusqu'à présent en utilisant

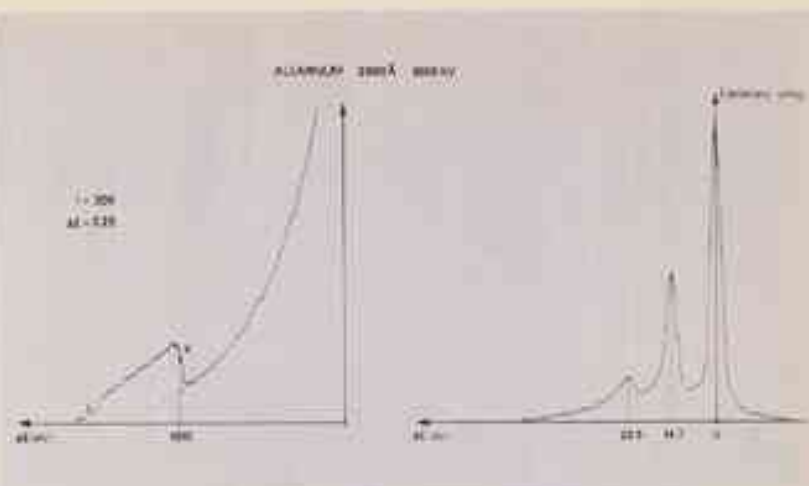


Fig. 16 — Pertes d'énergie d'électrons de 1 000 keV dans l'aluminium et le carbone. Noter en particulier la résolution en énergie et les pertes d'énergie correspondant à l'excitation d'électrons de niveau K. (L. Sévely, J. Ph. Perez, B. Jouffrey, 3rd Intern. Conf. on High Voltage Electron Microscopy, Oxford, 1972).

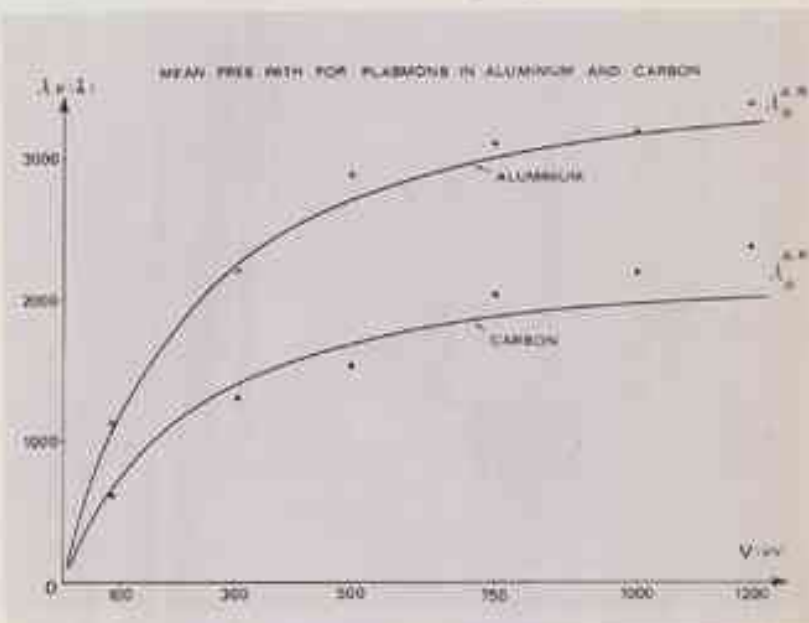


Fig. 17 — Comportement du libre parcours moyen d'excitation des plasmons dans l'aluminium et le carbone obtenu expérimentalement. Les courbes donnent cette variation d'après le modèle d'Astles et Roddie. (L. Sévely, J. Ph. Perez, B. Jouffrey, 3rd Intern. Conf. on High Voltage Electron Microscopy, Oxford, 1972).

de plus basses tensions. Cela est dû, en particulier, au fait que l'angle de diffusion varie comme $\sin^2 \theta = \frac{T}{E}$ (T, énergie transmise) et que les ouvertures utilisées en haute tension peuvent être importantes.

Le pic de transition ne se trouve pas forcément juste après le niveau de Fermi. Sa position dépend, et par suite la pente de ce pic est fonction du caractère de la bande au-dessus du niveau de Fermi, les règles de transition étant identiques à celles de l'absorption X, $\Delta l = \pm 1$ (l étant le nombre quantique azimutal). La position du pic pour une raie K ou L... ne sera donc pas identique et variera d'un élément à l'autre.

Voici une trentaine d'années, Hillier avait proposé que des pertes d'énergie caractéristiques de l'élément considéré soient utilisées à des fins d'analyse chimique. Si en ce moment les résultats n'en sont qu'à leur tout début dans le cas d'alliages, on peut remarquer que l'utilisation des pertes K est dans ce domaine préférable à celle de pertes provenant d'électrons appartenant à des niveaux plus superficiels, ceux-ci se superposant souvent dans le cas d'alliages, ce qui montre bien l'intérêt des hautes tensions dans ce domaine. La méthode semble pouvoir être appliquée dans les matériaux légers.

Les libres parcours moyens d'excitation, qui à 1 200 keV sont de l'ordre de $3\,500 \text{ Å}$ pour les plasmons dans l'al-

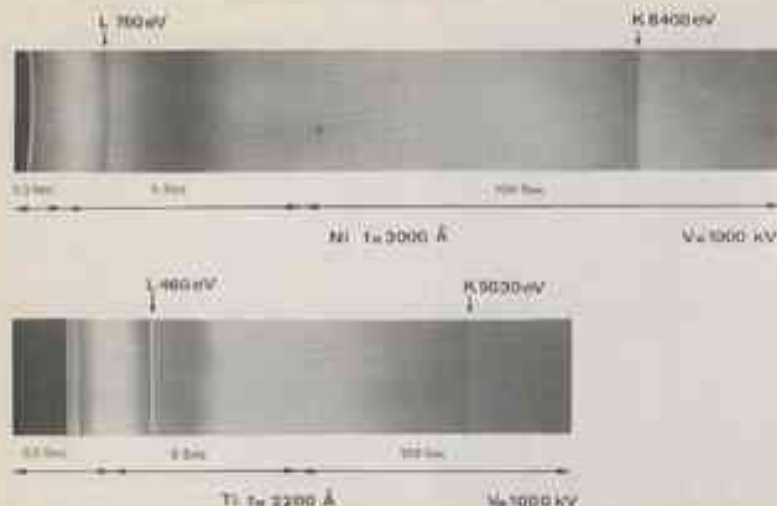


Fig. 18 — Spectre des pertes d'énergie dans le cas du titane et du nickel. Toner en particulier les raies K et L. J. Shewh, P. Ph. Peres, B. Jouffrey, 2nd Intern. Conf. on High Voltage Electron Microscopy, Oxford, 1973.

minium, sont pour la raie K de l'ordre d'une quarantaine de microns.

Irradiations

Irradiations aux électrons

Lorsqu'un électron a une énergie suffisante, il peut déplacer de leurs sites des atomes du réseau. On obtient alors dans l'échantillon, s'il est cristallin et métallique, des paires de Frenkel. Les défauts ponctuels ainsi formés, interstitiels (atomes hors de leur site) et lacunes (manque d'un atome en un site atomique normal) peuvent migrer et entraîner la formation d'amas de défauts observables dans le microscope. Celui-ci sert donc, dans ce cas, tout à la fois de générateur de défauts et d'appareil d'observation de ces défauts. Il est donc possible d'effectuer des études « in situ » d'irradiation aux électrons. Si cet effet peut être gênant pour certaines observations, on conçoit aisément tout l'intérêt de cette technique pour les spécialistes des problèmes d'irradiation. Notons qu'en fait les densités de courant utilisées pour mener à bien les observations sont en général d'une dizaine de fois plus faibles que celles utilisées pour les expériences d'irradiation (10^{18} e/cm²/sec). Ceci est bien montré sur la plupart des clichés présentés où la pénétration utile est très bonne et aucun défaut d'irradiation observable.

L'observateur voit se dérouler sous ses yeux les différents stades de l'irradiation qui peuvent être, en réalisant les accessoires adéquats, étudiés à différentes températures. Le microscope 3 MV permet de telles études sur des matériaux de grande masse atomique, comme, par exemple, l'or (énergie nécessaire à la formation des défauts observables ~ 1300 keV) et le tungstène (~ 1600 keV) dans lesquels il n'est pas

possible de déplacer des atomes à l'énergie de 1 MeV par exemple, en dehors de l'intérêt d'étudier, sur des matériaux légers comme l'aluminium dont les déplacements atomiques nécessitent des électrons d'énergie inférieure à 200 keV, la cinétique de formation des défauts créés pour différentes énergies. L'expression donnant l'énergie de seuil de déplacement dans un modèle simple s'écrit :

$$E_d = \frac{2E(E + 2m_0c^2) \sin^2 \Phi/2}{M_0c^2}$$

où Φ est l'angle de diffusion. Le seuil de déplacement est obtenu pour $\Phi = \pi$. De toute manière, l'angle de diffusion correspondant à cet effet est grand et l'étude des pertes d'énergie ne permet pas actuellement de mettre en évidence directement le seuil. Ceci serait possible cependant avec un microscope à balayage où la place autour de l'objet, convenablement situé, pourrait permettre de récupérer des électrons à grand angle. Ajoutons que ce seuil de formation des défauts peut évidemment être étudié en fonction de différentes directions cristallographiques.

Nous avons trouvé dans l'or irradié à la température ambiante différents stades. Dans le premier, les interstitiels se regroupent pour former des amas qui disparaissent ensuite, absorbés par les lacunes en sur saturation qui précipitent à leur tour. Si l'irradiation est prolongée, on peut dans certaines conditions obtenir des défauts qui s'ordonnent. Le degré d'ordre et son évolution ont été déterminés par diffractographie laser des micrographies électroniques. Les effets de canalisation des ondes électroniques, c'est-à-dire de la localisation plus ou moins forte des ondes de Bloch sur les atomes dans leur progression à l'intérieur du cristal, ont été mis en évidence dans le cuivre (Fig. 20),

l'or, etc. Cet effet a une influence sur les couches dénuées de défauts situées près des surfaces libres. En effet, ces dernières ont une très grande importance sur la formation des amas, les défauts très mobiles, tels les interstitiels, étant facilement piégés par elles. Les amas d'interstitiels ne pourront ainsi se former qu'à une distance relativement importante (~ 1000 Å dans le cuivre) des surfaces libres de l'échantillon. On a pu montrer également que les défauts, tels joints de grains, défauts d'empilement, parois de macles, dislocations jouent un rôle très important dans les cinétiques locales de précipitation des défauts ponctuels. (Fig. 21). Des irradiations aux électrons ont également été menées dans des matériaux ordonnés, tels que Ni₃Mn ou TaC. Dans le premier cas une mise en évidence nette d'une diminution de l'ordre a été vue par l'intermédiaire du comportement de superdislocations.

Irradiations aux ions

Parallèlement aux études d'irradiations aux électrons, une étude détaillée sur les irradiations aux ions, principalement de cibles d'or, en collaboration avec le Laboratoire R. Bernas du C.S.M.S.N., a été entreprise. La comparaison de ces deux types d'irradiations, ions et électrons, est en effet extrêmement instructive. Les irradiations ont été menées avec des énergies comprises entre 50 et 150 keV. Les ions utilisés correspondent à des éléments répartis sur le tableau de Mendeleiev. A la température ambiante les défauts observés sont interstitiels en-dessous du Fe et lacunaires au-dessus du Mo. Les expériences ont été menées avec des ions Ar, Kr, Xe, Rb, Cs, Fe, Mo. Les défauts deviennent en partie lacunaires dans le cas du Kr, par exemple, lorsque la cible en cours de bombardement (Or) est chauffée à 100°C. Cet effet semble donc lié à la concentration instantanée de défauts ponctuels créés et à leur mobilité liée aux cascades.

Toute cette étude a été menée en stéréoscopie quantitative. En effet, la nature des défauts d'irradiation que nous avons étudiés ne peut être déterminée que si leur profondeur est connue. Celle-ci peut être déterminée en microscopie électronique à ± 15 Å près. Cette détermination a permis d'obtenir la distribution en profondeur des amas de défauts créés par irradiation aux ions dont il est question plus haut. Nous donnons (Fig. 22) un exemple du type de résultats obtenus qui montrent que la théorie de Winterbon, Sigmund et Sanders permet d'expliquer les profils déterminés.

Physique des matériaux

Déformations plastiques

L'un des intérêts de la haute tension, nous l'avons vu, est de permettre d'obtenir des informations sur des défauts,

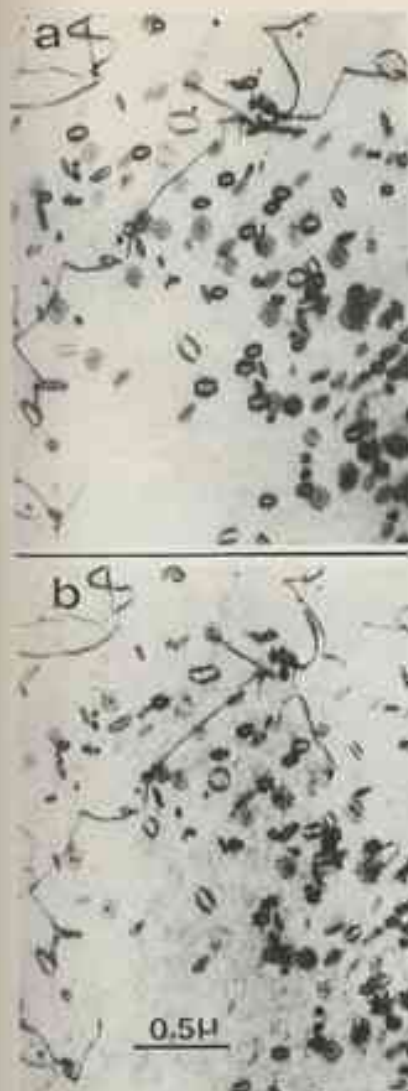


Fig. 21 — a) Boucles créées par trempe dans de l'aluminium et observées à 1 MV. b) Après une forte irradiation, la même plaque montre que les bords des boucles hexagonales des « marques ». La formation de ces « marques » est due aux interstitiels qui sont piégés par des dislocations entraînant vraisemblablement un « marque » d'interstitiels au centre des boucles au greignage de petits défauts lacunaires. (B. Joffroy)

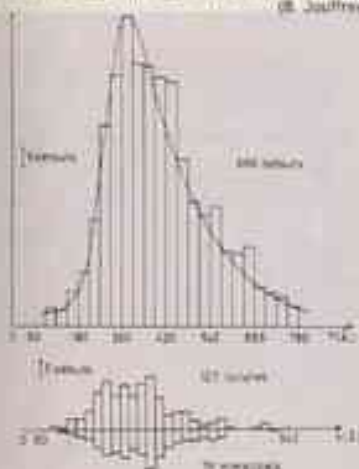


Fig. 22 — Profil expérimental de défauts créés dans l'aluminium par des ions Au^{+} de 30 keV, ainsi que leur nature. La surface d'émission des ions est sur la gauche du schéma. (M.O. Rueli)



Fig. 23 — Effet de cristallisation dans la formation des amas de défauts ponctuels. Ceux-ci sont principalement dus à l'onde (1) très localisée sur les plans atomiques. Soit pic de la maille au point atomique. Les électrons incidents et suivant les plans (111). Après une irradiation de 4 minutes à 2 MeV sous un flux de 10^{10} e⁻/cm²/s, le cristal a été légèrement incliné pour mieux observer les défauts formés. L'orientation de ce cristal est <110> et la réflexion utilisée est du type (111)₀₂. (Serot)

par exemple dans des échantillons plus proches des matériaux massifs que ne le permet la microscopie à tension plus classique (100 keV). Les microscopistes à haute tension ont donc cherchés très vite à réaliser des expériences « in situ », par exemple dans le cas des irradiations aux électrons, comme nous venons de le voir, ce qui a entraîné la réalisation de porte-projets à basses et hautes températures, porte-objets également inclinables pour pouvoir modifier les contrastes, et par là compléter les informations que l'on peut avoir sur la structure des matériaux étudiés.

On sait tout l'apport de la microscopie électronique à la compréhension des déformations plastiques, la grande part qu'elle a prise dans le passage des com-

portements macroscopiques aux explications microscopiques. C'est dans ce cadre qu'il faut comprendre l'effort entrepris actuellement au Laboratoire pour mener à bien des expériences de déformations à basse et haute température. Ce développement a nécessité et demande le développement au laboratoire d'une activité déformations aux basses températures (jusqu'à 1,8 K) et aux hautes températures ($\sim 2\,000^\circ\text{C}$). Cette dernière, très récente, s'intéresse notamment au rôle des interfaces dans les déformations. Quant au comportement à basse température, il s'agit d'étudier, dans le cas des monocristaux, pour l'instant, de matériaux à structure cubique centrée, les modes de déformation à des basses températures jusqu'à

la température ambiante. Cela avait permis précédemment de montrer expérimentalement, dans le cas du niobium, que les lois régissant le comportement de la limite élastique sont très simples ($T_0 - T$ proportionnel à T^2), qu'une transition de mode de déformation existe bien dans ce cas vers 150 K et dans quelles conditions les déformations adiabatiques (déformations brutales liées à un échauffement local dû à l'énergie cédée par quelques dislocations entraînant un processus d'avalanche) peut se produire. A l'heure actuelle, le laboratoire s'intéresse plus particulièrement au développement de plans de glissement inattendus dits plans de glissement anormaux, et à la relation qui existe entre la densité des dislocations, leur type (Fig. 23), la prédéformation (microdéformation avant la limite élastique macroscopique) et l'activation thermique nécessaire pour engendrer la mobilité des dislocations (problèmes de la pente de la courbe contrainte-déformation, avant la limite élastique). Cette dernière étude est notamment faite à l'aide de la détermination par relaxation des volumes d'activation. C'est donc pour comprendre d'une manière plus intime les modes de déformation, la manière dont se créent les dislocations et leurs interactions propres que sont entreprises les expériences « in situ » dans ces domaines, qui devraient s'étendre à plus ou moins brève échéance à d'autres matériaux que ceux à structure cubique centrée, tels les matériaux biologiques.

Alliages ordonnés

Cette étude concerne les alliages ordonnés dont les éléments possèdent des facteurs de diffusion atomique proche. La mise en évidence de parois de domaines obtenue expérimentalement a été expliquée par des considérations sur les interactions dynamiques à N ondes, qui montrent que la distance d'extinction est beaucoup plus courte que ne le laisserait prévoir la théorie à deux ondes. Ces études, menées sur Ni_3Mn , Ni_3Fe , Ni_3Cr , ont été prolongées avec Ni_3Cr , alliage ordonné orthorhombique dans lequel les domaines sont de très petite taille, taille liée sans doute au nombre élevé de possibilités de types de domaines (18).

Cette étude a montré que la maille orthorhombique peut être interprétée comme la répétition d'une maille NiCr décalée périodiquement d'une quantité constante. La périodicité de 3,78 Å a été résolue par l'interférence de deux faisceaux supplémentaires caractéristiques de cet ordre (Fig. 24).

Echantillons lunaires

En collaboration avec le Centre de Spectrométrie de Masse du C.N.R.S. (Laboratoire R. Bernas du C.S.M.S.N. du C.N.R.S.), des études sur les échantillons lunaires ont pu être menées à bien grâce à la pénétration utile impor-



Fig. 23 — Al-Niobium déformé de 2 % à 50 K. Plan (011). Dislocations vis. 1 MeV. (L.P. Kubin et F. Cornu).

tante des électrons de haute énergie et à la plus faible perturbation de ces échantillons qu'aux basses énergies (Fig. 25). Les résultats obtenus ont montré que, parmi les échantillons étudiés, deux types principaux existaient caractérisés par une grande densité de traces (jusqu'à 10^{11} par cm^2) ou une faible densité ($\sim 10^7$ traces par cm^2). Le premier groupe contient des brèches caractérisées par le plus faible albedo. L'amorphisation de certains types d'échantillons en surface sous bombardement de particules lourdes, ou de protons et de particules α , a permis de mieux comprendre la formation des brèches lunaires et l'étude des échantillons pro-

venant de différentes profondeurs a permis d'approcher d'une manière plus réaliste les mécanismes d'érosion lunaire et de retracer l'histoire de certaines propriétés du vent solaire.

Biologie en trois dimensions

Nous ne parlerons pas ici des expériences, quoique très intéressantes, permettant, par exemple en fond noir, de mettre en évidence certains types de structures biologiques comme l'ADN : nous insisterons plutôt sur les récentes expériences de biologie menées dans le



Fig. 24. — Diagramme de diffraction correspondant à un alliage Fe-Cr à mailles orthorhombiques qui peut être attaché comme la répétition d'une maille quadratique centrée FeCr. Distance périodique de 2,78 Å. Cette périodicité a été mise en évidence en combinant deux faisceaux dus à la structure ordonnée de l'alliage (voir le diagramme) avec deux faisceaux, désordonnés, sont mis en évidence par l'image sur écran du diffractogramme correspondant (P. Corbion, F. Reynaud, A. Lissacq).

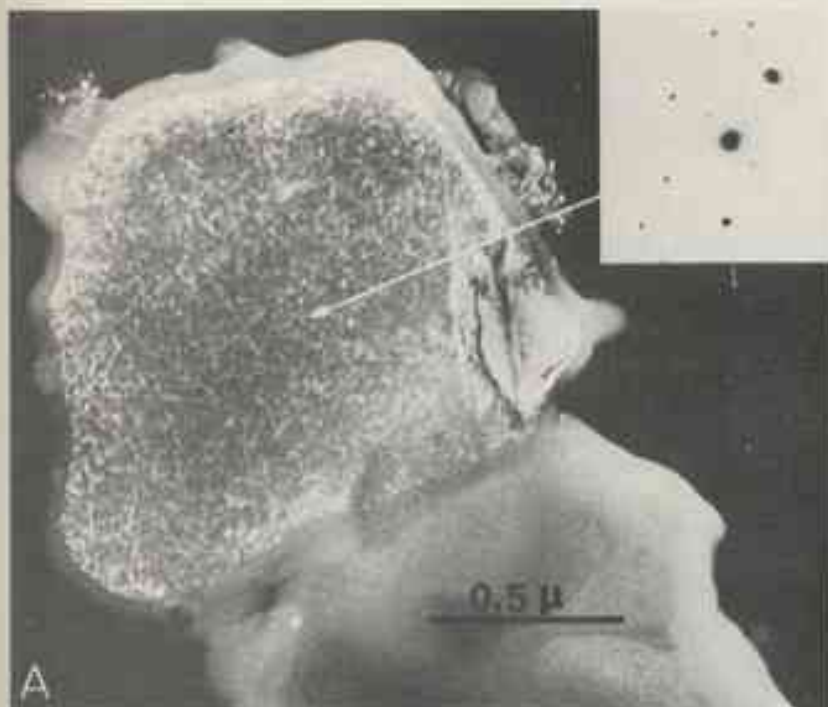


Fig. 25. — Image en transmission électronique d'un grand cristallin de sulfure de cadmate (Ag₂S, 12070). Ce grand cristallin est une grande densité de traces de particules nucléaires. Il est entouré d'une couche superficielle amorphe. (C. Drenth, L. Durrant, C. Joret, M. Maurel, Earth & Planetary Science Letters, 1970, 9, 1, 391).



Fig. 26. — Mitochondries dans une cellule de glande multilobée d'escargot. Épaisseur 2 µm. G.V. 10 000 Å (P. Favard et N. Carasson).

Laboratoire dans le domaine des hautes tensions.

Tout d'abord, nous l'avons signalé, la haute tension a permis une reconstruction en trois dimensions, par stéréoscopie, de certains types d'objets biologiques. Le Laboratoire de l'Institut de Cytologie et de Biologie cellulaire de Marseille a, par exemple, mis en évidence, dans le cas de tissus végétaux et plus particulièrement avec des racines méristématiques d'une euphorbe (*Euphorbia characias*) (Fig. 26), en utilisant des coupes épaisses (2 à 8 µm) colorées sélectivement, soit par le mélange d'iodure du zinc-trioxyde d'osmium soit par les sels de plomb, les structures vacuolaires (système lysoso-

La configuration spatiale de l'appareil de Golgi a été étudiée après imprégnation osmique sur différents matériaux (glandes multilobées d'escargot, épiphyse de rat). La face de formation de l'appareil de Golgi, imprégnée, apparaît avec une structure fenestrée; les différents éléments qui constituent l'appareil de Golgi communiquent entre eux, ce que l'observation de coupes minces ne permet pas de comprendre.

L'étude du reticulum endoplasmique a été menée dans des cellules hépatiques par les méthodes au plomb. Il a été également étudié dans les cellules végétales où il peut être imprégné par l'osmium, ce qui permet d'approfondir ses rapports avec l'appareil de Golgi. Il possède une structure fenestrée qui n'apparaît pas dans les observations classiques. Sur coupes épaisses on remarque que le reticulum est très abondant dans ces cellules et qu'il présente de très nombreuses communications avec l'enveloppe nucléaire.

En dehors de cette compréhension plus intime de la vie de la cellule, des études sont en cours sur les effets des irradiations aux électrons sur le phage T4, ainsi que des études de structures de parois de bactéries.

Ces quelques pages ont essayé de décrire rapidement les principales orientations actuelles du laboratoire. Une telle description est toujours incomplète, mais il ne s'agit ici que de donner un aperçu de notre travail. Le premier microscope électronique à 1,2 MV fut construit au laboratoire en 1959, sous l'impulsion de G. Dupont et F. Perrier. Dix ans plus tard, le microscope 3 MV voyait le jour.

Depuis, cet appareil et son aîné ont été utilisés par de nombreux chercheurs français et étrangers et la réalisation de nombreux accessoires pour ces appareils a permis d'envisager un grand nombre d'applications. Notons qu'une collaboration importante existe entre les différents laboratoires français spécialisés dans la microscopie à haute tension.

Continuant, en particulier, ses réalisations dans le domaine des hautes tensions en microscopie électronique, le laboratoire va construire un microscope à balayage à 1,6 MV. Il s'agit de réaliser en ultra-vide un appareil d'utilisation extrêmement souple, en particulier en transmission. De plus, cet appareil présentera, pour le traitement des images, un rapport signal sur bruit extrêmement favorable. Les études de pertes d'énergie, des émissions secondaires à petit ou grand angle seront facilement mises en œuvre dans un tel appareil, tandis que la place possible pour l'objet permettra de réaliser aisément des accessoires nécessaires pour la bonne marche des expériences faites en atmosphère propre.

Bernard JOUFFREY
directeur du laboratoire
d'optique électronique

Le Service de la carte de la végétation



Un programme

On estime à une trentaine d'hectares de forêt canadienne, la quantité de bois nécessaire à la fabrication du papier d'un seul numéro d'un grand journal américain : à quarante fois la superficie de la France, les pertes subies, en un siècle, par l'érosion et l'urbanisme : à une journée d'activité de 20.000 hectares de chlorophylle la demande en oxygène d'un long courrier survolant l'Atlantique.

Si ces chiffres sont peut-être exagérés, leur ordre de grandeur est réel : à l'heure où la crise énergétique surgit sur la scène mondiale, il n'est plus vain, mais urgent de s'attacher à l'exploitation comme à la sauvegarde de la source d'énergie la plus disponible qui soit, le soleil, et de son relais biologique, la photosynthèse, le plus gratuit, le plus naturel, mais aussi le plus mystérieux.

C'est à l'aménagement des ressources naturelles renouvelables et à la maîtrise des conditions de ce renouvellement que doit s'attacher la génération actuelle.

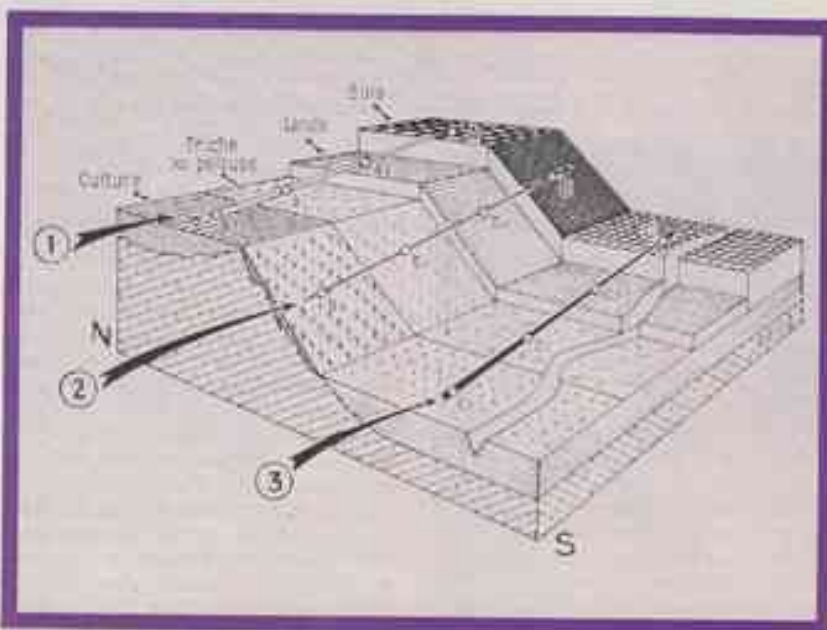
Il s'agit, non seulement de garantir le potentiel d'activité biologique, mais aussi de rechercher dans quels secteurs le rendement de la machine peut être amélioré.

Pour mener à bien cette tâche, qui est d'abord celle des sciences de la vie et de l'environnement, il est indispensable de disposer d'un document de base, apportant une information objective dans les domaines complémentaires de l'inventaire des ressources, de l'estimation de leur possibilité, et des conditions de leur révolution — trois termes empruntés au vocabulaire de l'aménagement forestier, modèle et ancêtre de tout aménagement.

Or, comme il est ici, au premier chef, question de temps, donc de vitesse, il serait illusoire qu'une telle information, par souci de perfectionnisme, arrive trop tard dans un monde perdu. Des

exigences pragmatiques d'efficacité à court terme commandent cet effort de recensement.

C'est pour répondre à ces exigences que le C.N.R.S. a pris l'initiative, dès la fin de la seconde guerre mondiale, d'entreprendre ce recensement. L'expression cartographique paraissant la plus efficace, et les échelles moyennes les mieux adaptées aux contingences de délais, de moyens et de précision qu'impliquait le problème à traiter, l'entreprise a pris la forme d'une carte de la végétation de la France au 200.000^e, dont la réalisation a été confiée à un laboratoire propre, le Service de la carte de la végétation, installé à Toulouse dès 1947.



La région de série de végétation : organisation des paysages végétaux en fonction des conditions naturelles (végétation) et de l'action humaine (affectation).

