

Le courrier du CNRS 42

Auteur(s) : CNRS

Les folios

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

52 Fichier(s)

Les relations du document

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

Citer cette page

CNRS, Le courrier du CNRS 42, 1981-10

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

Consulté le 09/11/2025 sur la plate-forme EMAN :

<https://eman-archives.org/ComiteHistoireCNRS/items/show/137>

Présentation

Date(s)1981-10

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

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

Information générales

LangueFrançais

CollationA4

Informations éditoriales

N° ISSN0153-985x

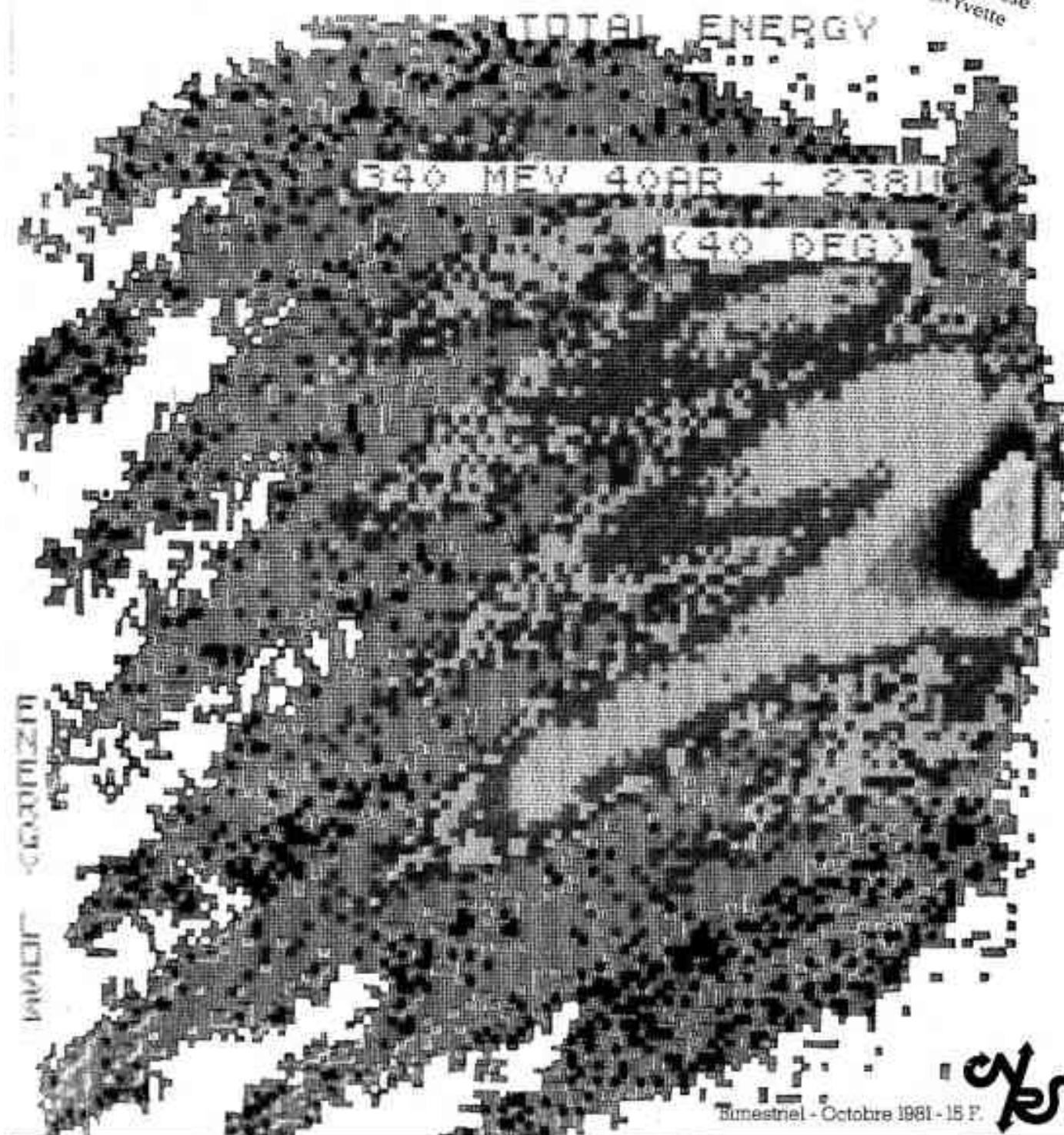
Description & Analyse

Nombre de pages52

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

LE COURRIER DU 42 **CNRS**

CNRS
Dépot des archives
de la Délégation Paris Michel-Ange
Bâtiment 19
1, avenue de la Terrasse
91198 GIF-sur-Yvette



Bimestriel - Octobre 1981 - 15 F.

Centre national de la recherche scientifique

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

Directeur de la publication :
Wladimir Mercouroff

Secrétaire de rédaction :
Martine Chabrier-Elkik

La vie des laboratoires :
Véronique Brössollet

Entretiens :
Monique Mounier

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

Directeur artistique :
Guy Clergironnet
Industrie Service

Abonnements et ventes au numéro, le
numéro 15 F. Abonnement annuel : 55 F
(voir bulletin p. 35-36). Tout changement
d'adresse doit être signalé au secrétariat
de rédaction. Nous remercions les auteurs
et les organismes qui ont participé à
la rédaction de ce bulletin. Les intertitres
et les chapoux introductifs ont été
rédigés par le secrétariat de rédaction.
Les textes et illustrations peuvent être
reproduits sous réserve de l'autorisation
du directeur de la publication - C.P.A.D.
303 - Réalisation A.L.P.R.I.N.T., 8 rue Antoine
Chautin, 75014 Paris - ISBN 2-222-02970-8 -
ISSN 0153-985 X - © Centre national de
la recherche scientifique.

Page 1 de couverture :
Identification des éléments produits lors de l'interaction
d'un projectile Argon et d'une cible d'uranium.
L'identification du numéro atomique d'un produit
de réaction est réalisée par l'intermédiaire d'un
détecteur à gaz du type chambre d'ionisation et d'une
sonde au silicium, montés au télescope. La
connaissance de la perte d'énergie dans le gaz et
de l'énergie totale permet d'isoler les différents
éléments. L'Argon est reconnaissable par le pic de
diffusion élastique de forte intensité observé à
haute énergie ; de proche en proche, tous les autres
noyaux sont facilement identifiables. (Cliché IPN).

Page 4 de couverture :
La couronne solaire observée à l'occasion de l'éclipse
totale de Soleil le 31 juillet 1981 à 2 h 30 T.U. par
la mission de l'Institut d'Astrophysique du CNRS
au Karakorum (URSS). (Cliché à grande résolution
obtenu avec une focale de 3 m. Observateurs :
J. Fagot et S. Koutchmy).

CNRS
Département du Siège
19, rue de la Logistique
Département du Siège - Bâtiment 19
1, avenue du 18 Novembre
63000 Clermont-Ferrand
Tél : 01 69 82 39 17

LE COURRIER DU
 CNRS
Nouvelle série, Bimestriel, Oct. 81

Editorial	4	Le Courrier du CNRS fait peau neuve	Wladimir Mercouroff
Distinction	6	Jean-Marie Lehn (Chimie) Roland Martin (Humanités) médaillé d'or du CNRS	
Entretien	8	L'Académie des sciences cinq ans après la réforme	Entretien avec Paul Germain
Le point	18	Les faisceaux d'ions lourds	Joël Galin
Réflexion sur	25	Les effets économiques indirects du TGV	Alain Bonnafeous
Coopération internationale	34	Mesure des champs électriques ionosphériques auroraux par l'expérience STARE	Jean-Paul Villain
A la découverte :	40	Ethnomusicologie et représentations de la musique	Gilbert Rouget Bernard Lortat-Jacob Hugo Zemp Pierre Sallée
A propos	47	La carte climatique détaillée de la France	Jean Mounier Marie-Françoise de Saintignon
Rencontre	52	Colloque national sur la recherche et la technologie	

Remarque. Dans le numéro 41, juillet 1981 du Courrier du CNRS, page 16, une erreur s'est glissée dans la figure : Une induction par « inhibition d'un inhibiteur » ; le symbole désignant le répresseur dans la partie inférieure de la figure n'a pas été représenté.

Le Courrier du CNRS fait peau neuve



Traît d'union entre différents domaines de la recherche, le Courrier du CNRS, en s'adressant à tous les membres du CNRS et de la communauté scientifique s'est donné pour objectif, dès sa création en juillet 1971, de contribuer d'une part à une meilleure intégration du personnel au sein de l'organisme et d'autre part à mieux faire connaître le CNRS, son action et les résultats qu'il obtient. Après dix années d'existence, nous avons voulu savoir si ces objectifs étaient atteints.

En prenant la responsabilité de la revue, il m'a paru donc nécessaire de connaître le sentiment des lecteurs. Un questionnaire a été élaboré par le Comité de rédaction, et vous a été envoyé. Je tiens tout d'abord à remercier tout particulièrement les lecteurs qui ont répondu à notre appel ; le taux de réponse (plus de 20 %), les encouragements et les conseils qu'ils nous ont prodigués montrent bien qu'au moins l'un des objectifs était atteint.

L'analyse des réponses montre que, si la pluridisciplinarité du CNRS est bien mise en évidence par la diversité des sujets traités, les articles présentés paraissent en général trop spécialisés et trop longs, les numéros thématiques sont bien accueillis et une périodicité plus fréquente est souhaitée (voir ci-contre). C'est pourquoi, à l'occasion de son dixième anniversaire, nous avons voulu donner une nouvelle impulsion au Courrier du CNRS, compte tenu des remarques qui nous ont été faites.

En premier lieu, la périodicité devient bimestrielle (octobre, décembre, février, avril, juin, pas de numéro pendant l'été) ; les articles seront plus courts et chaque numéro moins volumineux qu'auparavant (48 pages) ; enfin chaque année, paraîtra au moins un numéro consacré à un thème particulier.

Quant aux chroniques « vie des laboratoires, éphémérides, à l'affiche », elles feront l'objet d'un encart ayant la forme d'un journal qui sera diffusé trois fois par an (octobre, février, juin) avec les numéros du Courrier correspondants. Le présent numéro daté d'octobre comporte donc cet encart nouvelle formule.

Je souhaite que cette innovation qui consiste à avoir d'une part, une parution uniquement réservée aux articles de fond et d'autre part, un journal inter-laboratoire puisse aider les scientifiques à se mieux connaître et à se faire mieux connaître.

Wladimir MERCOUREFF
Directeur de la publication

Les résultats de l'enquête

Soucieux d'une certaine évolution, le comité de rédaction du *Courrier du CNRS* a voulu mieux connaître les désirs de ses lecteurs (1). Un questionnaire a donc été envoyé à tous les personnels du CNRS avec une enveloppe de réponse T. Ce même questionnaire a été inséré dans un numéro du *Courrier du CNRS* sous forme d'une page détachable.

Le questionnaire avait pour but : d'abord de tester l'intérêt que les lecteurs portent à la revue ; ensuite de savoir comment la revue est perçue par les lecteurs, si elle illustre bien les recherches entreprises au CNRS, et si elle présente bien la vie du Centre ; enfin de connaître les souhaits des lecteurs pour orienter son évolution.

Le taux de réponse a dépassé les prévisions les plus optimistes, puisqu'on a reçu 7 500 réponses environ pour 35 000 envois. Un échantillon d'un millier de réponses (voir tableau) a été prélevé pour permettre une étude plus approfondie.

A partir d'une première analyse, un groupe de travail (2) a mis au point le protocole de dépouillement de l'enquête et s'est chargé de la mise sur bordereaux de l'échantillon retenu.

L'exploitation statistique (3), ainsi que l'analyse des résultats ont été assurées par Mme Marie-Hélène Hugonnard-Roche, attachée au service de l'information de la Direction des relations extérieures du CNRS.

Avant de procéder à l'exposé des résultats, il faut préciser que l'échantillon analysé ne constitue pas un échantillon représentatif, au sens strict, de l'ensemble des lecteurs du *Courrier du CNRS*, ni même de l'ensemble des lecteurs qui ont bien voulu répondre au questionnaire. Mais il donne pourtant une image assez riche et cohérente des lecteurs de la revue. Deux questions, notamment, ont orienté l'analyse statistique : d'une part, le *Courrier* n'est-il pas une revue parisienne, qui ne ferait pas assez de place, à la recherche en province ? D'autre part, le *Courrier* n'accorde-t-il pas trop d'importance aux activités des chercheurs au détriment d'autres catégories de lecteurs ? Là encore, les similitudes ou les différences que nous observerons entre divers groupes de lecteurs auront une valeur purement indicative dans la mesure où ces groupes sont statistiquement de poids très inégal.

Précisons les grands traits qui se dégagent de l'analyse du questionnaire. Les lecteurs ont une activité qui s'exerce essentiellement au sein du CNRS (93 %). Notons que 75 % d'entre eux sont chercheurs ou conjuguent deux activités dont une de recherche (voir tableau).

Ils lisent régulièrement le *Courrier* (85 %), le conservent (73 %), lisent en moyenne au moins trois articles qui ne sont pas uniquement de leur discipline (64 %). A l'exception de la catégorie des administratifs, ils lisent d'autres revues scientifiques (79,5 %). La présentation générale du *Courrier du CNRS* (format, mise en page, illustrations...) convient à 86 % d'entre eux,

mais certains l'ont trouvée un peu trop austère (10 %). Les articles sont plutôt considérés comme « difficiles » (37 %), voire « inaccessibles » (6,5 %).

Cette opinion est valable pour toutes les catégories de lecteurs, à Paris comme en province. Le *Courrier du CNRS* illustre bien les recherches menées au CNRS selon 52 % des lecteurs. Ceux-ci, lisent en général l'ensemble des chroniques (vie des laboratoires, éphémérides, à l'affiche, nouvelles publications), mais surtout, parmi elles, la vie des laboratoires (72 %). En ce qui concerne les autres chroniques, on peut remarquer qu'elles intéressent plus particulièrement la catégorie des chercheurs/enseignants qui résident en province.

Curieusement, peu de lecteurs se sont exprimés à l'occasion de la question « ouverte » qui leur était proposée à la fin du questionnaire. Parmi les suggestions ou critiques formulées, nous ne retiendrons, ici que celles dont la fréquence d'apparition était suffisamment élevée.

Dans l'ensemble, la périodicité de parution de la revue est jugée satisfaisante, mais on apprécierait qu'elle soit plus élevée, et que la diffusion soit plus large. La création de numéros thématiques rassemblant différents articles autour d'un même sujet, a suscité l'intérêt de beaucoup de lecteurs (77 %) et a provoqué de nombreux commentaires favorables.

On a aussi demandé des articles plus courts et plus accessibles à tous, en tous domaines, des articles plus nombreux traitant des sciences humaines et concernant la politique générale du CNRS.

De manière générale, l'analyse montre que le *Courrier du CNRS* a sensiblement autant de lecteurs en province qu'à Paris, qu'il n'a jamais semblé trop « parisien », et qu'il n'y a pas de différence à quelques nuances près entre les réponses venant de Paris et de province. De même, les choix de réponses ne varient pas sensiblement avec les différentes catégories de lecteurs.

Pour presque tous ces lecteurs, le *Courrier du CNRS* est perçu essentiellement comme une revue « maison », sans qu'ils aient pari souhaiter lui voir jouer un autre rôle.

Ces remarques se sont trouvées confirmées par une analyse statistique des correspondances, effectuée dans le but de vérifier la pertinence des résultats de l'enquête. Cette analyse a mis en évidence une assez grande homogénéité des répondants, qui dans l'ensemble se montrent satisfaits de la revue, tout en souhaitant néanmoins, qu'y soient apportées les quelques modifications déjà signalées.

(1) Rappelons que le *Courrier du CNRS* est envoyé aux 22 000 personnes travaillant au CNRS, aux formations de recherche du CNRS et aux formations associées, aux autres organismes de recherche, aux grandes écoles, aux bibliothèques universitaires, aux présidents d'universités, aux journalistes scientifiques, à certains industriels, à tous les ministères et aux préfetures, aux conseillers scientifiques des ambassades étrangères en France et aux conseillers scientifiques français à l'étranger, et aux organismes de recherche étrangers ayant des accords avec le CNRS, enfin à un millier d'abonnés, dont la moitié sont des étudiants.

(2) Unité pluridisciplinaire des techniques d'expression et de communication - université de Bordeaux III - Domaine universitaire - 33405 Talence Cedex - sous la direction de Mme Anne-Marie Laslan.

(3) Centre de calcul et recherches méthodologiques - LESH-MSH - 54, boulevard Raspail, 75006 Paris - avec l'aide de M. Cibois, responsable du centre.

CATÉGORIES DE LECTEURS	PARIS (RÉGION PARISIENNE)	PROVINCE	TOTAL	%
CHERCHEURS	300	303	603	80 %
CHERCHEURS/ENSEIGNANTS	28	22	50	5 %
TECHNICIENS/CHERCHEURS	49	52	101	10 %
TECHNICIENS	72	96	168	18,5 %
ADMINISTRATIFS	42	33	75	2,5 %
AUTRES	-	-	11	1 %
TOTAL	491	516	1 018	
%	48,33 %	50,6 %		

Jean-Marie Lehn, Roland Martin, médaille d'or du CNRS

Le Centre national de la recherche scientifique a attribué
deux médailles d'or pour l'année 1981 :
Monsieur Jean-Marie Lehn et Monsieur Roland Martin



Jean-Marie Lehn est né le 30 septembre 1939 à Rosheim (Bas-Rhin). Licencié ès-sciences en 1960, il entre la même année au CNRS et commence ses recherches dans le laboratoire du professeur Guy Ourisson à Strasbourg, où il passe sa thèse de doctorat d'Etat en 1963 sur des études de structure de grosses molécules (des triterpènes) par résonance magnétique nucléaire. Il quitte ce laboratoire en 1966 pour l'université Louis Pasteur où il devient successivement maître de conférences puis professeur en 1970. C'est là, au laboratoire de chimie organique physique (ERA 265) qu'il dirige, qu'il devait fabriquer en 1969 avec ses collaborateurs J.P. Sauvage et B. Dietrich, le premier « cryptate », molécule-clé à la base d'une nouvelle chimie : la chimie supramoléculaire dont il est l'un des créateurs.

Qu'est-ce que la chimie supramoléculaire ? C'est celle qui met en jeu des assemblages basés non plus sur des liaisons covalentes entre des atomes pour former une molécule, mais sur l'association de deux molécules en plus, maintenues ensemble par des interactions moléculaires soigneusement contrôlées.

□ Jean-Marie Lehn, professeur au Collège de France (chaire de chimie des interactions moléculaires), responsable du laboratoire de chimie organique physique de l'université Louis Pasteur de Strasbourg (ERA 265), et co-directeur du groupe de recherche « Interactions moléculaires et stéréochimie » (GR 20) au Collège de France.

Pour fabriquer de tels édifices, Jean-Marie Lehn a utilisé toutes les subtilités de la synthèse chimique et de la chimie de coordination pour créer des espaces moléculaires tridimensionnels préconçus pour fonctionner comme des molécules réceptrices, capables de reconnaître et d'emboîter une molécule substrat plus petite avec une très haute sélectivité. Cette sélectivité est obtenue en exploitant toutes les formes de relations intermoléculaires souhaitables, à commencer par celles d'ordre géométrique, topologique et dimensionnel, mais également toutes les formes d'interactions et de polarisations (électrostatiques, hydrophobes, liaisons hydrogène, forces de Van der Waals, etc.), qui permettent de former une supermolécule spécialement adaptée à une finalité donnée. La molécule réceptrice englobe le substrat, le maintenant « caché », d'où le nom de cryptate (du grec κρυπτος = caché) donné à l'ensemble. Cette conception architecturale et fonctionnelle de la synthèse chimique a été particulièrement féconde en composés nouveaux, jusqu'ici inaccessibles ou instables, ayant des propriétés originales, ouvrant autant de nouveaux chapitres dans les domaines les plus divers de la chimie. Ainsi, la sélectivité de ces composés permet d'obtenir une très forte discrimination entre les cations toxiques Cd^{2+} , Hg^{2+} , Pb^{2+} par rapport aux cations biologiquement utiles Zn^{2+} et Ca^{2+} , offrant ainsi de nouveaux procédés de décontamination et de contrôle de pollution. Citons également l'extraction, en présence de Ca^{2+} , du strontium radioactif d'organismes contaminés. Le degré de sélectivité

atteint est tel qu'il se manifeste même au niveau isotopique, et a déjà conduit à des résultats remarquables en ce qui concerne la séparation des couples $^{23}\text{Na}/^{24}\text{Na}$ et $^6\text{Li}/^7\text{Li}$.

Les récepteurs moléculaires – ou cryptants* – permettent non seulement d'exercer une fonction de reconnaissance avec un degré de sophistication inégalé en milieu abiotique, mais de développer une nouvelle approche des fonctions de la catalyse moléculaire et de transport. Ils constituent ainsi de puissants outils au service de disciplines très diverses (physicochimie des interactions, activation chimique, étude des mécanismes réactionnels, catalyse, modèles biologiques, analyse, séparations, thérapeutiques, etc.).

Si la chimie supramoléculaire est une nouvelle branche de la chimie, on connaît depuis longtemps, en biologie, les ensembles moléculaires à l'origine de nombreuses fonctions : spécificité de l'enzyme pour son substrat, de l'hormone ou du neuromédiateur pour son récepteur. Dans cette perspective, la chimie supramoléculaire prend toute son importance. Basée sur les mêmes principes que la chimie du vivant, elle permet de la mieux comprendre et de l'imiter, créant « sur mesure » des complexes moléculaires capables d'effectuer de nombreuses réactions avec une efficacité voisine de celle que les enzymes réalisent dans le domaine biologique.

L'activité de Jean-Marie Lehn ne s'est pas limitée au domaine des cryptates mais a également porté sur la chimie théorique, sur la dynamique moléculaire et plus récemment sur la conversion photochimique de l'énergie solaire. En effet, en 1977, Jean-Marie Lehn et J.P. Sauvage ont mis au point l'un des premiers systèmes catalytiques permettant la production d'hydrogène en continu par photoréduction de l'eau.

Récemment, ce processus a pu être couplé à l'oxydation photo-induite de l'eau, ce qui conduit à la libération simultanée d'hydrogène et d'oxygène. Mais il est encore beaucoup trop tôt pour envisager l'utilisation de ces réactions à des fins énergétiques.

Jean-Marie Lehn a fait de nombreux

séjours à l'étranger comme professeur invité, notamment à Zurich et à l'université de Harvard où il a enseigné la chimie à plusieurs reprises depuis 1972. Par ailleurs, il est professeur au Collège de France depuis 1980.

Jean-Marie Lehn est lauréat de nombreux prix et les médailles du CNRS

ont ponctué sa carrière puisque, avant la médaille d'or, celle de bronze lui a été décernée en 1968 et celle d'argent en 1972.

Pour plus d'informations, voir « Images de la chimie », CNRS 1973 ; id. 1981.

* Le mot cryptane englobe le récepteur ou cryptant et le substrat.



Né le 15 avril 1912 à Chaux-lotière (70), Roland Martin est ancien élève de l'Ecole normale supérieure. Sa carrière a toute entière été consacrée à l'archéologie dans les domaines les plus divers. Il est, à l'heure présente, l'une des figures les plus marquantes de la communauté archéologique internationale et ses apports ont été décisifs tant pour l'intelligence des monuments anciens que pour la compréhension de la civilisation antique et de ses rapports avec le monde contemporain. Grâce à une double formation, mathématique et littéraire, il a abordé l'étude de l'architecture classique de façon tout à fait neuve. Trop longtemps en effet, l'étude des monuments de l'antiquité grecque avait été laissée aux seuls architectes, souvent attirés par les seuls problèmes traditionnels : rapports et proportions, nombre d'or... Dès ses premières fouilles à Delphes, Delos, Thasos, Roland Martin, alors membre de l'Ecole française d'Athènes (de 1939 à 1945), s'est attaché à retrouver dans les monuments de la Grèce archaïque et classique l'expression d'une société et d'une mentalité. En 1953, son ouvrage sur l'agora grecque, étude d'histoire et d'architecture urbaine, a attiré l'attention par l'étendue de sa documentation et la nou-

veauté de ses perspectives. Celles-ci se précisaient encore en 1956 avec une grande étude sur l'urbanisme antique, qui est devenue immédiatement un classique, reçu non seulement par les spécialistes de l'archéologie, mais par les urbanistes contemporains. Ce livre, constitue désormais un manuel des écoles d'architecture ; il a d'autre part orienté la recherche internationale et suscité des colloques dans tous les pays d'Europe et d'Amérique.

Rentré en France, Roland Martin commence une brillante carrière d'universitaire, d'abord comme professeur à l'université de Dijon (1946-1970) puis à l'université de Paris I (Panthéon-Sorbonne) où il enseigne l'histoire de l'art et l'archéologie grecque jusqu'en 1978. Il est, d'autre part, depuis 1962, directeur d'études à l'Ecole pratique des hautes études (4ème section). Tout au long de ces années, il joue un grand rôle dans l'archéologie nationale. Cette position n'a fait que croître puisque, directeur de la circonscription « antiquités historiques de Bourgogne » de 1956 à 1969, il devait être désigné comme membre, puis en 1978, président du Conseil supérieur de la recherche archéologique. Lui furent dues en effet, les découvertes des sources de la Seine avec l'ensemble extraordinaire de statues en bois qui furent reconnues comme un événement dans le monde archéologique. Ce fut l'occasion pour Roland Martin, en accord avec un groupe de chimistes et de physiciens, d'expérimenter divers modes de conservation pour un matériel menacé de destruction dès sa sortie de l'eau. Une nouvelle fois, ses acquis méthodologiques se sont répandus dans toute la France et à l'étranger.

Parallèlement, Roland Martin devient en 1957 (et jusqu'en 1979) directeur du Service d'architecture antique du CNRS, revenant ainsi à l'étude technique des procédés de construction antique. En ce domaine encore, son action a été décisive. Il a su réunir et former un corps d'architectes spécialisés, définir avec eux les modes de relevés et de publications qui désormais font autorité dans toute la communauté archéologique. En 1965, il publie un ma-

nuel d'architecture antique, devenu lui aussi la bible des spécialistes. En 1978, s'est tenue à Sophia-Antipolis une réunion des architectes-archéologues où les normes fixées par Roland Martin ont été unanimement acceptées et généralisées. La même année, il est de surcroît chargé de la direction du Centre de recherches archéologiques du CNRS.

L'alliance rare de qualités pratiques et d'une culture de plus en plus étendue, à mesure que la carrière de fouilleur de Roland Martin touchait un champ de plus en plus vaste – de la Grèce à la Turquie et pour finir en Sicile sur le site de Sélinonte – son autorité reconnue universellement l'ont fait désigner par l'UNESCO comme expert permanent pour la sauvegarde des monuments antiques. En Tunisie, à Carthage, comme en Grèce, son action a été déterminante : tout récemment, son rôle pour définir les méthodes de conservation de l'Acropole d'Athènes a été décisif.

Des publications nombreuses, et traduites en plusieurs langues (nous ne citerons par exemple que ses articles parus dans la revue *Gallia* éditée aux Editions du CNRS et l'importante collaboration qu'il vient d'apporter à la monumentale *Storia della Sicilia* en six volumes), le succès de ses cours, tant à l'Institut d'art qu'à l'Ecole pratique des hautes études où se pressent des étudiants venus de tous les pays d'Europe et d'Amérique, font de Roland Martin l'un des maîtres, et, pour l'architecture grecque, le maître, de la génération des archéologues actuellement à l'œuvre. Son dévouement à la recherche, les progrès méthodologiques dont la collectivité lui est redevable, l'ampleur de sa culture et de ses vues lui assurent dans la communauté nationale et internationale une place éminente.

Son travail, sa compétence, son influence sur l'archéologie grecque et française, lui ont attiré de nombreux prix et distinctions honorifiques : chevalier de la légion d'honneur, officier de l'ordre national du mérite, Roland Martin est depuis 1975 membre de l'Académie des Inscriptions et Belles-Lettres.

□ Roland Martin, membre de l'Institut, professeur émérite de l'université de Paris I, directeur d'études à l'Ecole pratique des hautes études (4ème section). Au CNRS, il a dirigé le service d'architecture antique de 1957 à 1979 et, de 1978 à 1980, il a été chargé de la direction du Centre de recherches archéologiques à Valbonne.

MACHINES

E T

INVENTIONS

APPROUVÉES

P A R

L'ACADÉMIE ROYALE DES SCIENCES,

DEPUIS SON ÉTABLISSEMENT
jusqu'à présent ; avec leur Description.

Dessinées & publiées du consentement de l'Académie, par M. GALLON.

TOME SEPTIEME.

Depuis 1734 jusqu'en 1754.

par J.B. K.C. Roussin



A PARIS,

Chez ANTOINE BOUDET, rue Saint-Jacques.

M. DCC. LXXVII.

AVEC PRIVILEGE DU ROY.

Entretien avec Paul Germain : l'Académie des sciences cinq ans après la réforme

Paul Germain, Secrétaire perpétuel, explique, pour les lecteurs du « Courrier du CNRS », le rôle et le fonctionnement de l'Académie, la nature et la portée de ses travaux.

Paul GERMAIN

L'Académie des sciences, créée voici plus de trois siècles, a mis en œuvre une réforme, en 1976, qui devrait lui permettre de jouer un rôle plus actif que par le passé dans de nombreux domaines intéressant la communauté scientifique et également l'ensemble de la communauté nationale. Cinq ans après cette réforme, Monsieur le Secrétaire perpétuel, pouvez-vous décrire la composition actuelle de l'Académie des sciences ? Quel est, d'après le nouveau règlement, le « profil » des membres de votre illustre compagnie ?

L'Académie des sciences, forte d'une tradition plus que tricentenaire, entend être une société savante pluridisciplinaire ayant pour mission de promouvoir l'esprit de recherche, de favoriser dans notre pays le développement des sciences et de leurs applications, de contribuer au rayonnement de la sciences française et d'incarner, si j'ose dire, dans la diversité d'opinions de ses membres, la conscience scientifique nationale.



□ Paul Germain est un spécialiste de mécanique des fluides et de mécanique des milieux continus, et de leurs applications notamment à l'aérodynamique. Membre de l'Institut depuis 1970, Paul Germain est secrétaire perpétuel de l'Académie des sciences depuis 1975. Il s'est particulièrement attaché à la mise en œuvre de la réforme récente de l'Académie des sciences. (Cliché M. Petit).

J'ai eu l'occasion, il y a près de cinq ans, d'exposer aux lecteurs du Courrier du CNRS (1) quelles étaient les vues et les ambitions de notre compagnie en préparant une réforme de ses institutions. Le décret du 16 novembre 1976 a autorisé les quelques changements essentiels qui étaient nécessaires. Le règlement intérieur qui datait de 1816 a été complètement remis à jour ; il a été approuvé par le Président de la République en septembre 1979.

La réforme que l'Académie des sciences a été autorisée à mettre en œuvre par ce décret apportait trois modifications importantes affectant sa composition :

- le nombre maximum des membres titulaires était porté de 100 à 130 ;
- l'effectif des nouvelles sections était rendu variable ;
- les élections devaient avoir lieu par « sessions » et lors de chaque session la moitié au moins des élus devait être âgée de 55 ans au plus.

Depuis la publication du décret, deux sessions d'élections ont eu lieu ; une troisième va très vraisemblablement se dérouler de mai 1981 à février 1982. On voit donc déjà se dessiner quelques évolutions dans la composition de l'Académie.

L'effectif total a crû relativement lentement ; il est aujourd'hui de 110 (alors qu'il était de 96 en novembre 1976) et sera sans doute très proche du chiffre maximum à la fin de la troisième session. Les variations les plus sensibles d'effectifs des sections sont celles de la section de physique et de la section de biologie moléculaire et cellulaire. La première est passée de 17 à 22 membres et la seconde de 2 à 9 membres. La souplesse de fonctionnement apportée par la réforme permet à l'Académie de coopter sans retard une personnalité scientifique distinguée et de tenir compte de l'importance relative des disciplines au cours du temps.

La condition d'âge introduite dans le règlement des élections a très notablement accru le nombre des membres relativement jeunes. Le nombre des membres âgés de 60 ans au plus qui était de 8 au 31 décembre 1968 (8,5 % de l'effectif) atteignait 27 au 31 décembre 1980 (24 % de l'effectif). Ainsi, l'Académie a-t-elle des relations directes beaucoup plus étroites avec les laboratoires et les chercheurs en pleine activité.

Les nouvelles dispositions concernant les correspondants, prévues par la réforme ont contribué, elles aussi, à changer la physionomie générale de l'Académie en lui donnant des capacités d'action très largement accrues. Le nombre des correspondants français est passé de 65 à 103 et il doit continuer à croître jusqu'à 160, chiffre maximum fixé par le décret. A chaque session d'élections, la moitié au moins des élus doit être âgée de 50 ans au plus. Actuellement, sur les 103 correspondants français, 29 ont 50 ans au plus et 16, 45 ans au plus alors qu'en décembre 1976, tous les correspondants avaient plus de 50 ans. L'Académie utilise la faculté qui lui est donnée de définir les disciplines dans lesquelles elle souhaite recruter de nouveaux correspondants pour s'assurer le concours de compétences couvrant très convenablement l'ensemble des domaines scientifiques, et en particulier les applications des sciences. Les correspondants sont de plus en plus associés aux travaux de l'Académie et leur rôle doit encore s'affirmer dans les années qui viennent.

Ainsi, l'Académie, par ses membres et ses correspondants, est aujourd'hui mieux présente dans les centres français d'activité scientifique et plus apte à remplir ses missions.

Les actions entreprises par l'Académie des sciences portent notamment

sur le renouveau des comptes-rendus, des conférences et des exposés, c'est-à-dire sur les publications qui font suite à vos travaux. Ainsi des exposés traitant de la génétique, du cancer de la géologie, de l'écologie, de l'agressivité, ont été publiés. Des études et des rapports peuvent être réalisés, soit à l'initiative des pouvoirs publics soit à l'initiative de l'Académie, sur des sujets divers : le rapport au Président de la République sur les sciences mécaniques et l'avenir industriel de la France, le prologue du livre blanc de la recherche, en 1980, sont autant d'exemples récents ; de même l'étude sur l'accident de Three Mile Island. Quelle est la nature des travaux que vous conduisez ou que vous voudriez conduire ? Et quelle en est la finalité ?

Sans prétendre faire ici la liste exhaustive des moyens par lesquels l'Académie manifeste sa présence au sein de la communauté scientifique française, - il conviendrait de citer par exemple les prix qu'elle distribue chaque année et qui ont toujours constitué des distinctions fort appréciées des chercheurs - il est préférable, comme le suggère votre question, de s'arrêter plus spécialement sur trois types d'activité sur lesquels l'effort a été plus particulièrement porté ces dernières années...

D'abord les Comptes-rendus. Société savante multidisciplinaire à vocation nationale, l'Académie se doit d'apporter une contribution de qualité à l'édition scientifique française et à son rayonnement international, en offrant à la communauté scientifique un organe lui permettant de diffuser ses travaux les plus significatifs.

Depuis près de 150 ans, l'Académie a choisi de publier des notes courtes annonçant des résultats nouveaux. On connaît le succès d'une telle formule de publication aujourd'hui. Encore convenait-il pour être fidèle à l'exigence de qualité qui fit la réputation des Comptes-rendus d'adapter les modalités de fonctionnement de la revue aux conditions actuelles. Le texte publié ci-contre explique comment sont présentées et contrôlées les notes aux Comptes-rendus. Une vingtaine de membres et de correspondants, formant le « comité de lecture » apportent chaque semaine leur concours aux Secrétaires perpétuels pour maintenir et accroître le niveau scientifique de la publication. Les améliorations déjà acquises doivent être le point de départ de nouveaux progrès et ceux-ci seront décisifs lorsque la grande majorité des chercheurs confiera aux Comptes-

LES COMPTES-RENDUS DE L'ACADEMIE DES SCIENCES

Les Comptes-rendus de l'Académie des sciences ont tenu dans le passé une place de toute première importance parmi les publications scientifiques internationales. La multiplication des journaux spécialisés, justifiée par l'accroissement sans précédent du nombre de chercheurs durant les dernières décennies, conduisait à mieux dégager les spécificités de la publication de l'Académie et à adapter les modalités de son fonctionnement à la situation actuelle. Le but de cette note est de faire le point sur les résultats des dispositions prises récemment dans ce sens par l'Académie.

OBJET DES COMPTES-RENDUS. - Cet objet a été confirmé et précisé dans le nouveau « règlement », mis en vigueur en juin 1978. Les Comptes-rendus publient des notes d'une longueur limitée à quatre pages, une note constituant la première annonce d'un résultat scientifique nouveau et significatif. En règle générale, le résultat annoncé est destiné à être intégré ultérieurement dans un article publié dans une autre revue où peuvent être développés les justifications et les commentaires appropriés.