Une méthode

La végétation, en effet, constitue un bon intégrateur des relations entre la Vie et le milieu. Les notions de groupements végétaux, de formations, d'associations végétales, de séries, étages et zones de végétation, de dynamisme et de climax, expriment clairement, quoique à des degrés divers, la signification du paysage végétal par rapport, à la fois, aux conditions naturelles qui régissent sa vocation, et aux modalités d'intervention de l'homme ou de ses attributs (— le feu, l'outil, la chèvre et le béton —), qui en déterminent l'affectation.

La carte de la végétation du C.N.R.S. se veut un document objectif, équilibré, fruit d'une synthèse aussi harmonieuse que possible entre des approches scientifiques reconnues, mais susceptible d'être exploitée dans les domaines d'application les plus divers, avec un maximum de clarté.

La collection des cartes en cours de publication comprendra 66 feuilles, dont 38 sont déjà éditées, 19 en chantier à divers états d'avancement, et 1 en deuxième édition. Le fond choisi est celui de la carte topographique au 200.000 et l'impression assurée par l'Institut géographique national.

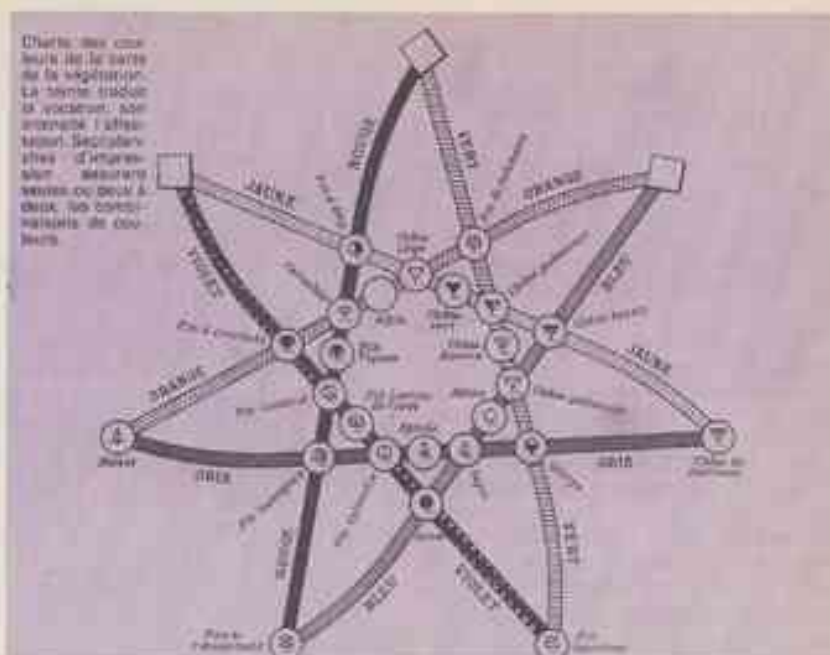
Les méthodes de rédaction font appel à trois sources d'information rigoureusement coordonnées :

- une « prise de conscience phytogéographique » assurée pour chaque feuille, par un ou plusieurs auteurs, signataires de la publication parce que responsables de l'interprétation à donner à la végétation régionale, sous réserve d'une nécessaire harmonisation de l'ensemble de la collection,

- le recours systématique à la photographie aérienne, et plus récemment aux données nouvelles de télédétection, selon un enchaînement précis d'opérations cartographiques confiées à l'équipe rédactionnelle de chaque feuille : photo-interprétation de première et seconde phase, jalonnant la rédaction de *premières*, puis de *minutes* au 50.000^e dont la synthèse au 200.000^e constituera la maquette d'impression.

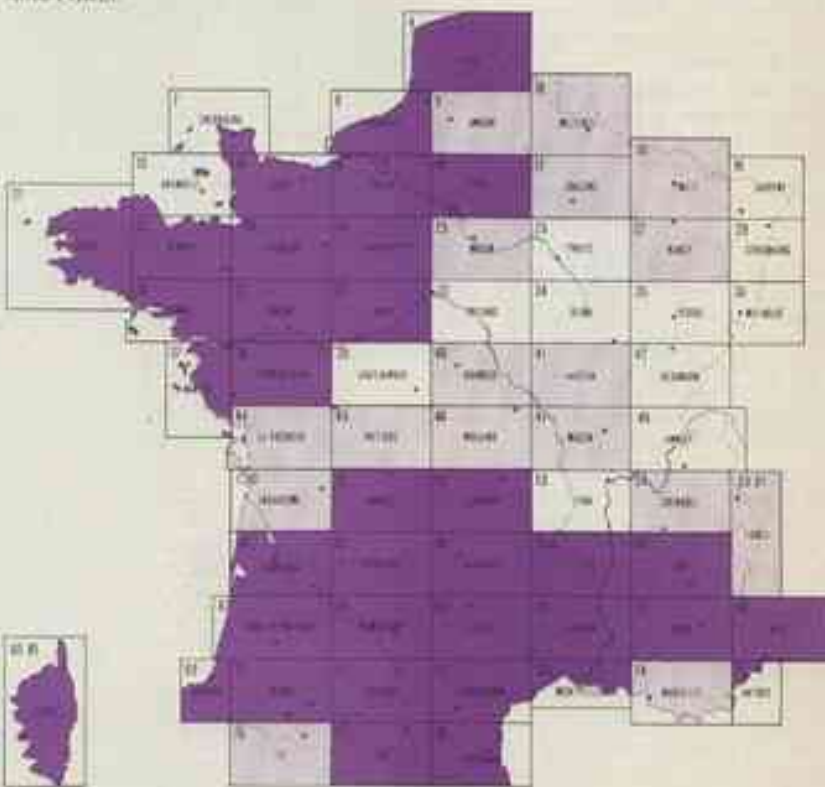
- la prospection sur le terrain, effectuée conjointement par les auteurs et les cartographes, toujours en liaison avec la photo-interprétation qui garantit l'efficacité des campagnes, grâce aux possibilités qu'elle offre pour la préparation des itinéraires et l'exploitation des renseignements recueillis.

La maquette, équipée de ses éléments annexes (cartons, statistiques, notice), est ensuite confiée à l'I.G.N. pour un travail d'impression délicat, en raison des exigences qu'a la carte quant au symbolisme rigoureux des teintes et des figures.



Feuilles publiées au 1-1-1974 : n° 4 Lille, 5 Abbeville, 14 Caen, 15 Rouen, 16 Paris, 21 Brét, 22 Rennes, 23 Alençon, 24 Chartres, 30 Vannes, 31 Angers, 32 Tours, 33 Nantes, 34 La Roche-S.-Yon, 35 Limoges, 36 Clermont-Ferrand, 38 Bordeaux, 39 Bergerac, 40 Aurillac, 41 Le Puy, 42 Gap, 43 Mont-de-Marsan, 44 Montauban, 45 Rodez, 46 Arles, 47 Digne, 48 Nîmes, 49 Bayonne, 50 Tarbes, 51 Toulouse, 52 Carcassonne, 53 Perpignan, 54 (éd.), 55-61 Corse. Chacune de ces feuilles : 66 F.T.T.C. N° 7 Cherbourg, 13 Granville, 73 Montpellier. Chacune de ces feuilles : 42 F.T.T.C. (la feuille 75 Antibes étant épuisée).

En vente au Service de la carte de la végétation C.N.R.S., 29, rue Jeanne-Marvis, B.P. 4009, 33055 Toulouse Cedex, et aux Editions du Centre National de la Recherche Scientifique, 15, quai Anatole-France, 75700 PARIS.



État de la publication au 1-1-1974 de la carte de la végétation de la France au 200.000.

Feuilles publiées Feuilles en préparation

Des ouvertures

Si la mission fondamentale du Service de la carte de la végétation est d'assurer et de tenir à jour la publication de collections cartographiques régulières, il appartient aussi au laboratoire d'en développer les percées, dans le plus large esprit de concertation avec les utilisateurs.

L'ouverture scientifique.

La mise sur le marché intellectuel d'une collection cartographique nouvelle, qui venait à son heure dans la conjoncture écologique moderne, a provoqué un très net renouvellement pédagogique dans tous les ordres d'enseignement. Comme leurs aînées, les cartes géologiques, les cartes phytogéographiques apportent, à la fois, l'exemple d'une démarche originale, l'intérêt d'une illustration de synthèse, le support d'exercices pédagogiques concrets.

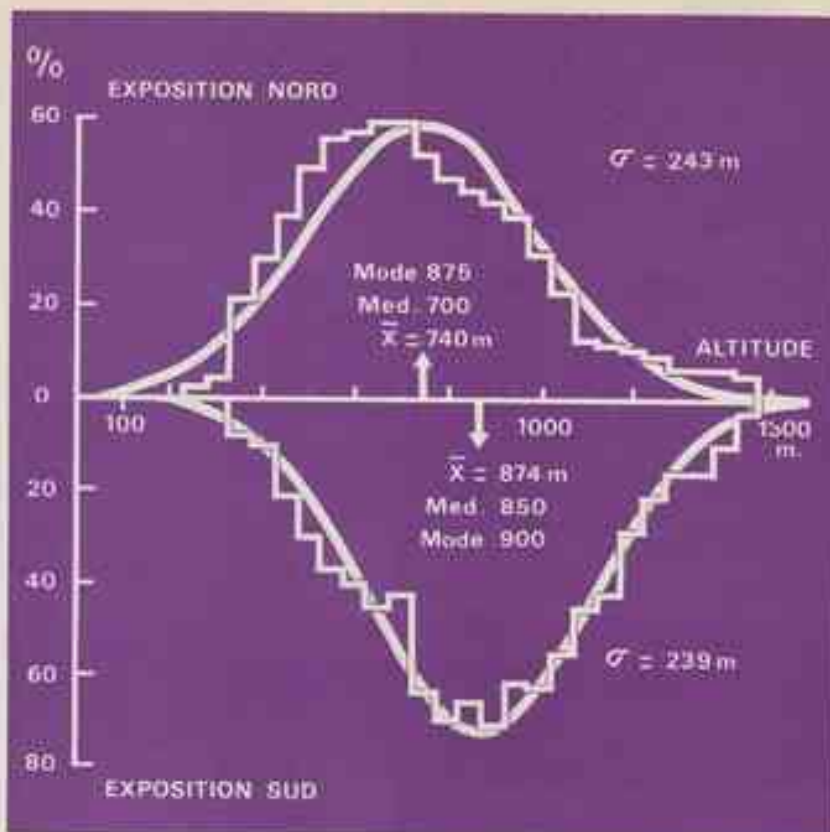
Mises au programme des Agrégations et CAPES de sciences naturelles et de géographie, elles ne peuvent que contribuer à un enrichissement de la pensée scientifique, comme le révèle aussi leur insertion progressive, sous forme de synthèses appropriées, dans les atlas géographiques régionaux en cours d'édition. Des stages de sensibilisation, organisés ici ou là, ont toujours été très significatifs : un intérêt nouveau apparaît dans les perspectives de la formation permanente.

Par delà, cependant, les possibilités d'interprétation qualitative de la carte, se sont fait jour des perspectives d'exploitation quantitative.

Moyennant des techniques spécifiques combinant la « coupe cartographique » et des méthodes d'échantillonnage adaptées à l'originalité du support, il est possible d'extraire de la carte une grande quantité de données, contribuant ainsi à l'établissement d'une banque écologique, en action concertée avec d'autres laboratoires, susceptibles d'alimenter la banque selon des procédures plus classiques.

L'exploitation du thesaurus que constitue la carte, procure à l'enquête statistique une dimension nouvelle, celle de la « prévisualisation » cartographique de zones d'égale valeur de raisonnement, propres à guider plus efficacement les techniques habituelles du traitement de l'information.

Ce principe de zonage d'égale valeur constitue, en effet, la démarche la plus efficace dans l'utilisation des cartes : grâce au symbolisme chromatique utilisé pour leur rédaction, il est assez facile de délimiter des ensembles géographiques originaux, caractérisés par des combinaisons significatives de teintes et de figurés. — de telles combinaisons traduisant, en fait, un certain modèle de relations entre la Vie, le Milieu et l'Homme.



Un exemple d'exploitation quantitative de la carte de la végétation : distribution de la Chénopée de Quercus pubescens dans les Pyrénées-Orientales en fonction de l'altitude et de l'exposition (feuille 70-Perpignan).

Il devient alors légitime d'adapter à ce zonage d'égale apparence, — ou zonage isophène —, un zonage d'égale valeur d'analyse ou d'expérimentation, en vue de la mise en évidence des lois qui régissent ou qu'exprime le paysage.

A ce stade, l'investigation scientifique peut être conduite selon trois démarches, éventuellement associées :

— la démarche informatique, évoquée ci-dessus ;

— la démarche expérimentale, qui consistera à implanter sur le terrain un programme d'observations et d'expériences propres à explorer les caractéristiques de chaque zone ;

— la démarche cartographique, grâce à laquelle la sélection des facteurs responsables du paysage sera obtenue par essais de superposition de « cartes paramétriques » exprimant chaque facteur en cause, jusqu'à l'obtention d'une synthèse homologue du zonage à expliquer (méthode des synthèses cartographiques successives).

Le champ d'application d'une telle méthodologie intéresse les domaines les plus divers, tels que l'estimation des exigences écologiques d'essences forestières, la caractérisation climatique des écosystèmes (action D.G.R.S.T., groupe « Méthodologie »), ou encore la recherche d'un éventuel déterminisme écologique du comportement des animaux sauvages en forêt de Chizé

(A.T.P. CNRS « Physiologie écologique » — Action concertée CEBAS-SCV).

L'ouverture économique

Des zonages d'égale apparence, puis d'égale signification, le glissement devient facile vers l'égale possibilité, puis l'égale valeur d'aménagement. C'est alors l'ouverture vers le domaine économique, et tout particulièrement l'aménagement du territoire.

Ici, plus qu'ailleurs, une large concertation devient nécessaire, car la carte n'apporte pas, seule, toute l'information désirable. On voudrait simplement souhaiter sa reconnaissance objective comme document d'orientation préalable à toute réflexion, voire décision d'aménagement.

L'élaboration d'une doctrine d'intervention potentielle du S.C.V. dans des entreprises d'aménagement est le fruit d'un long chemin jalonné d'étapes successives, accomplies à l'occasion d'actions régionales à finalités diverses, où le concours du laboratoire avait été sollicité.

Notons, parmi ces étapes, les plus significatives :

— restauration des landes de Gascogne : inventaire cartographique du massif forestier ravagé par l'incendie, et recensement écologique des types de landes (zonage isophène).

— aménagement des coteaux de Gasconne (zonage d'égale signification écologique).

— inventaire de terres incultes dans divers départements (zonage d'égale possibilité).

— aménagement de la vallée de l'Adour (synthèses cartographiques successives et zonage d'égale valeur d'aménagement).

— étude biogéographique du vent sur le littoral Languedoc-Roussillon : synthèse des types successifs de zonage propre à dégager des règles de climatisation inspirées des relations entre la végétation et le vent.

La plus récente de ces étapes méthodologiques est actuellement en cours sous l'égide de la D.G.R.S.T. (action concertée : « Équilibres et lutte biologiques », programme « Inculture Pyrénéenne »). La concertation pluridisciplinaire est, ici, très élargie et la cartographie botanique ne représente qu'un des aspects de l'action, mais l'ensemble du programme s'enracine fondamentalement dans les cartes de la végétation : c'est de leur consultation qu'est née l'évidence d'une succession de modèles d'incul-

ture et de modèles de substitution, dont l'étude approfondie, objet de l'action concertée, devrait conduire à la proposition concrète de modèles d'aménagement.

Dans l'ensemble des opérations évoquées ci-dessus, le Service de la carte de la végétation a été conduit à toujours tirer le plus grand parti du remarquable instrument d'investigation qu'est la photographie aérienne. Au fil des expériences, son efficacité n'a cessé de s'affirmer, en même temps que s'en précisaient les règles rationnelles d'interprétation et d'utilisation dans la perspective générale de l'aménagement.

Or, dans le domaine de la photo-interprétation, les phytocartographes occupent une place privilégiée. C'est, en effet, presque toujours à travers la végétation qu'il faut interpréter les images, même — et surtout peut-être — si l'investigation concerne la géologie, l'archéologie, l'urbanisme ou l'aménagement.

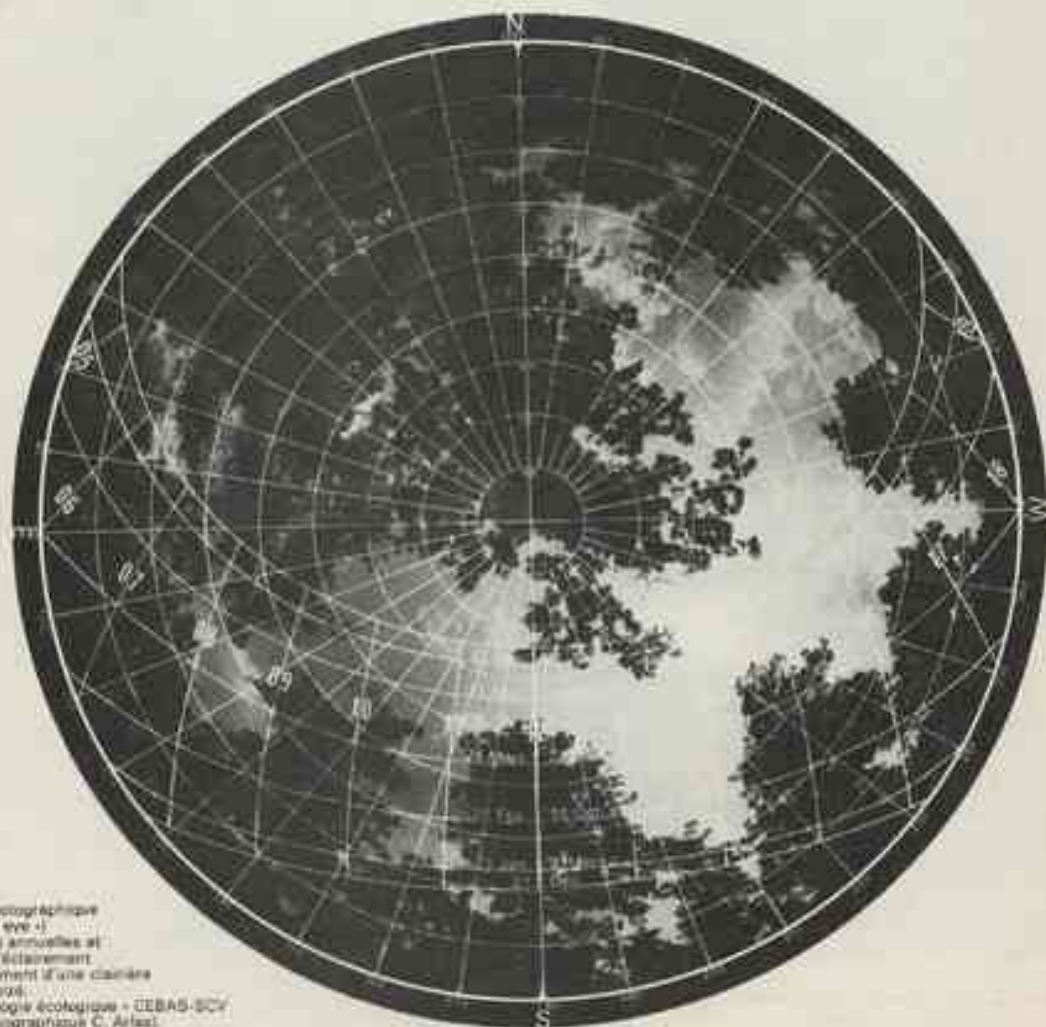
Au moment où l'image de télédétection devient le complément de la photographie aérienne, la thermographie celui

de la fausse couleur, les scanners et les radars ceux de l'objectif traditionnel, on assiste à un renversement méthodologique difficile : au couple image-objet, de relation banale, succède le binôme plus obscur : « signature spectrale » — « vérité terrain ».

Or, qu'est la vérité-terrain, sinon, le plus souvent, une réalité végétale concrète et vivante, c'est-à-dire susceptible de voir modifier sa réponse spectrale en fonction de la saison, du temps qu'il fait, et du comportement éco-physiologique de « l'objet » au moment de la prise de vues.

Le décodage de telles subtilités ne peut être qu'affaire de spécialistes, conscients et avertis de la signification que peut prendre l'image selon les variations de l'activité biologique du végétal.

Le phytogéographe, et plus largement l'écologiste, est ainsi confronté à une responsabilité scientifique nouvelle — sans doute d'ordre appliqué, puisque la télédétection vise des buts avant tout pratiques — mais qui est d'abord d'ordre fondamental, si l'on veut obtenir un progrès sérieux.



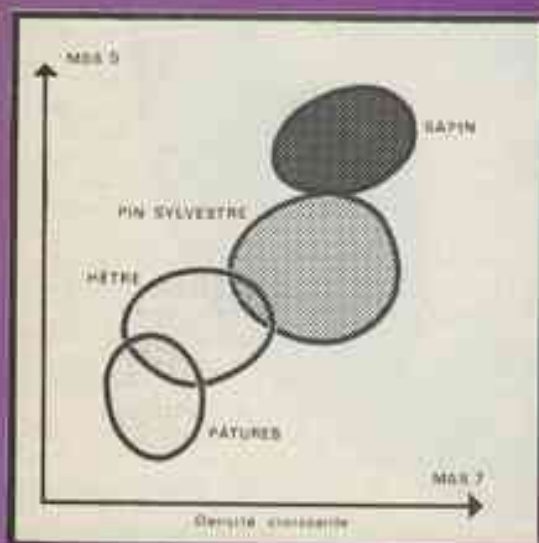
Expression photographique (objectif + film noir) des conditions annuelles et journalières d'éclairement et d'ensemencement d'une carrière en forêt de Chaux. (A.F.P. - Physiologie écologique - C.E.B.A.S.-S.C.V. - atlique photographique C. Arlet).

les étapes du programme A.R.N.I.C.A.

- 1- Comparaison
carte de la végétation
images ERTS
- 2- Recherche d'un code
de correspondance
microclimatologique
- 3- Cartographie automatique
(ex: Sables du Val d'Aza
Pyramide)
- 4- Vérification et validation
(convention NASA/CNRS)

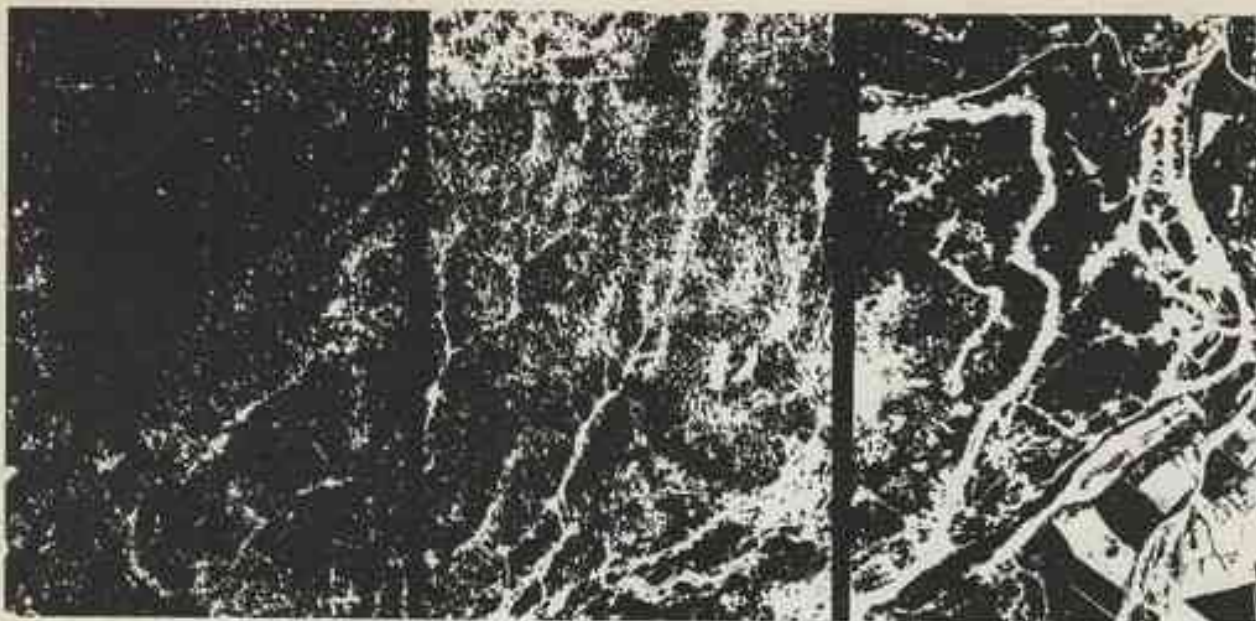


MSS





Pyénées pyrénéennes franco-espagnoles : vers l'ouest du Toulousain à l'Aragon, du Pays basque à la vallée d'Aoste. Extrait agrandi (1:500.000) d'une image en satellite ERTS-1. Carte NASA — 18 août 1972



Modèles d'agressions pastorale, touristique et résidentielle en milieu forestier, révélés par utilisation d'indices sur photographies aériennes : à gauche, agression modérée, cheminement diffus ; au centre, agression dynamique en extension ; à droite, agression par techniques lourdes. (Action concertée DURST - Inculcure pyrénéenne).

L'ouverture spatiale

C'est ainsi, très logiquement, que la plus récente application de l'entreprise phytocartographique du C.N.R.S. est d'ordre spatial.

En juillet 1972, la N.A.S.A. a mis sur orbite, à l'altitude de 906 km, un premier satellite destiné à l'observation des ressources terrestres : E.R.T.S. 1 (Earth Resources Technology Satellite). Parmi les équipes d'investigateurs invitées à en exploiter les données, figurent cinq groupes français dont l'un exploite, sur la base de la carte de la végétation, le thème de l'aménagement des ressources naturelles par inventaire cartographique automatique (Programme A.R.N.I.C.A.).

Ce programme est conduit sous la responsabilité conjointe du service de la carte de la végétation et du centre d'études spatiales des rayonnements, assistés de deux U.E.R. spécialisées de l'université Paul Sabatier : C.E.A.R.N. et physique spatiale — l'ensemble de ces organismes constituant, pour les besoins de la cause, le groupe toulousain de télédétection.

Le programme A.R.N.I.C.A., qui a pour champ d'action les bassins de la Garonne et de l'Ebre, de part et d'autre des Pyrénées, s'articule en deux phases complémentaires :

— une phase qualitative, assurée par le S.C.V. et les laboratoires affines du groupe, pour la mise au point d'un code de correspondance entre la vérité-terrain, déjà connue grâce aux cartes de la végétation et aux cartes géologiques, et les réponses spectrales fournies par les images d'un scanner multispectral (M.S.S.) à 4 bandes, embarqué sur le satellite ;

— une phase quantitative, conduite par le C.E.S.R. qui dispose, en liaison avec le C.N.E.S., des moyens informatiques nécessaires, dont l'objet est de dégager, après numérisation des images au microdensitomètre, les combinaisons de signatures caractéristiques des thèmes sélectionnés par l'analyse qualitative.

Il devient alors possible, sous le contrôle permanent de la référence à la carte de la végétation, qui suggère ici un zonage d'égalité valeur densitométrique, de réaliser par cartographie automatique l'inventaire de celles des ressources naturelles dont la signature aura pu être isolée.

Les premiers résultats sont encourageants, mais la recherche est ambitieuse, car il s'agit surtout, dans une perspective de progrès scientifique, non

de retrouver par une voie difficile une situation déjà connue, mais d'utiliser cette connaissance pour un renversement méthodologique, en vue de la cartographie automatique des ressources en *terra incognita*.

Le site expérimental choisi est heureusement significatif par les types d'utilisation du sol qu'il présente et qui constituent un bon échantillon de la situation générale de l'hémisphère boréal. Les cartes de la végétation y apportent, comme les images du satellite, une information « à la résolution de l'hectare ». Sans nul doute, les progrès nouveaux que l'on peut espérer de la conjonction de ces deux sources, contribueront-ils à accélérer les processus d'évaluation des richesses naturelles mondiales dont il serait vain d'acquiescer la maîtrise trop tard.

Nous ne sommes plus, en effet, dans les conditions inconfortables qui régnaient dans la caverne de Platon, bien qu'on puisse penser qu'il y avait déjà là l'ébauche du premier laboratoire de télédétection.

Paul REY,
Directeur du Service
de la Carte
de la Végétation.

L'enfoncement de Venise : méthodes modernes d'investigation

L'élégante patricienne qui saute à quai depuis une gondole de Canaletto a plusieurs marches à gravir. Aujourd'hui, plus de deux siècles plus tard, la jeune mariée du Middle West a la tâche plus aisée : deux gradins de moins. Certes, le niveau des eaux varie de façon considérable en fonction de l'époque de l'année et le témoignage pictural est bien suspect dans sa précision puisqu'une large part des vues des canaux nous vient de la période londonienne du maître vénitien. Il est bien sûr d'autres arguments de l'envahissement par la mer du site historique.

Quelques données du problème

On sait qu'un tel phénomène peut avoir deux origines indépendantes :

- transgression marine,
- affaissement du sol.

Les archives géologiques et les relevés marégraphiques à l'échelle du globe sont suffisamment éloquentes. Nous sommes en période de stabilité du niveau général des mers. Les derniers résultats semblent même indiquer que le zéro marin moyen aurait légèrement décliné depuis 4 ou 5 000 ans.

L'immersion progressive de Venise est le produit d'un affaissement du sol. A son tour, cet effet peut avoir plusieurs causes :

- subsidence générale,
- mouvement tectonique local,
- compaction des terrains.