NIVEAU SCIENTIFIQUE. COMITE DE LECTURE

• Les membres de l'Académie et les correspondants qui reçoivent une note destinée aux Comptes-rendus peuvent faire appel à des spécialistes de leur choix avant de décider de la présentation de la note. La fiche de présentation qu'ils joignent à chaque note fait mention de leurs conclusions personnelles ou de celles du ou des spécialistes consultés. Si une hésitation demeure, le présentateur suggère à l'Académie de consulter, sur le projet transmis, une personne qualifiée. Ceci constitue un premier stade de sélection.

• Chaque lundi et le jour même de leur présentation, toutes les notes sont examinées par le comité de lecture, composé d'une vingtaine de membres et de correspondants couvrant l'ensemble des disciplines scientifiques. Pour chaque note, le membre compétent du comité de lecture, propose, soit la transmission immédiate à l'imprimeur, soit l'envoi pour avis à un ou deux spécialistes français ou étrangers, membres de l'Académie ou non. Dans ce dernier cas, après avoir pris connaissance de ces avis, il peut alors préconiser l'acceptation, la modification ou le remaniement de la rédaction ou le refus. Les présentateurs sont tenus informés des résultats de cette deuxième procédure de sélection et consultés avant la décision définitive qui est toujours prise par les Secrétaires perpétuels. • Ainsi, chaque note destinée aux Comptes-rendus est soumise à une double sélection. Il est clair que le résultat de la première ne peut être évalué puisqu'elle est exercée par les membres et correspondants avant que l'Académie ne soit saisie. - La deuxième sélection, par contre, peut être chiffrée. A titre indicatif, en 1980, sur le total des notes présentées, pour l'ensemble des disciplines :

- 67 % ont été transmises directement à l'imprimeur après avis du comité de lecture et à la suite donc de l'examen conduit par le présentateur ;
- 24 % ont été acceptées après examen complémentaire des spécialistes consultés sur proposition du comité de lecture, et fréquemment après modification ou remaniement ;
- 9 % ont été définitivement refusées.

Ces dispositions assurent que chaque note publiée a été jugée par plusieurs personnes compétentes et reconnue par elles comme présentant le niveau d'originalité et la portée exigés par l'Académie.

RAPIDITE DE PUBLICATION. - Il y a quelques années, sept à huit semaines s'écoulaient normalement entre le jour de l'acceptation d'une note et la date de sa parution. Ces délais ont pu être réduits et sont de l'ordre de cinq semaines en 1981. Cette performance place déjà les Comptes-rendus parmi les revues assurant la plus grande rapidité de publication. L'Académie cherchera encore à diminuer ces délais, car cette rapidité est une qualité essentielle pour un journal qui se propose d'annoncer des résultats originaux.

DIFFUSION. - Pour faciliter la diffusion et répondre à des suggestions qui avaient été présentées, l'Académie a adopté un nouveau découpage des Comptes-rendus en trois séries :

- série I (mathématiques) ;
- série II (mécanique, physique, chimie, sciences de la terre, sciences de l'univers) ;
- série III (sciences de la vie).

Les titres et les résumés en anglais permettent en particulier le recensement des notes et leur analyse par les journaux internationaux de référence. Des expériences récentes ont montré qu'actuellement, dans certaines disciplines, un travail intéressant publié dans les Comptes-rendus attire autant de demandes de tirés à part que s'il était publié dans une bonne revue de langue anglaise.

Cette diffusion s'ajoute à celle normalement effectuée par les 1 105 abonnements complets qui touchent toutes les grandes bibliothèques du monde et par les 1 910 abonnements à une série qui assurent la présence des Comptes-rendus dans de nombreux laboratoires et centres de recherche français et étrangers.

Les nouvelles dispositions mises en œuvre portent déjà leurs fruits. La haute tenue scientifique, garantie par les procédures rigoureuses d'examen, et la rapidité de publication continuent à maintenir la confiance des bons auteurs français et étrangers travaillant dans les disciplines où les Comptes-rendus ont toujours eu une position de force et commencent à attirer l'attention des meilleurs chercheurs des autres disciplines. La diffusion marque également des tendances encourageantes.

En faisant part des premiers résultats d'une action qu'elle entend poursuivre, l'Académie espère susciter l'intérêt de la communauté scientifique et souhaite recueillir des suggestions pour accroître l'utilité et le rayonnement des Comptes-rendus.

(note au Bureau de l'Académie - février 1981)

1743.
N^o.460.

PANTOGRAPH,
OU SINGE PERFECTIONNÉ,
PAR M. LANGLOIS,
INGÉNIEUR

POUR LES INSTRUMENS DE MATHÉMATIQUES.

JE donne ici la description, & le deſſein de cet inſtrument, d'après une brochure in 4^o, que le ſieur Langlois a publiée au mois de Décembre 1743.

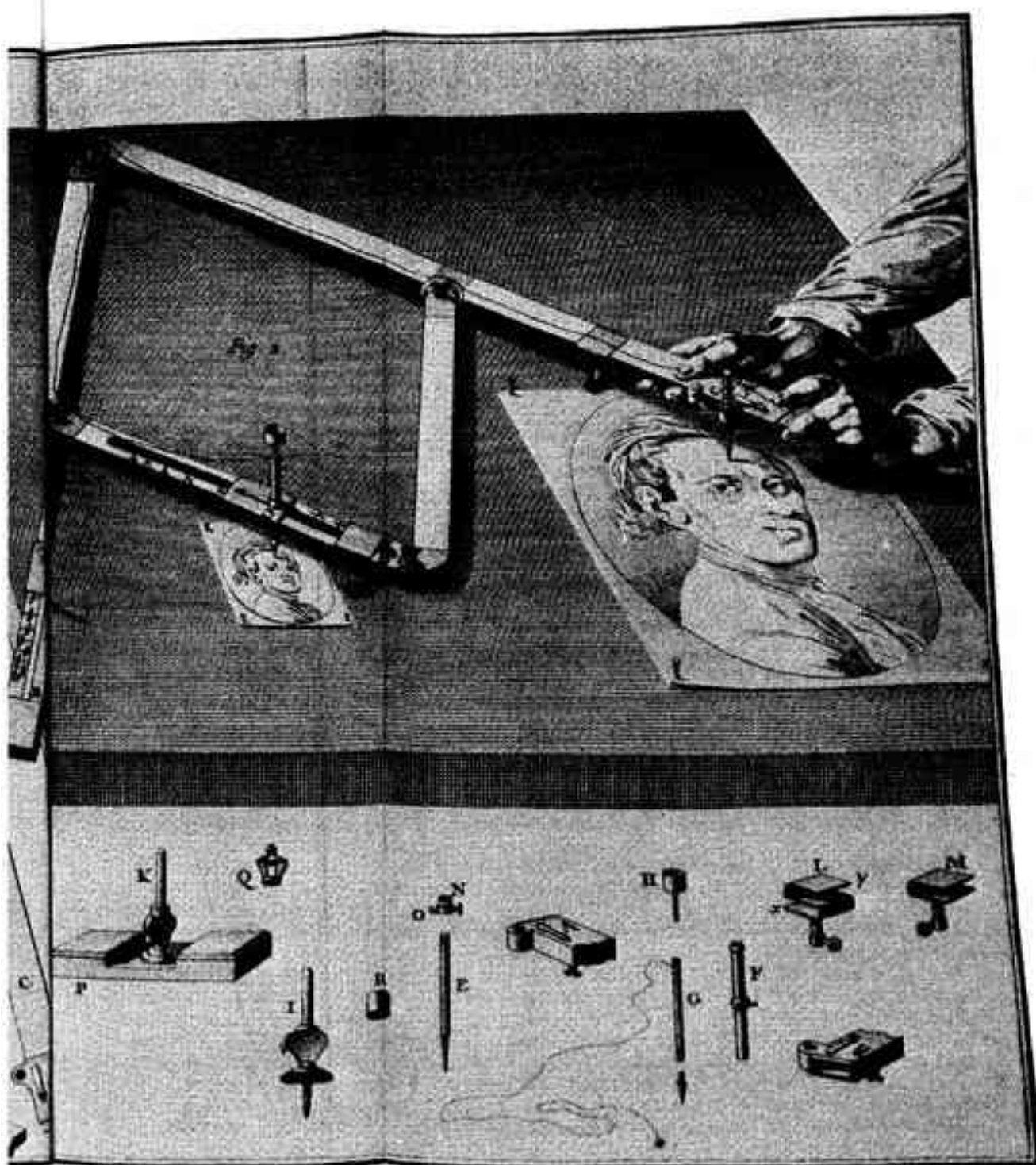
Cet inſtrument eſt compoſé de quatre regles, deux grandes, & deux petites: les deux grandes ſont jointes enſemble à une de leurs extrémités par une tige qui les traverse, fermée par le haut avec un écrou qui laiſſe mouvoir ces regles librement: au bas de cette tige eſt une roulette excentrique, qui pèſe ſur la table; les deux autres regles ſont attachées vers le milieu de chacune des grandes, & elles ſont jointes enſemble par l'autre bout; en ſorte que ces quatre regles forment toujours un parallélograme, en quelque façon que l'on faiſſe mouvoir l'inſtrument.

Les deux grandes regles, & une des petites portent chacune une boîte qui ſe place & s'arrête à tel endroit que l'on veut deſdites regles, par le moyen d'une vis placée au-deſſous; ces boîtes ſont chacune percées d'un trou cylindrique, dans lequel ſe placent alternativement trois choſes, ſçavoir, une pointe à calquer, un canon dans lequel ſe loge un porte-crayon, qui ſe hauſſe ou ſe baiſſe de lui-même, ſuivant l'inégalité du plan ſur lequel on travaille, & enfin un ſupport qui

Le Pantographe de Langlois (1743) – Extrait de « Machines de l'Académie », tome VII (1734-1754). Le Pantographe, ou « Singe », dont le principe reſte appliqué actuellement, permet de reproduire un deſſin donné à une échelle différente (voir page ſuivante). Ce document illuſtre l'intérêt que l'Académie des ſciences a toujours porté aux techniques.

Voyons maintenant les exposés. Depuis cinq ans l'Académie entend, au cours de ses séances publiques, des séries d'exposés sur des thèmes scientifiques d'actualité. Les sujets déjà abordés sont mentionnés dans l'encadré ci-dessus. Une série est organisée sous la responsabilité d'un membre qui fait appel aux meilleurs spécialistes pour traiter les aspects les plus importants du sujet choisi. Il s'agit donc pour chacun d'eux de présenter dans un exposé d'une trentaine de minutes et à l'intention d'un public assez large, averti certes, mais non spécialiste puisqu'il comprend aussi bien des mathématiciens que des médecins, les résultats récents les plus remarquables, les concepts nouveaux qui émergent des recherches, les perspectives qui se dessinent, les enseignements qui se font jour. C'est donc une mission fort délicate qui leur est confiée, mais qui s'inscrit au cœur même des exigences de l'Académie qui tient à demeurer l'un des lieux de travail véritablement multidisciplinaire, toujours à l'écoute des découvertes scientifiques pour favoriser une large diffusion et contribuer à leur insertion dans la vie culturelle.

Enfin, les missions gouvernementales qui nous sont confiées sont de plusieurs ordres. Les autorités nationales peuvent demander à l'Académie des avis ou des études qui peuvent appeler, selon la nature des questions, des modalités de travail variées. Si la question est très précise et assez technique, l'Académie peut charger une commission d'élaborer la réponse : c'est ainsi par exemple qu'en 1979, le Ministère de l'Industrie a demandé à l'Académie de désigner six de ses membres – trois physiciens et trois biologistes – pour examiner et commenter les conclusions du rapport des experts français sur l'accident de la centrale nucléaire de Three Mile Island.



d'apporter une contribution à une étude de portée nationale : tel fut le cas pour le Livre blanc de la recherche : « construire l'avenir » où, après accord avec le secrétariat d'état à la recherche, l'Académie s'est vue confiée la responsabilité du prologue qui devait, à partir d'un historique de la recherche scientifique en France, soulever quelques problèmes généraux qui se posent à elle aujourd'hui.

L'Académie peut être chargée de mener une étude et de rédiger un rapport sur un sujet d'intérêt national d'une certaine ampleur. C'est le résultat d'un travail de cette nature qui a conduit à la publication en décembre 1980 d'un ouvrage de près de six cent pages intitulé « Les sciences mécaniques et l'avenir industriel de la France », rapport rédigé en réponse à une demande formulée par le Président de la République en septembre 1979. Bien qu'il soit trop tôt pour évaluer son influence et faire le bilan des progrès qu'il aura pu entraîner, on peut cependant affirmer que l'accueil qui lui a été réservé et les premières décisions prises au Conseil des Ministres du 11 mars sont encourageants. (Un compte-rendu de l'accueil réservé à ce travail est publié dans la « Vie académique » de juillet 1981). La dernière mission importante confiée par le gouvernement à l'Académie remontait à 1915.

Ces quelques actions conduites par l'Académie durant les dernières années prouvent que sa volonté de servir la Nation par ses réflexions, ses avis et ses travaux, s'est déjà inscrite dans les faits.

Un comité des études et rapports a-t-il été constitué récemment. A quel correspond-il ?

L'Académie a fondé, récemment, un « comité des études et des rapports » (CODER) ; ceci pour affirmer, à la suite des expériences évoquées plus haut, sa détermination de conduire des travaux sur des thèmes qui peuvent soit être proposés par des instances extérieures, soit émaner de l'Académie elle-même. Il convenait en effet de préciser quelque peu les critères auxquels doivent répondre les sujets que l'Académie peut retenir ou accepter, les modalités de travail, les conditions matérielles et financières à satisfaire pour assurer la préparation, la rédaction, l'impression et la diffusion du rapport, la manière dont la responsabilité de l'Académie est engagée par une étude et ses conclusions. Le comité a été mis en place le 9 février dernier ; il a envisagé quelques

thèmes qui pourraient être prochainement proposés à l'Académie. Celle-ci décidera vraisemblablement de lancer deux ou trois premières études cette année.

L'Académie sera ainsi conduite à se pencher souvent sur les problèmes techniques qui sont toujours quelque peu indissociablement liés aux problèmes scientifiques et à associer dans ses groupes de travail des chercheurs et des ingénieurs. C'est d'ailleurs ce qu'elle a déjà fait pour la préparation du rapport sur les sciences mécaniques. Cette activité est donc susceptible d'accroître son insertion dans la communauté nationale scientifique et technique ; mais elle est toute nouvelle ; aussi je ne pense pas utile d'anticiper trop sur l'avenir ; on pourra voir, dans quelques années, comment s'établit le bilan de cette initiative.

Comment travaille-t-on, actuellement entre savants, à l'Institut de France ?

L'Académie des sciences est une sorte de « club ». Nous tenons chaque semaine une séance publique plénière dont l'essentiel est consacré à la vie scientifique : annonce et comptes-rendus de réunions, de congrès et de conférences, présentation d'ouvrages mais surtout présentation orale par les membres ou correspondants des notes aux Comptes-rendus les plus remarquables ; enfin, éventuellement, présentation des exposés dont il a été question plus haut. Tel est le programme habituel des séances ; mais la présence de savants étrangers ou l'actualité scientifique sont souvent l'occasion de communications exceptionnelles très intéressantes. En dépit de l'emploi du temps très chargé de la plupart des membres qui sont en activité, des difficultés de santé que peuvent éprouver certains de nos confrères âgés, des contraintes que pose une résidence en province — c'est le cas de seize de nos membres —, la proportion des présents à ces séances du lundi varie de 40 à 65 %. La fidélité de nos membres s'explique non seulement par le plaisir qu'ils éprouvent à se retrouver régulièrement — c'est l'aspect « club » de l'Académie, souvent évoqué et qui mérite d'être signalé — mais aussi par l'intérêt propre de nos réunions qui sont une source fort appréciable d'informations.

En particulier, le Bureau souhaite donner une importance accrue à la présentation orale des notes qui constitue un mode de diffusion remarquable des résultats importants, notamment au

près des correspondants de presse. La nécessité pour le présentateur d'être accessible aux hommes de science de toutes spécialités l'oblige à dégager et à faire comprendre les éléments essentiels du travail qu'il expose. Bien souvent, les chercheurs ignorent cet avantage supplémentaire d'une présentation aux Comptes-rendus de leurs plus beaux résultats.

Les modalités du travail, en dehors des séances publiques, sont variées. L'Académie tient des « comités secrets » où sont convoqués tous les membres et tous les correspondants qui le souhaitent. Les sections organisent plusieurs réunions dans l'année pour préparer les prises de position et les décisions importantes. Des « commissions temporaires » sont constituées par l'Académie pour traiter des questions spécifiques, par exemple : mise en ligne de candidats, soit à l'Académie, soit à des postes qui font l'objet d'une consultation de l'Académie par le Ministère de tutelle (Collège de France, Muséum national d'histoire naturelle, Observatoire, Conservatoire national des arts et métiers...), propositions pour des prix etc... Enfin, des « comités » exercent une mission permanente : Comité français des unions scientifiques (COFUSI), Comité consultatif du langage scientifique, Comité de défense des droits de l'homme de science (CODHOS), Comité de lecture des Comptes-rendus, Comité des études et rapports (CODER) institué le 15 décembre dernier.

Voici « comment on travaille à l'Académie des sciences ». Mais votre question visait l'Institut au-delà de notre Académie. Il faut avouer que, pour l'instant, les cinq Académies qui constituent l'Institut n'ont pas encore pris l'habitude de travailler ensemble, ni même d'avoir des activités communes hors de la séance solennelle annuelle qui les rassemble sous la coupole le 25 octobre de chaque année. On ne peut que le regretter, car l'Institut qui groupe cinq Académies couvrant l'ensemble des activités culturelles pourrait, à l'heure où notre culture est l'objet de tant de questions ou de contestations, jouer un rôle de premier plan dans l'effort de réflexion, de critique et d'élaboration nécessaire pour parvenir à faire émerger les valeurs unificatrices essentielles sous-jacentes à la multiplicité des disciplines et des activités.

L'Institut, j'en suis persuadé, devrait être l'un des hauts-lieux privilégiés où nos concitoyens, aujourd'hui souvent désarmés, devraient trouver des éléments de réponse aux questions qui les assaillent et quelques pistes pouvant les

conduire à la découverte, au-delà des diversités, des sources de l'unité culturelle de la Nation.