Il est certain que la subsidence générale joue, ou a joué un rôle important dans l'évolution de la paléogéographie régionale. Les données géophysiques (sismiques) montrent que selon l'axe de la vallée du Pô les dépôts quaternaires atteignent 4 à 5 km d'épaisseur. La zone de Venise se trouve excentrée par rapport à la région de subsidence maximale, mais ici les dépôts quaternaires ont encore près de 1 000 m d'épaisseur comme en témoignent les enregistrements sismiques ainsi que les sondages réalisés pour les besoins de la recherche pétrolière. Cependant les estimations obtenues à partir de ces documents ne correspondent qu'à une vitesse

moyenne de sédimentation guère supérieure à 1 mm/an. L'éventualité d'un événement tectonique local, bien que non reconnue, n'est pas à négliger. Enfin, beaucoup plus souvent, les spécialistes ont préféré prendre en compte la possibilité d'une compaction des terrains. Le mouvement serait essentiellement imputable à la décompression engendrée par l'exploitation intensive des nappes aquifères profondes. Il serait intensifié par l'urbanisation croissante du site. On connaît en effet des cas précis de mouvements d'affaissement dus à des effets de décompression hydraulique. L'exemple le plus significatif est probablement l'agglomération de Ciudad de Mexico. Là, des monuments érigés au début de ce siècle voient leur socle ramené au niveau du sol. Certains édifices datant de la conquête espagnole se trouvent maintenant plusieurs mètres en contrebas du sol actuel. Les constructions récentes doivent être implantées sur des verrins de compensation. Pourtant l'ensemble du substratum correspond à une zone continentale relativement stable. Les mouvements sont simplement engendrés par le tassement que provoque l'exploitation des nappes artésiennes contenues dans les terrains meubles. Une simple visée au théodolithe montre aisément que le sommet des bâtiments s'incline de façon nette au cours d'un essai de pompage pour tendre à nouveau vers leur position initiale lorsque cesse la ponction. Dans le cas de Venise, il importe donc de considérer la dynamique des nappes d'eau souterraine ainsi que l'évolution récente de la sédimentation qui fournit un terme d'appréciation de l'enfoncement géologique « naturel » comparé au phénomène actuel.

Les techniques isotopiques sollicitées sont celles des isotopes du milieu, c'est-à-dire des espèces isotopiques actuellement représentées dans les cycles naturels des éléments. On examine les proportions d'isotopes stables constitutifs des atomes d'oxygène, d'hydrogène constitutifs des molécules d'eau ainsi que de carbone dissous.

Toujours dans le cas des eaux, les isotopes radioactifs concernés sont le tritium constitutif (^3H) et le radiocarbone dissous (^{14}C).

Les mesures de teneurs en oxygène 18 et deutérium (rapport $^{18}\text{O}/^{16}\text{O}$ et $^2\text{H}/^1\text{H}$) permettent d'aborder le problème de l'origine du trajet des eaux souterraines. En simplifiant, on peut considérer que dans les eaux naturelles ces proportions dépendent de la température de précipitation et (ou) de l'évaporation subie par les eaux. Dans le cas des eaux souterraines et sous les climats tempérés, le traçage naturel en isotopes stables est directement lié à la température dans les zones de collection des eaux de pluie.

La mesure de l'activité restante du carbone dissous permet, dans les cas favorables, d'estimer les vitesses de déplacement des eaux souterraines. On sait que la décroissance d'un élément radioactif est liée au temps par la relation

$$t = \frac{T}{\ln 2} \ln \frac{A_0}{A_t}$$

où le temps t est exprimé dans la même unité que la période T en fonction du rapport des activités à l'instant initial A_0 et au moment de la détermination A_t . Pour le radiocarbone $t = 5,730 \pm 30$ d'années.

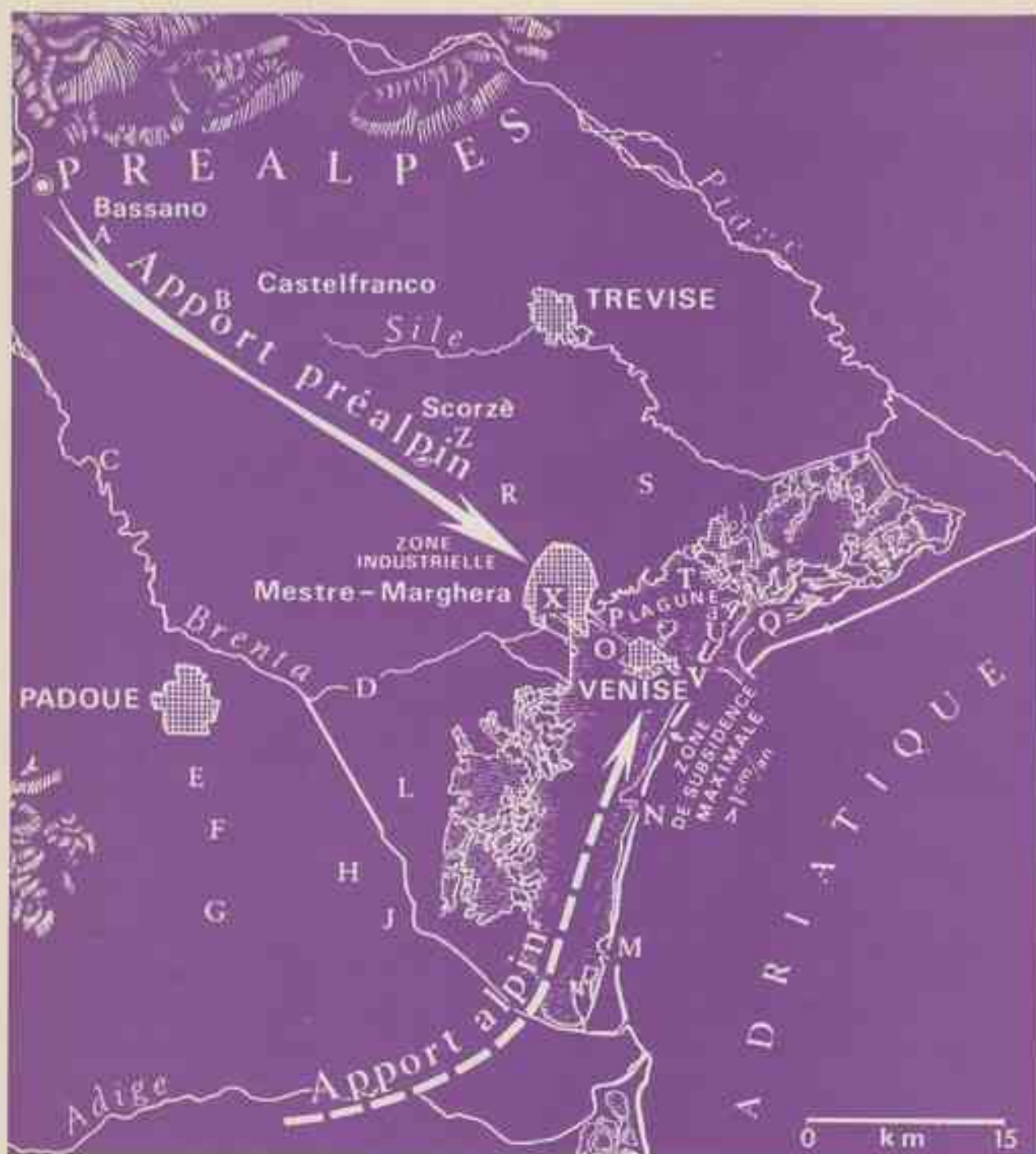
La différence de temps de parcours entre deux points A et B ne dépend pas de l'activité initiale mais uniquement du rapport :

$$\frac{A_A}{A_B} = \frac{A_0}{A_0} \cdot \frac{t_B}{t_A} = \frac{T}{\ln 2} \ln \frac{A_A}{A_B}$$

On en tire alors une valeur de la vitesse moyenne selon la direction AB.

La mesure de la teneur en isotope stable du carbone ($^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$) permet de contrôler que le carbone total dissous n'a pas subi de réaction d'échange ou de dilution avec le carbone, généralement « mort » de l'aquifère.

La présence de tritium d'origine thermonucléaire dans une eau permet d'affirmer la participation d'eaux récentes postérieures à 1954 (date des premiers essais de bombes thermonucléaires).



La plaine de Venise et les deux grands types de circulation souterraine profonde (1-100 à 400 m) déduite de l'étude des teneurs en isotopes stables des eaux. Les eaux préalpines sont liées à une zone d'apport dirigée par les anciens réseaux des fleuves Brenta et Piave. L'apport alpin existe dans d'anciens lits de l'Adige.

Enfin, en ce qui concerne les sédiments, on a pu récemment lire dans ces colonnes (1) l'intérêt que présentait la méthode du ^{14}C pour la datation des restes organiques ou des tests carbonatés vieux de quelques siècles à quelques dizaines de milliers d'années. Cette technique est bien adaptée à l'étude de la succession des dépôts au cours du quaternaire supérieur.

(1) Cf. J. LABYRIE, Les méthodes nucléaires et leurs applications. Comptes du C.N.R.S. n° 8, 1972.

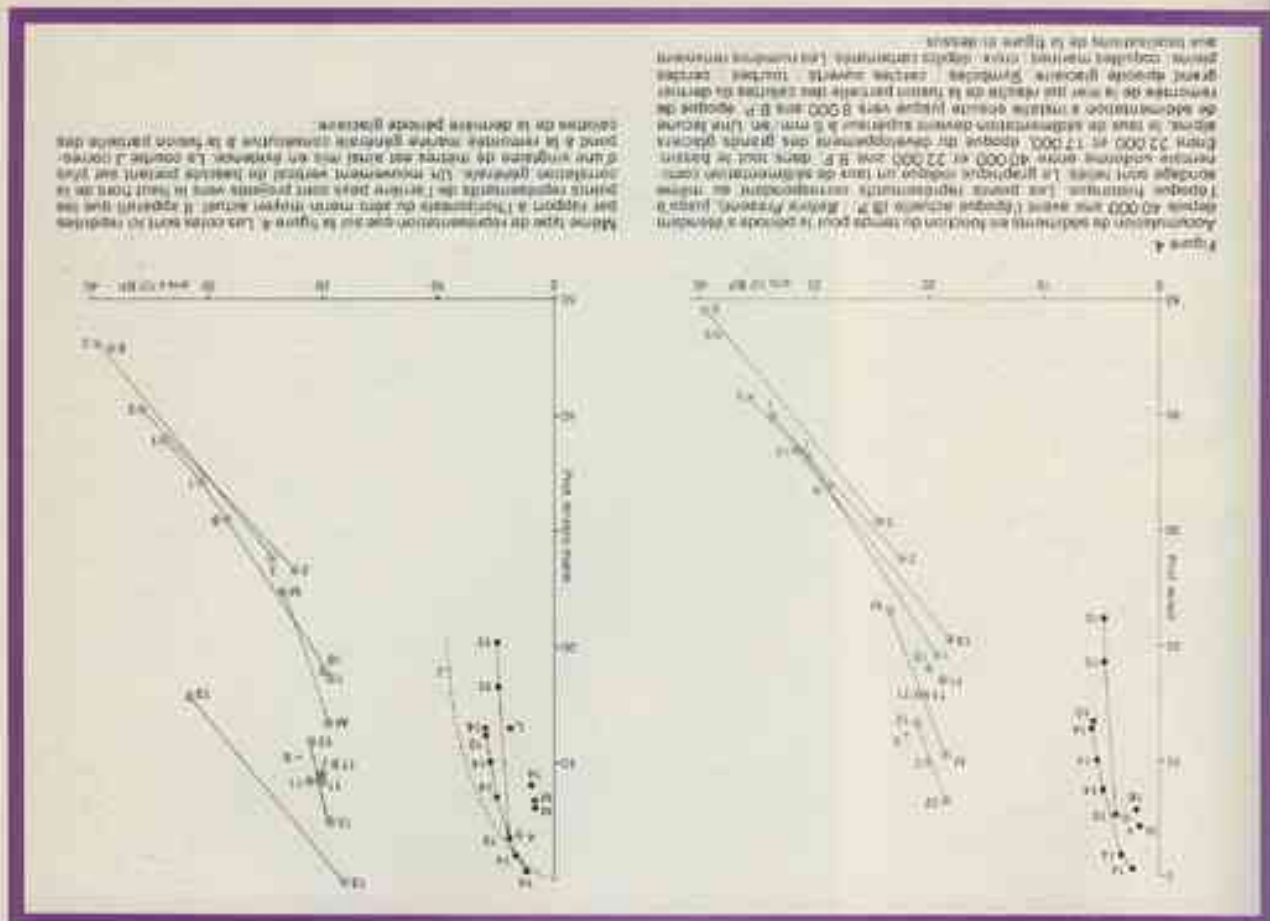
Enfin, on pourrait trouver une raison supplémentaire à l'étude isotopique dans le fait que les techniques classiques de la géologie sont ici d'un emploi malaisé. La plaine de Venise est en effet un épais matelas de dépôts quaternaires sans coupes naturelles permettant d'observer les successions des terrains et surtout les fréquentes variations latérales et verticales de faciès. Les seuls documents exploitables tant pour l'hydrogéologie que pour la stratigraphie

des terrains proviennent des sondages. La mise en œuvre des techniques isotopiques a fait l'objet d'une Action Spécifique du C.N.R.S. qui a débuté en 1970. La partie expérimentale de cette étude a été, pour la plus grande part, réalisée au laboratoire de géologie dynamique de l'université de Paris VI. L'échantillonnage, les relevés de terrain et l'interprétation des données de sondage ont fait l'objet d'un contrat de recherche du Consiglio Nazionale delle Ricerche,

Venise à la fin du XVIII^e siècle (Antoine Canal - Canaletto -)



Venise en 1873



neurent de la nappe l'accentue. Au contraire, dans les zones hautes, la présence de grandes quantités de résidus et d'un excès de carbone 14 d'origine géologique nucléaire démontrent l'existence d'une circulation rapide, de l'ordre de plusieurs centaines de mètres par an. Cette brèche rupture dans les vitesses de propagation des eaux souterraines de la nappe l'accentue. Au contraire, dans les zones hautes, la présence de grandes quantités de résidus et d'un excès de carbone 14 d'origine géologique nucléaire démontrent l'existence d'une circulation rapide, de l'ordre de plusieurs centaines de mètres par an. Cette brèche rupture dans les vitesses de propagation des eaux souterraines de la nappe l'accentue.

Localisation des sondages qui ont permis de réaliser les diagrammes de sédiments par la méthode du radiocarbène.



que entraînait une compaction d'un matériel, dont les récents carottages continus (1) ont mis en évidence la finesse granulométrique.

Au vu des temps de parcours élevés, eu égard à l'origine lointaine des eaux, il apparaît que la surexploitation, dans la partie des nappes où la circulation est la plus lente, est susceptible d'engendrer un effet durable de décompression hydraulique.

Les mouvements propres du sol

La mesure de l'âge radiométrique de dépôts tourbeux ou coquilliers permet de proposer une courbe des variations de la sédimentation au cours du temps. Ce type d'investigation a pu être conduit sur les cinquante premiers mètres de dépôts, profondeur à laquelle les teneurs en radio carbone ne sont en général plus mesurables. La courbe obtenue conduit aux conclusions suivantes :

— Entre 40 000 et environ 22 000 ans BP, il existe une bonne corrélation entre la profondeur par rapport au sol et l'âge du dépôt. Tout le matériel est constitué par des tourbes continentales. La croissance de ces végétaux est réglée par un plan d'eau unique plus ou moins parallèle à la surface actuelle du sol. Les épisodes tourbeux sont sporadiques au sein de dépôts détritiques très fins d'origine également continentale. La pente des versants est faible. La vitesse d'accumulation des dépôts est sensiblement la même dans toutes les parties d'un bassin, dont la tranche d'eau devient périodiquement favorable à l'installation des tourbes. Tous ces éléments traduisent un paysage plat et marécageux, où le sol s'enfonce à une vitesse qui définit le taux de sédimentation. La pente de la courbe, assimilable ici à un segment de droite, est voisine de 1,4 mm/an, qui correspond à la vitesse de subsidence pour la période considérée.

— Entre 22 000 et environ 17 000 ans BP, le taux de sédimentation augmente brusquement. Il ne semble pas que ce phénomène puisse être imputé à des arrivées massives d'eau attribuables à une recrudescence de la pluviosité. Les dépôts continentaux restent très fins et les pollens conservés dans les sédiments indiquent un climat plutôt sec à cette époque, qui coïncide avec la dernière grande glaciation. On est conduit à considérer que l'accroissement de la sédimentation est encore lié à la subsidence qui augmente de façon brutale. Il n'est pas impossible que cet enfoncement subit du continent soit dû à la surcharge de glace qui s'accumule alors sur les Alpes. Quoi qu'il en soit, le taux de sédimentation dépasse alors 5 mm/an.

— Entre 17 000 ans et environ 8 000 ans BP, aucun témoin sédimentaire n'a pu

être retrouvé. C'est une période d'érosion qui correspond à l'abaissement du niveau général marin, consécutif à l'immobilisation d'énormes masses d'eau sous forme de glaces.

— Entre 8 000 ans BP et l'Actuel, les données changent. C'est l'époque de la remontée marine, due à l'amélioration du climat et à la fusion partielle des calottes glaciaires. La mer revient sur un paysage largement érodé au cours de la période précédente. En effet, les dépôts continentaux sont parfois très entaillés, au point que la mer qui pénètre dans ces chenaux d'érosion abandonne des dépôts relativement récents à des cotes parfois plus basses que celles des dépôts anciens environnants. L'importance du creusement a pu être ainsi évaluée à plus d'une vingtaine de mètres en certains secteurs. Par ailleurs, il n'existe plus de corrélation unique d'un point à l'autre, entre cote et âge radiométrique. La mer accumule alors ses dépôts au gré des courants et des reliefs sous-marins. En des sites qui ont livré des successions verticales de dépôts, on relève des courbes âge, profondeur, qui correspondent schématiquement à l'allure générale de la remontée marine, telle qu'on a pu la définir en certaines zones stables. Cependant, ici, les courbes indiquent que jusque vers 3 000 à 4 000 ans BP, la remontée a été plus rapide dans la région de Venise que dans les autres parties du globe. La subsidence devait donc se poursuivre pendant la transgression. Par la suite, les différentes courbes se raccordent sensiblement à la courbe générale. Notons qu'à cette époque, contemporaine de la colonisation humaine de la région, le couple niveau du sol-niveau de la mer, qui définit la position du rivage, paraît se stabiliser. La mer a cependant atteint un maximum vers 3 500 ans BP, puisque la partie supérieure des îles de la lagune affiche cet âge.

Un fait mérite d'être signalé dans ce contexte général. Si l'on reporte les cotes, non plus par rapport au niveau du sol, mais par rapport au niveau de la mer, on constate que les points représentatifs des secteurs de l'arrière-pays se trouvent projetés nettement au-dessus de la courbe représentative de l'évolution de la sédimentation dans la zone de la lagune pour laquelle la corrélation reste satisfaisante. La discordance angulaire qui est ainsi révélée, entre l'horizontale actuelle et un plan d'eau ancien ne s'explique que par un exhaussement très sensible du sol dans l'arrière-pays. Cet effet s'est produit à un moment quelconque entre 17 000 ans BP (âge des derniers dépôts gauchis) et l'Actuel. Son amplitude atteint une vingtaine de mètres et pourrait témoigner d'un effet tectonique ou constituer un témoin du réajustement isostatique d'une marge continentale momentanément affaissée sous l'effet d'une surcharge glaciaire aujourd'hui disparue. On connaît bien des phénomènes de ce

genre sur la côte ouest de la Baltique et la côte nord-est du Canada, où leur étude a permis de proposer des modèles des propriétés mécaniques de la croûte terrestre. De nouvelles investigations sont en cours sur cet aspect capital des mouvements du sous-sol dans cette région. Cette notion débouche en effet sur le problème d'éventuelles oscillations de relaxation d'une zone instable brièvement déplacée de sa position d'équilibre isostatique et qui tend à retrouver cet équilibre.

Au stade actuel de nos recherches et de l'acquisition de données rassemblées par des équipes hautement spécialisées, l'enfoncement de la région de Venise apparaît comme la résultante possible de causes de natures diverses :

— La subsidence générale de la région peut rendre compte d'environ 10 à 20 % de l'enfoncement actuel.

— La surexploitation des nappes profondes peut expliquer le reste du phénomène.

— Les mouvements du « sous-sol » positifs ou négatifs, selon les sites et les époques — permettraient cependant de rendre compte d'un certain nombre de faits difficiles à inclure dans le simple schéma d'un climat général subsident, récemment et localement aggravé par une « nuisance » humaine : gauchissement de l'ancienne (22 000 ans — 40 000 ans BP) surface des dépôts lacustres, niveaux marins récents (environ 3 500 ans BP) portés à une cote nettement supérieure au zéro marin moyen, vitesse d'enfoncement faible (nettement inférieure à la subsidence moyenne régionale) à la fin du siècle dernier.

L'arrêt de la surexploitation, allié au rétablissement artificiel de la pression dans les nappes permettrait de juger, *a posteriori*, du rôle de la décompression hydraulique dans la subsidence. Un tel résultat fournirait peut-être — malheureusement — un argument supplémentaire pour alourdir le dossier des responsabilités géologiques dans l'enfoncement, chaque jour plus rapide, du site de la Sérénissime République.

J.-Ch. FONTES,

Responsable de l'Action
Spécifique du C.N.R.S.

« Etude d'hydrogéologie isotopique
dans la plaine de Venise ».

(1) Sondages C.N.R.S. 1 et 2. Mémoires qui se trouvent
Nациональн. арх. Берлин.

au de-là des
frontières

Ethno-médecine, étude de la sorcellerie et de la socialisation

Depuis quelques années, un certain nombre de chercheurs réunis dans la première équipe du laboratoire d'ethnologie et de sociologie comparative (LA - 140) mettent en commun leurs efforts pour tenter de renouveler — sur le plan des enquêtes de terrain comme sur celui de la réflexion théorique — les thèmes classiques de l'anthropologie. Abandonnant les anciennes divisions familières à la sociologie et à l'histoire des civilisations qui cloisonnaient l'étude de ces phénomènes qui touchent aux manipulations et au traitement du corps, entre les rubriques telles que l'organisation sociale, la religion et la magie, ils s'attachent à les considérer dans le cadre d'une problématique plus générale et plus radicale en même temps, qui est celle de l'efficacité du symbolique. Cette direction de recherche n'est assurément pas neuve puisque dans un premier article important publié en 1949, Claude Lévi-Strauss avait ouvert la voie par un analyse exemplaire d'un texte retraçant une cure shamanique (Anthropologie Structurale, Chap. XI). Mais il aura fallu près de deux décennies pour qu'apparaisse aux yeux de tous la fécondité de cette démarche. La notion d'efficacité symbolique par laquelle peut être rendue intelligible l'unité de ces manipulations de symboles et manipulations d'organes qui sont les moyens d'action que chaque culture offre à ses spécialistes pour transformer les corps de ses membres en fonction des normes qui sont les siennes, relève de diverses disciplines des sciences de l'homme : analyse de textes, linguistique, psychanalyse, psycho-physiologie, etc. Il ne s'agit en aucun cas d'une nouvelle discipline spéculative qui garderait en secret quel reluit d'obscurantisme mais au contraire d'une tentative résolument



L'ethnologue, dans sa pratique, a affaire à tout autre chose. Le complexe des croyances — qu'elles soient proprement religieuses ou qu'elles contiennent des représentations de caractère étiologique — de conduites rituelles et d'institutions sociales que nous appelons ici, par simple commodité, médecine traditionnelle, n'est ni un succédané de la science dite positive ni un art de guérison des individus qui disposeraient de moyens (pharmacologiques, psychothérapeutiques etc.) susceptibles d'être abstraits des systèmes socio-symboliques à l'intérieur desquels ils s'exercent. Pour les sociétés que nous qualifions, à tort ou à raison, de traditionnelles, l'interprétation et le traitement de la maladie — ou de l'infortune — sont des processus structurant des relations sociales. Contingente au regard de la victime qu'elle choisit et du temps où elle frappe, mais inéluctable, la maladie y est utilisée à des fins sociales. Qu'elle soit imputée à la colère des dieux du lignage, à la disposition néfaste des génies garants de l'unité territoriale du groupe, à la magie des rivaux en amour, aux sorciers du voisinage... ou à tout autre agent, elle est d'emblée perçue, formulée et traitée comme l'effet d'une action persécutive de l'Autre et comme une sanction directe ou médiatisée de la conduite sociale de l'individu. Dans la mesure, variable selon les cultures, où elle franchit les limites de ces maux visibles et bénins que l'on soigne par des moyens domestiques et que l'on se contente d'imputer à leur cause prochaine, elle devient matière précieuse et dangereuse, en charge de punitions, que le processus thérapeutique convertit en ciment, en onguant ou, s'il le faut, en force délétaire des liens sociaux institués. La mise en forme persécutive du trouble n'est guère le privilège du seul guérisseur ou l'apanage du devin ou du voyant, c'est-à-dire des interprétants : les proches du malade et les spécialistes l'interrogent dans le

La cure traditionnelle a nécessairement rapport aux processus du contrôle social — et au pouvoir, entendu dans le sens le plus large — puisqu'elle ne lève la maladie-sanction qu'au prix du renforcement, du réaménagement ou de la modification radicale de la position sociale et du groupe d'appartenance du malade. L'articulation des états du corps propre avec les signifiants qui structurent les corps sociaux de la collectivité, en d'autres termes l'étayage permanent des liens sociaux est la fonction essentielle de cette médecine archaïque que, faute de pouvoir la détruire, le discours positiviste de la science médicale a rejeté en marge. Son étude n'est point une spécialité réservée au médecin-ethnographe, l'analyse de la représentation de la maladie constitue une voie d'investigation privilégiée des modes sur lesquels les rapports interpersonnels « normaux » sont conçus et organisés. A suivre dans leur plus minutieux détails les longues consultations des devins, les pratiques quotidiennes des guérisseurs et autres variétés de médecine-men, le déroulement des cures ou le fonctionnement des institutions socio-médicales, on se donne les moyens d'une analyse rigoureuse de ce qui se dérobe, comme objet d'étude, à l'anthropologie fonctionnaliste : l'expulsion, les modes de résolution, la récurrence des conflits et des tensions, les processus de décision collective et plus généralement les dysfonctionnements et les régulations des rapports sociaux. Enfin, l'étude des circuits du contrôle socio-médical, de l'ensemble des interactions et des liens de dépendance perpétués, rompus ou inaugurés par la cure, voit dans les limites des groupes et des instances socio-politiques qui constituent l'armature de la société (hignage, village ou classe d'âge) soit dans des formations socio-thérapeutiques autonomes (sociétés de non-

L'ambition de son étude est de réduire les variantes à quelques structures élémentaires et de formuler un corps d'énoncés généraux concernant la constitution interne et les processus d'éclavage des rapports sociaux.

Système d'interprétation de la maladie et les institutions thérapeutiques en Afrique noire

Dans le cadre de ce projet, nos recherches chez les Evuzòk (Cameroun) portent sur les représentations religieuses et magiques s'articulant avec les concepts de maladie et de guérison. Dans cette démarche, notre attention a été retenue particulièrement par l'examen de la notion d'*évo*, premier concept de base de la religion, la magie et la sorcellerie evuzòk. Signalons en passant, combien il est incommode d'opérer avec cette terminologie classique lorsqu'on entreprend l'étude d'une société africaine. Religion, magie et sorcellerie ont été définies différem-

[illegible][illegible]



ment selon les temps et les situations. La parenté de certains phénomènes a rendu difficile la tâche de tracer les limites et définir les rapports entre l'une et l'autre. Pour éviter tout présupposé théorique et pour ne pas tomber dans les pièges de l'ethnocentrisme, nous avons adopté comme principe méthodologique de ne retenir que les distinctions élaborées par les Evuzòk eux-mêmes. Néanmoins, si dans nos travaux nous consentons à utiliser cette nomenclature, ce n'est que pour traduire d'une certaine manière certaines catégories de la pensée evuzòk, toujours, après avoir défini le contenu que les Evuzòk lui réservent. Dans le même sens, ce n'est pas par un choix *a priori* que religion, magie et sorcellerie sont mises en rapport. Ceci est dû au fait qu'elles sont pensées par les Evuzòk comme les composantes indispensables d'un seul système symbolique, leur articulation étant fondamentale pour expliquer, par exemple, la classification des entités pathologiques et des institutions thérapeutiques. Ce système est structuré grâce à la

nation d'*evu* qui assume la position d'une valeur symbolique zéro. Comme l'a montré Lévi-Strauss pour la notion de *mana* on peut voir dans l'*evu* un de ces symboles à l'état par susceptibles de se charger de n'importe quel contenu symbolique pouvant ainsi exprimer des réalités très différentes sinon parfois contradictoires. C'est ainsi que la religion (ou le domaine de l'ordre clanique), la magie (ou le domaine du dépassement de l'ordre), et la sorcellerie (ou le domaine de l'opposition à cet ordre), sont définies par rapport à l'*evu*. Si par cette notion on peut expliquer tout cela, c'est grâce au fait que en elle-même elle ne comporte aucune signification particulière. Cette absence de sens précis semble être évoquée par les Evuzók lorsqu'ils affirment que l'*evu* n'a ni dos ni ventre, le dos étant un élément masculin, et le ventre un élément féminin ; ceci veut dire qu'il n'est ni mâle ni femelle, ni fort ni faible, ni bon ni mauvais, qu'il n'est en fait rien de tout cela, mais que potentiellement il est tout cela à la fois.

dans le ventre de certaines personnes. Le caractère indifférencié de cette notion permet d'établir l'opposition entre deux catégories fondamentales : présence d'*evu*/absence d'*evu*. La première s'appliquant aux hommes possédant cette substance, la deuxième à ceux qui ne la possèdent pas : les uns étant les « hommes de la nuit », les autres, les « hommes du jour ». Cette distinction organise le système symbolique de l'*evu* en deux grands domaines ou sous-systèmes dont nous avons étudié en détail les composantes et relations réciproques. Elle trace une première ligne de partage entre la religion (absence d'*evu*) et la magie (alliance de l'homme avec l'*evu*).

Le premier de ces deux sous-systèmes se définit par rapport à ce que nous appelons d'une manière générale l'*ordre clanique*. Nous entendons par là l'ensemble de techniques, de croyances, de rites et de règles de conduite destinées à modeler la vie clanique et que l'on considère comme l'héritage inviolable laissé par l'Ancêtre mythique *Zamba*. Seuls les hommes sans *evu* (mmumbe)



Wissu des femmes poudrées.



sont censés être les représentants de cet ordre car eux seuls sont les reflets de la création voulue par lui. Mais ce domaine est loin d'être homogène. La distinction entre simples *nomimé* (non initiés) et *minimé* « à la tête percée » (initiés au culte des ancêtres), opère un clivage très important avec des implications économiques et politiques. Les aînés, en effet, contrôlent le culte des ancêtres. Les initiés, qui payent cher pour être admis à l'initiation, acquièrent une prééminence qui les oppose aux non initiés, gens non fortunés et sans aucune influence au sein des lignages.