Des problèmes de société – ou d'actualité – peuvent-ils être soumis à l'Académie comme à une « chambre de réflexion », pour examen ? On pourrait imaginer, par exemple, de recourir à l'Académie des sciences pour une étude sur les transferts de connaissances et de technologies des pays industrialisés aux pays en voie de développement. Dans un domaine essentiel pour l'avenir, la formation des esprits, un thème tel que l'éducation scientifique pourrait-il être retenu ? Les conceptions diverses en matière d'enseignement des mathématiques, de la physique, de la biologie, les divergences sur l'enseignement du français, la controverse sur l'informatique dans la pédagogie moderne constituent un domaine complexe où l'on s'affronte volontiers. Mais la qualité de l'éducation aujourd'hui ne conditionne-t-elle pas l'accès à la compréhension des sciences pour l'honnête homme de demain ?

Il est vrai que l'Académie ambitionne de devenir une sorte de « chambre de réflexion » où peuvent être envisagées, étudiées, discutées certaines questions affectant notre vie nationale et où se trouve impliquée l'activité scientifique et technique. S'il faut pour cela accroître sensiblement ses moyens en personnels et en crédits, il n'est pas question de doter notre Compagnie d'une puissante administration pour faire tout le travail par elle-même. Une modalité de consultation qui pourrait être plus souvent mise en œuvre serait de demander l'avis de l'Académie sur un rapport, sur une étude ou sur un ensemble de documents établis par des instances mieux équipées qu'elle pour faire ce genre de travail ; c'est ce qui s'est passé lorsque le Ministre de l'industrie a demandé son avis à un groupe d'académiciens à la suite du rapport des experts français sur l'accident de Three Mile Islands. Même dans les cas où l'Académie prend une initiative, elle cherche souvent à s'associer à une autre instance, société savante ou organisme de recherche, pour rassembler et analyser la documentation, pour collecter et analyser les informations et les renseignements et pour conduire les premières réflexions.

Certains sujets peuvent impliquer des problèmes éthiques difficiles, d'autres peuvent influencer des décisions qui peuvent être lourdes de conséquences sur la vie sociale et la vie quotidienne. L'Académie n'éliminera pas, a

priori, la possibilité de se pencher sur de telles questions, d'en inventorier les composantes et les conséquences scientifiques et techniques et d'éclairer les choix. L'indépendance vis-à-vis des pouvoirs dont elle jouit et qu'elle doit maintenir, la qualité intellectuelle et morale de ses membres qui, bien qu'appartenant individuellement à tous les secteurs d'opinions politiques, philosophiques ou religieux, sont habitués à se considérer comme confrères et à dialoguer dans une atmosphère amicale et sereine, font de l'Académie un des lieux privilégiés où peuvent s'élaborer des réflexions utiles. Mais bien sûr, l'Académie ne doit avoir aucun monopole sur des questions qui intéressent souvent le corps social dans sa totalité. Elle peut donner des avis, mais c'est aux instances responsables de prendre les décisions.

De nombreuses questions ne posent pas de problèmes philosophiques, éthiques ou politiques aussi délicats. Il en est ainsi par exemple de la formation scientifique et de l'enseignement des sciences que vous évoquiez ou encore des orientations et de l'organisation de la recherche, domaines dans lesquels la compétence de l'Académie est certaine, auxquels elle s'est déjà intéressée et qui ont une incidence directe tant sur l'aptitude de notre pays à faire face aux enjeux scientifiques et techniques de demain que sur celle de nos concitoyens à intégrer la compréhension des sciences dans leurs univers personnel et culturel. L'Académie continuera à y apporter une vigilante attention.

Le règlement de 1699 spécifie que « l'Académie aura soin d'entretenir commerce avec les divers savants, soit des provinces du Royaume, soit des pays étrangers ». Au seuil des années 80, quel doit être, selon vous, Monsieur le Secrétaire perpétuel, le rayonnement de l'Académie des sciences sur le plan national et sur le plan international ?

Il faut d'abord expliquer comment l'Académie s'insère dans les structures de la vie scientifique nationale et internationale. De ce point de vue, reconnaissons que l'interaction est assez faible. Les grandes décisions, prises il y a une vingtaine d'années et qui ont modelé notre organisation scientifique, ont en effet ignoré l'Académie des sciences. Sans vouloir interférer avec les grandes institutions et, a fortiori, empiéter sur leurs prérogatives, l'Académie saisira néanmoins les occasions qui lui seront offertes pour être présente là où elle peut et doit exercer une action dans la ligne de sa vocation.

J'ai déjà indiqué que l'Académie était consultée par le Ministre sur tous les emplois du niveau professeur dans les grands établissements d'enseignement supérieur. Elle est aussi appelée à désigner des représentants dans certains conseils ; on constate d'ailleurs à cet égard que, depuis la réforme, son concours est plus fréquemment sollicité. C'est ainsi qu'elle a été amenée à désigner deux membres pour siéger au Conseil d'information électro-nucléaire et un membre pour faire partie du Conseil du Centre national de la recherche scientifique.

Mais au total, la présence organique de notre Compagnie dans les institutions est faible, comme on peut s'en rendre compte par une comparaison, non certes avec les académies de l'Europe de l'Est, qui serait fallacieuse, mais de façon plus réaliste avec, par exemple, la Royal Society britannique. Cette dernière, elle aussi plus que tricentenaire, a une conception du rôle national que peut jouer une Académie des sciences assez voisine de celle qui inspire les initiatives actuelles de notre Compagnie. Grâce à un très petit nombre de chaires et d'allocations de recherche qui sont l'objet d'une très large compétition tant est grand le prestige qui y est attaché, la Royal Society manifeste une présence agissante au cœur des institutions universitaires les plus réputées.

Certes, l'Académie est présente dans les laboratoires français ou dans les diverses structures scientifiques nationales par ses membres et ses correspondants qui, de ce fait, contribuent à son rayonnement. Ce dernier d'ailleurs, s'il est évidemment fonction des pouvoirs dont dispose l'Académie à pour véritable mesure l'estime et l'intérêt que la communauté scientifique porte à son action et à ses publications, et la considération que la communauté nationale porte à ses avis.

Dans le domaine des relations internationales, l'Académie des sciences est de fait l'institution responsable de la représentation française aux diverses unions scientifiques et au Comité international de ces unions (CIUS-ICSU). Cette activité internationale, coordonnée et contrôlée par le COFUSI déjà nommé, s'exerce par les comités nationaux. Les grandes décisions, notamment celles arrêtant la composition des délégations aux assemblées générales des unions, sont soumises à l'Académie.

La comparaison avec les Académies des sciences étrangères montre encore que notre pays pourrait affirmer une présence internationale plus marquée,



L'Institut de France au XVIII^e siècle. Une séance de l'Académie des sciences sous la Coupole.

par exemple dans les institutions internationales non gouvernementales. Elle révèle aussi une assez grande pauvreté à laquelle il conviendrait de mettre un terme : notre Académie ne dispose pas de ressources régulières, si faibles fussent-elles, lui permettant d'inviter des savants et des chercheurs étrangers, même pour un séjour limité ou d'envoyer un de ses membres à l'étranger.

Vous évoquez le règlement de 1699, et de fait la recommandation fut à l'époque suivie de façon exemplaire. Les associés étrangers constituent toujours le signe de ce souci. La liaison qui peut être assurée grâce à eux est souvent précieuse. Mais il n'est pas possible aujourd'hui de s'en contenter. L'Académie doit développer ses moyens pour ne pas être trop indigne de sa prestigieuse tradition. Très prochainement, des dispositions seront étudiées et mises en œuvre pour que puissent s'exercer la vocation et le rôle de notre Compagnie au plan international.

Avec quelles Académies entretenez-vous des relations particulièrement étroites par tradition historique, ou à la suite d'une évolution récente.

Les relations de notre Académie avec les Académies des sciences étrangères étaient assez limitées et réduites aux manifestations les plus traditionnelles : échanges, irréguliers et non systématiques d'ailleurs, d'annuaires et d'index, représentations à certaines cérémonies officielles, des anniversaires marquants par exemple. Mais la résolution de notre Compagnie de se renouveler et d'accroître son influence dans la vie scientifique et dans la vie nationale fut assez vite connue, et nous avons eu avec plusieurs Académies des contacts fructueux et prometteurs, parfois déjà suivis d'effets.

Si nous avons l'intention de développer nos relations internationales, il est clair que le resserrement de nos liens avec les autres Académies s'inscrit au premier rang de cette préoccupation. Plusieurs visites à l'étranger, très souvent en réponse à des invitations lancées par les autres Académies, ont conduit à une meilleure connaissance de nos objectifs, de nos conditions et de nos méthodes de travail, et à de fructueux échanges de vues, notamment sur les missions qui sollicitent les Académies dans le monde d'aujourd'hui.

Ces contacts ont déjà dans certains cas dépassé le stade des bonnes intentions et des échanges réguliers d'informations. Avec l'Académie royale des

sciences de Belgique, ont été organisés deux colloques scientifiques, l'un à Bruxelles (mars 1979), l'autre à Paris (27-29 avril 1981). Un prix très important, le prix Richard Lounsbery, fondé récemment, a permis d'instituer, selon la volonté du donateur, une collaboration permanente entre notre Académie et la « National Academy of Sciences » de Washington : l'attribution est faite tous les deux ans au bénéfice d'un chercheur américain et les autres années d'un chercheur français, par une commission dont les membres sont nommés par les deux Académies. Parallèlement d'ailleurs, ces deux Académies commencent à se consulter plus régulièrement sur des sujets d'intérêt commun (réglementations internationales affectant certaines recherches scientifiques, défense des droits de l'homme de science...). Enfin, des échanges de vues approfondis visant à instaurer une collaboration permanente entre l'Académie polonaise des sciences et notre Académie se sont déroulés à Varsovie ; un protocole a été signé et une déclaration commune, déjà approuvée par les deux Académies, sera signée à Paris prochainement, dès que les circonstances seront favorables.

Quelle peut être la place de l'Académie des sciences, connue pour son indépendance, dans notre société ?

Votre question, même s'il est impossible aujourd'hui de lui donner une réponse précise, rejoint l'une des missions des Académies des sciences qui m'apparaissent de la plus haute importance dans le contexte social et culturel contemporain.

Les sciences et les techniques ont aujourd'hui un poids considérable dans la vie économique et politique ; les pouvoirs publics sont donc conduits à y apporter un intérêt tout particulier et à considérer leurs activités comme facteur décisif de la puissance nationale.

Les applications des sciences et des techniques, si elles manifestent indéniablement un progrès des capacités de l'homme et aussi de ses conditions générales d'existence, renouvellent complètement les modes de vie et leurs conséquences sociales sont parfois source de contestation. Des déséquilibres analogues apparaissent enfin au niveau culturel : la signification culturelle de la science avec les réflexions et les convictions éthiques et philosophiques et à cet égard, ses limites, sont très mal perçues et ce défaut de perception, à l'heure où le prestige de la science et de la technique est trop souvent abusive-

ment utilisé pour couvrir des abus de pouvoir, d'intimidation ou d'endoctrinement, peut conduire désormais à une certaine mise en accusation.

Face aux pouvoirs qui peuvent avoir la tentation de soumettre indûment l'activité scientifique et technique à des visées à court terme, face à une société souvent désemparée et inquiète, les Académies des sciences se trouvent investies d'une mission particulière.

Sans doute, avez-vous perçu et les lecteurs du « Courrier » également, combien cette préoccupation d'une juste insertion de la connaissance scientifique dans la culture contemporaine et de la communauté scientifique dans la vie nationale et internationale était sous-jacente aux initiatives de notre Académie et à la volonté de servir qu'elles traduisent.

Entretien réalisé par Monique Mounier.

LE BUREAU DE L'ACADEMIE DES SCIENCES - 1981

Président : M. Pierre Jacquinot
Vice-Président : M. Jean Bernard

Secrétaires perpétuels :
M. Robert Courrier
M. Paul Germain

Institut de France Académie des Sciences

LES SCIENCES MECANIQUES ET L'AVENIR INDUSTRIEL DE LA FRANCE

Rapport au Président de la République

La mécanique est la science des lois du mouvement et de l'équilibre et de l'application de ces lois à la construction et à l'emploi des machines.

LA DOCUMENTATION FRANÇAISE

La page de couverture du rapport sur les sciences mécaniques.

Les faisceaux d'ions lourds

Grâce aux progrès importants récemment accomplis dans le développement des sources d'ions multichargés et dans l'accélération de ces derniers, on dispose aujourd'hui de sondes nucléaires massives réparties sur l'ensemble de la classification périodique.

L'étude des collisions de ces projectiles lourds avec des noyaux cibles au repos permet de préciser nos connaissances de la matière nucléaire dans des états très différents de l'état d'équilibre et se révèle déjà riche de surprises !

Joël GALIN

Depuis une dizaine d'années, de nouvelles sondes sont de plus en plus utilisées pour étudier les propriétés du noyau de l'atome. Ces sondes sont beaucoup plus massives que les sondes utilisées traditionnellement, les noyaux d'hydrogène ou d'hélium ou encore les neutrons. Ce sont des noyaux dont la masse s'échelonne approximativement entre 12 et 238 unités de masse, c'est-à-dire du carbone à l'uranium. Les physiciens nucléaires appellent généralement physique des ions lourds, la physique nucléaire qui se développe avec les noyaux lourds pour faire référence à l'entité, l'ion, par l'intermédiaire duquel l'énergie cinétique est communiquée au noyau considéré (ou projectile) dans un dispositif accélérateur.

Du fait de leur masse importante, pouvant être comparable à celle du noyau cible, les projectiles lourds permettent de bouleverser très profondément l'organisation interne des deux noyaux en collision. Pour prendre une image, dans une collision ferroviaire, les dégâts sur un convoi à l'arrêt sont plus importants si l'ensemble tamponneur est un autre train constitué de nombreux wagons plutôt qu'une seule locomotive de même vitesse.

De même, dans certaines collisions entre deux noyaux lourds, un en mouvement, le projectile, l'autre au repos, la cible, les deux partenaires peuvent ressortir profondément meurtris, ou pour reprendre un langage plus scientifique, nous dirons qu'ils sont laissés dans les états très différents de leur état fondamental le plus stable. Et, alors que les sondes plus légères révèlent essentiellement les propriétés du noyau au voisinage de son état d'équilibre, les projectiles lourds permettent également d'étendre l'étude du comportement du

noyau à des états très éloignés de l'équilibre, états qui n'étaient pas tous accessibles auparavant.

Les premiers faisceaux d'ions lourds ont été accélérés dès les années 60, mais il a fallu attendre une décennie pour réaliser tout le parti qui pouvait être tiré de telles sondes. Et, ce n'est vraiment qu'au début des années 70 que ce domaine d'étude allait connaître un développement explosif dans le monde entier. L'Institut de physique nucléaire d'Orsay ayant construit à la fin des années 1960, un ensemble accélérateur original (ALICE) a joué un rôle très important dans les premiers développements. Depuis lors, une fraction sans cesse croissante des physiciens nucléaires français s'est orientée dans cette voie. Cette évolution se tra-

duira par la mise en service prochaine de deux ensembles nouveaux d'accélération d'ions lourds en France : le système SARA (ou système d'accélération Rhône-Alpes) à l'Institut des sciences nucléaires de Grenoble en automne 1981 et surtout l'ensemble GANIL (grand accélérateur national à ions lourds) à Caen pour la fin 1982 (fig. 1). Notons que l'accélérateur national SATURNE à Saclay pourra également accélérer des ions voisins du néon à des vitesses relativistes.

Historique

Le noyau de l'atome est constitué de nucléons, neutrons et protons liés entre eux par un « ciment », les forces nucléaires. Outre ces forces de liai-



Fig. 1 - L'accélérateur GANIL construit à Caen, conjointement par l'Institut de physique nucléaire et de physique des particules (IN2P3) et le Commissariat à l'énergie atomique, sera, dès sa mise en fonctionnement (fin 1982) un des accélérateurs d'ions lourds les plus performants au monde. Il pourra accélérer de très nombreux noyaux à travers la classification périodique du carbone à l'uranium, jusqu'à des énergies de 100 MeV/nucléon pour les projectiles les plus légers, avec 10^{12} particules par seconde. Cet ensemble d'accélération est constitué par trois cyclotrons successifs, un compact et deux à secteurs séparés. Sur ce cliché, on peut voir les deux derniers cyclotrons dont les pièces polaires sont en cours de montage en l'absence de la chambre d'accélération.

□ Joël Galin, maître de recherche au CNRS, Institut de physique nucléaire - Orsay.

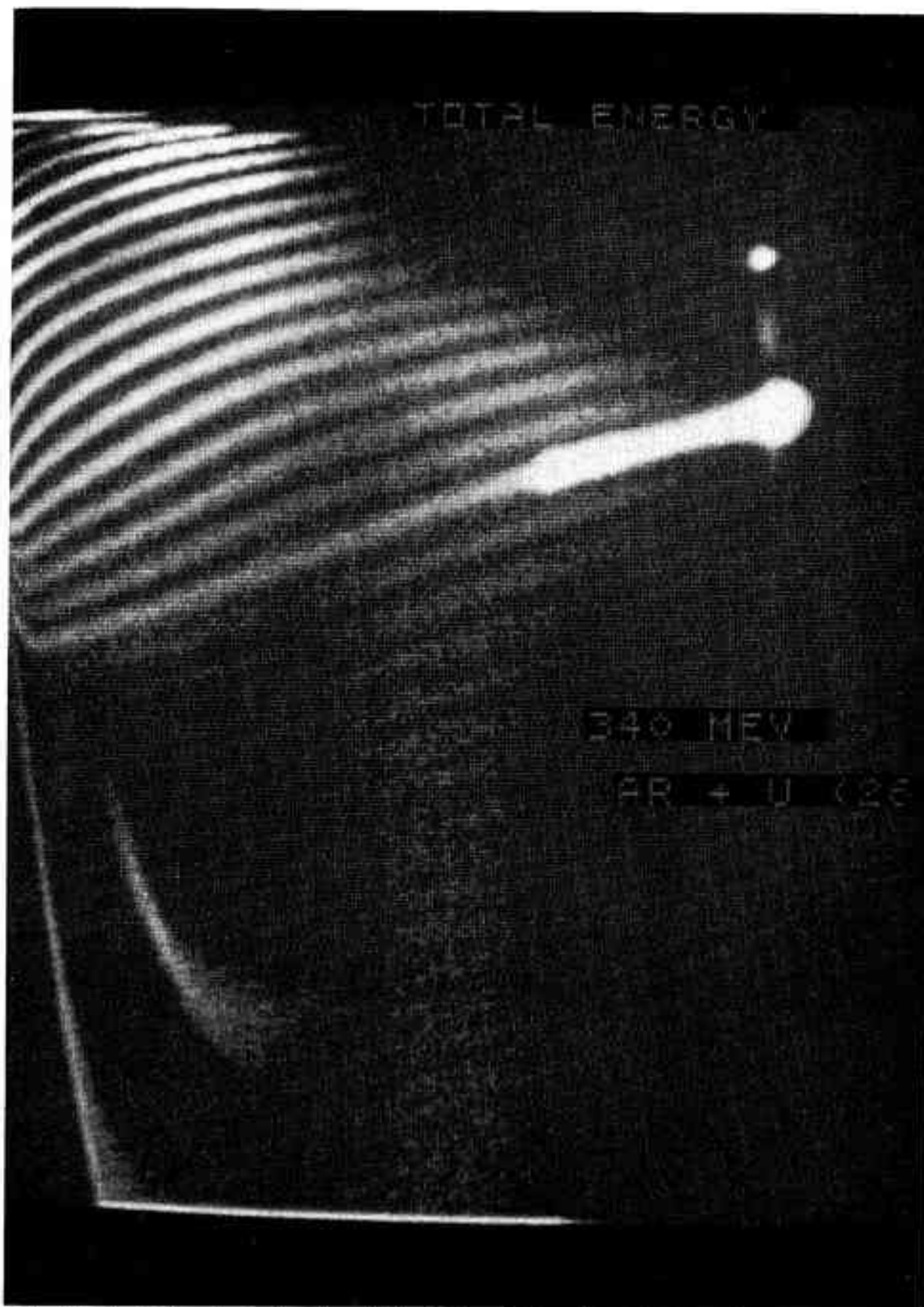


Fig. 2 - L'identification du numéro atomique d'un produit de réaction est réalisée par l'intermédiaire d'un détecteur à gaz du type chambre d'ionisation et d'une diode au silicium, montés en télescope. La connaissance de la perte d'énergie dans le gaz et de l'énergie totale permet d'isoler les différents éléments. L'argon est reconnaissable par le pic de diffusion élastique de forte intensité observé à haute énergie ; de proche en proche, tous les autres noyaux sont facilement identifiables.

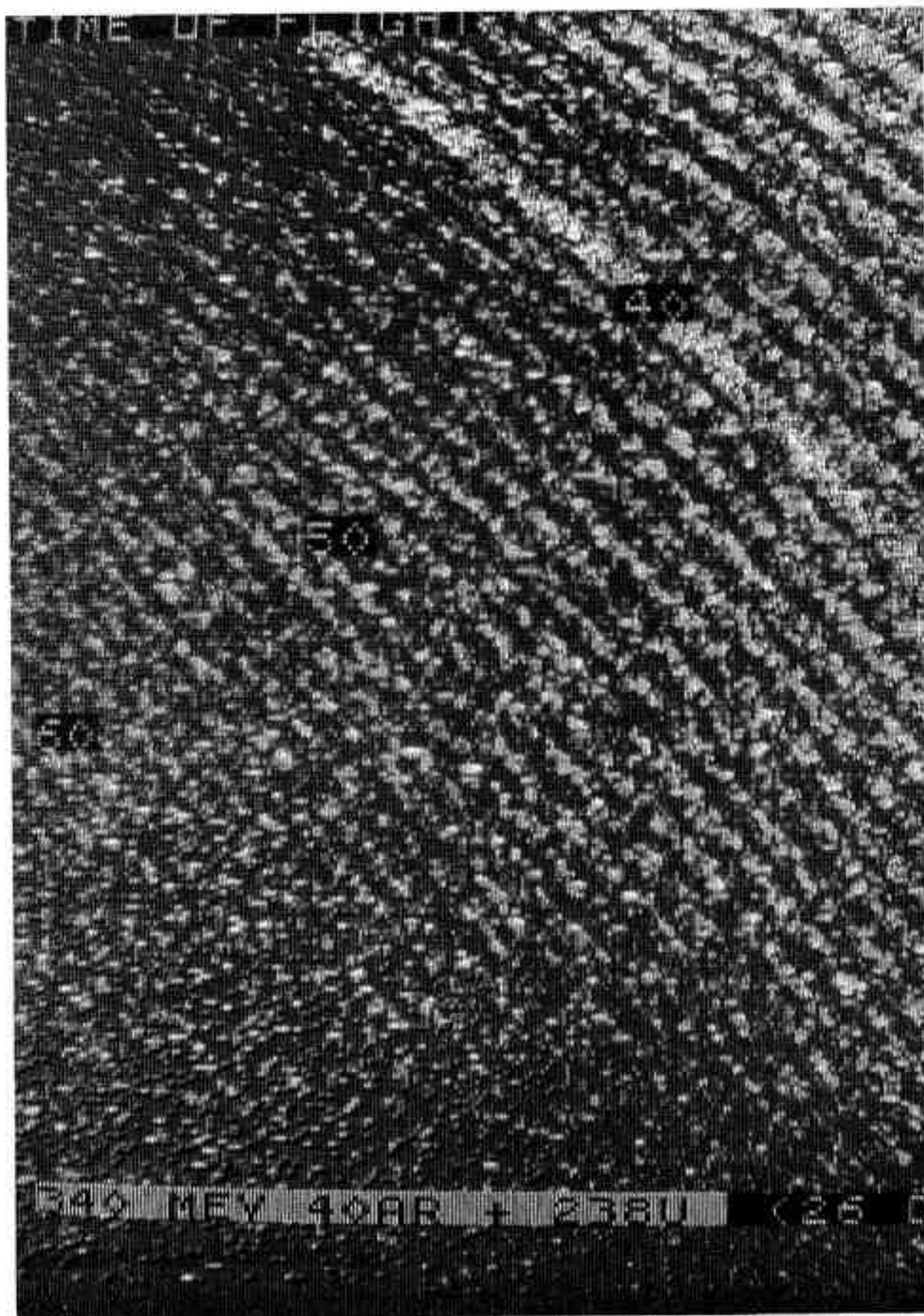


Fig. 3 - La détermination de la masse du noyau est réalisée par mesure simultanée de son énergie cinétique (en ordonnée) et de son temps de vol (en abscisse) sur un parcours de l'ordre du mètre. Les détecteurs de prise de temps, avec une résolution proche de 10^{-10} s, permettent de distinguer très nettement toutes les masses entre $M = 30$ et $M = 65$.

son, les protons exercent entre eux des forces électrostatiques répulsives. Depuis longtemps, les physiciens nucléaires cherchent à comprendre l'organisation des nucléons pour constituer des ensembles stables : les noyaux. Différents modèles ont été successivement proposés pour rendre compte des observations expérimentales qui se sont accumulées.

Tout d'abord, dès que fut découvert le caractère d'interaction forte des nucléons entre eux, le noyau fut assimilé à un ensemble macroscopique : une goutte liquide de matière incompressible et uniformément chargée en volume. Cette première approche à caractère statistique permit, dès les années 40, d'aborder avec un certain succès, l'étude de phénomènes complexes comme celui de la fission du noyau, ou encore le processus inverse de formation d'un noyau composé à partir de deux entités. Ce modèle bien adapté à la description de processus mettant en jeu un très grand nombre de nucléons, ne pouvait rendre compte de propriétés structurales, également observées dans le noyau. A partir des années 50, s'est donc développé un modèle microscopique calqué sur le modèle atomique. Le noyau est alors assimilé à un puits de potentiel dans lequel neutrons et protons sont dans des états quantifiés. Les orbites (1) se trouvent groupées en différentes couches, d'où le nom de modèle en couches. Ce dernier modèle a ensuite été enrichi pour rendre compte non seulement du mouvement des particules indépendantes, mais aussi des mouvements collectifs de vibration et de rotation observés dans le noyau. Ces travaux valurent à leurs auteurs, Bohr et Mottelson, l'attribution du prix Nobel de physique.

Afin de compléter ce bref inventaire des modèles nucléaires, précisons que le modèle macroscopique de la goutte liquide a été complété durant la dernière décennie pour y inclure les effets microscopiques des couches. Le modèle hybride résultant a permis de rendre compte avec succès de deux propriétés importantes observées en fission : l'existence d'une asymétrie de masse des produits de fission et l'existence d'états isomériques de forme.

En évoquant les modèles, il est indispensable de souligner le rôle considérable que jouent les gros ordinateurs en physique nucléaire. En effet, de puissantes méthodes de calcul ont été développées qui ont permis de mettre en œuvre ces modèles. Un exemple significatif en est donné par la théorie

(1) On utilise ici abusivement le terme d'orbite puisque le potentiel n'est pas central comme dans l'atome.

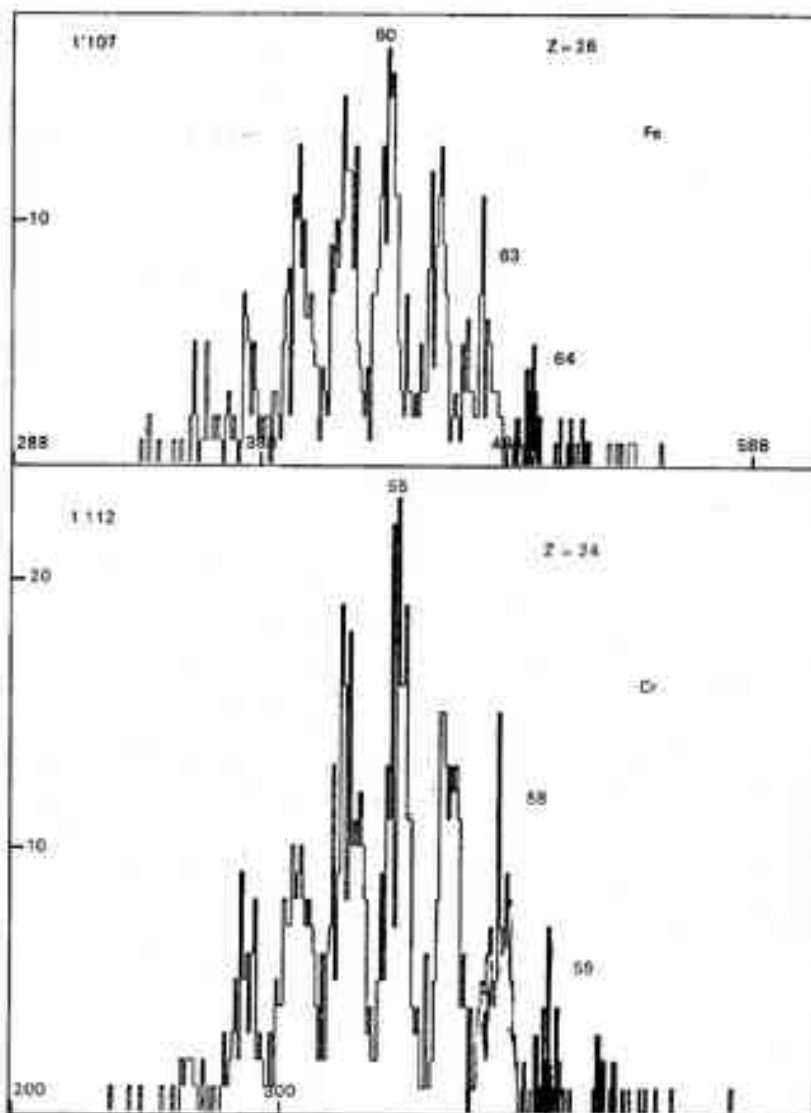


Fig. 4 – Exemple de spectres de masses obtenus auprès de l'accélérateur ALICE en bombardant une cible d'uranium par des projectiles d'argon. Les produits sont en moyenne très riches en neutrons. Dans chaque cas, les deux isotopes les plus riches n'avaient jamais été synthétisés auparavant. Pour comparaison, rappelons que dans la nature, c'est l'isotope 56 du fer et l'isotope 52 du chrome qui sont les plus abondants.

MODELES PHENOMENOLOGIQUES

L'interaction entre deux noyaux lors d'une collision n'est actuellement pas totalement élucidée. Bien que les noyaux soient formés d'une collection de nucléons et que l'on sache traiter l'interaction de deux nucléons, il n'a pas été possible de bâtir, à partir de cette seule interaction fondamentale, une théorie satisfaisante de l'interaction des noyaux entre eux.

Pour décrire ces collisions, une autre démarche consiste à construire des théories « phénoménologiques » bâties sur des règles disparates tenant compte des paramètres les plus évidents dont doit dépendre l'interaction, de certitudes expérimentales et d'analogies avec des objets macroscopiques classiques ayant plus ou moins la structure d'un noyau.

Une des analogies les plus usitées en physique nucléaire conduit au modèle dit de la goutte liquide où les forces, à courte portée, qui assurent la cohésion du noyau sont globalement traitées comme celles qui assurent la cohésion d'une goutte de liquide. Ce modèle a permis pendant longtemps, de développer avec succès l'étude du processus de fission nucléaire dont on sait toutes les applications actuelles.

En revanche, pour traiter les collisions très inélastiques (qui changent profondément la nature des noyaux entrant en collision) on fait appel à des modèles où le noyau composite, transitoirement formé par l'union des deux noyaux initiaux, se comporte comme un gaz de nucléons auquel s'appliquent les notions classiques de transport et de diffusion dans les gaz.

Tous ces modèles phénoménologiques, bien que peu satisfaisants d'un point de vue purement conceptuel, permettent de progresser durant une période où l'expérience devance souvent très largement l'approche théorique plus fondamentale.

Hartree-Fock qui, à partir d'un champ moyen et d'une interaction phénoménologique nucléon-nucléon, permet de reproduire avec succès l'essentiel des propriétés statiques et dynamiques de très nombreux noyaux.

L'introduction des sondes lourdes

Les progrès constants, réalisés dans l'élaboration des modèles de 1940 à 1970, et leurs succès toujours plus nombreux dans l'interprétation des observations expérimentales laissaient penser au début des années 1970 que la branche de la physique s'intéressant au noyau avait atteint un certain degré de maturité. Certes, on était encore loin de disposer d'une représentation unique purement microscopique, basée sur l'interaction élémentaire nucléon-nucléon, cependant, de grands pas avaient été franchis depuis les années où seul le modèle de la goutte liquide était proposé. Aussi, l'apparition de certains résultats de collisions entre deux noyaux massifs fut-elle accueillie avec une certaine gêne. D'abord, on se rendit compte qu'il n'existait aucune estimation prévisionnelle sérieuse au niveau des mécanismes des réactions. Était-ce une simple lacune ? Pourquoi avait-on négligé de mettre en œuvre les modèles pour leur faire jouer tout le rôle prédictif qu'ils auraient dû avoir ? La réponse à ces questions n'allait pas tarder à se manifester : certes, si les propriétés du noyau à l'état fondamental ou à des états faiblement excités étaient relativement bien comprises et reproduites, on se trouvait avec les collisions entre noyaux lourds dans un nouveau contexte. Les bouleversements possibles étaient très importants et les modèles microscopiques existant étaient impuissants à traiter à la fois, tous les degrés de liberté mis en jeu dans la collision. On se retrouvait plus que jamais en face d'un problème à N corps.

Il fallut alors faire preuve d'une certaine modestie et essayer d'interpréter les phénomènes observés, comme il y a une quarantaine d'années, en utilisant et développant des méthodes phénoménologiques. Ainsi depuis dix ans, allait renaître et progresser en parallèle avec la physique nucléaire microscopique classique, une macrophysique nucléaire établissant des similitudes avec d'autres domaines de la physique : la physique des solides et des fluides, en particulier. Dans plusieurs de ces approches, la matière nucléaire est assimilée à un fluide visqueux et lors du choc entre deux noyaux, on interprète certains phénomènes comme manifes-

tation de la friction radiale, ou de la friction tangentielle ; on rend compte de l'échange de nucléons en terme de théories de transport...

Il n'est pas inutile de préciser que pendant plusieurs années, il y eut entre les deux courants d'étude du noyau des difficultés de communication, et la différence de langage n'était sans doute pas le seul obstacle ! Ce n'est que progressivement qu'un certain rapprochement a pu s'opérer. Par exemple, l'approximation du champ moyen quand le noyau est soumis à la perturbation d'un autre noyau (théorie Hartree-Fock dépendant du temps) permet maintenant de traiter, avec un certain succès, des collisions entre noyaux lourds de façon plus microscopique.

Comment les projectiles lourds conduisent-ils à la création de nouveaux états du noyau ou à de nouveaux noyaux ?

C'est sans doute l'étude des mécanismes réactionnels qui a suscité le plus vif intérêt lors de la précédente décennie. Mais en même temps, les projectiles lourds ont été mis à profit pour prolonger les études spectroscopiques classiques, réalisées par le passé avec les seules sondes légères. Tout d'abord, dans les collisions où le projectile ne fait qu'affleurer le noyau cible, quelques nucléons des deux partenaires se trouvent dans un même voisinage durant le très court instant où les deux noyaux sont à leur distance minimale d'approche. Seuls, ces nucléons sont considérés comme actifs lors de la collision ; tous les autres pouvant être relégués au rôle de spectateurs passifs. Différents phénomènes se

manifestent alors, outre la diffusion élastique dans laquelle le système conserve son énergie cinétique totale. Un (ou plusieurs) nucléon(s) peut sauter de son orbite d'origine à une orbite non occupée d'énergie supérieure du noyau d'origine. Si l'orbite correspond à un état non lié, le nucléon est libre. Le nucléon peut également changer de partenaire : c'est un transfert. Sans vouloir entrer dans les détails des méthodes, on devine aisément qu'après identification des produits de réaction et mesure précise de leurs caractéristiques cinématiques, on puisse remonter aux quantités plus fondamentales comme le niveau d'énergie, la parité, le moment angulaire. C'est le domaine de la spectroscopie nucléaire classique par réaction de transfert. Les projectiles lourds jouent en ce domaine un rôle souvent complémentaire à celui des projectiles légers. Une grande sélectivité se manifeste dans les probabilités de transfert, et des états de plus grand moment cinétique peuvent être peuplés. De plus, et au prix d'une certaine difficulté dans l'analyse, les transferts de plusieurs nucléons peuvent être étudiés, avec la possibilité de transfert en une ou plusieurs étapes.

De même, mais plus récemment, l'excitation de modes très collectifs du noyau, les résonances géantes, a pu être observée en utilisant des projectiles lourds.