L'autre sous-système se rapporte aux possesseurs d'*evu*. Ces hommes, munis de pouvoirs exceptionnels très variés, représentent un autre mode d'être et d'agir né de leur alliance avec l'*evu*. Cette alliance qui ne relève pas de la compétence de l'ordre instauré par l'Ancêtre mythique, les situe au-delà de cet ordre, en s'y opposant parfois entièrement. Car on distingue plusieurs classes d'*evu*. Les uns situant leurs possesseurs au-delà de l'ordre clinique mais de façon qu'ils ne s'y opposent pas, c'est le cas des *evu* à dominante sociale attribués aux grands guérisseurs, devins, riches, musiciens, bons orateurs, etc. Les autres les situant hors de cet ordre mais en s'y opposant complètement : c'est le cas des *evu* à dominante antisociale des sorciers « mangeurs de chair humaine ». Bref, les distinctions élaborées par les *Evuzok*, nous permettent de conclure à l'existence d'un système structuré grâce à la notion d'*evu* et ayant quatre composantes qui s'articulent, deux à deux, dans deux sous-systèmes différents : celui de la religion (absence d'*evu*) qui comprend (a) les initiés et (b) les non initiés au culte des ancêtres ; et celui de la magie (présence d'*evu*) qui comprend (c) les magiciens non sorciers (*evu* bénéfique) et (d) les sorciers (*evu* maléfique). L'importance de cette notion d'*evu* est attachée au fait qu'elle apparaît à l'esprit comme une sorte de matière ou de fond indéterminé que la pensée symbolique utilise pour organiser un vaste système classificatoire qui permet aux *Evuzok* de penser leur univers en l'ordonnant et en lui donnant un sens. Dans l'état actuel de nos recherches, il nous est possible d'affirmer qu'entrent dans ce système et relèvent du même modèle structural, l'organisation rituelle, les esprits appelés *nkuk*, les végétaux, la voyance, l'organisation de l'espace et le pouvoir politique. C'est sur cette toile de fond que les notions de maladie et de guérison prennent leur signification.

Etude de la sorcellerie en France

Après quelques années consacrées à des recherches d'anthropologie politique, Jeanne Favret a choisi de travailler en

France : la dimension symbolique des faits étudiés lui paraissait devoir apparaître plus aisément avec des indigènes parlant sa langue maternelle. De la violence empirique (guerres et vendettas) dont elle avait tenté d'approcher la logique dans les systèmes tribaux arabes, elle est ainsi passée à la violence symbolique telle qu'elle se manifeste dans les phénomènes de sorcellerie.

Un séjour de près de trois années dans un bourg de la Mayenne lui a permis d'entrer en relation avec divers réseaux de désenvoûteurs et de paysans ensorcelés, repartis sur une centaine de kilomètres.

L'enquête a porté essentiellement sur le mécanisme de l'imputation de sorcellerie — si peu abordé dans la littérature ethnographique — et sur celui de la cure de désenvoûtement — quels sont les principes de son efficacité ? quelle relation institue-t-elle entre une victime souffrant de maux éventuellement mortels (l'ensorcelé), son agresseur imaginaire (le sorcier, dont le nom n'est fixé qu'à la suite d'un long processus, et jamais de façon définitive) et son justicier (le désenvoûteur, qui toujours prend la figure ambiguë du sorcier du sorcier de son patient) ? quelles sont les issues possibles, pour les trois protagonistes, de la crise de sorcellerie qui culmine dans l'appel à un désenvoûteur ? pourquoi la cure est-elle interminable (une fois la crise passée, on continue à consulter régulièrement son désenvoûteur, comme un maître de l'interprétation des dangers à venir) ou brutalement terminée par une trahison (on change de maître, en dénonçant la malignité surnaturelle du premier au second) ?

La sorcellerie figure fréquemment dans les ouvrages de folklore français sous la rubrique « croyances et superstitions populaires ». Elle y est décrite comme un ensemble inorganisé de petites recettes locales ou comme les restes éclatés d'une religion pré-chrétienne désormais inconnaissable. Muni de ces énoncés parcellaires, le chercheur peut certainement aller en recueillir d'autres sur le terrain, mais il n'a aucune chance qu'un paysan accepte de lui adresser un discours soutenu sur son histoire, ni qu'un désenvoûteur lui confie autre chose que des « secrets » triviaux. De sorcellerie, on ne parle qu'à un ensorcelé ou à un désenvoûteur, c'est-à-dire à quelqu'un qui manifeste dans ses paroles (mais aussi dans son corps) qu'il n'est pas « autre » par rapport à la croyance. Aussi bien la surprise de Jeanne Favret, lorsqu'elle a été désignée comme ensorcelée par un paysan, et engagée dans une cure de désenvoûtement en son propre nom, a-t-elle été un moment important de l'enquête : quels mécanismes mentaux fondamentaux — c'est-à-dire transculturels — sont en jeu derrière la dénomination de sorcellerie ? question dont la pertinence s'est vérifiée quand il est apparu que

paysans et désenvoûteurs ne croyaient pas plus à l'existence empirique du sorcier que Freud à celle de l'inconscient ; dans les deux cas, c'est le support d'une logique qu'on a convenu de nommer ainsi pour plus de commodité.

Processus de socialisation et petite enfance chez les Wolof du Sénégal

J. Zempleni-Rabain

Cette étude se situe au point d'intersection de deux domaines de recherche et articule deux perspectives, ethnosociologique d'une part, psychologique et psychanalytique de l'autre. Son but à long terme est l'étude de la stratégie de la socialisation dans une société africaine, étant entendu que le processus en question constitue une mise en œuvre particulière de modes de relation universels mais inégalement distribués afin de donner forme au modèle d'individualité de la société considérée et d'assurer la reproduction des rapports sociaux.

Aussi la recherche combine-t-elle dans ses méthodes, l'observation approfondie et de longue durée d'un échantillon d'enfants de 0 à 5 ans dans leur milieu familial (des villages de la zone arachidière du Sénégal) avec une analyse de représentations collectives concernant l'enfant, des thèmes culturels interprétant les particularités de comportement et les processus pathologiques.

Les deux plans précédents, l'analyse des modes de relation de l'enfant (relations de corps à corps, relations médiatisées par les objets, échanges verbaux) et l'analyse des représentations sociales se conjuguent dans l'abord de plusieurs questions-clés de la socialisation. Tel est le cas de l'étude de l'apprentissage de la parole et de ses modes d'usage, des modalités de régulation de l'agressivité. On a souvent privilégié dans les descriptions et les analyses théoriques les processus de socialisation les mieux observables, telles les conduites d'imposition directe des normes. Or de telles conduites supposent déjà un substrat de relations à autrui mis en place plus précocement et par des moyens qui apparaissent comme les ressorts les plus archaïques et les plus efficaces du contrôle social.

La mise en forme des émois et des fantasmes agressifs de l'enfant est un de ces moyens. De même qu'à l'infortune, à l'échec, à la maladie — tout ce qui apparaît en somme comme le signal de l'angoisse — les Wolof donnent à l'agressivité un destin social. Ils procèdent à un renversement radical : de l'innommable corporel ou imaginaire en un échangeable social, de ce qui est par excellence menace de rupture du lien social en ce qui constitue, reconstitue ou renforce les rapports sociaux institués.



Autre des bols de porcelaine réceptacles des limes de maladie (Tchad)

M. Bekombo

« Il est toujours quelque moyen qui permet de conquérir l'homme adulte : l'enfant demeure insaisissable et inquiétant comme le ciel ». Par cette formule, le Dwala exprime la grande complicité de la tâche qui consiste à *capturer*, à humaniser et à socialiser le petit bébé, cet être dont les parents eux-mêmes ignorent la provenance et les forces qu'il véhicule.

Déjà, à l'état d'un fœtus, le futur bébé impose à son entourage familial un certain nombre d'interdits qui affectent divers secteurs de la vie : alimentation, travail, sexualité, pratiques religieuses, rapports sociaux, etc. Ces interdits concernent à la fois la future mère et son mari, ainsi que la plupart des membres de la famille installés ou non dans la concession conjugale. D'une manière générale, ces prohibitions poursuivent un double but : a) préserver la santé physique et psychologique de la femme enceinte afin, b) de permettre le développement normal de la grossesse, c'est-à-dire du fœtus et de transmettre à l'enfant à venir des traits de personnalité qu'on souhaite trouver en lui plus tard. Dès lors deux personnages essentiels entrent en jeu et veillent tout particulièrement sur la future maman. Tout d'abord le *devin* qui a pour charge d'éloigner ou de réduire toutes forces maléfiques : périodiquement, il orga-

nise l'*essé*, rite de purification dont l'exécution requiert la réunion de tous les parents et alliés de l'intéressée : chaque individu est alors invité à dire publiquement l'histoire de ses relations avec la femme enceinte, à évacuer la rancune à son égard, à adresser des vœux au futur enfant. L'intervention du guérisseur est quasi-quotidienne : outre les malaises qu'il a le devoir d'éliminer chez la femme, il prépare la décontraction progressive de son corps en vue de l'événement.

Les rôles de ces deux personnages ne prennent pas fin au moment de l'accouchement : encore faut-il savoir si l'enfant n'est pas resté accroché « au fil » qui le maintient en relation avec son monde d'origine ? — le guérisseur devra alors surveiller sa respiration et enrayer sa fièvre à l'aide d'une médication à base végétale et minérale. L'enfant peut aussi être pourvu, à la naissance, d'un double système de vision qui le rend alors apte à devenir plus tard soit un pourchasseur de sorciers, soit porteur d'un esprit maléfique : dans ce cas, le *devin* restera attentif à ses réactions en particulier au toucher, à l'ouïe et à l'odorat...

L'on s'aperçoit alors que, dès sa conception et par divers moyens, l'enfant est aussitôt inséré dans un système de représentations et de pratiques dont

la signification réelle est son intégration sociale. Ce processus de socialisation devient manifeste au moment où, porté par le père et présenté au public, l'enfant reçoit officiellement son nom (env. 6 mois).

Cette première phase de la période pré-initiatique revêt une importance particulière dans la mesure où elle confère à l'enfant, souvent de manière informelle, tout ce qui lui permettra d'assimiler et de mettre en pratique les connaissances qui lui seront transmises. M. Bekombo s'attache essentiellement à l'étude des méthodes pédagogiques traditionnelles des Dwala du Sud-Cameroun, dans le cadre du programme éducatif destiné aux enfants de 8 à 14 ans. De l'analyse des stratégies de socialisation du petit enfant saisissables au niveau des relations interpersonnelles, des institutions diverses (initiation, classe d'âge, sociétés secrètes) qui constituent les principaux cadres sociaux de l'activité éducative) M. Bekombo centre ses recherches sur les techniques traditionnelles de transmission des connaissances comparées aux pratiques modernes en vigueur dans les institutions scolaires.

Equipe du laboratoire
d'ethnologie et de
sociologie comparative

les a.t.p.

Les A.T.P. en sciences de la vie

Depuis juillet 1972, date d'une première mise au point sur ce sujet dans le Courrier du C.N.R.S., les Actions Thématiques Programmées en Sciences de la Vie se sont développées. Les six actions déjà en cours à ce moment ont continué et trois autres ont débuté dont une, en collaboration avec les physiciens, sur la structure tridimensionnelle des molécules biologiques et de leurs associations (cf. Courrier du C.N.R.S., juillet 1972, page 49). Enfin une action consacrée aux études interdisciplinaires sur un petit mammifère est en préparation.

Etudes des phénomènes vitaux à l'échelon subcellulaire

A.T.P. Différenciation cellulaire et Virologie

Le Comité Scientifique, élargi dans ce but, a décidé de lancer un appel d'offres pour des études de virologie, parallèlement à la poursuite de l'opération différenciation cellulaire proprement dite. En ce qui concerne cette dernière, aucun changement n'a été apporté à l'appel d'offres lancé en 1972 : pour la virologie, l'accent a été mis sur l'interférence entre fonctions cellulaires et multiplication des virus ainsi que sur la régulation de l'expression des gènes viraux dans les cellules infectées ou transformées. Le comité a aussi jugé qu'il serait opportun d'organiser un colloque en 1974 ; ce colloque serait axé sur un objet très précis, par exemple « le développement de la drosophile ».

A.T.P. Mécanisme d'action des hormones et des médiateurs au niveau cellulaire

Le nouvel appel d'offres est largement inspiré de celui diffusé en 1972. Pour répondre à certaines questions, il fut

DIFFÉRENCIATION CELLULAIRE

Projets acceptés

Différenciation cellulaire proprement dite :

- Aspects moléculaires de la différenciation des organismes cellulaires chez les végétaux supérieurs (*Phaseolus vulgaris*).
- Analyse de la transformation microsome-macrosome chez *Tetrahymena pyriformis* (Gills).
- Recherche de protéines spécifiques associées aux séquences du poly A dans les cellules osseuses et les virus oncogènes à RNA.
- Etude des facteurs responsables d'une hétérogénéité fonctionnelle des ribosomes chez *Podiceps anserinus* : application à la traduction de messages de protéines et rôle dans la différenciation des organes.
- Régulation génétique de la différenciation des monocytes au cours de la réponse immunitaire.
- Synthèse des RNA dans une lignée cellulaire de drosophile.
- Etude de la différenciation des neurones hypothalamiques en culture cellulaire.
- Mise en évidence, fonction, condition et détermination génétique de l'activité d'enzymes reproductibles du métabolisme du TADN à distribution mitochondriale et cytoplasmique.
- Etude de la différenciation de colonies de tumeurs de tumeur d'origine unicellulaire par l'examen de leurs propriétés morphogénétiques.
- Régulation de la transcription du gène hémostatique et de son expression par système protéique pendant développement et maturation.
- Contrôle de l'activité des gènes au cours de l'ophtalmie.
- Ultrastructure de la surface de cellules normales et transformées par des virus oncogènes.
- Régulation de la synthèse d'antigènes in vitro au cours de la différenciation des cellules formant des plaques d'immunité.
- Régulation et transcription dans les lymphocytes soumis à une stimulation spécifique ou non spécifique.
- D.N.A. des organismes eucaryotes.
- Etude de la différenciation des disques imaginaux, ainsi que des lipides.
- Etude biochimique, cytochimique et ultrastructurale des systèmes membranaires des mitochondries et des chloroplastes au cours de leur différenciation.
- Distribution, structure et rôle des séquences de TADN nucléaire de l'ADN.
- Etude in vivo de l'expression phénotypique des cellules neuronales au cours de la différenciation.
- Rôle des hormones thyroïdiennes dans la différenciation des lymphocytes thymus-dépendants.

Etude biochimique, cytochimique et ultrastructurale des systèmes membranaires des mitochondries et des chloroplastes au cours de leur différenciation.

Virologie fondamentale :

- A.R.N. messager de l'interféron. Etude de sa synthèse et de sa lecture. Capacité des cellules à le traduire selon leur stade de différenciation.
- Effet de l'interféron sur la multiplication et sur la différenciation cellulaires.
- Etude du virus de la stomatite vésiculaire grâce aux mutants membranaires.
- Purification et caractérisation d'un facteur protéique capable d'activer la synthèse du virus SV 40 dans les cellules transformées.
- Structure des RNA dans les génomes des virus à RNA.
- Fonction des gènes portés par les différents RNA du virus de la muqueuse du coléoptère : étude de la régulation de la synthèse de ce virus.
- Structure et expression du génome d'un virus oncogène à ADN (papillome).
- Rôle de la membrane nucléaire et des pores dans le transfert de macromolécules spécifiques d'adénovirus.
- Etude de l'hypertranscription et de l'initiation de synthèse virale chez les végétaux.
- Etude des gènes de la stomatite qui interviennent dans la multiplication des Rhébovirus agins et SVV.
- Interaction virus de Roux — cellules.

précisé que le terme « niveau cellulaire » englobe les niveaux « subcellulaire » et « moléculaire » ; l'intérêt du comité pour l'ontogénèse et le déterminisme génétique des mécanismes cellulaires des actions hormonales a été également explicité. Sous l'égide de ce Comité, un colloque sur les mécanismes d'action hormonale vient d'être organisé à Royaumont par M. J. Nègre aidé de MM. E. Baulieu, H. Clauver et F. Marel. Trente-huit communications ont été présentées portant sur les thèmes suivants : récepteurs des hormones stéroïdes, effet des hormones sur le développement, récepteurs des hormones polypeptidiques, adényl cyclase et cAMP, adényl cyclase-prostaglandines-microtubules, adényl cyclase et actions hormonales complexes, effet des hormones végétales et des hormones d'invertébrés. Les discussions ont également été nombreuses pendant cette réunion de deux jours et demi, d'autant plus qu'un nombre important de participants ont pu loger à Royaumont même.

Reproduction, développement et régulation des organismes pluricellulaires

A.T.P. Ontogénèse des processus psychologiques

Deux axes principaux d'étude ont été définis par le comité de cette A.T.P. : processus de formation des structures cognitives d'une part, processus d'établissement des liens interindividuels d'autre part. Dans ce premier appel d'offres l'étude est limitée à la période précoce du développement post natal.

A.T.P. Physiologie et pathologie du tissu calcifié

La plupart des thèmes de recherche choisis en 1972 ont été de nouveau retenus (techniques d'étude de la densité in vivo et de la composition minérale des tissus calcifiés, structure de ces tissus, processus de minéralisation, facteurs nutritionnels et écologiques du développement des tissus calcifiés, biomécanique de ces tissus et leur réaction aux agressions, leur vieillissement enfin). Cependant, le comité souhaite que certains de ces thèmes soient abordés d'une façon différente comme le soulignent les formulations suivantes : étude des processus fondamentaux de la minéralisation et leur régulation, étude des facteurs étiologiques et des mécanismes du vieillissement des tissus calcifiés. Enfin un thème nouveau a été introduit, concernant la vascularisation des tissus calcifiés.

Interrelation entre les êtres vivants et leur environnement

A.T.P. Physiologie et pathologie de l'œil

Aux sujets retenus en 1972 (réception et traitement des images par la rétine, microcirculation oculaire, dystrophies cornéennes, transparence du cristallin, immunopathologie de l'œil) le comité a

ajouté « fonctions proprioceptives de la rétine » ; il souhaite de plus qu'un certain nombre de ces thèmes soient étudiés aussi d'un point de vue expérimental (cas de l'immunopathologie de

MECANISME D'ACTION DES HORMONES ET DES MEDIATEURS AU NIVEAU CELLULAIRE

Projets acceptés

- Constante d'équation à l'équilibre de la chromatine visée pour le récepteur d'œstradiol.
- Variations des effets stéroïdes.
- Culture endocrinienne de prostate versée de Ray et mécanismes d'action des androgènes.
- Mécanisme d'action des hormones stéroïdes sur les chromosomes mitochondriaux dans l'adénocarcinome de Reinhardt.
- Etude de l'effet et mode d'action des corticostéroïdes de l'ACTH et du CRF dans le récepteur de l'axe hypothalamo-hypophyséohormonal.
- Action de l'insuline et du glucagon sur les cellules hépatiques ratées.
- Etude comparative de différents facteurs de la différenciation des neurones et des cellules gliales du cerveau.
- Mécanisme d'action des hormones stéroïdes l'œstrogène.
- Mode d'action d'une hormone du système nerveux central sur le récepteur du Tractus génital de Chondria l'œstrogène (Mécanisme hormonal).
- Mécanisme d'action d'un inhibiteur de l'œstrogène et son effet sur les AT-Pases de l'œstrogène.
- Effet régulateur direct de l'ACTH sur l'œstrogène et la méthylation des bases, l'œstrogène d'action et rôle physiologique.
- Etude de la mise en jeu de mécanismes de régulation du niveau des protéines de capture membranaire dans les processus de méthylation dans le système nerveux central.
- Recepteurs membranaires du Calcium : identification et propriétés dynamiques.
- Sélectivité tissulaire des récepteurs sub-synaptiques (récepteurs neuro-musculaires, endocriniens, rôle de l'œstrogène dans l'induction des récepteurs).
- Etude de mise en évidence d'une régulation par les hormones stéroïdes de la synthèse protéique au niveau des mécanismes de traduction.

PHYSIOLOGIE ECOLOGIQUE

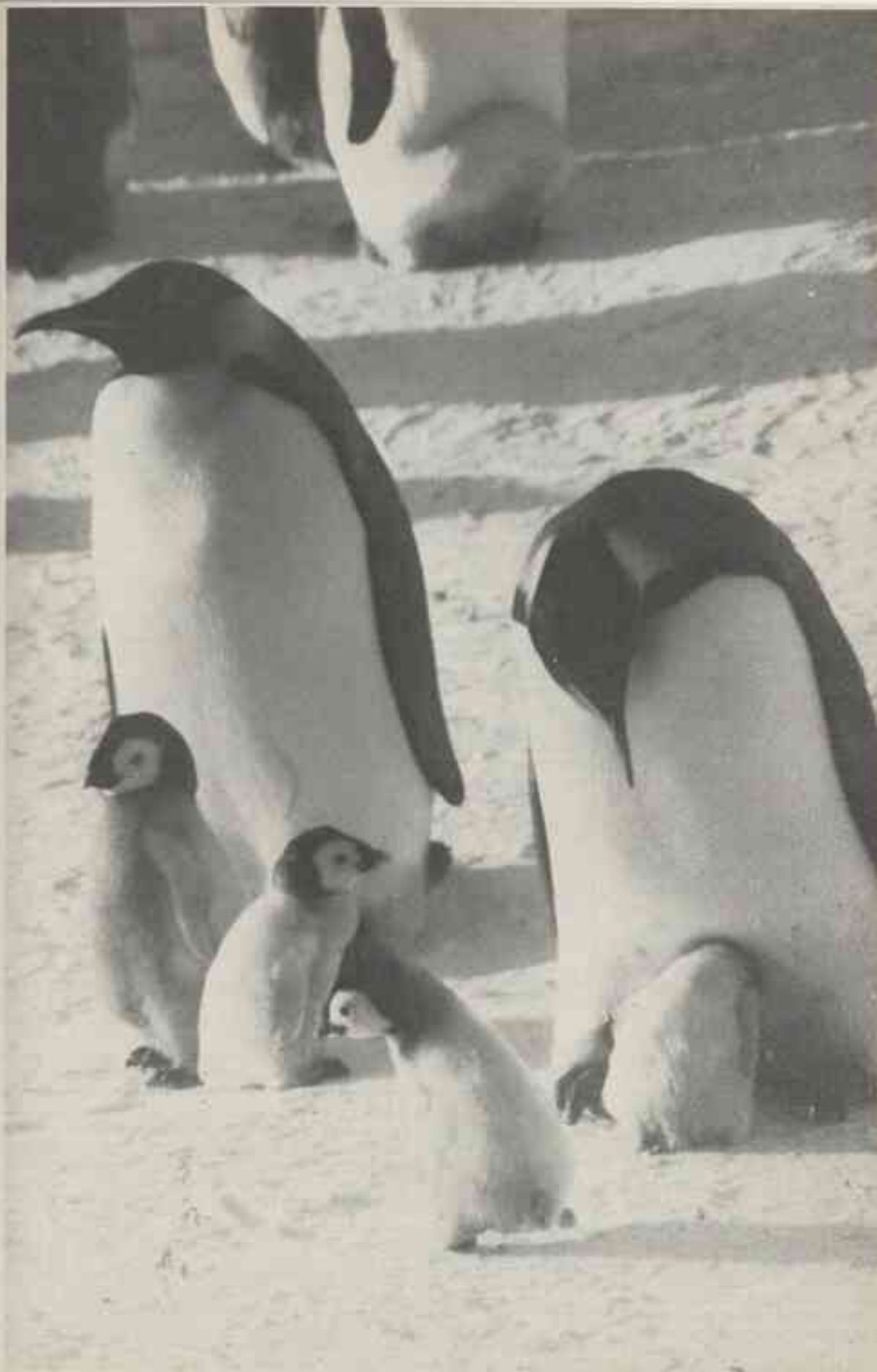
Projets acceptés

- Etude des mécanismes endocriniens mis en jeu dans la régulation de la durée du cycle oestral et du comportement associé par les stimuli externes chez la ratte et chez le cobaye.
- L'œstrogène hépatique d'un Téléostéen euryhalin (Sanguin).
- Régulation du sommeil et du rythme circadien chez les primates.
- Problèmes posés par la régulation de l'activité acide-base chez des organismes à respiration anaérobie : étude comparative chez deux invertébrés marins inférieurs en fonction des variations de température et de pH.
- Etude du métabolisme des minéraux amoniacaux en relation avec le cycle reproducteur et les conditions climatiques.
- Relations entre le vieillissement, le facteur immunitaire et les micro-organismes du Kermadec.
- Mise en évidence de phénomènes régulés, à différents niveaux du mécanisme épique de la tude, induits par l'action de facteurs externes du milieu (température, alimentation).
- Quelques aspects nutritionnels des interactions entre l'homme et la faune gastro-intestinale dans un environnement marin.
- Régulation hormonale chez différents poissons en fonction des milieux d'adaptation (prolongés ou réduits).
- Influence des facteurs externes nutritionnels et climatiques sur le fonctionnement physiologique des poissons, étudiés en particulier chez deux poissons téléostéens : la merluille et la perche.
- Etude de l'impact et du mode d'action de facteurs externes naturels sur les cycles sexuels femelles de l'espèce *Perca fluviatilis*.
- Contrôle endocrinien des systèmes endocriniens intervenant le polymorphisme phénotypique des Acridiens.
- Photomorphogenèse, pigment régulateur et diapause : étude des interactions température, lumière, photomorphogenèse, diapause chez les insectes.

ONTOGENESE DES PROCESSUS PSYCHOLOGIQUES

Projets acceptés

- Evolution de la communication parentale du nourrisson.
- Ontogénèse de la mémoire épisodique et sociale du rat : analyse expérimentale des bases neuro-physiologiques.
- Formation des structures perceptives et mémorielles chez le nouveau-né.
- Rôle des privations et de l'expérience précoce dans la maturation des processus d'identification de stimuli sensoriels significatifs : étude neuro-biologique.
- Contributions à l'étude des relations entre vision et préhension dans la constitution de l'objet perçu (et de l'espace) chez l'enfant de 2 à 12 mois.
- Etude des référents spaciaux et organisation des comportements « auto-moteurs ». Etude sur le singe et le chat.
- Développement des relations préférentielles chez les primates domestiques.
- Ontogénèse de la fonction de communication chez le jeune : bases génétiques — son.
- Processus d'organisation des interactions sociales entre mammifères élevés en nature.



Le manchot empereur (S.T.P. physiologie écologique)

DYNAMIQUE DES POPULATIONS

Projets acceptés

- Étude de l'évolution génétique de la milu, Taverog Kai Tademaker
- Étude de l'évolution génétique et biologique des Sars Kaba Ndindig
- Recherche des mécanismes de maintien du polymorphisme
- Étude des populations pygmées des Bantous
- Étude comparative de la structure génétique et de l'évolution des communautés animales originaires de l'Algérie et récemment transplantées dans les Basses Terres.
- Opération « Rio africain » : aménagements et analyse de la structure des populations dans l'espace Orinoco pluvial
- Dynamique comparée des populations d'Anolis, sectinaires et migratrices
- Variations et dynamique des populations d'anguilles
- La distribution des gènes au sein des populations naturelles : rôle respect du hasard et du milieu
- Influence des fluctuations du potentiel reproducteur sur l'abondance quantitative et qualitative de population d'insectes (acanthocéphales, coléoptères)
- Dynamique des populations de poissons téléostéomorphes
- Dynamique des populations de insectes mammifères en relation avec l'épidémiologie des virus transmis par arthropodes.

foeil), biochimique (cas de la microcirculation oculaire du cristallin) ou métabolique (cas des dystrophies cornéennes).

A.T.P. Physiologie écologique

Le champ de cette A.T.P. (écophysiologie des régulations) a été élargi, d'une part à tous les animaux (*Invertébrés compris*), d'autre part aux effets de plus nombreux facteurs d'environnement (y compris certains facteurs d'origine non naturelle). Un colloque sur l'écophysiologie des régulations chez les Mammifères sauvages, organisé par M. Canivenc, s'est tenu à Chize en octobre 1973 : au cours de cette réunion certains contractants de l'A.T.P. de Physiologie écologique ont présenté et discuté leurs résultats récents.

A.T.P. Dynamique des populations

Le lancement de cette A.T.P. a été précédé de plusieurs réunions ; le comité a finalement mis l'accent sur les recherches concernant l'évolution des populations en fonction des facteurs du milieu, qu'ils soient abiotiques, biotiques, psychosociaux, sans se limiter à une définition stricte du terme « dynamique ».

Sciences de la vie et industrie

A.T.P. Pharmacodynamie et chimiothérapie

Comme en 1972, les thèmes retenus font une place à la fois aux recherches sur les mécanismes fondamentaux de l'action de certaines substances sur l'organisme et à des recherches plus directement applicables. Les deux premiers thèmes sont les mêmes que ceux de l'appel d'offres précédent (pharmacologie de la division de la cellule eucaryote et immunopharmacologie). Le troisième thème regroupe les problèmes généraux posés par l'interaction entre macromolécules et molécules pharmacologiquement actives. L'accent est mis ensuite sur le transport et le métabolisme des médicaments. Enfin le comité fait appel à des études sur les mécanismes d'ac-

tion des antihypertenseurs et des médicaments agissant sur les circulations territoriales ou protégeant les cellules cardiaques et nerveuses contre l'hypoxie.

La vie des A.T.P. en Sciences de la Vie entrera dans une nouvelle étape en 1974

quand les rapports de fin de contrat commenceront à être établis. Une tâche importante de chaque comité et de la direction du C.N.R.S. sera, alors, de dresser un premier bilan des actions entreprises et de chercher à savoir dans quelle mesure les espoirs mis dans ces actions thématiques ont été réalisés : l'incitation a-t-elle été efficace, les résultats scientifiques en rapport avec l'effort entrepris ? Les A.T.P. ont-elles permis, grâce en particulier à leur caractère pluridisciplinaire, d'éliminer les « facteurs limitants » de certaines recherches ? On pourra aussi se demander si les craintes suscitées par le système des A.T.P. (ou d'autres actions de ce type) sont ou non justifiées ; quelle a été son incidence sur la communauté scientifique, la vie des laboratoires ? Des réponses à ces questions pourront dépendre en partie les traits des éventuelles actions futures, leurs thèmes scientifiques, et leurs caractères administratifs.

C. Lévi, Y. Fontaine

A.T.P. en cours	Credits alloués en 1973 (1)
Différenciation cellulaire	2,8
Virologie	1,0
Mécanisme d'action des hormones et des médiateurs	1,8
Origénèse des processus psychologiques	1,6
Physiologie et pathologie du tissu calicé	1,4
Physiologie et pathologie de l'œil	1,0
Physiologie écologique	1,4
Dynamique des populations	1,0
Pharmacodynamie et chimiothérapie	2,0

(1) en millions de francs

A.T.P.	Projets reus		Contrats	
	Total	Région parisienne	Total	Région parisienne
Différenciation cellulaire	76	42	20	14
Virologie	19	15	11	9
Mécanisme d'action des hormones et des médiateurs	54	21	15	4
Origénèse des processus psychologiques	20	8	9	3
Physiologie écologique	45	18	13	7
Dynamique des populations	31	12	12	6

Les A.T.P. en sciences de la terre, de l'océan et de l'espace

Le VI^e Plan a prévu la mise en œuvre par le C.N.R.S. de six actions thématiques programmées dans le secteur des sciences de la terre, de l'océan et de l'espace. Deux de celles-ci « astrométrie et géodésie » et « géodynamique de la Méditerranée occidentale » ont été confiées à l'I.N.A.G. qui en a assuré le démarrage dès 1971.