Il existe un autre domaine de la spectroscopie nucléaire où les projectiles lourds ont commencé à montrer leurs ressources, c'est celui de l'étude des noyaux dits « exotiques » : ces noyaux, caractérisés par une composition « anormale » en nucléons, donc, éloignés de la zone de plus grande sta-

LES ACCELERATEURS D'IONS LOURDS EN FRANCE

La France dispose (ou disposera d'ici peu de temps) d'un parc d'accélérateurs d'ions lourds la plaçant à un tout premier plan mondial dans ce domaine. Ce sont d'abord des accélérateurs de type Van de Graaff (Orsay, Saclay, Strasbourg) délivrant des faisceaux d'ions lourds de relativement basse énergie, mais avec une excellente résolution permettant en priorité des études de type spectroscopique.

Depuis le début des années 1970, l'ensemble ALICE d'Orsay (accélérateur linéaire associé à un cyclotron) permet d'accélérer une trentaine de noyaux allant du Carbone ($Z = 6$) au Xénon ($Z = 54$) avec des énergies atteignant 15 megaélectron volt/nucléon pour les premiers cités à 5 MeV/nucléon pour les derniers.

D'ici fin 1981, l'ensemble SARA à Grenoble (association de deux cyclotrons) permettra d'accélérer des ions carbone, azote, oxygène et néon avec des énergies atteignant 40 MeV/nucléon.

Puis fin 1982, deux systèmes d'accélération permettront d'atteindre un domaine très peu exploité à l'heure actuelle. L'ensemble accélérateur GANIL à Caen, délivrera des faisceaux pouvant atteindre 100 MeV/nucléon pour le carbone et les noyaux voisins, 80 MeV/nucléon pour l'argon, 40 MeV/nucléon pour le xénon, et 10 MeV/nucléon pour l'uranium ; cet ensemble n'aura, pendant plusieurs années, que peu de concurrents étrangers ; d'autre part, le synchrotron SATURNE à Saclay permettra d'atteindre des énergies relativistes (~ 1 GeV/nucléon) pour les noyaux les plus légers (C, Ne) et rejoindra dans ce domaine Berkeley et Dubna.

Enfin, la France participe au programme du synchrocyclotron du CERN atteignant 86 MeV/nucléon pour les noyaux légers (C, Ne).

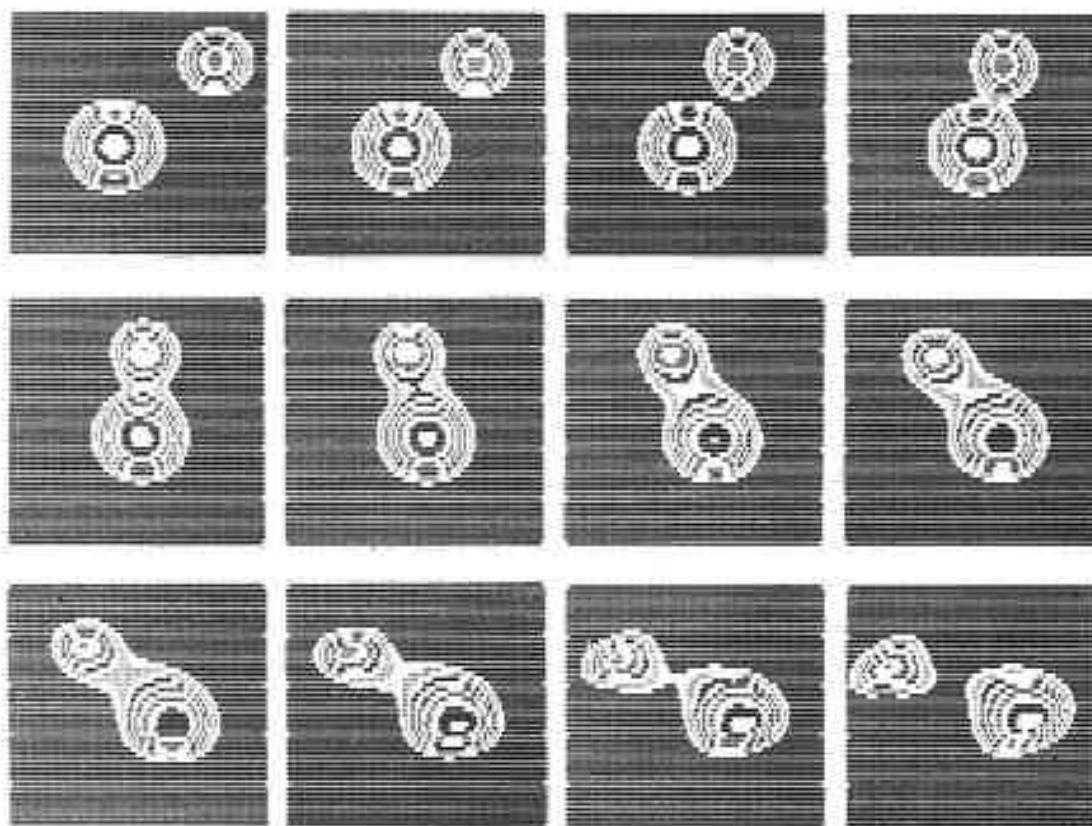


Fig. 5 — Cette séquence représente la collision d'un projectile d'oxygène sur un noyau cible de calcium et résulte directement d'un calcul hartree fock dépendant du temps. En projection dans le plan de réaction, ce sont les densités de matière nucléaire qui sont imprimées sous forme de courbes de niveaux et qui matérialisent l'état du système à des intervalles de temps de $4 \cdot 10^{-22}$ s. On observe d'abord la phase d'approche puis le contact s'établit, le système est soumis à des mouvements internes, assez collectifs, de nucléons qui engendrent des déformations, l'ensemble tourne sur lui-même et finit par se rompre. Il s'agit dans ce cas, d'une collision très inélastique, l'énergie initiale a été essentiellement dégradée, et les deux noyaux s'éloignent avec l'énergie minimum qu'ils peuvent emporter : l'énergie de répulsion coulombienne.

bilité, sont particulièrement intéressants dans la mesure où ils permettent de tester de façon très critique les modèles nucléaires. En effet, si différents modèles s'accordent souvent à prédire des propriétés sensiblement voisines dans la région des noyaux les plus stables, ils divergent notablement lorsque l'on s'éloigne de la zone de stabilité.

Les projectiles lourds permettent à la fois de synthétiser des espèces nucléaires très déficitaires en neutrons et d'autres, au contraire très riches. Sans vouloir entrer dans les détails des mécanismes de réaction, on peut préciser l'origine de ce double comportement. Les réactions procédant par formation du noyau composé, conduisent à des noyaux très déficitaires en neutrons. En revanche, dans d'autres collisions, plus périphériques, les noyaux projectile et

cible échangent des nucléons jusqu'à ce qu'un certain équilibre entre leurs nombres respectifs de neutrons et protons soit atteint ; quand le noyau cible est très lourd, et donc proportionnellement plus riche en neutrons que le projectile, il enrichit ce dernier en neutrons à ses dépens. Ainsi de nouveaux nucléides très riches en neutrons ont pu être récemment synthétisés (fig. 2, 3, 4).

Dans un autre domaine de la spectroscopie nucléaire, l'apport des projectiles lourds est tout à fait déterminant, c'est celui des noyaux de haut spin (haut moment cinétique). Là encore, la richesse de production de noyaux dans de tels états est grande. Par diffusion élastique, en utilisant des projectiles de masse supérieure à cent unités de masse et à des énergies inférieures à celle de la barrière coulom-

bienne que lui oppose le noyau cible, il est possible, par interaction électromagnétique pure, de peupler des états de très haut moment cinétique. D'autre part, dans la formation de noyaux composés et avec des paramètres d'impacts favorables, on peut atteindre des moments cinétiques très élevés (60-70 h et former des noyaux pour lesquels l'essentiel de l'énergie déposée lors de la collision se trouve sous forme d'énergie de rotation. L'étude de la désexcitation de tels états nucléaires, nécessite la mise en œuvre de techniques nouvelles. On peut suivre les changements de forme des noyaux (à travers leur moment d'inertie) en fonction du moment cinétique. C'est là, tout un domaine d'activité extrêmement vivant et dont les perspectives apparaissent très riches.

Avant de clore ce paragraphe montrant l'apport original des projectiles lourds en spectroscopie nucléaire, précisons qu'une équipe allemande a récemment mis en évidence la possibilité de fissions de noyaux après excitation purement électromagnétique en utilisant des sondes très massives. Ici encore des développements importants sont prévisibles.

La relaxation de la matière nucléaire portée loin de son état d'équilibre

C'est dans l'étude des mécanismes de réaction que les collisions de noyaux lourds ont apporté le plus d'éléments nouveaux. En effet, on a observé pour des collisions ni trop centrales, ni trop périphériques, un nouveau type d'interaction inconnu avec les projectiles plus légers. Dans un même événement, on a pu mettre en évidence les caractéristiques connues des chocs centraux, à savoir la dissipation de l'énergie cinétique apportée par le projectile, en énergie d'agitation thermique des nucléons, mais aussi, comme dans des collisions périphériques, les deux noyaux voient leur identité essentiellement préservée. A l'époque, où ces premières observations furent réalisées, on pensait généralement que la dissipation de l'énergie, surtout si elle est importante, devait naturellement procéder par un fort courant d'échange de nucléons entre les partenaires et finalement conduire à l'absorption totale de l'un par l'autre en formant un seul noyau composé. Il n'en est rien. Bien plus, pour certains systèmes mettant en jeu des projectiles suffisamment lourds, la formation de noyau composé ne peut jamais être réalisée, même dans les collisions les plus centrales.

Ce résultat fort surprenant au moment où il fut annoncé (1973) allait marquer une étape importante dans le développement des études réalisées avec des faisceaux d'ions lourds. Tout d'abord, cette absence de formation de noyau composé avec les projectiles les plus lourds allait être ressentie comme un grave handicap. En effet, cette réaction avait été pressentie pour permettre la synthèse d'espèces nucléaires nouvelles : les noyaux dits super-lourds. Pour replacer les faits dans le contexte de l'époque, il est nécessaire de préciser qu'au début des années 1970, une certaine effervescence agitaient les physiciens nucléaires dans le monde entier quant à la possibilité de voir s'étendre le domaine des noyaux liés à un îlot de noyaux au voisinage du numéro atomique 114 et de la masse 298.

En effet, différentes approches théoriques s'accordaient à prédire l'existence de nouvelles couches magiques pour $Z = 114$ et $N = 184$ et donc un surcroît de stabilité pouvant être suffisant pour donner naissance à de nouveaux noyaux. La mise en évidence de telles espèces, si elles existent réellement, aurait constitué un succès tout à fait indéniable pour le modèle en couches et il est facile de comprendre les espoirs mis sur les faisceaux d'ions lourds dans ce contexte. Malheureusement, la méthode pour réaliser leur synthèse n'a pas encore été trouvée.

Un intérêt extrêmement vif s'est alors manifesté en France et progressivement à l'étranger pour étudier plus profondément les collisions qualifiées de très inélastiques. Ces dernières offrent en effet la possibilité assez exceptionnelle de suivre pas à pas les différentes étapes du retour vers l'équilibre. On dispose, par le biais des angles auxquels les produits de réaction sont émis, d'une véritable horloge battant par intervalles de temps, séparés les uns des autres de quelques 10^{-22} s. On a ainsi pu suivre expérimentalement la vitesse de relaxation de différents degrés de liberté du système (mouvement relatif, asymétrie des masses, des charges). On a pu montrer que les deux noyaux, sous l'influence des forces de friction tangentielle, commencent par rouler l'un sur l'autre avant de se retrouver rigidement liés, soumis à un mouvement de rotation unique de l'ensemble. Ces objets quantiques qui sont les noyaux, peuvent être traités comme des entités macroscopiques obéissant aux lois de la mécanique classique.

Les caractéristiques d'échanges de nucléons entre les partenaires sont aussi bien comprises : le système évolue vers son niveau d'énergie potentielle minimum et l'on peut interpréter ces échanges en termes de phénomène de diffusion classique dans un champ de potentiel. A défaut d'avoir des assises microscopiques, ces modèles permettent de reproduire de façon très satisfaisante, l'essentiel des caractéristiques accessibles à l'expérience. Ils sont de plus en plus utilisés pour prédire les conditions les plus favorables à la synthèse d'espèces exotiques dont on souhaite réaliser ensuite une étude spectroscopique.

La situation présente et le futur

Ce rapide bilan d'une dizaine d'années d'études du comportement de la matière nucléaire avec des sondes lourdes est forcément incom-

plet. Nous avons essayé, en choisissant quelques éléments parmi les plus significatifs, de montrer la grande richesse des phénomènes et les difficultés auxquelles on s'était heurté pour en rendre compte. L'approche macroscopique des mécanismes de réaction a permis dans une première étape, de clarifier et de progresser dans l'étude des mécanismes de réaction. On peut douter qu'une interprétation totalement microscopique de ces processus extrêmement complexes puisse être donnée avant bien longtemps. Pourtant dans les dernières années, de grands progrès ont été accomplis dans des approches de champ moyen avec interaction effective nucléon-nucléon (« approximation hartree-fock » dépendant du temps) (fig. 5).

On saisit difficilement aujourd'hui tout l'apport des projectiles lourds aux développements de la spectroscopie nucléaire. On mesure cependant déjà la grande richesse des possibilités de synthèse de noyaux exotiques, déficients ou riches en neutrons, ou de grand moment cinétique. De patientes études systématiques vont maintenant progresser.

Nous avons volontairement limité ce bilan aux réactions induites par projectiles lourds de basse énergie, puisqu'ils étaient jusqu'à maintenant les seuls disponibles en France. Avec la mise en service de différents accélérateurs à énergie intermédiaire (SARA à Grenoble, GANIL à Caen) et relativiste (SATURNE à Saclay), de nouvelles conditions vont être réalisées qui vont aussi stimuler la recherche de phénomènes dont on peut prévoir la manifestation. Ce sont la création d'ondes de choc au sein de la matière nucléaire, l'existence d'autres états stables de cette matière à densité supérieure à la densité normale, la création de pions par effet collectif au-dessous du seuil... Avec toutes ces nouvelles sondes disponibles, l'approfondissement de la connaissance des propriétés de la matière nucléaire restera dans les années à venir un domaine de recherche extrêmement exaltant et sans doute riche de surprises.

BIBLIOGRAPHIE

- Informations sur GANIL par M. Lefort, le Courrier du CNRS, octobre 1980.
- European conference on nuclear physics with heavy ions, Caen, 1976, Journal de physique 37, C5 (1976).
- Deuxième colloque franco-japonais de physique nucléaire avec des ions lourds, Gif-sur-Yvette, octobre 1979, Comptes rendus.
- International conference on nuclear behaviour at high angular momentum, Strasbourg, avril 1980, Supplément au Journal de physique, C59, 1980.
- Heavy ion collisions, ed. by R. Bock (North Holland, Amsterdam, 1980).

Les effets économiques indirects du TGV

Un investissement aussi considérable que celui que représente le TGV ne se fait pas sans études d'impact préalables ; au-delà même de sa mise en service, ces études se poursuivent sur divers plans, sociaux, économiques, démographiques. Le CNRS est associé à ces travaux menés par le Ministère des transports, à travers l'Institut de recherches des transports, le Centre d'études techniques de l'équipement de Lyon, les services spécialisés de la SNCF et d'Air-Inter.

Alain BONNAFOUS

Lorsque pour mieux comprendre les causalités d'un phénomène, on ne dispose pas de cet instrument fondamental de la science qu'est l'expérimentation contrôlée, on est réduit à interroger les événements tels qu'ils se présentent. Cela peut se faire soit à travers une certaine connaissance du passé, soit à travers l'observation du changement à mesure qu'il s'opère. La mise en service de la ligne de chemin de fer à grande vitesse entre Paris et Lyon constitue pour le laboratoire d'économie des transports, une occasion à ne pas manquer d'une telle observation « en temps réel ».

Une modification importante d'un système de transport peut provoquer de multiples effets qu'il est d'usage de distinguer selon deux catégories : d'une part les effets directs qui sont relatifs aux déplacements de biens ou de personnes, d'autre part les effets indirects qui concernent les activités liées à ces déplacements et plus particulièrement la manière selon laquelle ces activités sont organisées dans l'espace. Une modification des flux de transport est un effet direct ; une modification de la localisation des activités qui génèrent ces flux relève des effets indirects. La première catégorie d'effets sera étudiée avec attention par la SNCF et par Air-Inter car pour ces sociétés d'exploitation, une connaissance fine de la demande et de son évolution est indispen-

sable. Par contre, les effets indirects éventuels du train à grande vitesse (TGV) ne les intriguent guère car ils sont étrangers à leur mission. C'est donc en collaboration avec la DATAR (1) et des organes de recherche du Ministère de l'équipement (2) que le Laboratoire d'économie des transports a entrepris un programme de longue haleine qui se présente comme une sorte d'opération de suivi des effets indirects du TGV. Le CNRS collabore ainsi à un programme plus vaste encore qui englobe les suivis des effets directs et des effets indirects du TGV.

Mais quels peuvent être ces effets ? Comment doit s'opérer la mise au point des appareils d'observation pour qu'ils puissent être décelés ? C'est en répondant successivement à ces deux questions que nous présenterons, dans ses grandes lignes, cette recherche.