Les quatre autres, gérées directement par le C.N.R.S., portent sur les domaines suivants :

- océanographie physique
- hydrogéologie
- phénomènes de transport dans l'écorce terrestre
- minéralogie

L'ATP « hydrogéologie » a été lancée en 1972, les ATP « phénomènes de transport dans l'écorce terrestre » et « océanographie physique » ont démarré en 1973 et l'action thématique programmée « minéralogie » pourrait être mise en place en 1974.

L'A.T.P. hydrogéologie

La nécessité de disposer de bases scientifiques plus solides pour mieux résoudre les problèmes que pose la gestion des ressources en eaux souterraines avait amené la D.G.R.S.T., dès 1963, à lancer une action concertée destinée à stimuler et orienter la recherche dans ce domaine. A l'issue du Ve Plan il a été décidé de transférer au ministère de l'environnement (Secrétariat permanent pour l'étude des problèmes de l'eau) le soin d'animer les actions d'incitation aux recherches appliquées en fonction de l'analyse des problèmes à résoudre à court ou moyen terme et de confier au C.N.R.S. mission de stimuler les recherches sur des thèmes plus fondamentaux et à plus long terme.

C'est dans ce sens qu'en 1972 le C.N.R.S. a assuré le démarrage de cette action thématique programmée.

Dans un premier temps, un groupe de réflexion préliminaire a été chargé d'examiner l'état actuel de la recherche fondamentale en hydrogéologie et, appuyé sur une enquête portant sur les programmes menés dans les différents laboratoires qui s'y consacrent, ainsi

que sur les avis des différentes personnalités compétentes sur les problèmes de l'eau, de dégager les sujets de recherche fondamentale qu'il paraissait le plus souhaitable de stimuler.

Le groupe de réflexion préliminaire a pu ainsi constater que les programmes de recherche concernant les « quantités » en eaux souterraines (hydrogéologie classique, mécanique des fluides souterrains) étaient relativement bien développés et que les résultats des travaux antérieurs ou en cours permettent aux études appliquées, en vue d'établir le bilan des ressources, de se dérouler normalement (encore que beaucoup reste à faire au niveau de la zone non saturée pour que l'on puisse établir des bilans parfaits). Il a constaté également que les programmes de recherche concernant les qualités des eaux étaient relativement peu développés et que dans bien des cas, les programmes plus appliqués ne pouvaient progresser faute de connaissance sur les mécanismes de base qui en régissent l'évolution.

C'est pourquoi le groupe de réflexion préliminaire a estimé que c'était dans cette dernière voie qu'il fallait faire porter l'action C.N.R.S. au titre de l'ATP en centrant les programmes sur les « mécanismes des interactions entre l'eau souterraine, milieu et agent vecteur, et son environnement naturel ou modifié par l'homme (conditions atmosphériques, biosphère, sol et sous-sol) ».

Sous ce thème général il était également recommandé de prêter plus particulièrement attention :

— d'une part aux mécanismes d'échanges responsables des évolutions des caractéristiques physiques, chimiques ou biologiques de l'eau ;

— d'autre part, en raison du rôle de vecteur joué par l'eau, à la dynamique des phénomènes de transfert, de diffusion ou de dispersion, en tenant compte des propriétés des terrains, de façon à établir les échelles de temps et d'espace d'évolution de la qualité des eaux.

C'est en reprenant ces recommandations qu'un appel d'offres a été diffusé en juillet 1972 et à nouveau en janvier 1973 auprès de tous les laboratoires et

équipes de recherche s'intéressant aux problèmes de l'eau souterraine.

En réponse à ces appels d'offres, 40 projets de programmes de recherche ont été soumis au Comité qui, faisant suite au groupe de travail préliminaire, a été désigné pour aider le C.N.R.S. dans la gestion de cette ATP.

Au titre des crédits alloués pour 1972 (800 000 F) le Comité a recommandé :

1) d'équiper le « laboratoire propre sans mur » que constitue l'ATP d'un spectromètre de masse permettant l'analyse des isotopes de l'oxygène, du deutérium et du tritium qui constituent des « marqueurs » de l'évolution des eaux. Ce matériel sera utilisé, sous l'égide du Comité, pour l'ensemble des programmes qui, au titre de l'action thématique programmée, auront à faire appel aux analyses isotopiques ;

2) de renforcer les programmes de recherche concernant l'évolution de la qualité des eaux dans les karsts en s'appuyant sur les bassins versants expérimentaux déjà équipés et notamment ceux du laboratoire souterrain de Moulis ;

3) de veiller à ce que les mesures effectuées au niveau de la zone non saturée soient harmonisées de façon à être rendues comparables et exploitables notamment par traitement informatique.

Au titre des crédits alloués pour 1973 (1 000 000 de F) le Comité a centré son action sur les mécanismes d'acquisition des qualités physiques, chimiques et biologiques de l'eau souterraine, d'une part lors de son transfert de la zone non saturée à la zone saturée, et d'autre part à l'intérieur des nappes elles-mêmes.

Il a ainsi recommandé la mise en œuvre de quatre programmes portant sur les sujets suivants :

— étude de la dynamique de la dispersion dans la zone non saturée ;

— mécanismes d'acquisition de la qualité des eaux souterraines au cours du transfert dans les sols ;

— interaction entre les sols et les eaux de percolation ;



Rochers par vents de 25 nœuds, Ile de Corse, mer Egée — J. Calvès — laboratoire d'océanographie physique

— caractéristiques du transfert des substances chimiques dans les nappes aquifères.

Pour l'ensemble des actions lancées au titre des budgets 1972 et 1973, le Comité, tenant compte du caractère très interdisciplinaire des sujets abordés, s'est efforcé de rassembler sur chacun des programmes des laboratoires de disciplines distinctes abordant le même problème sous des angles différents mais complémentaires. Sans préjuger des résultats qui pourront être acquis par ces recherches qui ne viennent que de commencer, on peut espérer de toute façon que cette association de géologues, d'hydrogéologues, de géochimistes, de chimistes, de géophysiciens, d'hydrauliciens, de pédologues et de géographes physiques comportera en soi des résultats positifs ne serait-ce que d'avoir instauré des coopérations dont on peut espérer qu'elles se poursuivront au-delà de la réalisation des programmes eux-mêmes.

Pour 1974, le Comité de l'ATP pense renforcer son action dans le même sens en stimulant des programmes de recherche sur les sujets suivants :

— comportement hydrogéologique des terrains réputés imperméables (écoulement dans les argiles notamment),

— mesure des coefficients de dispersion dans les nappes,

— influence des variations de température sur les phénomènes de transfert entre surface et nappe,

— transfert surface nappe des éléments à cycle partiellement métabolique : carbone, soufre, azote, phosphore, silice, certains cations, etc.

Un nouvel appel d'offres a donc été diffusé qui devrait permettre aux laboratoires intéressés de préparer avant le 15 février 1974 des programmes de recherche sur ces thèmes.

L'A.T.P. "phénomènes de transport de matière dans l'écorce terrestre"

La Commission de la Recherche a recommandé pour le VI^e Plan la mise en œuvre par le C.N.R.S. d'une action thématique programmée « phénomènes

de transport de matière dans l'écorce terrestre » pour « orienter les efforts sur les migrations de matière à toutes profondeurs : migrations dans les sols, altérations des roches superficielles, évolution de la matière organique insoluble des sédiments, synthèses minérales en phase solide, phénomènes de concentration minéralogique, de corrosion et de remplacement dans les milieux métamorphiques et magmatiques, etc. » C'est dans ce cadre très général qu'en 1973 le C.N.R.S. a assuré le démarrage de cette action thématique programmée.

Dans un premier temps, comme pour l'ATP hydrogéologie, un groupe de réflexion préliminaire a été chargé d'analyser la situation de la recherche dans ce domaine et de dégager les thèmes de recherche fondamentale qu'il semblerait le plus souhaitable de stimuler.

Ce groupe de réflexion préliminaire a constaté ainsi que si les recherches sur les transports de matières en masse (nappes aquifères, sédimentations, plissements, intrusions, etc.) ont fait l'objet de nombreux travaux, par contre ce

n'est que plus récemment que l'on s'est penché sur les migrations qui modifient la composition et la répartition des constituants de l'écorce terrestre. Dans cette voie beaucoup reste à faire, notamment pour expliquer les mécanismes différentiels de l'évolution géochimique en surface et en profondeur.

Il a donc recommandé de faire porter l'action thématique programmée sur le thème suivant : « **mécanismes géochimiques d'évolution différentielle de l'écorce terrestre** » en donnant pour objectif aux programmes de recherche, appuyés sur des mesures in situ ou en laboratoire, d'aboutir à l'élaboration de modèles physicochimiques.

Sous ce thème général le groupe de réflexion préliminaire a également recommandé de mettre l'accent sur les recherches intéressantes :

- la géochimie dans les sols et altérations : mécanismes de lessivage, migration, piégeage et restructuration ;
- les séquences géochimiques sédimentaires : phénomènes de concentration et d'accumulation par migration différentielle ;
- les migrations géochimiques dans le métamorphisme ;
- les interactions entre métasomatose, magmatisme et tectonique.

C'est en reprenant ces recommandations qu'un appel d'offres a été diffusé en janvier 1973 et à nouveau en août 1973.

En réponse à ces deux appels d'offres, trente-neuf projets de programme de recherche ont été soumis au Comité qui, faisant suite au groupe de réflexion préliminaire a été désigné pour aider le C.N.R.S. dans la gestion de cette action thématique programmée.

Au titre des crédits alloués pour 1973 (1 000 000 de F), le Comité a recommandé la mise en œuvre des sept programmes suivants :

- structure d'accueil et mécanismes d'accumulation de matière dans les paysages ;
- Processus d'entraînement et de concentration des éléments de transition dans les phénomènes d'altération ;
- Mécanismes de transport sélectif par effet thermogravitationnel ;
- Relations fluides solides dans le catagène ;
- Interactions et échanges entre roches acides et basiques dans les zones profondes ;
- Interactions entre ions alcalins et les roches acides et basiques au cours du métamorphisme ;
- Mécanismes géochimiques et structuraux générateurs d'échanges de matière dans le métamorphisme. Rôle particulier du fluor et du chlore.

Pour 1974, le Comité envisage de com-

pléter l'action entreprise en 1973 sous le thème général évoqué plus haut, et de l'élargir à de nouveaux sujets pour lesquels un nouvel appel d'offres sera diffusé à la fin du premier trimestre.

L'A.T.P. océanographie physique

Le VI^e Plan a prévu la mise en œuvre par le C.N.R.S. d'une ATP « Océanographie physique » destinée à stimuler et à coordonner les recherches de divers laboratoires et équipes travaillant dans ce domaine et dans des domaines voisins. Cette ATP devait leur apporter des moyens supplémentaires en matériels et en crédits de fonctionnement pour l'exécution des programmes de recherche fondamentale sur des thèmes limités, retenus en fonction de leurs possibilités d'avenir et de développement.

Deux grands thèmes ont paru intéressants dans le cadre de l'océanographie physique pris au sens large : d'une part, l'étude des transferts de quantité de mouvement de l'atmosphère à la mer, d'autre part, la chimie marine.

Pour cette dernière, l'insuffisance actuelle de l'infrastructure de recherche a conduit à différer d'un an le lancement d'une action en ce domaine, pourtant prioritaire. Une première opération a consisté en une enquête très étendue sur l'état des recherches en chimie marine dans le monde. Le travail devait conduire à une définition plus précise de ce domaine, à l'établissement d'un programme de recherche ainsi qu'à la détermination du profil des équipes pouvant être concernées. Un large appel devait ensuite être fait, en l'étendant aussi aux chimistes non océanographes. Cet appel d'offres est en cours : on en verra plus loin la teneur.

En ce qui concerne l'étude du transfert de quantité de mouvement, l'importance pratique du problème de la génération des vagues justifie un effort dans ce domaine. Mais outre l'aspect de la génération et de la croissance proprement dite des vagues, un problème scientifique de grand intérêt est sous-jacent : l'évaluation du rôle que jouent les vagues dans la génération des courants.

Pour ces raisons, le thème de recherche proposé concernait essentiellement l'étude du transfert de quantité de mouvement de l'atmosphère à la mer, la génération des vagues et des courants. Les moyens existant déjà devaient être, autant que possible, utilisés : la Bouée-laboratoire, les bouées automatiques satellites, l'avion de recherches atmosphériques, la soufflerie de simulation, le réseau météorologique côtier, etc.

Il est recommandé d'effectuer les recherches plutôt en Méditerranée nord occidentale, lieu de localisation des moyens. En outre, cette zone est parti-

culièrement favorable au point de vue des vents qui y sont fréquents, violents et de type impulsif (mistral, tramontane).

On conseillait également de comparer, dans la mesure du possible, les résultats obtenus dans le NW méditerranéen, qui est une mer profonde, avec ceux obtenus dans le cadre du projet JONSWAP, en mer du Nord, étendue marine peu profonde et à fortes marées. Pour permettre la comparaison, un effort devait donc être fait pour standardiser la collecte des données.

Enfin, les recherches pouvaient être étendues aux problèmes d'échanges thermiques, dans la mesure où ils interviennent dans ces phénomènes.

Cette première ATP a été lancée vers le milieu de l'année 1973. Il est donc trop tôt pour en exposer les résultats.

L'ATP Chimie marine est donc en cours de lancement. Elle est constituée de deux thèmes : « **structure, échanges et phénomènes chimiques au niveau des interfaces, et approche physicochimique de l'équation d'état de l'eau de mer** », ce dernier thème portant l'accent sur la contribution individuelle de chaque ion aux propriétés physico-chimiques de l'eau de mer.

En ce qui concerne le premier thème, assez général, la rigueur de la notion d'interface, considérée en chimie physique comme une région de transition, dont l'épaisseur statistique ne dépasse pas quelques diamètres moléculaires, doit être sensiblement atténuée pour qu'on puisse l'étendre à toutes les frontières d'un environnement naturel comme l'océan. Mais elle s'applique directement aux hétérogénéités gazeuses et solides qu'il renferme. Bon nombre de ces dernières, colloïdes minéraux ou organiques ont des dimensions assez réduites.

Beaucoup de réactions intéressantes la chimie de l'océan sont hétérogènes et impliquent des interfaces physico-chimiques, cependant que les échanges avec l'extérieur sont caractérisés par des flux de matière à travers les interfaces frontalières. L'océan lui-même, avec sa circulation, ses réactions ioniques rapides, intervient essentiellement pour redistribuer, homogénéiser les caractéristiques acquises aux interfaces. Cependant, une particularité du champ des densités, la pycnocline, qui coïncide souvent avec le bas de la zone photique, est importante au point de vue chimique.

Entre les trois phases : gazeuse, liquide et solide, cinq types d'interfaces sont possibles. Toutes interviennent dans le milieu océanique. Ce thème de recherche se propose donc de les explorer, en retenant les faits les plus intéressants.

W. Mercouroff,
Ph. Wacrenier,
Ch. Berthet

Les A.T.P. en informatique

La première A.T.P. informatique

En s'entourant des conseils d'un comité d'experts dont le Professeur Lucien Malavard assurait la présidence, la direction du C.N.R.S. lançait vers le milieu de l'année 1972, un appel d'offres en informatique.

Sa conception n'avait pas été facile : il fallait, pour être original, qu'il se situe en amont des actions habituelles en informatique. En effet, aussi bien dans le secteur public que chez les constructeurs, la recherche en informatique, talonnée par une demande pressante, a dans la majorité des cas, présenté un caractère très appliqué : il s'agissait surtout de concevoir et de réaliser, à court terme, les produits indispensables au bon fonctionnement et à l'utilisation généralisée des ordinateurs.

C'est ainsi qu'on a pu voir quantité de travaux sur les grands systèmes d'exploitation, sur de nouveaux langages et sur leurs compilateurs, plus récemment sur les systèmes complexes de fichiers, sur les réseaux, etc.

Ces recherches sont loin d'être négligeables : ce sont elles qui ont le plus largement contribué à faire de l'informatique cette science pour l'ingénieur aux aspects parfois très théoriques et aux démarches souvent difficiles et particulièrement complexes.

Mais, après l'expansion explosive que l'informatique a connue dans les années soixante, un besoin de réflexion approfondie sur cette science s'est fait sentir. Il convenait, en quelque sorte, « d'élever le débat ».

Quatre thèmes ont donc été définis (voir le Courrier du C.N.R.S. n° 5, juillet 1972).

- 1 - Les bases fondamentales de la science informatique.
- 2 - L'organisation logique des données.
- 3 - La méthodologie des systèmes.
- 4 - La construction des algorithmes et la méthodologie de la programmation.

Le comité a dû faire un choix parmi les réponses à l'appel d'offres diffusé et a retenu onze contrats, dont certains regroupaient des réponses voisines. La répartition entre les différents thèmes des sommes engagées est donnée dans le tableau récapitulatif.

Les travaux relatifs à ce premier appel d'offres ont commencé pratiquement au début de l'année 1973. L'enquête

annuelle effectuée par les différents rapporteurs en cours de contrat a montré qu'ils progressaient normalement. Mais il ne faut pas attendre de résultats effectifs avant la fin de l'année 1974, c'est-à-dire avant l'expiration de la durée normale d'un contrat d'A.T.P., qui est de deux ans.

L'A.T.P. Informatique 1973

Devant le succès de l'appel d'offres de 1972, il est apparu nécessaire de renouveler, en le complétant, l'effort fait en ce domaine. En fait, les quatre thèmes de l'A.T.P. 1972 ont été reconduits avec quelques modifications :

Le premier thème, concernant les bases fondamentales de l'informatique, visait à contribuer à donner une assise scientifique à l'informatique afin de dégager des thèmes de recherche au-delà des problèmes dont les énoncés sont le plus souvent issus de l'état présent des outils informatiques.

Il fallait pour cela partir de notions, concepts et techniques déjà connus mais exposés ou utilisés souvent de manière disparate et chercher à les présenter de façon rigoureuse et unifiée ; ce point de départ devait permettre d'obtenir des documents de référence et de synthèse.

Il était en outre précisée que l'unification et la rigueur devaient être en général obtenues par l'emploi d'un style et d'un langage de nature mathématique. La logique mathématique et la théorie de l'information paraissent en particulier susceptibles d'apporter des outils intéressants. Cela dit, il ne s'agissait nullement d'écrire des ouvrages de mathématiques.

Le deuxième thème avait pour but de susciter des travaux de recherche dans le domaine de la structuration et de l'organisation logique des données. Il insistait spécialement sur les structures de données en tant qu'objets fondamentaux intervenant dans la conception, la construction et l'utilisation de systèmes d'information. Il visait l'étude des modèles pour la formalisation des concepts de relation, d'accès, de transformation et de représentation, leur comparaison, ainsi que la sémantique des langages de définition. Il se préoccupait des mécanismes de communication et de protection, des problèmes de

chiffrement. Il incluait enfin des mécanismes de fonctionnement : synchronisation, fiabilité, sécurité, maintenabilité.

En méthodologie des systèmes, on mettait l'accent sur trois types de problèmes : l'architecture, pour la définition des mécanismes de base, ressources, événements, processus, la protection des ressources partagées, la détection et le traitement des erreurs, la fiabilité, l'emploi de composants intégrés à large échelle pour des fonctions particulières de systèmes ; l'évaluation des systèmes, leur modélisation, les mesures de leurs performances, l'optimisation des algorithmes de gestion ; enfin, la structuration des systèmes, notamment pour l'étude de la modification de la gestion des ressources, liée à une structuration des programmes traités par le système.

En ce qui concerne la construction des algorithmes et la méthodologie de la programmation, qui constituaient le thème 4, il s'agissait d'étudier l'automatisation, au moins partielle, du passage du but d'un algorithme à la liste des actions permettant d'atteindre ce but. Le problème consistait donc à étudier le passage d'une définition descriptive à une description impérative.

Cette synthèse des algorithmes posait d'ailleurs de nombreuses questions comme l'étude des programmes déterministiques, le passage d'un programme récursif à un programme itératif performant, la spécification seulement partielle de l'ordre des actions, la construction d'algorithmes numériques en tenant compte des erreurs d'arrondi. Elle renouvelait par ailleurs le problème de la détection et de la correction des erreurs.

Ces quatre thèmes reconduisaient donc en fait l'A.T.P. 1972. Mais les attributions de crédits par thème ont été fort différentes, comme le montre le tableau récapitulatif. En particulier, aucune des propositions concernant le premier thème n'a été retenue cette année par le comité.

C'est que l'A.T.P. 1973 présentait une importante nouveauté par rapport à l'année précédente : son thème 5, traitant des apports de l'informatique aux mathématiques.

L'informatique semblait pouvoir apporter aux mathématiques divers outils, c'est donc le progrès des mathématiques qui a constitué l'objet de ce thème et non l'aide des mathématiques

à une meilleure compréhension ou à une plus efficace utilisation de l'informatique.

Comme indication sur le contenu de ce thème de recherches, l'appel d'offres citait la conception et la réalisation d'outils informatiques spécialisés ponctuels tels ceux destinés à la théorie des nombres, à la combinaison, à l'intégration formelle, par exemple ; la conception et la réalisation de systèmes de manipulation formelle pour telle ou telle discipline mathématique particulière ; le prolongement de ces recherches vers la réalisation d'outils informatiques permettant la vérification ou la démonstration automatique de théorèmes ; la revision des méthodes expérimentales utilisant l'ordinateur et permettant de vérifier si telle conjoncture est certainement fausse ou mérite une difficile démonstration ; enfin pour terminer, la recherche d'une méthodologie générale pour l'aide informatique à ce type de « mathématiques expérimentales ».

Le tableau ci-dessous résume la répartition financière pour ces deux A.T.P. L'A.T.P. 1973 a effectivement commencé fin 1973, début 1974, donc exactement un an après la première.

L'A.T.P. mixte I.R.I.A. - C.N.R.S. "Informatique d'organisation"

Les organisations sont des systèmes dont la fonction est de maîtriser certains flux matériels ainsi qu'informationnels avec le monde extérieur. A l'intérieur d'une organisation, il y a des flux d'information ou des flux matériels

Thèmes	1972	1973
1	260 000 F	
2	165 000 F	325 000 F
3	777 000 F	288 000 F
4	180 000 F	120 000 F
5		475 000 F
Totaux	1 382 000 F	1 188 000 F
Paris	65,7 %	42,4 %
Province	44,3 %	57,6 %

qui sont toujours accompagnés de flux d'information. Le but de l'organisation est de maîtriser ces flux pour répondre aux objectifs de l'organisation, c'est-à-dire agir sur les flux internes pour régler les flux entrant et sortant de manière à les adapter à ces objectifs.

Les informations existant dans l'organisation doivent répondre à trois pôles de préoccupations : la mémorisation, le traitement et la communication.

L'informatique d'organisation a pour objet de comprendre les mécanismes qui sont à la base de ces phénomènes. Afin d'étudier et de lancer un appel d'offres dans ce domaine particulière-

ment difficile à cerner, le C.N.R.S. et l'I.R.I.A. ont formé un comité mixte, chargé de la définition des thèmes de recherche. Le travail a commencé en novembre dernier. Il est prévu que l'A.T.P. pourra commencer vers mai-juin 1974, l'appel d'offres ayant été diffusé avant Pâques.

Le financement de l'opération sera partagé entre l'I.R.I.A. et le C.N.R.S., le budget total étant, comme pour les autres A.T.P., de l'ordre de un million de francs.

W. MERCOUROT
et Ch. BERTHET

éphémérides

Cette rubrique comporte des éphémérides et nous vous propose de nous en occuper. Les informations citées sont transmises par les agents et les laboratoires du C.N.R.S. La rédaction vous remercie des renseignements que vous lui ferez parvenir.

Au jour le jour

5 novembre

Paris (Maison de Victor Hugo, Place des Voages)

Le C.N.R.S. et le ministère des affaires culturelles présentent le dernier numéro de la Revue de l'Art, dans lequel est publié « la correspondance échangée entre Victor Hugo et le critique d'art Philippe Burty ».

9 novembre

Réunion du directoire. À l'ordre du jour figurent notamment les points suivants :

- rapport du comité Antoine Bernard
- sciences pour l'ingénieur
- discussion sur le problème du statut des chercheurs.

19 novembre — salle des conférences du C.N.R.S.

Projection du film « Archéologie aérienne » organisé par le service du film de recherche scientifique. La direction scientifique de ce film était assurée par M. Agache, directeur des antiquités préhistoriques du Nord et de la Picardie.

22 novembre — salle des conférences du C.N.R.S.

Séance à la mémoire de Jacques Mering, ancien directeur du centre de recherches sur les solides à organisation cristalline imparfaite du C.N.R.S. sous la présidence du professeur Jean Wyart, directeur du centre de documentation sciences exactes.

8 décembre — salle des conférences du C.N.R.S.

Arbre de Noël du C.N.R.S.

17 décembre — salle des conférences du C.N.R.S.

Projection du film « La chasse au lion à l'arc » de M. Jean Rouch, directeur de recherche au C.N.R.S. Ce film illustre les techniques et le rituel qui accompagnent la chasse au lion pratiquée par les habitants d'un village de brousse au Niger.

10 janvier — Paris

Élection du Conseil des services centraux.

16 janvier — Paris

Remise des médailles d'argent du C.N.R.S. au cours d'une réception don-



née au C.N.R.S. en l'honneur des lauréats.

30 janvier — Paris

M. Jacques Limouzy, secrétaire d'état auprès du ministre de l'éducation nationale remet la médaille d'or du C.N.R.S. à M. André Leroi-Gourhan au cours d'une réception donnée en son honneur au C.N.R.S. Anthropologue, ethnologue et préhistorien, André Leroi-Gourhan est maître de recherche au C.N.R.S. et professeur au Collège de France. Il est également responsable de l'E.R. n° 52 « lithologie préhistorique ».

Distinctions et nominations

— M. Fernand Guillaud, directeur scientifique du C.N.R.S. jusqu'en 1973 et directeur du centre de recherche sur la chimie de coordination de Toulouse est élu membre non résident de l'académie des sciences.

— M. Emmanuel Le Roy-Ladurie, res-

pensable de la R.C.P. 261, est élu professeur au Collège de France à la chaire d'histoire de la civilisation moderne.

— M. Jean-Paul Lebeuf, directeur de recherche au C.N.R.S., responsable de l'E.R. 150 est élu membre de l'académie des sciences d'Outre-Mer.

— M. Louis Neel, directeur du laboratoire de magnétisme, délégué du haut commissaire à l'énergie atomique auprès du centre d'études nucléaires de Grenoble, est nommé président du conseil supérieur de la sûreté nucléaire.

Prix

— Le professeur Jean Hamburger, directeur du laboratoire de recherches expérimentales sur la greffe du rein (LA n° 122) et directeur de l'unité de recherches néphrologiques de l'INSERM reçoit le 17 novembre à Washington, pour ses travaux en néphrologie sur le rein artificiel et la greffe du rein, le prix David Hume de la National Kidney Foundation, attribué pour la première fois.

— M. Jean Rouquerol, maître de recherche au C.N.R.S., obtient le prix 1973 de la Fondation scientifique de Lyon et du Sud-Est en raison de ses travaux sur la thermochimie des solides divisés.

— M. Pierre Grivet, directeur de l'Institut d'électronique fondamentale (I.A. n° 22) a reçu le prix des Trois Physiciens.

— Le prix 1973 du Crédit Lyonnais, attribué par l'Académie des sciences, est remis à MM. Frantz Perrier, Louis Durrieu et André Seguela pour avoir réalisé sous la direction de M. Gaston Dupouy, directeur honoraire du laboratoire d'optique électronique de Toulouse, les deux grands microscopes électroniques de Toulouse.

— Le prix de la fondation Thibaud est attribué conjointement à M. Combes, collaborateur du centre de physique théorique de Marseille et professeur à l'université de Toulon, pour ses travaux sur la théorie de la diffusion, à M. Joël Seberk, attaché de recherche au C.N.R.S. à Orsay et à M. Salin, professeur à l'université de Bordeaux.

Prix 1973 de l'Académie des sciences

— Grand prix des sciences chimiques et naturelles à M. Pierre Douzou, responsable de l'E.R.A. n° 262, pour ses travaux sur le développement des larves qui ont hiverné dans les sols gelés à -30 °C. Ces recherches ouvrent des perspectives illimitées dans la conservation des cellules et des organes dans une sorte d'hibernation indéfinie.

— Prix Alexandre Joannides à M. Jean Hamburger, directeur du laboratoire de recherches expérimentales sur la greffe du rein (I.A. n° 122) chef de la clinique néphrologique de l'hôpital Necker, pour ses travaux sur les maladies et la transplantation du rein depuis 1956.

— Prix Charles-Leopold Mayer à M. Jacques Oudin, directeur de recherche au C.N.R.S., responsable de l'E.R. n° 67 pour ses travaux sur l'immunologie. Inventeur d'une méthode nouvelle d'analyse immunologique de haute importance, ses recherches sur les protéines lui ont valu une notoriété internationale. M. Oudin est le lauréat de la médaille d'or du C.N.R.S. pour l'année 1972 (voir *Courrier du C.N.R.S.* n° 7).

— Prix « Fourneyron » à M. Joseph Zarka, maître de recherche au C.N.R.S. pour ses travaux sur la plasticité et sur la viscoplasticité.

— Prix « Jules César Janssen » à Mlle Divan, directeur de recherche à l'Institut d'astrophysique pour ses travaux d'astronomie physique.

— Prix de la fondation « Antoinette Janssen » à M. Nguyen Quang-Rieu, chargé de recherche à l'observatoire de Paris-Meudon pour ses études d'astrophysique.

— Prix « Frédéric Forthuny » à M. Pierre Ezerenaz, attaché de recherche à l'observatoire de Paris-Meudon pour ses travaux sur l'absorption interstellaire.

— Prix Tchitchatchef à M. Jean Dresch, responsable de la RCP n° 140, pour les travaux qu'il a effectués et dirigés dans le désert du Lout méridional (Iran).

— Prix Binoux à M. Pierre Birot, directeur du laboratoire de géographie physique (I.A. n° 141) pour l'ensemble de son œuvre de géographie physique.

— Prix « Hugues » à M. Jean Blaise, directeur de recherche au C.N.R.S. pour ses travaux de spectroscopie et les résultats obtenus dans la classification des spectres des terres rares.

— Prix Plumey à M. Jean Muthieu, responsable de l'E.R.A. n° 253 et à Mlle Geneviève Comte-Bellot pour leurs travaux sur la turbulence, la diffusion dans l'atmosphère et l'aéroacoustique.

— Prix « Schutzenberger » à M. René Royer, directeur de recherche au C.N.R.S. pour ses travaux de chimie organique pure et d'application.

— Médaille Berthelot : la médaille de vermeil est décernée à M. Marc Julia, directeur du laboratoire des réactions sélectives (I.A. n° 32). M. Julia est également le lauréat du prix Jecker.

— Prix Paul Marguerite de la Charbonnière à M. Marcel Bertrand, directeur du LA n° 109 et professeur à l'université d'Aix-Marseille I pour ses travaux de chimie organique sur les composés alléniques et les petits cycles.

— Prix « Auguste Chevalier » à M. Hugh Mac Kee, maître de recherche au C.N.R.S. pour ses études sur la flore néo-calédonienne à Nouméa.

— Prix « Savigny » à M. Pierre Pfeffer, maître de recherche au C.N.R.S. pour ses voyages d'exploration zoologique.

— Prix Foulon décerné à M. Yvon Dominergues, directeur de recherche au C.N.R.S. pour l'ensemble de ses travaux de pédologie.

— Prix Barbier à Mme Françoise Jossio, maître de recherche au C.N.R.S. pour ses travaux sur l'action endocrinienne du testicule fœtal.

— Prix Alphonse-Laveran à Mlle Monique Thibaut, chargée de recherche au C.N.R.S. pour ses études sur le sporotrichose.

— Prix Général Muteau à M. Marc Laffitte, directeur du centre de recherches de microcalorimétrie et de thermochimie du C.N.R.S. à Marseille pour ses publications sur la thermochimie.

— Prix Hirn à M. Pierre Dejours, directeur du laboratoire de physiologie respiratoire du C.N.R.S. à Strasbourg pour ses travaux de physiologie respiratoire.

— Prix Santour à M. Lucien Lafourcade, responsable de l'E.R.A. n° 301, pour ses études en diffraction électronique.

— Prix Gegner à M. Michel Niclauss, responsable de l'E.R.A. n° 136, pour ses recherches de cinétique chimique, de chimie radicalaire et de photochimie.

— Fonds Paul Doisteau-Emile Huet à M. Henri Gondet, directeur honoraire du groupe des laboratoires du C.N.R.S. à Bellevue pour ses travaux de physique, notamment en électronique et en optique qui ont eu de très nombreuses applications industrielles et médicales.

— Un prix de 2 000 F est décerné à M. Dang-Tran Lai, chargé de recherche au C.N.R.S. pour sa thèse sur l'étude expérimentale des actions métaboliques de la vasopressine.

— Un prix de 3 500 F est décerné à M. Jean-Claude Beerschen, responsable de l'E.R.A. n° 327, pour ses recherches dans le domaine de la biologie du développement.

— Un prix de 3 000 F est décerné à M. Jacques Polonowski, responsable de l'E.R.A. n° 35, pour ses travaux sur les lipoprotéines plasmiques et les phospholipides et phospholipases membranaires.

Ordre national de la légion d'honneur

— M. Louis Neel, directeur du laboratoire de magnétisme de Grenoble, président de l'Institut national polytechnique de Grenoble est élevé à la dignité de grand-croix.

Est promu commandeur :

— M. André Blanc-Lapierre, directeur du laboratoire de génie électrique à Fontenay aux Roses (I.A. n° 127).

Sont promus officiers :

— M. Raymond Aron, responsable du centre européen de sociologie historique à Paris (I.A. n° 209), professeur au Collège de France.

— M. Alexis-Joseph Moysse, directeur du laboratoire de physiologie cellulaire végétale d'Orsay (I.A. n° 40).

Sont nommés chevaliers :

— Mme Denise Albe-Feusard, responsable de l'E.R.A. n° 237 (bases neurophysiologiques des comportements somato-moteurs).

— M. Michel Mayat, directeur du laboratoire de physico-chimie des rayonnements à Orsay (I.A. n° 75).

— M. R. Chaleat, directeur du LA n° 4 à Besançon. M. Chaleat est également le lauréat de la médaille Jules Haug.

Ordre national du mérite

Sont promus officiers :

— M. Henri de Lumley-Woodyear, maître de recherche au C.N.R.S.

— M. Hubert Lutz, responsable de l'E.R.A. n° 408 (Aubière).

Sont nommés chevaliers :

— M. Bernhardt, directeur de recherche au C.N.R.S.

— M. Maurice Mazières, chargé de mission au C.N.R.S.

Rectificatif :

Une erreur s'est glissée page 41 dans le n° 10 du *Courrier du C.N.R.S.* La médaille de bronze — section physiologie a été attribuée à Mme E. Burzawa. Mme E. Dubois-Hennevin étant la lauréate de la section psychophysiologie et psychologie.

Vie des laboratoires

Matière et rayonnement

— Acquisition d'un système informatique

Laboratoire d'automatique et d'analyse des systèmes — Toulouse

Le laboratoire vient de s'équiper d'un système informatique en temps réel comportant un CII Mitra 15 de 16 kmots et comme principaux périphériques un disque, un lecteur de cartes, une imprimante, un lecteur perforateur de ruban, un téletype. Cet équipement sera utilisé pour les problèmes de simulation et de calcul hybride (couplage à des calculateurs analogiques EAI 680 et TR 48 du laboratoire) pour les études sur la conduite des processus, pour la mise en place au LAAS d'un système d'acquisition, de centralisation et de traitement de mesures.

— Etude d'un nouvel agent anti-tumoral

Groupe de laboratoires — Gif-sur-Yvette

Des chercheurs de l'Institut de chimie des substances naturelles à Gif-sur-Yvette, du Laboratoire associé de pharmacologie moléculaire — Institut Gustave Roussy à Villejuif et du Centre de recherches sur les toxicités à Toulouse ont synthétisé et étudié un nouvel agent anti-tumoral l'hydroxy-9 ellipticine qui s'avère beaucoup plus active sur la leucémie L 1210 de la souris que la méthoxy-9 ellipticine, naguère utilisée à titre expérimental dans le traitement des leucémies aiguës myéloblastiques chez l'homme.

D'autre part, l'hydroxy-9 ellipticine présente une affinité sélective pour les cellules de Purkinje du cervelet et manifeste de notables propriétés cardiotoniques.

— Mise en évidence de composés photochromiques

— LA 27 — Talence

Mise en évidence par spectrométrie Mossbauer dans l'oxyde de vanadium VO_2 dopé à l'étain ^{119}Sn de couplages antiferromagnétiques disparaissant au point de transition. Caractérisation par diffraction X, mesures magnétiques et électriques des diverses phases se formant au sein de l'oxyde de vanadium VO_2 dopé au chrome. Evolution de la transition métal-isolant.

Mise en évidence et étude de nouveaux composés photochromiques du type sodalite aluminosilicate de sodium $\text{Na}_4(\text{AlSi}_3\text{O}_{10})_2\text{Cl}_2$.

Construction d'un appareil de préparation du bore en lit fluidisé. Dépôt d'un brevet à l'ANVAR sur de nouveaux matériaux diélectriques à permittivité élevée et à faibles pertes dans un large domaine de température.

Le taux de refroidissement des chondrites

ER 80 — Paris

Il a été découvert dans les phosphates des chondrites une corrélation inverse entre les densités de traces de fission spontanée du nucléide éteint ^{244}Pu et le degré de cristallinité du matériau chondritique. Les phosphates des chondrites les plus cristallins présentent deux populations distinctes de traces de fission : une partiellement effacée, l'autre intacte. Le rapport de ces populations permet d'évaluer un taux de refroidissement pour les corps parents des chondrites de l'ordre de $0,8^\circ\text{C}/10^5$ ans dans l'intervalle 420-310 °K.

L'étude d'une surface vitreuse de $0,25\text{ cm}^2$ recouvrant une roche prélevée au site Apollo 15 a permis d'identifier 56 microcratères d'impact (de 20 à 300 microns de diamètre). La distribution des âges d'exposition au rayonnement cosmique solaire très lourd de ces microcratères indique que le flux de micrométéorites ($\approx 1,7 \times 10^{-9}\text{ g}$) a augmenté au cours des derniers 10^4 ans. Cette croissance du flux de micrométéorites a été, en moyenne, d'un facteur 2 par intervalle de $3,10^3$ ans, jusqu'à la valeur actuelle de $0,05\text{ cm}^{-2}\text{ an}^{-1}$ 2ster. Ce travail a été réalisé en collaboration avec le Dr. J.B. Hartung, du Max Plank Institut für Kernphysik de Heidelberg.

— Mise en service d'une soufflerie à gradient de pression variable

ERA 253 — Ecully

En matière d'études de couches limites et de jets, des programmes ont été mis au point et dans un premier temps, il est possible de prendre en charge les caractéristiques les plus fondamentales de la turbulence, à savoir : l'énergie cinétique turbulente, les corrélations de vitesse en un point (tension tangentielle), une longueur donnée.

Une soufflerie à gradient de pression variable devrait devenir opérationnelle dans les premiers mois de l'année 1974. Elle permettra de contrôler le bon fonctionnement des procédés mis en place. Se sont également poursuivies les études sur les phénomènes d'aérodynamique : des orientations adaptées prennent en compte les idées actuelles sur le rôle de certaines structures globales de la génération du bruit.

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

— Départ du Doyen Marcel Roubaud Centre de recherches pétrographiques et géochimiques — Vandœuvre-les-Nancy

Pour le C.R.P.G., l'année 1973 restera profondément marquée par le départ du Doyen Marcel Roubaud, membre de l'Institut, qui, à la tête du laboratoire depuis sa création en 1953, réussit à

l'élever dans plusieurs domaines à une réputation enviée sur le plan international.

Nommé directeur honoraire au moment de son départ à la retraite, M. Roubaud laisse les responsabilités de direction à M. Hubert de la Roche, directeur de recherche, son plus proche collaborateur depuis 1959 et animateur d'une équipe dont les travaux ont en partie renouvelé l'étude géochimique des domaines métamorphiques et granitiques.

Ce changement de directeur n'entraînera pas de modification majeure dans les orientations sur lesquelles avaient été progressivement structurées les recherches méthodologiques (géochimie analytique, informatique géologique) et thématiques (géochimie des domaines métamorphiques et granitiques, rôle des phases fluides dans les transformations métamorphiques et les migrations de matière, géochronologie et géochimie isotopique).

Après quinze années de service, le quantomètre (spectromètre photoélectrique d'émission) sur lequel reposait l'essentiel de la production d'analyses de roches et de minéraux du C.R.P.G. laisse la place à un appareil de même type mais muni de perfectionnements dont on compte tirer grand profit (source à plasma, calculateur on-line) (Responsable : K. Govindaraju).

A propos du « Service d'analyses de roches et de minéraux » il a été rappelé dans le n° 8 du Courrier du C.N.R.S. quelle révolution avait entraîné, sur le plan de la productivité, l'application de la quantométrie à l'analyse des silicates. Les 35 000 analyses complètes du quantomètre de Nancy constituent un record inégalé en même temps qu'une contribution majeure aux progrès d'une géologie quantitative.

D'autres innovations au service de cette géologie quantitative sont à signaler dans le domaine de l'étude des fluides en inclusions dans les cristaux.

Les installations de microthermométrie (mesure de la température d'objets microscopiques) mises au point au C.R.P.G. (Responsable B. Poty) font depuis peu l'objet d'une fabrication industrielle par la société Chaux Meca sous licence ANVAR. Cet appareil permet la mesure de température d'objets de l'ordre du micron, avec une reproductibilité de l'ordre du dixième de degré, dans le domaine $-185^\circ\text{C} + 600^\circ\text{C}$.

— La comète Kohoutek Observatoire de Haute-Provence, Saint-Michel l'Observatoire

Un groupe de journalistes scientifiques s'est rendu le 12 janvier à l'observatoire pour y observer la comète Kohoutek dont de nombreux clichés ont pu être pris. La photo ci-contre montre de nombreux détails de la queue qui se

prolonge, faiblement d'ailleurs, en delà des limites de la photographie.

On distingue nettement :

— La queue de gaz ionisés, formée de nombreux jets rectilignes, étroits, s'étendant assez loin (on en compte une dizaine). Dans la partie centrale, le jet plus large, présente des volutes, des nodosités, évoquant les déformations d'une fumée légère.

— La queue de poussière très large, diffuse, faiblement incurvée, moins étendue que la queue de gaz qui donne un aspect dissymétrique à la queue de la Comète.

— Le faible pointillé vertical passant près de la tête de la Comète est la trace du passage d'un avion.

Des roches volcaniques Service d'analyse des gaz

Des roches volcaniques obtenues par dragage à 2400 m de profondeur en 1972 par la mission « Farnous » sur le rift médio-atlantique au sud des Açores, se sont révélées explosives dès leur arrivée en surface. L'analyse a montré que les volumes de gaz occlus dans ces verres volcaniques sont particulièrement importants (0,88 ml par gramme) et qu'ils renferment, entre autres, des teneurs élevées en hydrogène (26,7 %). Ces recherches, qui ont été effectuées en collaboration avec le CNEOX, sont poursuivies sur des échantillons prélevés en 1973 sur le même rift.

— Des résultats en géothermie Centre de recherches géophysiques — Garchy

Dans le cadre de l'accord liant le laboratoire à l'institut de physique terrestre de Padoue, A. Dupis et M. Hugon se sont rendus, en juin, en Italie sur le site de Larderello qui présente des propriétés géothermiques exceptionnelles. Leurs premiers résultats ont été présentés au premier congrès de la société européenne de géophysique qui a eu lieu à Zürich à la fin du mois de septembre. Ils ont suscité l'intérêt du groupe de travail « géothermie » qui vient d'être créé à la DGRST et de nombreux géophysiciens italiens, anglais et soviétiques.

— Colloque sur le métamorphisme alpin LA n° 69 — Grenoble

Les 19 et 20 novembre 1973 l'institut Dolomieu a reçu, dans le cadre d'une séance spécialisée de la société géologique de France, une centaine de géologues français et étrangers intéressés par le métamorphisme alpin dans les Alpes occidentales.

Vingt et une communications ont été présentées. Parmi celles-ci plusieurs ont eu pour sujet l'aspect minéralogique des transformations métamorphiques, étude où l'utilisation des microsondes intervient actuellement pour une part importante. D'autres communications

ont traité de datations radiométriques, de l'apparition dans l'espace des premiers phénomènes métamorphiques alpins, ou encore des conditions de pression et de température dans lesquelles les différentes phases du métamorphisme alpin ont pu se dérouler. A ce propos, les schémas de la tectonique de plaques ont été évoqués. Une partie des communications sera publiée dans le Bulletin de la société géologique de France.

— Acquisition d'un microphotomètre digitalisé LA 128 — Nice

Le centre de dépouillement des clichés astronomiques est équipé, depuis le mois de janvier, d'un microphotomètre rapide digitalisé piloté par un ordinateur puissant. Son rôle est de fournir aux astronomes français l'outil indispensable au traitement de leurs clichés (spectres, champs stellaires) et de mettre au point des méthodes nouvelles d'acquisition et de traitement de l'information.

— Une technique de mesure des cristaux grain par grain LA n° 196 — Paris

Pendant des années, la chronologie Uranium-Thorium-Plomb des zircons était effectuée sur des prises d'échantillons de 50 à 10 mg, ce qui impliquait

que la mesure portait sur une population de 10^4 à 5.10^5 cristaux. Une technique qui permet la mesure grain par grain a été mise au point au laboratoire. Ce résultat a permis de montrer que la population de zircons dans les roches métamorphiques était hétérogène. Certains sont vieux et lents, d'autres sont jeunes et recristallisés. Cette technique ouvre une nouvelle voie dans le déchiffrement d'informations reliques contenu dans les roches ignées et métamorphiques.

— Mise au point d'une méthode d'étude du quaternaire marin : LA 197 — Talence

L'utilisation conjointe d'un certain nombre de critères expérimentés sur un grand nombre de carottes marines (Golfe de Gascogne) permet à l'heure actuelle l'individualisation et la caractérisation rapide des divers épisodes du Würm et de l'Holocène. Il s'agit de critères simples résultant de l'observation des sédiments carottés et de l'analyse sommaire du sédiment et des divers constituants qui le composent à savoir : l'observation des frottils, le taux de Co_2Ca total, le poids du résidu de lavage supérieur à 100 m pour 10 g de sédiment brut, la proportion relative des fractions inorganique et organogène, le nombre de foraminifères planctoniques par g de sédiment brut, la



Photographie obtenue le 10 janvier 1974 à 17 h 48 mn T.U. à l'Observatoire de Haute-Provence, au Grand Télescope de Schmidt, réalisé en coopération internationale entre le Centre National de la Recherche Scientifique et l'Université de Liège.

répartition, la fréquence et l'enroulement préférentiel de certaines espèces de foraminifères planctoniques. Cette méthode simple et rapide permet la reconnaissance de la stratigraphie depuis le Pléistocène supérieur jusqu'à nos jours.

Colloque G.R. n° 15 — Strasbourg

22-27 octobre 1973 — Baisersbrunn — Tonnach — (Forêt Noire-Allemagne)
« International symposium on Excitons at High Density and Polaritons » organisée dans le cadre du programme de collaboration franco-allemande entre le C.N.R.S. et l'Université Louis Pasteur de Strasbourg d'une part, et l'université de Stuttgart d'autre part.

Sciences de la vie

— Installation d'un microscope électronique Laboratoire de cytologie et de cytophysiologie de la photosynthèse — Gif-sur-Yvette

Depuis le mois d'octobre, le laboratoire dispose d'un microscope électronique HU 12A avec platine goniométrique.

— Relations entre structure et fonctionnement des chloroplastes Laboratoire de photosynthèse — Gif-sur-Yvette (J.-M. Briantais, C. Vernotte)

Les spectres d'action des deux systèmes photochimiques varient selon les conditions, de façon à équilibrer les vitesses des deux photoréactions, assurant ainsi le fonctionnement optimum de la chaîne de transfert d'électrons dans laquelle les deux actes photochimiques sont insérés en série.

C.J. Arntzen (Assistant Professor à l'Université d'Illinois à Urbana, E.U.) séjournant au laboratoire pour une période de six mois, a introduit une technique nouvelle de marquage des protéines de surface (la fixation enzymatique d'iode sur les Tyrosines). Cette méthode appliquée aux chloroplastes a déterminé :

1) après traitement modéré : — une inhibition de la photophosphorylation et du fonctionnement d'un transporteur d'électron situé entre la Photoréaction I et le NADP, — le piégeage permanent des excitons de 50 % des centres Système II ;

2) après un traitement plus intense : — déconnection des centres Photosystème II de leur donneur d'électron (H_2O). Ce dernier effet peut résulter d'un changement structural de l'ensemble de la membrane, car la fixation préalable des chloroplastes par la glutaraldéhyde empêche ce dernier effet. On peut en conclure que le facteur de couplage de la phosphorylation, le côté réducteur du Photosystème I et peut-être celui de 50 % des centres Système II sont localisés sur la face externe de la membrane tandis que le site d'oxydation de l'eau est sur la face interne.

— Les cultures de cellules Centre de neurochimie — Strasbourg

Table ronde sur les cultures de cellules organisée par le professeur Paul Mandel, directeur du centre et le professeur Padieu, les 18 et 19 janvier.

Table ronde

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

7-18 octobre 1973 — « Détection électrophorétique des polymorphismes biochimiques chez les mammifères : applications à l'étude génétique des populations » organisée par le centre de sélection et d'élevage d'animaux de laboratoire d'Orléans. La publication des comptes rendus est prévue pour l'année 1974.

— La culture de tissus d'invertébrés LA n° 43 — Montpellier

Parution du premier traité sur « la culture de tissus d'invertébrés » sous la direction du professeur C. Vago, directeur du laboratoire de pathologie comparée. Cet ouvrage traite d'une part de la mise au point des cultures cellulaires et des cultures organotypiques chez les Echinodermes, Cephalopodes, Mollusques, Crustacés, Arachnides, et Insectes, d'autre part de l'emploi de telles cultures en physiologie, en génétique, en endocrinologie, en cytologie et en pathologie.

(Académie Press-2 vol. 900 pages).

— Quelques résultats récents LA n° 90 — Paris

Hormones thyroïdiennes

1) Chez les poissons Téléostéens en eau douce, les hormones thyroïdiennes contrôlent la peroxydase branchiale impliquée dans l'absorption de l'iode du milieu extérieur.

2) Bien que la thyroglobuline présente une importante spécificité zoologique, le rendement de la thyroxinogénèse au sein de cette protéine est comparable chez divers Vertébrés.

Régulation hormonale du métabolisme du calcium

Les « corpuscules de Stannius » sont une glande endocrine propre à certains poissons. Leur ablation entraîne une hypercalcémie et un accroissement du taux de minéralisation de la substance intercellulaire du tissu osseux. Ceci est dû, au moins en partie, à un accroissement du flux net d'absorption du calcium de l'eau.

Hormones gonadotropes

Une seule hormone gonadotrope (cGTH) est présente dans l'hypophyse d'un poisson Téléostéen, la Carpe. C'est une glycoprotéine qui peut être dissociée réversiblement en molécules de PM environ deux fois moindre. Son effet sur l'adényl cyclase de l'ovaire est étudié.

Corticostéroïdes

Chez l'Anguille, l'apport de cortisol aux cellules dépend, à taux plasmatique égal, de la vitesse de formation — à

partir de cette hormone intermédiaire — d'un métabolite, la cortisone.

— Processus inflammatoires LA 206 — Paris

L'institut comprend plusieurs équipes de recherches. L'une d'elles étudie les répercussions fonctionnelles et métaboliques d'hypoxies expérimentales sur le système nerveux central et le cœur, coordonnant des recherches d'ordre biochimique, électrophysiologique et pharmacodynamique. L'objectif poursuivi est la recherche de substances capables de corriger les effets indésirables de l'hypoxie.

Une autre équipe étudie les mécanismes centraux par lesquels les pyrogènes bactériens provoquent une réaction fébrile chez le lapin, recherchant plus particulièrement les modifications du taux d'amines catécholiques, de sérotonine et de leurs métabolites.

Un troisième groupe s'intéresse aux processus inflammatoires d'origine immunitaire et non immunitaire et aux mécanismes d'action de substances anti-inflammatoires et immunosuppressives. Il a en particulier contribué à mettre en évidence le rôle du complément dans l'inflammation aiguë non immunitaire et l'activité anti-inflammatoire de nombreuses substances anticomplémentaires. Il étudie le rôle de diverses prostaglandines comme agents phlogogènes et surtout comme agents régulateurs du processus inflammatoire.

Enfin, le laboratoire de Pharmacologie cellulaire (qui dépend de l'Ecole pratique des hautes études), est particulièrement orienté vers les problèmes de prolifération et de différenciation cellulaires. Il étudie actuellement les modifications apportées par l'hypoxie à la cinétique de division des cellules HeLa et l'action de diverses prostaglandines, en particulier de la prostaglandine A_2 , sur la prolifération et la différenciation morphologiques de cultures de différents types cellulaires : cellules HeLa, neuroblastome.

— Etude d'un lézard à membres rudimentaires ER 121 — Sannois

J.-P. Gasc s'est rendu en Afrique du sud, en octobre 1973 ; là, aux environs de Durban, il a capturé des femelles gravides d'un lézard, le *Scelotes brevipes* et a fixé sur place, leurs embryons. Ce *Scelotes* est dépourvu de membres antérieurs à l'état adulte mais des ébauches de membres antérieurs rudimentaires d'existence temporaire, se forment chez les embryons. L'étude des jeunes embryons vient d'être effectuée au laboratoire de Sannois : elle montre que chez cette espèce, cinq somites seulement envoient des prolongements dans la somatopleure de l'ébauche du membre ; corrélativement cette ébauche ne se forme que face à ces cinq somites et sa longueur initiale est réduite par rapport à celle de

Ebauche du membre antérieur d'un Reptile à membre normal (*Lacerta viridis*, *Triturus cristatus*, *Crotalus evansi*), ce résultat qui s'accorde avec celui déjà obtenu chez les embryons d'Orvet (*Anguis fragilis* L.) est en faveur de la conception qui fonde sur une déficience somatique, la rudimentation initiale de l'ébauche du membre.

— **Cytophysiologie du système neuro-sécrétoire hypothalamo-hypophysaire**
ERA n° 322 — Marseille

Il avait été précédemment démontré que la colchicine, introduite par voie intra-cisternale au moment de la mise au repos de la fonction antidiurétique consécutive à une stimulation par privation d'eau, entraînait après quarante-huit heures dans les neurones du noyau supra-optique une accumulation de granules neurosécrétoires à leur périphérie; de nouvelles expériences ont démontré que la première réaction cellulaire est une prolifération exubérante du système lysosomal, suivie dans l'espace de quelques heures par une intense activité autophagique éliminant une grande partie des granules, dont la formation ne cesse pas; ceux qui échappent se retrouvent à la périphérie, ainsi se trouve confirmée sur ce modèle expérimental favorable la possibilité d'un rôle catabolique régulateur du système lysosomal dans le neurone neuro-sécréteur.

Les recherches pharmacologiques tendant à modifier l'exocytose dans le lobe postérieur sont poursuivies. Par ailleurs il a été montré que l'impregnation par l'acide phosphotungstique visualise le matériel dense des zones «synaptotomes» des extrémités axonales comme cela est connu pour les densifications pré-synaptiques des synapses inter-neuronales. Ce rapprochement pourra dès lors être exploité.

— **Chimie thérapeutique**
ERA 337 — Paris

Première synthèse chimique du dihydroxy-25-26 cholestérol métabolite polaire de la vitamine D₃, effectuée dans le but d'étudier son activité biologique, notamment en ce qui concerne une éventuelle dissociation des actions intestinale et osseuse.

Ce métabolite avait été isolé en 1970 du plasma d'animaux ayant reçu du cholestérol marqué.

La synthèse a été faite à partir de la nor-26 cholestène-5 α -3 β one-25; après trois étapes on obtient le cholestadiène-5,7 triol-3 β , 25, 26. Ce dernier est transformé par irradiation ultraviolette et isomérisation thermique, en dihydroxy-25, 26 cholestérol, mélange à quantités sensiblement égales, des épimères 25 R et 25 S.

Additif

page 46 du Courrier du C.N.R.S. n° 10 octobre 1973.

Dans les activités du laboratoire d'anthropologie et de préhistoire des

pays de la méditerranée occidentale. L.A. 164 Aix-en-Provence.

L'informatic appliquée à l'étude de l'industrie de l'os préhistorique, sous la direction d'Henriette Camps-Fabrer, maître de recherche au C.N.R.S. il faut ajouter; avec le concours de L. Bourrelly et N. Nivellet de l'U.R.A.D.C.A. (Unité de Recherche Analyse Documentaire et Calcul en Archéologie) C.R.A. C.N.R.S. Marseille dirigé par M. M. Borillo.

Sciences de l'homme

— **Parution de nouvelles cartes**

Centre de géomorphologie — Caen

La carte des formations superficielles et la carte de géomorphologie de Bayeux — Courseulles au 50 000e sont parues en novembre et seront diffusées sous le titre: bulletin n° 17 du centre de géomorphologie.

Poursuite des échanges avec l'université de Sao-Paulo (Brésil: enregistrement et cartographie des formations superficielles en zone tropicale. — 74 publications sont en cours sur la mission Brésil 72).

— **Un catalogue des manuscrits d'auteurs latins**

Institut de recherche et d'histoire des textes — Paris

Mise sous presse du premier volume du *Catalogue des manuscrits d'auteurs classiques latins* conservés à la Bibliothèque vaticane. Par ailleurs, un chercheur de la section grecque a été envoyé en mission à l'île de Patmos afin de rédiger des notices descriptives de manuscrits conservés au monastère Saint-Jean: l'I.R.H.T. participe là à une entreprise internationale.

Une liaison interdisciplinaire s'est réalisée entre l'I.R.H.T. et l'équipe de recherche n° 75 pour les problèmes d'informatique.

— **Les problèmes du Moyen Français**
Centre de recherche pour un trésor de la langue française

Le laboratoire a organisé le 20 décembre 1973 une table ronde sur les problèmes du Moyen Français et leur traitement par ordinateur. Cette table ronde était organisée par MM. Paul Imbs, directeur du Centre de recherches pour un trésor de la langue française, et Robert Martin, professeur à l'université de Metz.

— **Formation permanente**

LA n° 95 — Strasbourg

Le centre a organisé du 19 au 24 novembre un stage de formation permanente consacré à la télédétection du milieu naturel.

C'est le premier stage organisé sur ce thème en France et, semble-t-il, en Europe occidentale. Son objectif a été de fournir un panorama des différentes techniques de télédétection, de la nature des informations qu'elles sont susceptibles de donner et de l'élaboration de ces informations.

Le stage a été complété par une journée et demi passée sur le terrain (Plaine d'Alsace, Vosges) et par deux demi-journées de travaux pratiques organisées par le centre de géographie appliquée et appuyées sur les recherches effectuées par cet organisme, en collaboration avec le C.N.E.S.

Le stage a réuni trente-cinq participants, ingénieurs, chercheurs, universitaires.

— **Un atlas des élections allemandes**

LA n° 108 — Strasbourg

Les travaux d'élaboration d'un Atlas des élections allemandes depuis 1870, entrepris sous la direction du professeur Dreyfus, directeur du laboratoire, ont été largement entamés et dès à présent tous les résultats obtenus dans les circonscriptions ont pu être mis sur fiche jusqu'en 1898.

— **Découverte d'une épave romaine**

LA 151 — Aix-en-Provence

En octobre, l'Institut d'archéologie méditerranéenne, en collaboration avec la Direction des recherches archéologiques sous-marines, a effectué en rade de Port-Vendres, une fouille sous-marine sur une épave romaine. La coque de ce navire est sans doute la mieux conservée parmi celles que l'on connaît actuellement dans le bassin méditerranéen.

Une troisième campagne de fouilles archéologiques a été effectuée en septembre-octobre à Rougga (Tunisie). L'exploration générale du site s'est poursuivie par l'étude des nécropoles entourant l'agglomération, le dégagement des deux piles de l'arc Nord et du secteur de voie dallée voisin, le relevé des grandes citernes proches du forum. Comme les années précédentes, l'effort principal a porté sur le forum, bordé d'un portique sur trois côtés, et sur ses abords immédiats.