Un vieux débat, mais un problème nouveau

Il est bien rare qu'un investissement de transport ne soit considéré comme un moyen de développement régional. Il existe une sorte de mythe selon lequel une liaison nouvelle déverse l'abondance en même temps qu'elle assure le déplacement des personnes ou des biens. Venue de la nuit des temps, cette image fut confortée par la distribution géographique, au siècle dernier, des activités industrielles qui se sont inscrites sur des espaces desservis par des infrastructures portuaires fluviales ou ferroviaires. Consommant et produisant des pondéreux, ces industries ne pouvaient en effet se

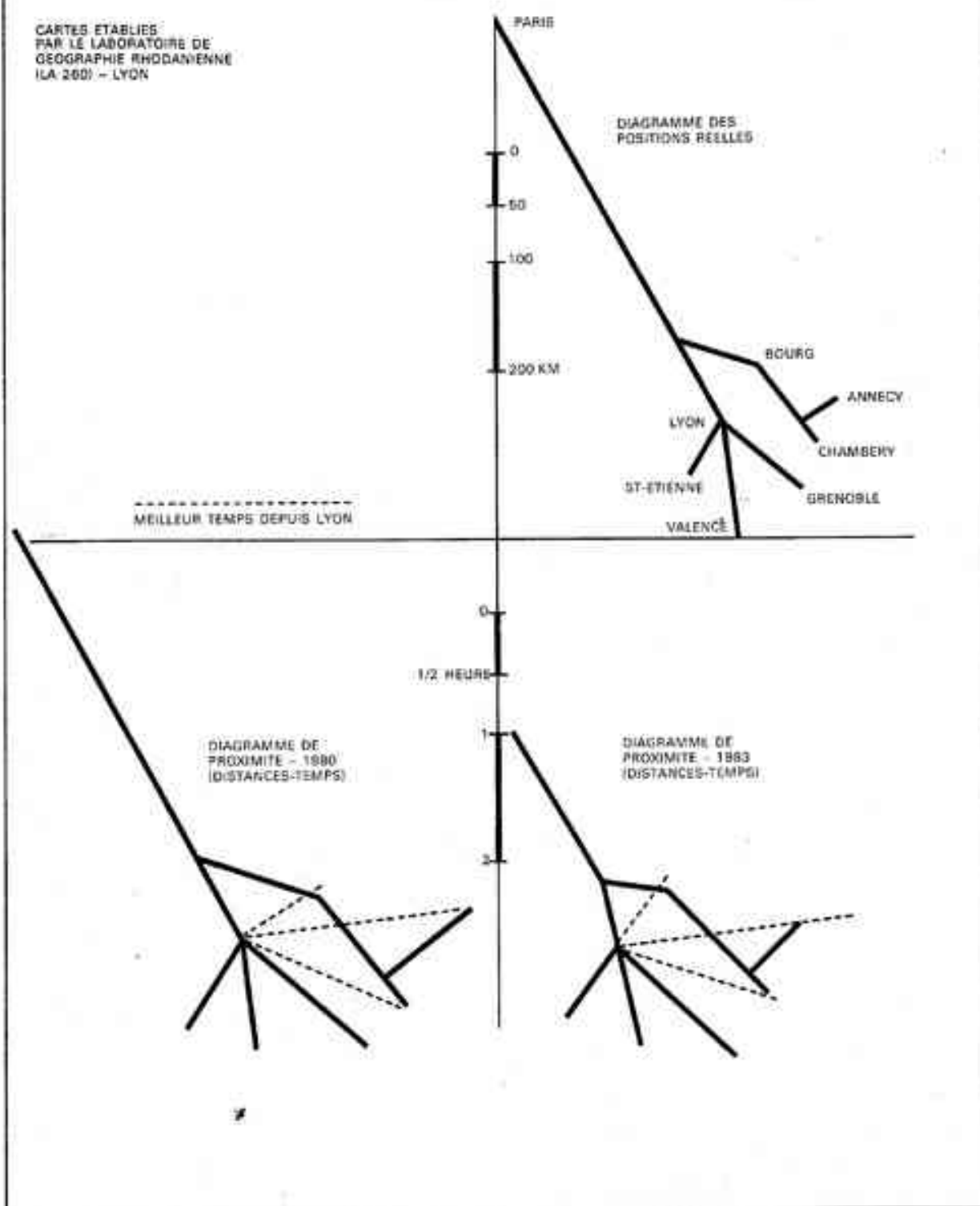
développer sans que des infrastructures de transport leur soient offertes. Le mythe est aujourd'hui bien vivant en dépit de contre-exemples têtus. Le plus flagrant tient à l'aggravation des inégalités régionales de développement dans la période de l'après-guerre à nos jours, en dépit d'un accroissement considérable de l'offre de transport, en particulier dans le domaine routier : les régions les moins favorisées ont vu le plus souvent s'accroître leur retard, malgré les sur-capacités de transport qui les desservait.

Les inégalités de développement régional ont pourtant suscité des politiques d'aménagement du territoire qui avaient pour premier objectif de les réduire. A mesure que le choix des infrastructures de transport est devenu moins dépendant d'une logique de l'urgence consistant à résorber les goulots d'étranglement, il a pu être intégré dans une politique d'aménagement au point d'en devenir, dans certains cas, l'instrument privilégié. Le mythe s'est donc perpétué en dépit de la connaissance encore très incertaine que nous avons des effets structurants des infrastructures de transport (3). Cependant, si tous les grands projets autoroutiers ou fluviaux sont l'objet d'un discours euphorique quant aux effets qu'ils ne manqueront pas d'avoir sur les régions traversées, il faut observer que ce ne fut pas le cas jusqu'ici de la ligne de train à grande vitesse Paris-Lyon. Il y a deux grandes raisons à cela.

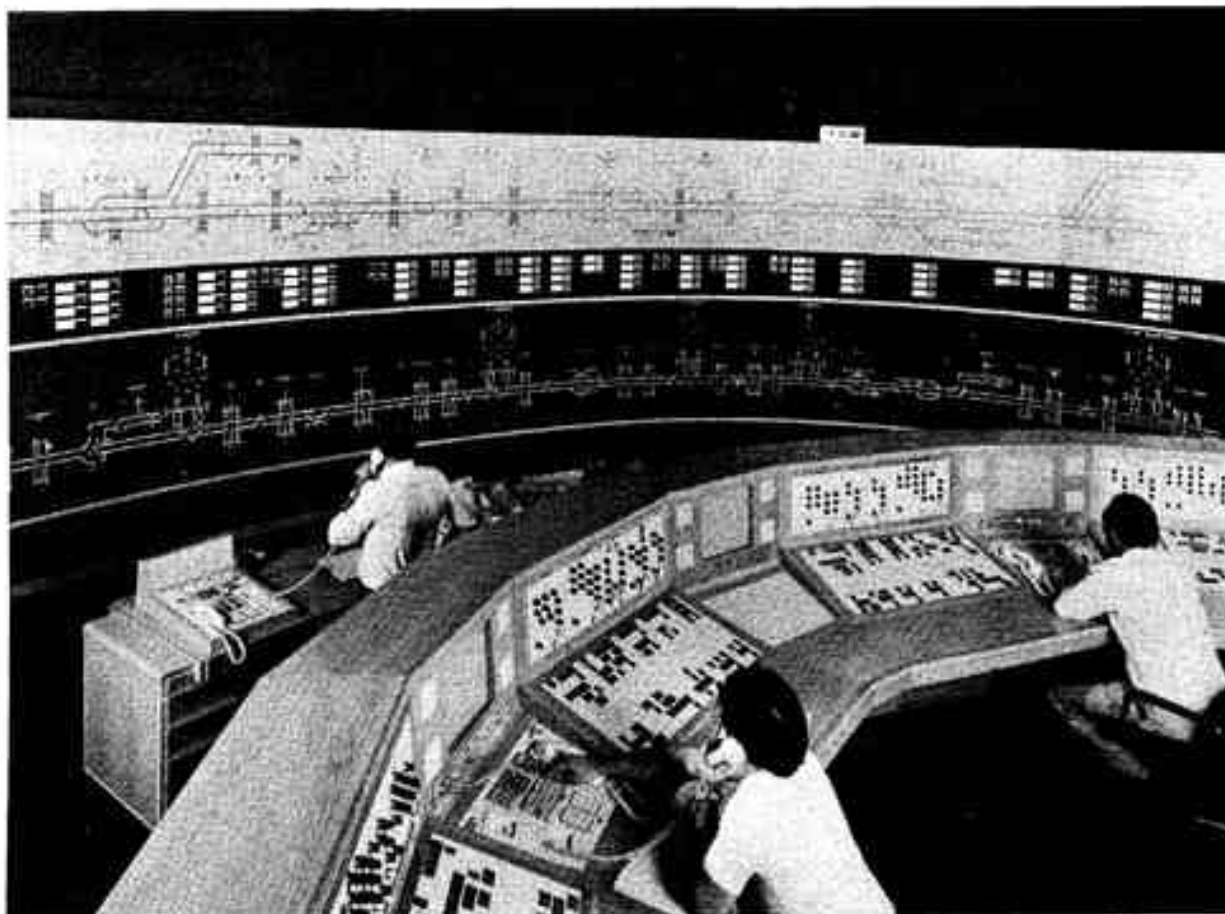
La première, c'est que les partisans du projet, et en tout premier lieu la SNCF, ont pu faire l'économie de ces considérations dans la mesure où l'ar-

□ Alain Bonnafois est directeur du Laboratoire d'économie des transports (LA 314) et professeur à l'université de Lyon II et à l'Ecole nationale des travaux publics de l'Etat.

CARTES ETABLIES
PAR LE LABORATOIRE DE
GEOGRAPHIE RHODANIENNE
(LA 260) - LYON



Les « distances-temps » avant et après la mise en service du TGV. - Les trois « cartes » représentent les positions relatives de Paris et des villes de Rhône-Alpes selon trois ensembles de distances : les distances kilométriques à vol d'oiseau (diagramme des positions réelles) ; les distances proportionnelles au temps de parcours de la SNCF en 1981, avant la mise en service du TGV ; les distances proportionnelles au temps prévus en 1983 après la mise en service définitive du TGV. Pour ces deux derniers graphiques, les distances-temps avec Paris sont représentées en trait plein et avec Lyon en trait pointillé. (Extrait de la Revue de géographie de Lyon, n° 3/1980 in « Rhône-Alpes, capitale Paris ? Les effets prévisibles du TGV » par Alain Bonnafous).



Le poste d'aiguillage et de régulation (PAR) de la ligne nouvelle Paris-Sud-Est, situé à Paris. (Cliché SNCF-CAV).

gument fondamental et suffisant du TGV a été la perspective de sa rentabilité commerciale. C'est une rare vertu pour un investissement lourd de transport qui est justifié, dans la généralité des cas, par une rentabilité sociale faisant intervenir des avantages divers (gains de temps, de sécurité, de confort...) en sus de la stricte rentabilité financière.

En second lieu, toute hypothèse sur les effets indirects du TGV serait téméraire car lorsque de tels effets sont pris en considération, il s'agit généralement d'effets de traversée qui sont censés se propager dans les zones desservies. Or, le TGV n'est pas un chemin de fer ordinaire reliant un chapelet de gares ; seules les gares de Montchanin-le Creusot et de Macon seront desservies par quelques rames entre Paris et Lyon.

Si donc la nouvelle ligne doit produire des effets économiques indirects, ils ne seront pas identiques à ceux que l'on attend des transports terrestres traditionnels : il ne convient plus de raisonner en termes d'effets de traversée mais en termes d'effets d'extrémités, ou de pôles. Cela nous amène tout naturellement à préciser ce qui va se passer entre ces extrémités, c'est-à-dire à qualifier la modification des conditions de

transport qui va s'opérer avec l'ouverture de la ligne nouvelle.

Rappelons tout d'abord que cette ligne nouvelle assurera exclusivement un trafic passager et que le transport ferroviaire de marchandise n'est que très marginalement concerné par le soulagement de la voie traditionnelle entre Paris et Lyon via Dijon. Il en résulte que les effets indirects éventuels de cette nouvelle desserte seront liés aux déplacements des personnes et ne concerneront pas tant les localisations industrielles que les organisations spatiales des marchés et des entreprises, ainsi que nous le verrons un peu plus loin.

En outre, si le Sud-Est est tout entier concerné par les gains de temps que permet le train à grande vitesse, il faut bien observer que seules les villes de la région Rhône-Alpes bénéficient de gains relatifs suffisants pour rendre le train pratiquement aussi rapide que l'avion sur les relations avec Paris de centre à centre, et cela avec un coût moindre et des fréquences supérieures.

Mais l'amélioration de l'offre de transport est essentiellement caractérisée par le fait que c'est exclusivement la relation entre Paris et chacune des villes de Rhône-Alpes qui est améliorée, cependant que les relations intra-

régionales demeurent inchangées. La capitale se rapproche ainsi d'une armature régionale qui conserve les mêmes distances-temps (voir figure).

Les effets de pôle, qu'il conviendra de déceler, s'inscrivent donc dans une hiérarchie urbaine déjà marquée par le phénomène séculaire de la « centralité » parisienne, et dont on peut se demander s'il n'a pas toutes les chances de s'accroître. L'enjeu est à l'évidence le risque d'effacement de places centrales régionales parmi lesquelles Saint-Etienne, Grenoble et surtout Lyon ont le plus à perdre. Il reste à savoir par quel type de transformation économique, cet effacement peut s'opérer.

Les transformations visées et les instruments d'observation

L'axe d'affaires Paris-Rhône-Alpes est déjà une réalité, concrétisée par quelques milliers de déplacements quotidiens dans chaque sens. C'est en partant de cette réalité que l'on peut le plus facilement préciser, les activités qui sont concernées par la mobilité pour motifs professionnels sur cet axe. C'est ainsi que le Laboratoire d'économie des transports a procédé à

une enquête en collaboration avec l'Institut de recherche des transports, auprès de quelques quatre mille voyageurs du train, ou de l'avion entre Paris et Rhône-Alpes. Cette enquête était de conception relativement simple car remplie par les enquêtés, dans le train ou dans l'avion, sans l'assistance d'un enquêteur. Les questions permettaient cependant de repérer les déplacements pour motif professionnel, de situer la personne enquêtée, y compris sa fonction, et de connaître le motif principal du déplacement. Il s'agissait en somme de connaître les déterminants de cette mobilité professionnelle dont les conditions de transport sont profondément modifiées. Quelques résultats très simples (4) nous permettront d'illustrer notre propos (voir tableau sur la décomposition des motifs du déplacement).

Les quatre premières colonnes de ce tableau représentent les déplacements liés à des actes marchands, achats ou ventes de biens ou services, soit près de quatre sur dix des personnes interrogées. On y observe que ce sont surtout des ventes qui engendrent des déplacements et qu'en la matière, il y a dissymétrie entre les deux sens. Les « vendeurs » parisiens sont en effet plus nombreux que les « vendeurs » rhône-alpins. Mais le fait le plus significatif de ces déplacements liés à un acte marchand est sans doute l'importance relative du marché des prestations de service par rapport à celui des biens.

Il y a donc en ce domaine un exemple flagrant de « point sensible » qui méritera d'être suivi avec attention : le marché des services (principalement bien entendu les services aux entrepri-

ses) qui est déjà fortement intégré entre Paris et Rhône-Alpes et sur lequel semble déjà se vérifier une certaine domination parisienne, se verra-t-il plus marqué encore par cette domination avec les commodités du TGV ? Si l'on tient compte de ce que la région Rhône-Alpes est la seule région de France dont les capacités en matière d'activités de service autorisent une certaine autonomie et un certain dynamisme local, ainsi que l'ont montré les travaux de la DATAR, on voit bien qu'il y a là un enjeu très important.

On observe sur le tableau des motifs de déplacement une autre singularité qui mérite attention : le poids des motifs liés à des relations internes aux entreprises et aux groupes (5ème et 7ème colonne) est considérable puisque près de 40 % des déplacements semblent justifiés par ce motif. Ce qui est en cause ici, ce n'est plus l'organisation spatiale des marchés, mais l'organisation spatiale et fonctionnelle des entreprises à établissements multiples. Au regard d'un développement équilibré du territoire, il n'est pas indifférent de savoir, pour les grandes firmes, où se localisent respectivement les centres directionnels, les centres de recherche, les unités de production, etc... Or, cette organisation spatio-fonctionnelle des firmes n'est évidemment pas insensible aux possibilités de déplacement des cadres concernés. Là encore, il y a un enjeu lié aux commodités du TGV.

A défaut d'avoir pu entrer dans les détails, nous avons aperçu la nécessité de réaliser l'opération de suivi auprès des entreprises elles-mêmes. Les deux exemples de points sensibles que nous

venons d'évoquer abondent dans ce sens. C'est auprès des entreprises que l'on peut déceler des modifications éventuelles dans les aires de marché. C'est auprès des entreprises également que l'on peut prendre connaissance des nouvelles formes de leur organisation spatio-fonctionnelle. Une telle opération est actuellement mise en place et devrait donner lieu à une première enquête auprès d'entreprises à l'automne 1981, c'est-à-dire, à une sorte d'observation initiale.

Il reste que la mise à jour de transformations n'est pas une fin en soi. Leur interprétation demeure la principale difficulté et dans cette interprétation, le rôle du TGV sera d'autant moins aisé à préciser qu'un autre rapprochement tout aussi sensible s'opère simultanément dans l'espace, qui est celui de la télématique. C'est dire que la recherche doit tout à la fois élucider les déterminants des déplacements professionnels et l'interaction de ce phénomène avec les mutations de tout le système d'information qui anime l'activité économique. Les moyens de trouver un peu d'ordre dans cette complexité commencent à être connus, il n'est que de les prendre.

(1) Délégation à l'aménagement du territoire et à l'action régionale.

(2) Plus précisément, l'Institut de recherche des transports (IRT) et le Service d'analyse économique (SAE).

(3) Cf. sur ce thème, l'ouvrage « Les autoroutes et le développement régional » de P. Planard, Economica, P.U.F. 1976.

(4) Les résultats généraux de l'enquête ont été présentés dans « Les déplacements d'affaires Paris-Rhône-Alpes » de A. Bensaïsson, D. Pafier-Marque, P. Planard, *Études et recherches du Laboratoire d'économie des transports*.

	VENTE D'UN PRODUIT	ACHAT D'UN PRODUIT	VENTE D'UNE PRESTATION DE SERVICE	ACHAT D'UNE PRESTATION DE SERVICE	N V ENTI
PARIS → RHÔNE-ALPES	15,1	5,4	18,9	4,2	3
RHÔNE-ALPES → PARIS	10,5	5,4	12,1	3,7	2
DANS LES DEUX SENS	12,8	5,4	15,5	3,9	27



La ligne nouvelle Paris-Sud-Est. Le viaduc de la Digoine en Saône-et-Loire. (Cliché SNCF-CAV).

RENCONTRE AVEC D'AUTRES AGENTS DE :			ACTIVITES		CONTACT AVEC L'ADMINISTRATION	TOTAL
VOTRE ENTREPRISE	VOTRE ADMINISTRATION	VOTRE GROUPE	D'UN GROUPEMENT PROFESSIONNEL	D'UNE ORGANISATION SYNDICALE		
31,4	2,5	9,8	6,8	1,0	3,9	100
24,2	7,8	11,8	13,8	4,8	8,4	100
27,8	6,7	10,7	10,1	2,7	6,2	100

Mesure des champs électriques ionosphériques auroraux par l'expérience STARE

Chercheur français bénéficiant d'une bourse à l'étranger,
Jean-Paul Villain fait le bilan de l'apport scientifique et personnel de son séjour au
Max Planck Institut für Aeronomie.