La campagne annuelle de fouilles de Bu Njem a débuté en novembre et se poursuivra jusqu'en janvier 1974. Les recherches portent sur le camp romain du 3e siècle — résidence du commandant, thermes, casernements — sur la ville antique et son enceinte, et sur un ensemble de trois petits temples suburbains.

— **Les structures commerciales des grandes agglomérations**

LA 165 — Paris

Le laboratoire a présenté un rapport sur «les conséquences de l'ouverture des grandes surfaces sur la transformation du centre de la ville de Chartres». D'autre part, un texte est en cours de rédaction sur «les transformations du commerce rural». Ces travaux ont été conduits dans le cadre de contrats signés avec le Ministère du commerce. Une recherche fondamentale sur l'accessibilité des grandes villes françaises se développe favorablement; de nouvelles méthodes sont expérimentées et un rapport pratique est en cours de pré-

paration pour la DATAR. Enfin, le laboratoire participe à des recherches appliquées où sont mis en action les principes des méthodes élaborées par les différentes équipes depuis plusieurs années. En outre, la recherche fondamentale continue à progresser, notamment sur les problèmes de structures (étude systématique des agglomérations de plus de 50 000 habitants au point de vue des structures commerciales, des ZPIU...). Le laboratoire fait de plus en plus appel aux techniques de l'informatique.

— Des résultats de paléontologie E.R. 150 — Ivry

La découverte (par l'équipe de Y. Coppens, chef des missions paléontologiques du C.N.R.S. au Tchad) d'un nouveau genre de Proboscidiens, *Stegodibelodon schneideri*, dans deux gisements plio-pleistocènes du Borkou paraît démontrer l'origine africaine de tous les éléphants. La prospection aérienne entreprise par Mme F. Treinen-Claustre, attachée de recherche au C.N.R.S., pour rechercher les localités « saas », anciennement recouvertes par les eaux du lac Tchad, a montré que toute trace d'occupation humaine a disparu dans cette zone.

J. Fortier a poursuivi une étude des structures de parenté et de l'organisation clanique chez les Sara de Bédaya. La bibliographie générale des études consacrées à la région tchadienne par des chercheurs du C.N.R.S. vient d'être terminée et sera prochainement publiée.

— L'informatique musicale E.R. 152 — Ivry

L'équipe E.R.A. T.T.O. a organisé, du 8 au 10 octobre, des journées d'étude, consacrées à l'informatique musicale. Ces journées avaient pour but de faire le point des travaux et des réalisations en cours, en France, dans les domaines suivants : recherche musicologique, documentation automatique, saisie des données, édition musicale automatique. Devant un public important, composé de musicologues, musiciens, enseignants, informaticiens, quinze conférenciers ont présenté des programmes de recherche allant de la musicologie pure à l'emploi de l'ordinateur comme moyen direct d'édition musicale. Les nombreux échanges de vue qui ont succédé à chaque exposé ont permis de mesurer l'intérêt de l'auditoire pour un sujet abordé pour la première fois en France.

Un nouveau papyrus musical d'Euripide. E.R.152 — Ivry

En décembre 1972, le C.N.R.S., dans le cadre des conventions d'échanges, a envoyé Mme Denise Jourdan-Hemmerdinger en mission en Hollande. Cette mission avait pour but, principalement, de travailler au catalogue

des manuscrits médiévaux d'Horace, Lucain, Stace et Virgile contenant des passages pourvus de notations musicales (en préparation sous la direction de Solange Corbin). Ayant découvert au cours de ses recherches personnelles dans le domaine grec, une autre notation musicale antique — qui n'est pas la notation alphabétique que l'on connaît — Mme D. Jourdan-Hemmerdinger a demandé à consulter également des papyrus grecs.

Or l'Université de Leyde possède depuis juin 1971 un papyrus musical, malheureusement très mutilé, mesurant 60 mm de hauteur sur 75 mm de largeur. C'est le reste d'un volume de provenance inconnue. La paléographie permet de l'attribuer à la première moitié du III^e siècle avant J.-C. Il conserve les débris de 16 lignes (texte et musique), que Mme D. Jourdan-Hemmerdinger a identifiées avec les actuels vers 1500-1509 + 784-792 de l'*Iphigénie à Aulis* d'Euripide (480-406 avant J.-C.). Cette succession des vers, permet de restituer une monodie d'Iphigénie, scindée en deux par accident lors de la transmission du texte depuis l'Antiquité.

Tout mutilé qu'il soit, ce papyrus apporte une contribution à l'établissement du texte de cette tragédie. Sa disposition à longues lignes et la présence de voyelles redoublées apportent des éclaircissements sur certaines difficultés métriques et rythmiques. Du point de vue musical, la présence de signes appartenant à des alphabets archaïques (VIII^e-Ve siècles avant J.-C.) permet de relancer la recherche musicale à partir de nouvelles bases.

Cette découverte a été communiquée — sous le patronage du Professeur Henri-Iréné Marrou, membre de l'Institut — devant l'Académie des Inscriptions et Belles-Lettres, le 1^{er} juin 1973, à titre de présentation provisoire. On peut dès maintenant se reporter aux *Comptes Rendus* des séances de l'année 1973, avril-juin, pp. 292-302. L'édition *principis* paraîtra dans le prochain volume des *Papyrologica Leyduno-Batava*.

C'est le plus ancien papyrus musical grec découvert jusqu'à nos jours.

— La notion de nature selon Hegel et Marx E.R. 248 — Poitiers

Une importante session d'étude s'est tenue au début du mois de décembre sur la notion de nature selon Hegel et Marx. Elle a permis aux participants de confronter leurs points de vue et d'envisager des renouvellements parcellaires de cette problématique.

En mars 1974 une autre session d'étude sera consacrée à l'examen de l'influence de Hegel sur les œuvres littéraires françaises.

Le n° 8 du bulletin du C.R.D.H.M. publiant le contenu détaillé et le pro-

gramme des travaux de l'E.R.A. a paru en novembre 1973.

— La décentralisation industrielle en France RCP 325 — Nanterre

Les vingt-cinq géographes représentant les différentes régions de programme se sont réunis pour dresser le bilan d'une première année d'enquêtes et pour établir leur programme de travail pour 1974. Une première publication paraîtra en 1974.

— Constitution d'une documentation en économie agricole Centre de documentation sciences humaines — Paris

Lancement du service de profils à partir des bases de données du Bulletin signalétique.

Signature le 11 décembre du contrat d'association avec le ministère de l'Agriculture, la Caisse nationale de crédit agricole, l'Union des organismes de mutualité agricole, l'Institut d'économie et de planification de Grenoble et l'Institut national de recherche agronomique, pour la constitution d'une base de données documentaires en économie agricole.

— Rectificatif R.C.P. 160 — Lyon

Une erreur s'est glissée dans l'article sur les atlas linguistiques de la France par régions paru dans le numéro 9 du Courrier du C.N.R.S. et faisant état en page 16 des atlas en cours de publication. Il convient d'ajouter à cette liste l'Atlas linguistique des Pyrénées-Orientales réalisé par le professeur Henri Guiter et publié par le C.N.R.S. en 1966.

Mathématiques et Informatique

— Installation d'un nouvel ordinateur Centre inter-régional de calcul électronique — Orsay

Le C.I.R.C.E. vient de procéder à l'installation de son nouvel ordinateur, un 370/168 I.B.M., qui remplace l'ordinateur 370/165. Cette substitution permet de profiter des progrès technologiques réalisés récemment : le 168 est plus puissant que le 165 et apporte de nouvelles possibilités pour un prix constant.

À Pâques 1974, un ordinateur 370/158 sera installé au CIRCE, et interconnecté au 168. L'accroissement de la puissance de calcul sera d'environ 30 %, ce qui permettra d'absorber la charge croissante du Centre dont les ordinateurs fonctionnent 24 heures sur 24, 7 jours sur 7. La compatibilité intégrale qui existe entre ces divers calculateurs permet d'utiliser les programmes et les fichiers déjà existants sans avoir à modifier quoi que ce soit.

Le centre est ouvert à tous les chercheurs de l'Education nationale. Actuellement plus de cinq cents laboratoires ou équipes de recherche utilisent ses services, directement ou par l'intermédiaire d'un terminal.

Institut de physique du globe de Paris

Le Laboratoire de magnétisme et d'électromagnétisme terrestres a participé à la campagne internationale d'observations faites à l'occasion de l'éclipse de soleil du 30 juin 1973. Des observations des variations géomagnétiques UBF (pulsations des catégories pc et pi) ont été faites en Ethiopie, par Mlle J. Roquet, sur crédits C.N.R.S. dans le cadre d'une étude réalisée en collaboration avec une équipe internationale dirigée par Miss V.R. Hutton de l'Université d'Edimbourg. L'éclipse était susceptible, par son action locale sur un certain nombre de paramètres de l'ionosphère, de donner des effets sur les caractéristiques des variations géomagnétiques UBF observées au sol, et d'apporter ainsi un nouveau moyen de contrôle des théories de la transmission ionosphérique de ces phénomènes.

Le réseau d'observation comprenait trois stations situées approximativement sur un même méridien : l'une en Ethiopie, fonctionnant en collaboration avec l'Observatoire géophysique de l'Université d'Addis-Abeba ; les deux autres au Kenya : à Lolengalani dans la zone de totalité de l'éclipse, et à Hunter's Lodge au sud du pays. Les observations se déroulèrent d'une façon satisfaisante. L'étude des enregistrements est en cours ; l'interprétation des résultats se complique du fait des perturbations causées par un orage magnétique qui débuta le 28 juin.

Rencontres

24 octobre — Paris

Réunion à laquelle participait une délégation de scientifiques chinois souhaitant effectuer des stages dans les laboratoires français et en particulier dans certains laboratoires de physique et de chimie du C.N.R.S.

13 novembre — Paris

La direction du C.N.R.S. reçoit une délégation de biologistes japonais, dirigée par le Docteur Takashi Fujii, membre du « Council for Science and Technology ».

14 novembre — Paris

M. Lobato, administrateur de la fondation Gulbenkian est reçu par la direction du C.N.R.S.

15 novembre — Paris

La direction du C.N.R.S. reçoit une délégation brésilienne du Conseil national de la recherche, dirigée par son président, le général Fagundes.

15/16 novembre — Thiais

Après avoir été reçue par la direction du C.N.R.S. une délégation de chimistes suédois visite le centre d'études et de recherches de chimie organique appliquée et le laboratoire de chimie macromoléculaire appliquée.

15/16 novembre — Ottawa (Canada)

Réunion du Conseil d'administration provisoire de la Société du télescope Canada-France-Hawaii au cours de laquelle a été signé le memorandum d'accord entre le conseil national de recherches du Canada, le C.N.R.S. et l'université d'Hawaii.

16 novembre — Paris

Signature d'un accord de coopération scientifique dans le domaine des sciences humaines, sociales, exactes et naturelles entre le C.N.R.S. et la société japonaise pour la promotion de la science (S.J.P.S.). Cet accord a été signé à l'occasion de la deuxième réunion de la sous-commission scientifique et technique franco-japonaise et doit permettre de réaliser des échanges scientifiques de courte ou de longue durée, des projets de recherche en commun et des séminaires scientifiques.

3 décembre — Bonn (R.F.A.) Réunion pour l'élaboration du texte de la convention intergouvernementale relative à l'adhésion du gouvernement du Royaume-Uni de Grande-Bretagne et d'Irlande du Nord à la convention du 19 janvier 1967 modifiée par l'avenant du 6 juillet 1971, entre les gouvernements allemand et français sur la construction et l'exploitation d'un réacteur à très haut flux.

La signature définitive de l'accord entre les gouvernements allemand, britannique et français est prévue pour l'année 1974.

3/19 décembre

Visite d'une délégation de biologistes cubains dans le cadre de l'accord de coopération C.N.R.S.-académie des sciences de Cuba, afin d'étudier un plan de coopération à long terme avec les biologistes français. Cette délégation a visité de nombreux laboratoires du C.N.R.S. à Gif-sur-Yvette, Orléans, Montpellier, Strasbourg, Moulis et Nogent-sur-Marne.

14 décembre — Grenoble

Réunion du comité de direction de l'institut Max Von Laue - Paul Langevin.

17/19 janvier — Ottawa (Canada)

Consultations entre les associés de la société du télescope Canada-France-Hawaii pour la mise au point des textes des statuts de la Société, de l'accord tripartite et l'étude de différents problèmes financiers relatifs à la société.

Tables rondes du C.N.R.S.

27-30 septembre — Col de Voza

Quatrième réunion francophone des Oncoedna virologistes sur le thème « permisivité cellulaire à différents virus à ADN » organisée par Mlle Y. Chardonnet, maître de recherche au C.N.R.S. et le Dr G. de Thé, chef du service des cancérogènes biologiques au centre international de recherche sur le cancer.

Cette réunion consista, notamment, à faire une mise au point des questions suivantes :

— Rôle de l'interféron sur la multiplication du virus du polynome dans les macrophages de souris (Dr Mallucci, Londres).

— Le mécanisme d'intégration de l'ADN viral dans la cellule permissive et non permissive en prenant l'Adenovirus comme modèle (Dr Doerfler, Cologne).

— Les caractères du DNA des virus du groupe herpès (Dr Zur Hausen, Erlangen-Nürnberg).

— Les irradiations et leur incidence sur le développement de certaines tumeurs cutanées (Docteur Latarjet).

En conclusion, les participants tentèrent de définir la permisivité de différentes cellules aux virus ADN étudiés dans les différents laboratoires représentés (virus du polynome, SV40, papillomes adénovirus et herpès) en faisant appel à des connaissances de biologie moléculaire.

13/14 décembre — Strasbourg

« Effet de la polarisabilité dans le calcul d'énergie de liaison de quelques complexes excitoniques » organisée par M. Nikitine, directeur du laboratoire de spectroscopie et d'optique du corps solide (G.R. 15) à Strasbourg.

Exposition

6/21 octobre — Lyon

Le C.N.R.S. présente la deuxième exposition « Image de la Recherche ». Trois thèmes illustrent les recherches entreprises dans les laboratoires du C.N.R.S. à Lyon : connaissance, croissance économique, qualité de la vie.



Vie des laboratoires

Cycle des après-midi d'études Groupe des laboratoires de Bellevue.

Deux séances ont lieu en trimestre :
— jeudi 31 janvier à 14 h 15 : Phénomènes des terres rares dans les matériaux cristallins.
— jeudi 28 février à 14 h 15 : Bilan des photopies solaires en vue d'applications terrestres.

— Localisation — Délocalisation en chimie quantique — Centre de mécanique ondulatoire appliquée — Paris.

Le laboratoire organise, pour une période de deux ans, toute une série de séminaires portant sur des aspects fondamentaux des rapports entre physique théorique moléculaire et chimie. Ces séminaires, à participation internationale, ont pour but de provoquer une vaste confrontation entre théoriciens et expérimentateurs afin de dégager une véritable stratégie de l'interprétation des faits physico-chimiques. Un des problèmes les plus troublants — en particulier au niveau de l'enseignement — est celui de l'absence apparente de lien rationnel entre l'image traditionnelle localisée de la molécule et les modèles orbitaux délocalisés.

— Des séances de travail E.R. 75 — Paris

Le centre d'histoire des sciences et des doctrines organise des séances de travail auxquelles toutes les personnes intéressées peuvent participer. Ces entretiens auront lieu au centre le mercredi à 16 heures. Le programme est le suivant :

16 janvier : Mme Elisabeth Labrousse, maître de recherche au C.N.R.S. — L'internationalisme calviniste : trois générations de huguenots.

30 janvier : M. Francis Ferrier, chargé de recherche au C.N.R.S. — Ghiboul et Descartes. L'arrière-plan mystique.

6 février : M. Henry Méchoulan, attaché de recherche au C.N.R.S. — Vision de l'Indien dans la philosophie espagnole (1550-1650).

27 février : Mme Simone Martinet, chargée de recherche au C.N.R.S. — Confrontation de Descartes et d'Enstaiche de St-Paul.

13 mars : Mme Claire Salomon-Bayet, attachée de recherche au C.N.R.S. — Eléments pour une histoire des laboratoires « scientifiques » (sciences de la vie) (1666-1793).

Colloques

31 mars - 4 avril - Jérusalem

Septième colloque international de Jérusalem de chimie et de biochimie quantique organisé par le laboratoire de biochimie théorique (LA 77) et le département de chimie organique de l'université de Jérusalem sur le thème « la pharmacologie moléculaire et quantique ».

— Le centre européen de calcul atomique et moléculaire — Orsay — se propose d'organiser trois colloques :

— 15 mai au 15 juillet 1974 — Orsay Colloque sur la simulation des structures des sels fondus par la dynamique moléculaire, organisé par le professeur K. Singer du Royal Holloway College.

— 15 juillet au 15 septembre 1974 — Orsay

Colloque sur les méthodes directes appliquées aux cristallographies des protéines, dirigé par M. G. Troncaris de l'université de Paris XI et le docteur Sayre de Yorktown Heights de New York.

— Août 1974 — Orsay

Colloque sur les méthodes servant à calculer les avancements de longue durée dans les dynamiques moléculaires, organisé par le professeur H. Berendsen de l'université de Groningen.

17/21 juin — Marseille

« 3rd International colloquium on Group Theoretical Methods in Physics » organisé par le centre de physique théorique de Marseille.

24/28 juin — Marseille

Colloque sur le thème « Recent Progress in Lagrangian Field Theory and applications », organisé par le centre de physique théorique de Marseille.

15 février — Marseille

Journée d'étude sur les « mesures radioactives en scintillations liquides » organisée par l'institut de neurophysiologie et de psychophysologie et l'association des techniciens supérieurs en radioprotection.

13-15 mars — Strasbourg

Deuxième réunion des groupes européens des argiles organisée par le Doyen Georges Millot, leur président et directeur du centre de sédimentologie et de géochimie de la surface. Cette réunion est consacrée à l'étude des argiles

et des minéraux argileux. Pour tout renseignement complémentaire, s'adresser au docteur Hélène Paquet, institut de géologie, 1, rue Blaise, 67084 Strasbourg — Cédex.

20-24 mars 1974 — Mont Sainte-Odile (Strasbourg)

Le centre de neurochimie de Strasbourg organise avec l'appui du « European Training Program in Brain and Behaviour Research » une conférence internationale sur les nucléotides cycliques et le système nerveux.

20-21 mai — Toulouse

Réunion annuelle de la Société française des thermiciens sur le thème « Métrologie de grandeurs intéressant la thermique et la thermodynamique » organisée par M. Marc Lafitte, directeur du centre de recherches de microcalorimétrie et de thermochimie à Marseille.

Séjours de longue durée de personnalités scientifiques

— Pendant l'année 1973-1974, le laboratoire d'optique des semi-conducteurs de Paris (LA n° 154) accueille

Le professeur R.-P. Jain, de New-Delhi, qui apporte son concours aux études effectuées en spectrométrie Raman sur l'interaction électron-phonon dans le silicium dégénéré.

— Le docteur Blinowski de l'Institut de physique des solides de Varsovie qui s'intéresse aux travaux sur les semi-conducteurs à bande interdite faible ou nulle.

— Le docteur M.L. Shand de l'université de Pennsylvanie qui vient donner une impulsion nouvelle à l'étude des propriétés optiques déjà amorcée sur les cristaux liquides.

— Le docteur Jonath de l'université de Stanford (Californie) qui s'intéresse à l'aspect expérimental du couplage phonon-continuum d'électrons.

— Le professeur John Swett de l'université de Denver, (Colorado, U.S.A.) séjourne pour un an à l'Institut de neurophysiologie et psychophysologie de Marseille depuis le 1er septembre 1973.

— Le docteur Storzer du Max Planck Institut für Kernphysik (Heidelberg) a obtenu une bourse pour l'année universitaire 1973-1974 en vue d'effectuer un stage au sein de l'équipe de recherche n° 80 à Paris (Traces d'ions lourds dans les minéraux des météorites).

— Le docteur V.P. Pereygin du Joint Institute for Nuclear Research de Dubna (U.R.S.S.) est attendu à Paris en avril 1974. Il étudiera avec l'équipe de recherche n° 80 la composante très lourde du rayonnement cosmique galactique dans les météorites.

— M. Endo du « Department of electrical engineering » de l'université de Shinshu séjournera au laboratoire de cristallographie appliquée aux matériaux (ER 131) d'Orléans pendant un an à partir du mois d'avril pour étudier la formation de fibres de carbone en phase vapeur.

— Le docteur Madan Gopal Singh du Control Engineering Group de l'université de Cambridge (University Engineering) en Grande-Bretagne effectue un séjour de deux ans au laboratoire d'automatique et d'analyse des systèmes (LAAS) de Toulouse au sein de l'équipe « Commande hiérarchisée ».

— Séjour à l'institut d'astrophysique de Paris de :

M. Richard N. Thomas, professeur associé au Collège de France, qui donne un enseignement sur la thermodynamique hors équilibre non linéaire dans les atmosphères stellaires prises dans leur sens le plus large et de M. Donald Schmalberger, du département d'astronomie et des sciences spatiales de New York pendant l'année universitaire 1973-1974.

— Séjour du professeur Kestin (Brown University USA), spécialiste des problèmes de turbulence et des problèmes de thermodynamique irréversible et du professeur Lumley (Pennsylvania State University — USA) qui développera les idées de son livre « outils statistiques de la turbulence » au laboratoire de mécanique des fluides (ERA n° 253) d'Ecullly.

— Séjour au centre de physique théorique de Marseille pour l'année universitaire 1973-1974 de M. Becchi de l'université de Gènes dont les recherches portent sur les particules élémentaires, et de MM. Digernes, Takai et Takesaki de l'université de Californie — Los Angeles.

Rencontres

Colloques internationaux du C.N.R.S.

28-30 mars — Paris

« Les développements récents et futurs de la théorie monétaire internationale » organisé par MM. E. Claassen et P. Sufin, professeurs à l'université de Paris IX.

9-11 avril — Paris

« Les archives et les sources inédites d'histoire des pays arabes (XVI^e — XX^e siècles) » organisé par M. J. Berque, professeur au Collège de France et M. D. Chevalier, maître de recherche au C.N.R.S.

20-23 mai — Brest

« Polymères et lubrification » organisé par M. C. Wolff, professeur à l'université de Bretagne occidentale.

27-29 mai — Rome

« L'application de l'informatique à l'étude de la typologie des amphores » organisé par M. G. Vallet, directeur de l'Ecole Française de Rome.

Les travaux du colloque s'appuieront sur les recherches sémiologiques, mathématiques et informatiques menées depuis quelques années par l'unité de recherche Analyse documentaire et calcul en archéologie (Marseille) sur la formalisation des problèmes typologiques ainsi que sur les travaux de l'institut d'archéologie méditerranéenne (Aix-en-Provence) sur la constitution d'une banque de données sur les amphores antiques.

27-30 mai — Seillac

« Les solutions solides en minéralogie » organisé par M. G. Sabatier, directeur du centre de recherches sur la synthèse et la chimie des minéraux d'Orléans, J.-L. Tiyama, directeur de recherche au C.N.R.S. et P. Maurel, maître de recherche au C.N.R.S.

4-6 juin — Paris

« Critique et création littéraire au XVII^e siècle » organisé par M. Fumarioli, secrétaire général de la société d'études du XVII^e siècle.

4-8 juin — Montpellier

« La flore du bassin méditerranéen : essai de systématique synthétique » organisé par MM. M. Guinocet, professeur à l'université de Paris XI, P. Ozenda, professeur à l'université de Grenoble, P. Quezel, professeur à l'université de Grenoble, Ch. Sauvage, directeur du centre d'études phytosociologiques et écologiques Louis-Emberger de Montpellier, C.B. Guittonneau, maître de conférences à la faculté des sciences d'Alger.

10-14 juin — Paris

« Théories cinétiques classiques et relativistes » organisé par M. G. Pichon, professeur à l'université de Paris XIII.

24-28 juin — Marseille

« Géométrie symplectique et physique mathématique » organisé par M. J.-M. Souriau, professeur à l'université de Provence.

Tables rondes du C.N.R.S.

26-27 janvier — Lille

« Les systèmes synaptiques des invertébrés » organisée par Mme Dhainaut du laboratoire d'endocrinologie comparée des invertébrés (LA n° 149) de Ville-neuve d'Ascq.

12-13 mars — Ivry

« Examen critique de l'apport du traitement par ordinateur pour l'étude des

structures linguistiques » organisée par M. Pottier, directeur scientifique au C.N.R.S.

29 mars-2 avril — Bad Hombourg

Réunion franco-allemande sur le thème « sensibilité et entendement dans la connaissance » organisée par M. Vuillemin, professeur au Collège de France.

9-11 avril — Paris

« La programmation » organisée par M. Robinet de l'Institut de programmation (université de Paris VI).

3-4 mai — Paris

« La christianisation des pays entre Loire et Rhin du IV^e et VII^e siècles » organisée par le professeur Riche, directeur du Centre de recherches sur l'antiquité tardive et le haut Moyen-Age.

6-15 mai — Paris

Rencontre franco-canadienne sur « l'analyse sémantique de récits traditionnels ou modernes » organisée par M. Cuisenier, directeur du centre d'ethnologie française (LA n° 52).

27 mai-1^{er} juin — Roscoff

4^e réunion des carcinologistes de langue française organisée par Mme Charniaux-Cotton du laboratoire sur la sexualité et la reproduction des invertébrés (université de Paris VI).

Expositions

24 février-11 mars — Paris

(Palais du C.N.I.T.)

Participation du C.N.R.S. au Salon des arts ménagers. Sur le thème de l'énergie, le C.N.R.S. présente un jeu en dix-huit questions, différentes maquettes dont celle de la maison solaire, ainsi que des films. En outre est également projeté le spectacle audiovisuel « mieux-être ».

19 avril-3 mai — Strasbourg

Après Grenoble et Lyon, le C.N.R.S. présente la troisième exposition « Image de la recherche » axée sur les principales recherches entreprises par les laboratoires du C.N.R.S. à Strasbourg, notamment en physique nucléaire, chimie, biologie, mathématiques et informatique et sciences humaines.

22 mai-7 juin — Pékin

Participation du C.N.R.S. à l'exposition « industrielle et commerciale ». Le C.N.R.S. y expose notamment des appareils fonctionnant sur place tels que le système de transmission analogique de données et le résistivimètre magnéto-tellurique.

6 juin-12 juin — Paris

(Parc des Expositions)

Participation du C.N.R.S. au Salon « Interchimie ».

Divers

Prix

— La Fondation Claude-Adolphe Nativelle crée un prix international de médecine d'une valeur de 500 000 F, destiné à récompenser les travaux originaux d'un chercheur ou d'une équipe dont les recherches fondamentales cliniques et thérapeutiques dans le domaine cardio-vasculaire comportent des perspectives d'avenir.

Les dossiers de candidature devront être adressés avant le 1er avril 1975. Pour tous renseignements, s'adresser à la Fondation Nativelle : 27, rue de la Procession, 75015 Paris. Tél. : 567-28-50.

— L'Académie des Sciences, Arts et Belles-Lettres de Dijon organise, comme chaque année, un concours doté d'un prix de 10 000 F. Le sujet en est le suivant : « Quelle place peuvent occuper et mériteraient d'occuper, à notre époque, les travaux scientifiques sans autre objectif que la recherche du Savoir ? » Tous renseignements concernant ce prix peuvent être obtenus auprès du secrétariat de l'Académie, 5, rue de l'École-de-Droit, 21000 Dijon.

Publication d'un bulletin à l'IRIA

L'Institut de recherche en informatique et en automatique publie depuis novembre 1973 un bulletin de liaison mensuel, placé sous le patronage du Comité consultatif pour la formation et l'information dont le président est M. Wladimir Mercusoff.

« Conçu comme un trait d'union entre les scientifiques de l'informatique et de l'automatique, explique M. André Danzin, directeur de l'IRIA, ce bulletin est ouvert à tous pour présenter la vie de la recherche en informatique ». (Bulletin de liaison de l'IRIA)

Directeur de la publication : M. André Danzin
IRIA — Domaine de Voluceau
Rocquencourt — 78150 Le Chesnay.

Appels d'offres DGRST

— Action complémentaire coordonnée « biologie et pathologie des parois artérielles et artériolo-capillaires ».

Cette action est destinée à favoriser par des contrats d'une durée limitée, des recherches sur les thèmes suivants :

— Étude des structures cellulaires ou acellulaires des parois artérielles et artériolo-capillaires.

— Étude des transferts et échanges membranaires et transpariétaux (notamment étude du rôle des processus physico-chimique, énergétique, immunologique et de surface).

— Mise au point de méthodes d'étude, de matériels expérimentaux originaux. Des approches pluri-disciplinaires doivent être utilisées et les projets faire apparaître la coordination et la concertation entre plusieurs équipes centrées sur un même sujet.

Le Comité scientifique de l'action complémentaire coordonnée souhaite examiner des projets de contrats établis pour une période de deux ans.

Dans le cadre de cette action, une politique de formation de chercheurs est mise en œuvre, notamment par l'attribution de bourses en France et à l'étranger.

— Action complémentaire coordonnée « immunologie des transplantations d'organes ».

Cette action est destinée à favoriser par des contrats d'une durée limitée, des recherches sur les thèmes suivants : histocompatibilité (nature et localisation des antigènes. Nouvelles méthodes d'explorations) — Immunogénétique des antigènes et de la réponse immunitaire — Cellules intervenant dans l'immunité de transplantation — Facteurs humo-

raux intervenant dans la transplantation — Stades de la réponse immunitaire, notamment stades initiaux de la réponse cellulaire, mécanismes lésionnels, réactions du greffon contre l'hôte — Tolérance et facilitation — Immunosuppression non spécifique — Explorations immunologiques de l'hôte — Enseignements fournis par l'observation des malades greffés, notamment sur le mécanisme de leur maladie. Cette liste n'est pas limitative.

Le comité scientifique de l'action complémentaire coordonnée souhaite examiner des projets de contrats établis pour une période de deux ans. Par ailleurs, des demandes individuelles de bourse de formation et de perfectionnement, en France ou à l'étranger, pourront être formulées et présentées au Comité.

Les demandes devront parvenir à la D.G.R.S.T. avant le 15 mars 1974. Pour ces deux actions, des renseignements complémentaires peuvent être demandés à Mme Tardivon — D.G.R.S.T. — Tél. : 551-74-30, poste 562.

— Les comités d'actions complémentaires coordonnées « Membranes biologiques » et « Interactions moléculaires en biologie » institués auprès de la délégation générale à la recherche scientifique et technique ont décidé de mettre en œuvre un programme de formation complémentaire pour les jeunes gens qui désireraient s'orienter vers la recherche dans le domaine des membranes biologiques et des interactions moléculaires en biologie.

La date limite de dépôt des dossiers est fixée au lundi 25 février 1974 (membranes biologiques) et au vendredi 8 mars 1974 (interactions moléculaires en biologie).

Pour tous renseignements complémentaires, s'adresser à Mme Tardivon, DGRST. Tél. : 551-74-30, poste 562.

Développement de la coopération avec les pays de l'Est

La valorisation de la recherche débouche normalement sur la concession de licences d'exploitation à des partenaires industriels en France et dans le monde. Elle suppose donc une prospection et des contrats à l'échelle internationale.

Aussi, dès sa création, l'Anvar a commencé à développer un réseau de contacts et de correspondants étrangers. Ce réseau lui permet de vendre les inventions françaises dans les principaux pays industriels et de négocier des opérations dans certains pays en voie de développement. C'est ainsi qu'en 1973, sur 88 accords de licence signés avec des partenaires industriels, 11 l'ont été avec des entreprises étrangères.

L'année 1973 a marqué une nouvelle étape dans la politique internationale de l'Agence qui a décidé d'orienter plus nettement son action vers les pays de l'Est. Ceux-ci sont traditionnellement des acheteurs de techniques occidentales. Mais pendant longtemps ces pays, et surtout le plus important d'entre eux, l'URSS, ont acquis les techniques sous forme d'installations industrielles complètes et négligé les licences ne reposant que sur des brevets et du know-how. Depuis quelques années une évolution se dessine dans les pays les plus industrialisés qui envisagent plus facilement de telles licences. Ce sont donc de nouveaux marchés qui s'ouvrent pour l'Anvar et qu'elle entend exploiter.

La coopération scientifique et technique entre la France et ces pays, et le statut d'entreprise publique de l'Agence lui ont facilité la mise en pratique de cette politique qui s'est déjà traduite par la signature de trois accords de coopération avec la Roumanie, l'URSS et la Hongrie.

Le premier de ces accords a été signé en novembre 1972 avec l'OSIM, Office d'Etat pour les inventions et marques de Roumanie.

L'accord avec Licensintorg a été signé en octobre 1973 à la fin d'une mission d'une semaine en URSS, pendant laquelle les responsables de l'Anvar ont rencontré de hautes personnalités de l'Académie des Sciences, du Comité d'Etat pour la Science et la Technique, du Comité des Inventions et Découvertes, de la Chambre de Commerce et d'Industrie de l'Union Soviétique.

Quant à la Hongrie, l'accord signé en novembre 1973 l'a été entre deux organismes similaires, puisque les hongrois ont créé l'été dernier un organisme inspiré du mode de fonctionnement de l'Anvar, NOVEX.

Ces conventions se situent dans le cadre de la coopération générale scientifique et technique existant entre la France et ces pays. Elles sont signées sur une base de réciprocité, c'est-à-dire que chacune des parties s'engage à offrir aux inventions provenant de l'autre pays les mêmes prestations. Pour l'Anvar, cela peut se traduire par une prise en charge complète d'un dossier (comme s'il s'agissait d'un dossier purement Anvar) ou par une simple diffusion, dans par exemple, le Marché de l'Innovation.

Ainsi l'Agence a remis à l'organisme roumain quelques dix-huit dossiers et celui-ci de son côté en a transmis quatorze. Au nombre de ces derniers, notons qu'un dossier transmis par l'Institut roumain pour l'industrie légère (IPIU) et concernant un procédé de fabrication du verre rubis au rouge de cuivre (voir page suivante), intéresse actuellement un industriel français. Des contacts sont en cours. Parallèlement, Licensintorg recevait une douzaine de dossiers. De son côté, NOVEX (Hongrie) transmettait sept dossiers à l'Anvar qui lui en confiait huit. Parmi ces inventions, un certain nombre sont issues du CNRS (voir encadré).

QUELQUES DOSSIERS CNRS TRANSMIS A LICENSINTORG, OSIM OU NOVEX

- Dispositif de surélévation d'un panache de cheminée par soufflage extérieur.
(Inventeurs : Chassagné, Claria, Senanes).
- Système de Télé-transmissions.
(Inventeurs : Malavard, Marty).
- Distancemètre intégré à l'U.L.S.
(Inventeur : Montel).
- Four rotatif à plasma.
(Inventeurs : Foex et Delmas).
- Chalumeau à plasma oxydant.
(Inventeurs : Foex, Bonet, Valbona).
- Procédé de traitement thermique par plasma en lit fluidisé.
(Inventeurs : Bonet, Delmas, Foex).

Ces conventions présentent un double intérêt sur le plan des transferts de techniques. D'une part, elles permettent de faciliter la commercialisation des inventions françaises par le canal de l'Anvar, d'autre part elles mettent à la disposition de l'industrie française des techniques dont certaines paraissent déjà intéressantes.

D'autres accords de coopération sont envisagés pour 1974.

G. VIANES.

METALLURGIE - MATERIAUX

Ces « opportunités » sont à votre disposition. Un dossier de présélection décrit chacune d'elles. Son numéro de référence vous permet de le commander avec les bulletins-réponses de la dernière page. Son prix et éventuellement le délai d'envoi sont indiqués à la fin de chaque abré. Vous pouvez également vous faire envoyer uniquement le texte du brevet correspondant.

Simonfi, Clotilde
Office roumain du Développement
de la Recherche

Brevet roumain
Référence E 102

ANVAR 5385
Boques, Albrecht, Steinmetz
Université

Brevet français
Référence A 510

On prépare du verre couleur rubis.

La nuance est aisément reproductible et résistante à l'atmosphère du four.

Preparation of ruby coloured-glass. The shade is easily reproducible and is resistant to firing in a furnace.

Preparation von rubinrotem Glas. Die Nuance ist leicht reproduzierbar und einer Ofenatmosphäre widerstandsfähig.

Se prepara vidrio de color rubí. El matiz se reproduce fácilmente y es resistente a la atmósfera del horno.

Dans les diverses méthodes actuellement pratiquées pour préparer du verre rubis, on emploie comme colorant l'oxyde cuivreux, moins souvent l'oxyde cuivrique ou le sulfate de cuivre avec addition d'agents réducteurs et contrôle permanent de l'atmosphère qui doit toujours être réductrice. On peut aussi employer l'alliage cuivre-étain en présence d'agents réducteurs. En général, on utilise le frittage ou une méthode de fusion avec addition du colorant en fin d'opération.

Ces procédés ne permettent pas de réaliser des verres aux couleurs vives, car l'utilisation de colorants est limitée par l'addition nécessaire d'agents réducteurs. D'autre part, le contrôle de l'atmosphère réductrice de préparation est délicat et rend difficile l'obtention régulière de la même coloration.

C'est pourquoi on a mis au point en Roumanie une nouvelle méthode de préparation de verre rubis, avec un mélange de bronze, d'étain et de silicate de sodium au verre en fusion comme colorant. La fusion ne nécessite pas d'atmosphère réductrice, la masse fondue est aisément coulée en barres, aisément utilisées ensuite pour la confection de divers objets. Cette méthode permet d'obtenir du verre de couleur vive et des nuances régulières en résistant à l'atmosphère des fours de fusion.

Situation juridique :

La licence est disponible en France.

Secteur d'activité concerné :

- Industrie du verre.

Aucun dossier n'est disponible. Pour de plus amples renseignements inscrivez sur le bulletin-réponse (dernière page) référence E 102.

On protège la niobium par cementation.

Ce procédé de protection permet d'utiliser le niobium et ses alliages dans un vaste domaine.

A pack cementation process enables niobium to be protected against oxidation.

Man schützt das Niobium durch Zementierung. Dieses Schutzverfahren ermöglicht, das Niobium und seine Verbindungen vielseitig anzuwenden.

Se protege el niobio por cementación. Este procedimiento de protección permite la utilización del Niobio y sus aleaciones en un amplio campo.

La niobium est un métal d'un grand intérêt industriel, mais son utilisation est actuellement restreinte à cause de sa faible résistance à l'oxydation à température élevée, là où précisément ses propriétés intrinsèques seraient les plus avantageuses. C'est pourquoi les procédés de protection du niobium contre l'oxydation à haute température sont très nécessaires et des études approfondies ont été engagées dans ce sens. Nous avons présenté (dans le « Marché de l'Innovation » n° 8, page 26) un procédé de revêtement du niobium par « bouillie » (slurry coating).

Une seconde technique est proposée, elle donne aussi des résultats satisfaisants : il s'agit de la cementation activée qui consiste en un traitement thermique sous atmosphère inerte de la pièce à revêtir, dans un ciment dont les constituants essentiels sont les siliciures ternaires de chrome, fer et un halogène utilisés comme activateurs. Les revêtements à base de siliciures quaternaires sont riches en chrome et fer. L'épaisseur du revêtement dépend de la durée du traitement thermique, elle est de l'ordre de 50 µ après un traitement de 24 heures à 1200 °C; l'état de surface est excellent et reproductible. Les tests de résistance à l'oxydation au stade du laboratoire sont satisfaisants. Des essais sont en cours pour l'utilisation du niobium, ainsi traité, pour des aubes de turbines.

Situation juridique :

La licence est disponible.

Secteurs d'activité concernés :

- Aéronautique.
- Turbines.
- Brûleurs.
- Hautes températures.

Un dossier est fourni au prix de 500 francs. Commander dossier ou brevet en inscrivant (dernière page) référence A 510.

29

- [illegible]

54

10

[illegible]

*P. Dictionnaire scientifique.
Faisant suite au Dictionnaire des
sciences exactes.*

Mine State Festival
 Choc. M. Pampulha W. 335
 48220 FONTAINE
 Age in 30 September 1944
 G. B. EK or P.C. - Stannichy
 B.C. Sectors
 M. Sectors & Tissues

Mme Genevieve Pao
118 av. J. Jaurès
75013 PARIS
Née le 15 septembre 1914
Tél. : 235 26 40
G. Rostaing
P. Rostaing épouse - décédé
M. Régis Genevieve
Associations protestantes 3 O. Jaurès
av. Jaurès

M. Jacques Lefebvre
15, rue Ste-Germaine
78 - VINCENNES
Né le 12 novembre 1923
Q. Bel. Tré garni.
Concours de Ténis masculin de 1949
P. Compagnie
M. René, avocat parisien.

M. G. POSE
35, avenue de Biotoul
75 - PARIS 14
Ab n. 24 juil 1938
Q. Satisfaitement professionnel,
part de presse
P. Rédacteur
M. Paris, sur recommandation

Mlle Catherine Feraud
1, allée de St-Alex
91 VRY-CHAILLON
924 le 15 octobre 1981.
D. C.A.P. - Code informatique
E.C. de services et diplôme de
la Chambre de commerce de Paris.
P. Semestre précédent
M. Paris (France) aux Vins

Mme Françoise Nuel
10, Allée des Armands
91440 BURE SUR YVETTE
Née le 10 octobre 1949

M. Q&A-Team - *peridipyrone* (unavailable)

Mme Marie-Josée Eychenne
25, rue Claudineau
75115 PARIS
Q. Quel diplôme - Licence et de redaction.
R. Sciences politiques 4.0
M. Pao
Secrétaire du département de l'éducation

Mme Genevieve Le Compagnon
44, rue du Bon Puits
91000 COURCOURONNES.
Née le 2 juin 1947.
Q. S.E.P.C.
Secrétaire phonétique.
P. Gestion administrative du personnel
recherche - préparation
du travail des commissions pour
la partie chercheurs - système
des tests du Diagnostic - ap-
plication des décisions prises à
l'égard des candidats au Centre
National de la Direction.

Mme Jocelyne Pothard,
1, allée du Capitaine Dupont,
94-PRESNAY
Née le 22 septembre 1950.
O. S.A.C. 07,
M. Gendarme
M. Joly

1/23 D
 1. 100% Grain Neutral
 2. 100% Grain Neutral
 3. 100% Grain Neutral
 4. 100% Grain Neutral
 5. 100% Grain Neutral
 6. 100% Grain Neutral
 7. 100% Grain Neutral
 8. 100% Grain Neutral
 9. 100% Grain Neutral
 10. 100% Grain Neutral
 11. 100% Grain Neutral
 12. 100% Grain Neutral
 13. 100% Grain Neutral
 14. 100% Grain Neutral
 15. 100% Grain Neutral
 16. 100% Grain Neutral
 17. 100% Grain Neutral
 18. 100% Grain Neutral
 19. 100% Grain Neutral
 20. 100% Grain Neutral
 21. 100% Grain Neutral
 22. 100% Grain Neutral
 23. 100% Grain Neutral
 24. 100% Grain Neutral
 25. 100% Grain Neutral
 26. 100% Grain Neutral
 27. 100% Grain Neutral
 28. 100% Grain Neutral
 29. 100% Grain Neutral
 30. 100% Grain Neutral
 31. 100% Grain Neutral
 32. 100% Grain Neutral
 33. 100% Grain Neutral
 34. 100% Grain Neutral
 35. 100% Grain Neutral
 36. 100% Grain Neutral
 37. 100% Grain Neutral
 38. 100% Grain Neutral
 39. 100% Grain Neutral
 40. 100% Grain Neutral
 41. 100% Grain Neutral
 42. 100% Grain Neutral
 43. 100% Grain Neutral
 44. 100% Grain Neutral
 45. 100% Grain Neutral
 46. 100% Grain Neutral
 47. 100% Grain Neutral
 48. 100% Grain Neutral
 49. 100% Grain Neutral
 50. 100% Grain Neutral
 51. 100% Grain Neutral
 52. 100% Grain Neutral
 53. 100% Grain Neutral
 54. 100% Grain Neutral
 55. 100% Grain Neutral
 56. 100% Grain Neutral
 57. 100% Grain Neutral
 58. 100% Grain Neutral
 59. 100% Grain Neutral
 60. 100% Grain Neutral
 61. 100% Grain Neutral
 62. 100% Grain Neutral
 63. 100% Grain Neutral
 64. 100% Grain Neutral
 65. 100% Grain Neutral
 66. 100% Grain Neutral
 67. 100% Grain Neutral
 68. 100% Grain Neutral
 69. 100% Grain Neutral
 70. 100% Grain Neutral
 71. 100% Grain Neutral
 72. 100% Grain Neutral
 73. 100% Grain Neutral
 74. 100% Grain Neutral
 75. 100% Grain Neutral
 76. 100% Grain Neutral
 77. 100% Grain Neutral
 78. 100% Grain Neutral
 79. 100% Grain Neutral
 80. 100% Grain Neutral
 81. 100% Grain Neutral
 82. 100% Grain Neutral
 83. 100% Grain Neutral
 84. 100% Grain Neutral
 85. 100% Grain Neutral
 86. 100% Grain Neutral
 87. 100% Grain Neutral
 88. 100% Grain Neutral
 89. 100% Grain Neutral
 90. 100% Grain Neutral
 91. 100% Grain Neutral
 92. 100% Grain Neutral
 93. 100% Grain Neutral
 94. 100% Grain Neutral
 95. 100% Grain Neutral
 96. 100% Grain Neutral
 97. 100% Grain Neutral
 98. 100% Grain Neutral
 99. 100% Grain Neutral
 100. 100% Grain Neutral

Mme Gene Trueman
1100 rue Pierre Curie
94200 NOY
Tel 44.15 June 1991

C. Goussier.
M. Goussier. Paris. No. 76.
17e. 18e. 19e.

4 D
Meng Anna (Gedde)
 15. rue de Metz
 25 - 401625
 née le 31 août 1944.
 D. S.S.P.C. partie politique du
 C.A.P. de statistiographie.
 P. S.S.P.C. statistiographie
 rue de Metz, 15, 25 - 401625.
 née le 31 août 1944.
 D. S.S.P.C. partie politique du
 C.A.P. de statistiographie.
 P. S.S.P.C. statistiographie
 rue de Metz, 15, 25 - 401625.

Mlle Françoise Rogues
 7, rue Feytaud
 93260 - STAINS
 née le 28 avril 1945.
 8,8 P.C.
 Secrétaire
 Secrétariat technique - 100
 heures.

Mlle Johanne Lévesque
14 rue des Bourgeois
40 - CHICAGO
Née le 20 décembre 1966
Q. S.E.N.C.
P. Bouchard
M. Bégin parviendra-t-elle à
voir sa Monopette, puis sera-t-elle
aussi témoin de son

Mlle Joëlle Caron
Musée de Grenoble
91 - LE VAL SAINT-GERMAIN
née le 24 avril 1952
Q. C. A. P. 3 impasse de l'Yver
P. Joints-complets
M. Gérard Fournier

More Deliberate Company
91, Canal St. Wm.
7% - Netting 100
Rate is \$ 100.00
G. S. P. C.
P. Securities
M. Latentness, Paris.

Mme Françoise Pellet
155, rue E. Dyer
Ann. 271
94182 ALFORTVILLE

Q. C.A.P. employed the latter P. Experiment on Indicators of Environmental Sustainability.

Mme Christine Mami
R. Valéry-d'Arbois-Beaucourt
91207 MASSY
Née le 25 janvier 1960
O. C.A.F. d'axe-comptable
M. Axe-comptable à proximité
du domicile

Mme Jacqueline Parzen
La Froid
1800 0881
Née le 5 janvier 1941
D.S.E.C. - C.A.P. de cuisine
telle
M. J. Parzen

- Trésor en inventaire
- Réception des dépouilles
- Courrier - service du courrier
- Rapports entre différents services
- > L'ADMINISTRATIVE GÉNÉRALISTE :
services administratifs de l'état ou d'une collectivité territoriale.

Miss Anita Foreman
1215 N. 4th St. S. Minneapolis
55405
Nov. 10, 1962
Q. R. P. C.

Nine Supremé Elevators
2, rue de Rome
31300 MASY
fax n° 19 janvier 1912
G. C.E.P.
M. D.A. service informatique

Mme Catherine Nolle
43 ROGER ZIV DONZY
Née le 23 décembre 1948
0. Sireuilhitz
Service central C.N.R.Z.
P. Sireuilhitz

Mme Nicole Marguerite
21, rue M. Coeur - Apt. 88
94400 Villette-sur-Seine
Née le 28 juillet 1940
D. C.A.P. approbée de bureau
Diplôme de la maîtrise
P. Centre National de coordina-
tion des études et recherches à
la direction de l'enseignement

M. Lefebvre de Méry, France
Centre d'Etudes de Chimie Moléculaire UFR, Service Chimie de Méthanal, Paris - grand
dard en terre Napoléon au 1
Lefebvre, France

M. Mitter-Casati
52, avenue de Bourgogne
07382 ND34 - LE GRAND
Na le 12 janvier 1921
G. S.S.P.C. C.A.P. aide comptable
04. S.S.P. Compagnie messagerie
généraliste
P. Vandenhamme 022 Montreux
matricule

Mme Dominique Pionat,
18, rue de Paris 25 Courmelles
01-81-08-16-17
Née le 30 avril 1943
Cl. Bachelard
P. Université Paris 1 - Avenue
Sobrierne 33 - rue de Tabouret
PARIS 13e
4 D 1/2 temps
M. Plein temps ou 1/2 temps
à l'embarcad. Gif ou Orléans - région
Centre-Paris

80
New Bedford Collective
Residence Mutual
Innovative L.L. Fildes
12 rue Nelson
T81R2 M6Y4R9
Née le 17 février 1966
Q. C.A.F. asato-dactyl

6 D
 Anna Lazara Guiducci
 79, rue Juliette Adam
 81190 CAILLON-FRUTTE
 066 36 70 401 1822
 R. Deschamps

Miss Daniela Mancini
127 bis, Boulevard Ney
75018 PARIS
See us 28 and 29C
M. Kumpfer

Pour tous renseignements complémentaires s'adresser,
— au bureau du personnel technique et administratif. Tél. : 555-26-70, poste 522

**dernière
heure**

14/15-janvier

Réunion du directoire. A l'ordre du jour figurent notamment les points suivants :

- Moyens de calcul : leur développement, l'importance qu'ils peuvent prendre dans l'ensemble des équilibres généraux.
- Création de laboratoires, services et mission permanente :
 - Service du cyclotron (Orléans)
 - Centre armoricain d'étude structurale des solides (Rennes)
 - Laboratoire des signaux et systèmes (Malakoff)
 - Laboratoire de physique théorique (Paris)
 - Laboratoire de chimie du solide (Bordeaux)
 - Mission permanente à Mexico, pour le Mexique et l'Amérique Centrale
 - Examen de l'orientation et de l'activité de certains laboratoires et formations de recherches.
 - Promotion et nominations du personnel scientifique.

24 janvier

Réunion du conseil d'administration. A l'ordre du jour figurent notamment les points suivants :

- Etat des négociations sur la création de la Société du grand télescope d'Hawaii
- Créations de laboratoires et mission permanente
- Tarifs des productions C.N.R.S.

bibliographie

Périodiques du C.N.R.S. : septembre-novembre 1973

Annales de géophysique	Tome 28 : N° 1/1973	Economie de l'énergie	N° 7, 8/1973
Annales de la nutrition et de l'alimentation	Tome 27 : N° 2, 3/1973	Revue française de sociologie	N° 3/1973
Archives des sciences physiologiques	Tome 26 : N° 1/1973	Archives de zoologie expérimentale et générale	Tome 113 : N° 2/1973
Protistologica	Tome 8 : N° 1/1973	Animaux de laboratoire	N° 3, 8, 9/1973
Revue de l'est	Vol. IV : N° 2, 3/1973		

Ouvrages parus aux éditions du C.N.R.S. : septembre-novembre 1973



Mathématiques - Informatique

- Analyse et topologie différentielles (Colloque International N° 210 - publié dans les Annales de l'Institut Fourier)

Optique

- Molécules atomiques - Bibliographie critique de données spectroscopiques Tome I - Tables Internationales de Constantes

Géologie - Paléontologie

- Fichier micropaléontologique N° 24 - Nanofossiles calcaires VII
- Micropaléontologie stratigraphique de l'Eocene des Corbières septentrionales (Aude) par Michèle Massieux (Collection des Cahiers de Paléontologie)

Physico-chimie moléculaire et macromoléculaire

- Comptes rendus de l'Ecole de Roscoff - 1972

Psychologie

- Comportement social et caractéristiques individuelles par C. Lévy-Leboyer (Monographie française de Psychologie N° 10) - seconde édition
- La personnalité des enfants normaux et caractérisés à travers le test d'aperception C.A.T., par G. Boulanger-Sallegoier (Monographie française de psychologie N° 4) - seconde édition

Anthropologie - Préhistoire - Ethnologie

- Bibliographie analytique de Préhistoire pour le paléolithique supérieur européen par Béatrice Schrüder - Tome I et Tome II
- La notion de personne en Afrique Noire (Colloque International N° 544)

Sociologie

- Collection des A.T.F. - N° 1 - Recherche sur les rendements de l'éducation en France

Géographie

- 77^e Bibliographie Géographique Internationale

Sciences économiques

- La croissance de la grande firme multinationale (Colloque International N° 548)

Sciences juridiques

- Les obligations contractuelles dans le droit français des XIII^e et XIV^e siècles d'après la jurisprudence du Parlement, par Pierre-Clement Tienari et la collaboration de Josette Metman et Heerj Martin
- Pouvoir et administration dans la société socialiste (traduit du russe), par Ju. A. Tikhomirov (Collection du Centre de Recherches sur l'U.R.S.S. et les pays de l'Est)

Études linguistiques et littéraires françaises

- Les dialectes romans de France à la lumière des atlas régionaux (Colloque National n° 930)

Ouvrages parus avec le concours du C.N.R.S. : septembre 1973 - novembre 1973

Éditeurs	Auteurs	Titres des ouvrages
Optique et physique moléculaire "Journal de Physique"	"Journal de Physique"	Supplément au "Journal de Physique". Tome 33, Fasc. 4 - 2 ^e Congrès Européen de Ferroélectricité. Tome 33, Fasc. 5-6 - Perspectives de calcul de la structure électronique des solides ordonnés et désordonnés. Tome 33, Fasc. 8-9 - Conférence Européenne de physique nucléaire. Comptes rendus des séances plénières.
Géologie et paléontologie Ustels - Montpellier	Michel Seguret	Étude tectonique des nappes et séries décolées de la partie centrale du versant sud des Pyrénées.
Biologie animale Ostom-Tananarive	P. Milon, J.-J. Petter et G. Randrianasolo	Faune de Madagascar - Oiseaux.
Sociologie et démographie Éditions du secrétariat. CISR - Lille Université d'Abidjan	Conférence internationale de sociologie religieuse Colette Le Cour Grandmaison	Actes de la 12 ^e conférence - La Haye, Pays-Bas - Métamorphose contemporaine des phénomènes religieux. Femmes Dahoméennes.
Géographie Mouton - Paris	Quatrième congrès international de la Fondation française d'études nordiques sous la direction de Jean Malaurie	Le peuple esquimaux aujourd'hui et demain.
Psychologie et psychophysiologie Association France-Tchécoslovaquie 75003 Paris	Marcelle Denis	Contribution aux études coméniennes : essai d'approche psychologique pour la compréhension de l'œuvre de Komenský.
Anthropologie, préhistoire, ethnologie C.H.U. de Purpan Toulouse Centre de recherche de salotra - Macon Humanities press 303 Park Avenue South New York N.Y. 10010 Cardon 75008 Paris Cardon 75008 Paris	Jean-Albert Vellard Jean-Paul Thévenot Gérard Jansen Dr J.D. Gauthier E.P.H.E. VI ^e S. E.P.H.E. VI ^e S.	Études sur les populations indigènes de la Boïvie. Populations du Piémont Andin. Le village préhistorique d'Ouzou-sur-Saône. Art ancien du Nord-Cameroun : Seo et Fali. Fiches d'ouvrages 1970. 1 ^{re} livraison V, VII (1). Fiches d'ouvrages 1970 2 ^e livraison V, VII (2).
Sciences économiques Presses universitaires de France - Paris Presses universitaires de Grenoble - Grenoble	Boris Maldant et Maxime Heubert R. Boucquv, J. Bourles, J.H. Lorenz et B. Rosier	Croissance et conjoncture dans l'ouest africain. Modèles de planification décentralisée. Typologie critique et voies de recherches.
Sciences juridiques et politiques Éditions A. Pédone - Paris Presses universitaires de France - Paris Armand Colin - Paris Éditions Cujas - Paris	Geneviève Guyomar Études publiées sous la direction de J. P. Gilli Lucien Sfez Cahiers de la Fondation nationale des Sciences politiques Sous la direction de Gabriel Le Bras Histoire du Droit et des institutions de l'Église en Occident	Commentaire du règlement de la cour internationale de justice. Interprétation et pratique. La continuité des services publics. Critique de la décision - 190. Tome X - L'Age classique (1140-1378) - Les Religieux par Dom Jacques Hourlier.
Linguistique générale, langues et littérature étrangères Éditions M. Didier - Paris	Pierre Angel	Le personnage juif dans le roman allemand (1855-1915) - La racine littéraire de l'antisémitisme outre-Rhin.

Maison du livre italien - Paris Librairie Klincksieck - Paris	Aurélien Sauvageot	Bibliographie Italo-Française. L'élaboration de la langue finnoise.
Etudes linguistiques et littéraires françaises		
Editions Klincksieck - Paris Editions Klincksieck - Paris	Alexandre Lorian Suzanne Allaire	Tendances stylistiques dans la prose narrative française du XVI ^e siècle. La subordination dans le français parlé devant les micros de la Radio- diffusion.
Annales littéraires de l'université de Besançon Les belles lettres - Paris	René Journet et Guy Robert	Notes sur les chansons des rues et des bois.
Librairie Klincksieck - Paris	Centre de Philologie et de littérature romanes de l'université de Strasbourg	XI. 1 - Linguistique française philologie et littérature médiévales. XI. 2 - Etudes littéraires.
Editions A. et J. Picard - Paris Librairie Klincksieck - Paris	Colette Dondaine	Recherches sur la musique française classique - XIII. 1973. Les parlars comtois d'Oil.
Civilisations classiques		
Editions du Cerf - Paris	Introduction, traduction et notes par Mireille Hadas-Lebel	De Providentia I et II.
Les belles lettres - Paris	Introduction, texte et traduction par Bernard Schouler	Libanios - Discours moraux.
Les belles lettres - Paris	Institut Fernand Courby	Index du Bulletin Epigraphique de J. et L. Robert. Première partie : Les mots grecs.
Civilisations orientales		
Editions Mouton et C ^e Paris - La Haye	Michel Cartier	Une réforme locale en Chine au XVI ^e siècle.
École française d'Extrême-Orient Dépositaire : Adrien Maisonneuve - Paris	Kamaleśwar Bhattacharya	L'Atman-Brahman dans le Bouddhisme ancien
Antiquités nationales et histoire médiévale		
Editions du Cerf	Texte critique et notes par John Merson et Hilary Costello. Traduction sous la direction de Placide Dosselle	Gueric d'igny - Sermons Tome II.
Editions Privat - Toulouse Bibliothèque nationale - Paris	Cahiers de Fanjeaux Jean-Bernard Marquette	Les mendiants en Pays d'Oc au XIII ^e siècle. Le trésor des Chartes d'Albrat. Tome I - Les archives de Vayres, pre- mière partie - Le fonds de Langloir.
Librairie Orez - Genève Librairie Minard - Paris Mouton et C ^e Paris - La Haye	Françoise Gaspari M. Balard	L'écriture des actes de Louis VI, Louis VII et Philippe Auguste. Gênes et l'Outre-mer I - Les Actes de Caffa du notaire Lamberto di Sambuceto - 1288-1290.
Histoire moderne et contemporaine		
Presses universitaires de France Paris	Jean Béranger Publications de la Sorbonne Série "Documents" - 22	Les Gravamina - Remontrances des diètes de Hongrie de 1055 à 1681.
Presses universitaires de France Paris	Gustave de Beaumont Série "Documents" - 22	Lettres d'Amérique 1831-1832.
Editions E.J. Brill - Leiden	Introduction et notes par J.V. Pollet	Julius Pfug - Correspondance.
Librairie Klincksieck - Paris	Henri Goullou	Hamon - Commissaire du gouvernement puis Préfet d'Ille-et-Vilaine (2 mars 1848-25 janvier 1849).
Université de Lille III Sciences humaines, lettres et arts - Lille	Collection du Centre régional d'études historiques n° 10	Revue du Nord.
Presses universitaires de Grenoble - Grenoble	G. Garnier	Paysans du Beaujolais et du Lyonnais - 1800-1870. Tome I. Tome II.
Librairie Klincksieck Editions l'Age d'homme Lausanne	Claude Nières B. Kerblay	La reconstruction d'une ville au XVIII ^e siècle - Rennes - 1720-1760. L'Isle russe d'hier et d'aujourd'hui.
Philosophie, épistémologie, histoire des sciences		
Presses universitaires de France Paris	Association des Amis de Bergson	Les Etudes Bergsoniennes. Volume X.