Jean-Paul VILLAIN

Grâce à l'obtention d'une bourse A. von Humboldt, J.P. Villain a été accueilli, dès la fin de ses études universitaires (thèse de 3ème cycle) et pendant dix-huit mois, par le Max Planck Institut für Aeronomie situé en République fédérale d'Allemagne, dans la région de Göttingen. Le MPI für Aeronomie est un laboratoire de recherche tourné essentiellement vers la géophysique spatiale, comprenant environ deux cent cinquante personnes dont soixante-dix chercheurs et disposant d'importants moyens financiers, techniques et informatiques. Le MPI für Aeronomie a développé de nombreux instruments de sondage de l'atmosphère terrestre à partir du sol et participe activement à la construction de sondes spatiales dans le cadre de nombreux projets internationaux, en particulier avec l'agence spatiale européenne et aux Etats-Unis avec la NASA (National aeronautics and space administration). J.P. Villain a ainsi pu participer aux recherches menées en zone aurorale par cet institut dans le cadre du projet STARE (Scandinavian twin auroral radar experiment) et profiter ainsi pleinement d'une technique nouvelle de diagnostic de la magnétosphère.

Dans cet article sont présentées, le contexte physique qui a amené le MPI für Aeronomie à développer l'expérience STARE, l'expérience qui a servi de base au séjour de J.P. Villain en République fédérale d'Allemagne, puis l'ensemble des recherches personnelles effectuées essentiellement sur la résonance des lignes de force du champ magnétique terrestre à l'intérieur de la cavité magnétosphérique ; le tout en essayant de faire ressortir l'intérêt d'un tel séjour à l'étranger à la fois d'un

point de vue scientifique et personnel.

Les « aurores radio »

Dès 1938, des échos radios ont pu être associés aux aurores visibles dans les zones de haute latitude. Mais c'est seulement à partir de 1950 que des études intensives de ces échos radars, en provenance des régions où se produisent les aurores, ont été entreprises. Le nom de « aurores radio » a été donné à ces phénomènes. La localisation précise de ces aurores radio a montré qu'elles étaient étroitement liées à l'électrojet auroral.

L'électrojet auroral est le lieu des pieds des lignes de force du champ magnétique terrestre voisines de la magnétopause (limite d'influence entre le champ magnétique terrestre et le flux de plasma éjecté par le soleil à grande vitesse appelé le vent solaire). Le plasma magnétosphérique de ces régions subit l'influence du vent solaire et est le siège de mouvements intenses du plasma qui engendrent eux-mêmes des champs électriques importants perpendiculairement aux lignes de force. La très forte anisotropie de conductivité électrique d'un plasma baignant dans un champ magnétique (dû à la grande mobilité des électrons le long des lignes de champ magnétique) permet la projection presque intégrale de ces champs électriques le long des lignes de force jusqu'à l'endroit où elles rencontrent la couche conductrice qu'est l'ionosphère vers 110 km d'altitude où ces champs électriques provoquent alors d'intenses courants horizontaux. Ces courants forment une sorte de ruban de quelques centaines de kilomètres de largeur, répartis le long d'une courbe quasi-circulaire nommée aussi ovale auroral, du fait qu'on y observe dans le ciel nocturne, la luminosité des aurores. Les champs électriques régnant dans l'électrojet auroral sont en quelque sorte, le reflet quasi-parfait des mouve-

ments de plasma de la magnétosphère externe qui est le plus souvent en évolution dynamique vers un état d'équilibre avec le vent solaire (1).

Les ondes électromagnétiques émises par le radar sont diffusées de façon cohérente par les irrégularités d'ionisation dont l'électrojet auroral est le siège, provoquant ainsi les « aurores radio ». Une interprétation préliminaire du mécanisme de production et des caractéristiques de ces irrégularités d'ionisation n'a été développée qu'en 1963. Sous l'effet du champ électrique, les électrons du plasma ionosphérique sont accélérés et lorsque leur vitesse ($v = E \times B/B^2$) dépasse la vitesse acoustique des ions (de l'ordre de 350 m/s, ce qui correspond à un champ électrique d'environ 17 mV/m), il y a alors croissance d'instabilités de plasma de divers types qui sont la source des irrégularités d'ionisation. Les travaux théoriques et expérimentaux menés conjointement dans ce domaine ont permis l'interprétation des caractéristiques des « aurores radio » observées. Entre autres, ces travaux ont montré que la vitesse de phase des irrégularités dans l'électrojet mesurée par radar était approximativement égale à la vitesse radiale acquise par les électrons, sous l'effet du champ électrique et par la même étroitement liée à la composante du champ électrique perpendiculaire au faisceau radar.

Le projet STARE

Partant de cette double idée de base :

- les vitesses de dérive des irrégularités d'ionisation de l'électrojet auroral sont utilisées comme principe de mesure du champ électrique ionosphérique,
- le champ électrique ainsi mesuré

□ Jean-Paul Villain, attaché de recherche au CNRS, travaille sur les instabilités de plasma dans l'ionosphère aurorale au laboratoire de sondages électromagnétiques de l'environnement terrestre, Toulon.

(1) Pour une description plus détaillée de ces phénomènes, on pourra utilement se référer aux articles concernant ce sujet publiés dans « 1978 Images des sciences de la terre, de l'océan et de l'espace », supplément au n° 30 de Courrier du CNRS.

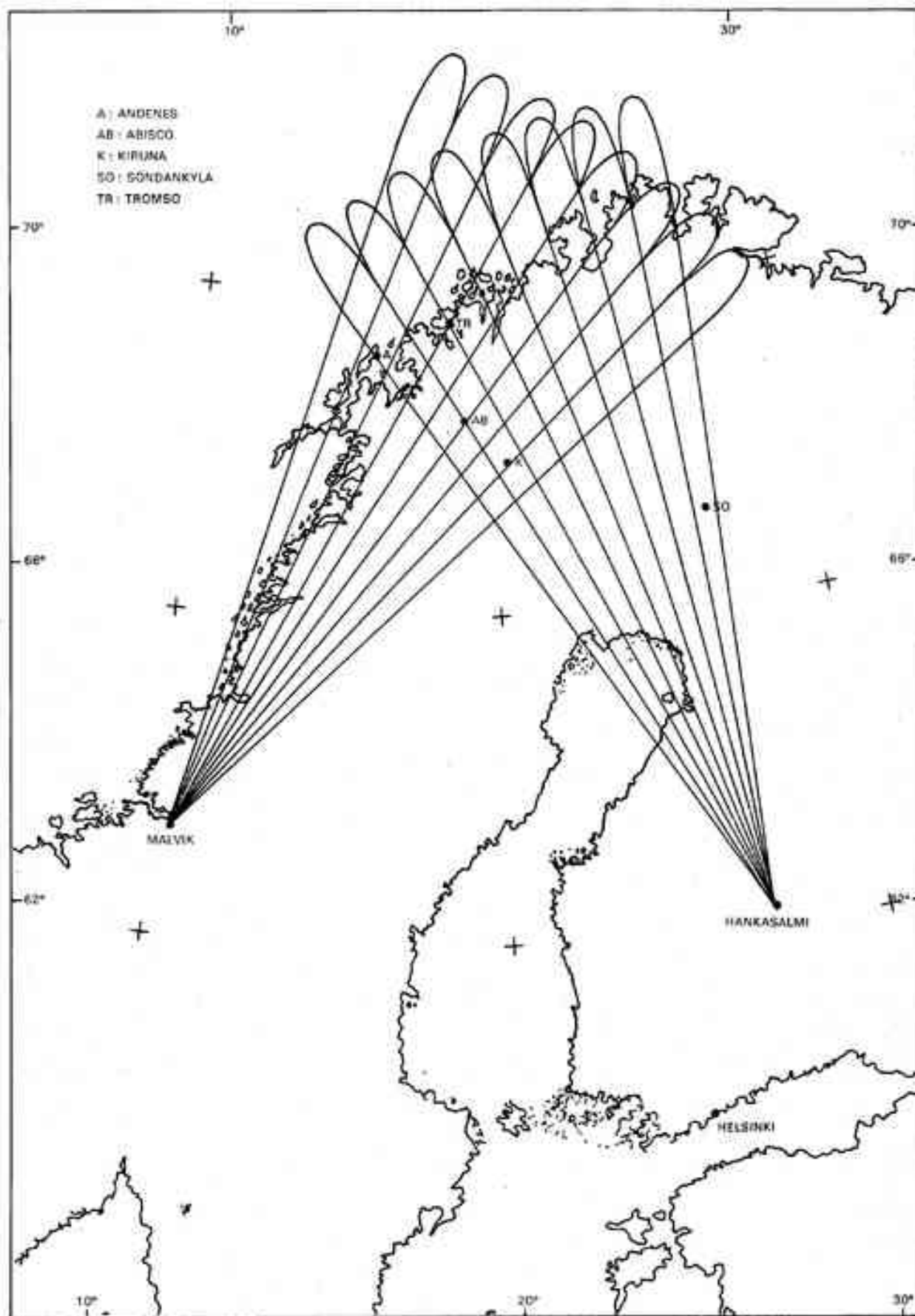


Fig. 1 - Carte de Scandinavie en coordonnées géographiques montrant les huit lobes de chacun des radars de STARE. La région commune aux deux faisceaux est de l'ordre de 230 000 km². (extrait de Greenwald, RA, W. Weiss and E. Nielsen, « STARE a new radar auroral backscatter experiment in Northern Scandinavia » - *Radio Science*, vol. 13, n° 6, pp. 1 021-1 039, novembre-décembre 1978 - © AGU).

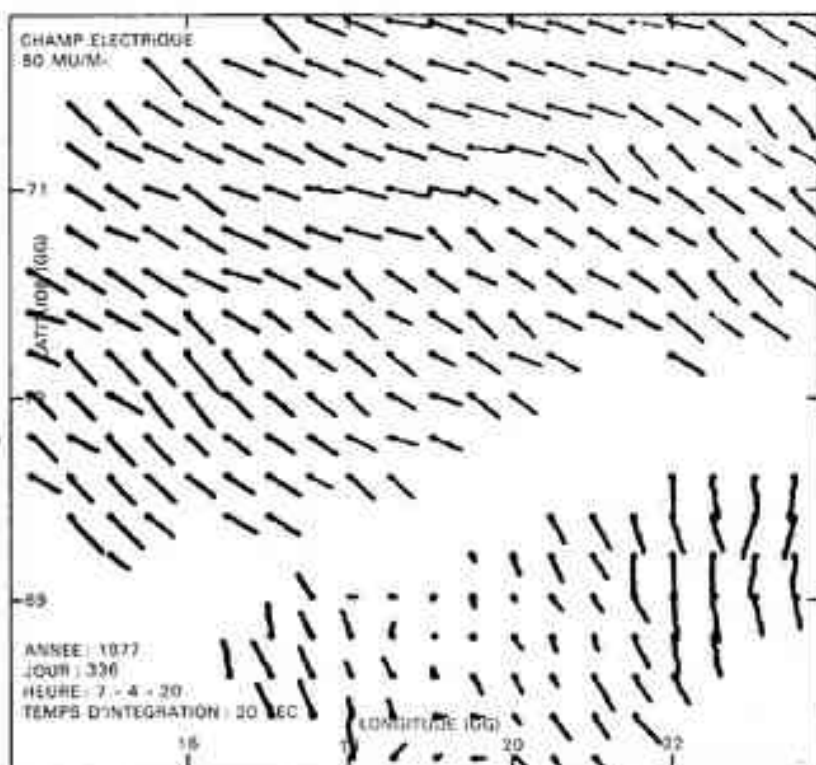


Fig. 2 - Carte de champ électrique obtenue avec STARE. Chaque point de mesure est représenté par un point et le champ électrique par le vecteur partant de ce point. Les régions vierges correspondent à des régions où le champ électrique est inférieur au seuil nécessaire à la croissance des irrégularités d'ionisation, il n'a donc pas pu être mesuré. Les paramètres sur la droite indiquent l'année, le jour, l'heure de la carte obtenue et le temps d'intégration du radar.

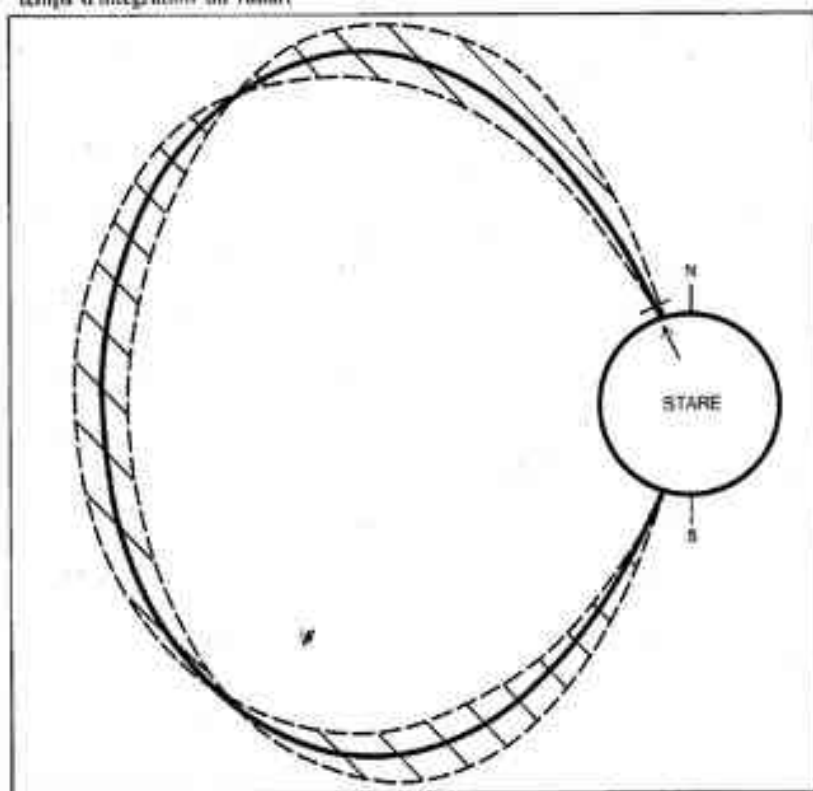


Fig. 3 - Coupe méridienne de la terre et d'une ligne de force du champ magnétique. Cette ligne de champ magnétique est schématisée en trait plein. L'amplitude des oscillations qu'elle subit, lorsqu'elle est le siège d'un système d'ondes stationnaires entre les ionosphères boréale et australe, est indiquée en pointillé. La résonance de la ligne de champ est schématisée suivant le troisième harmonique sur cette figure.

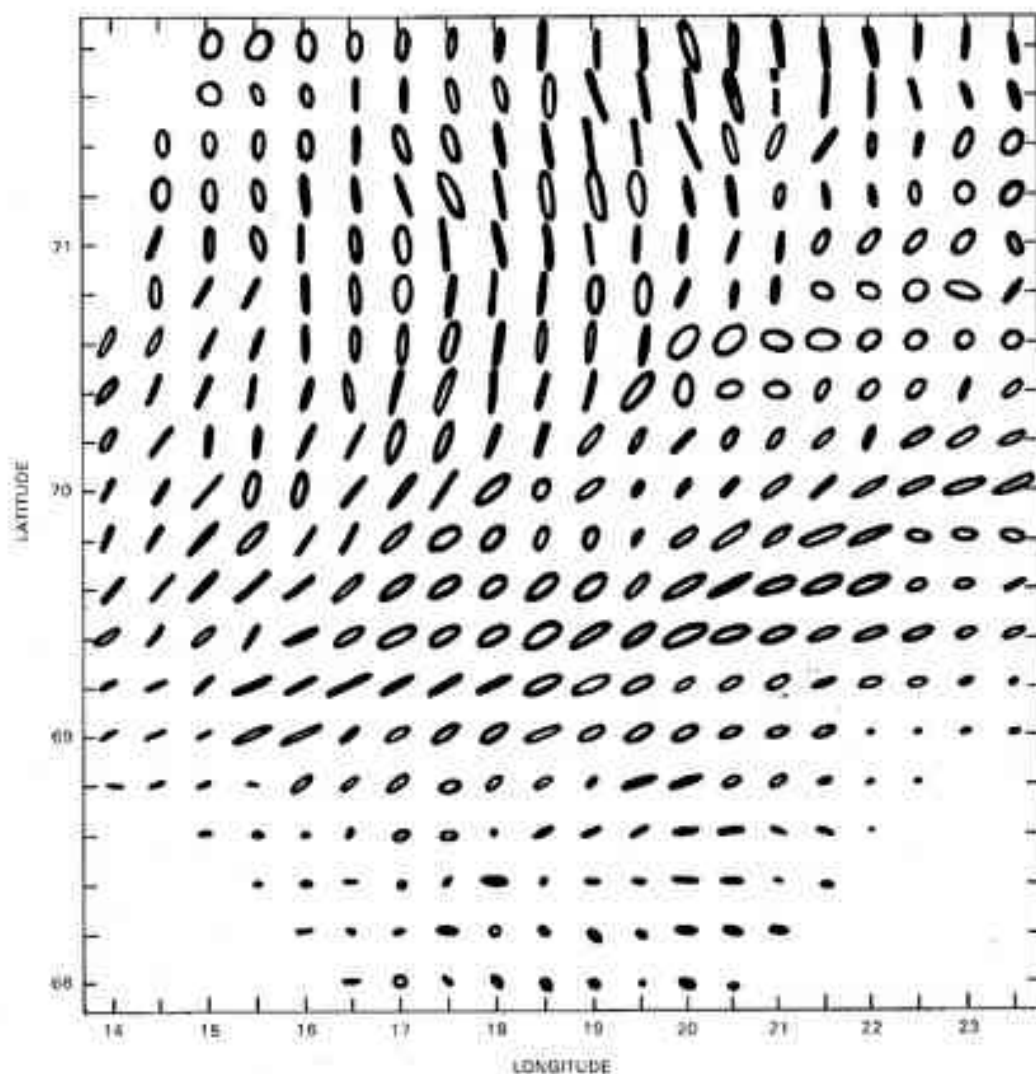
permet de suivre les mouvements de convection du plasma magnétosphérique dans une région où la dynamique joue un rôle essentiel,

le Max Planck Institut für Aeronomie a développé le projet STARE en Scandinavie à l'initiative de R. Greenwald, chercheur américain en poste au MPI pendant cinq ans. Il est intéressant de noter que pour l'ensemble du MPI für Aeronomie, 20 % du personnel de recherche est en fait constitué de chercheurs étrangers de toutes nationalités (exceptionnellement française) effectuant des séjours d'une durée comprise entre un et deux ans.

L'expérience STARE se compose de deux radars situés l'un en Norvège et l'autre en Finlande, possédant chacun huit lobes contigus et orientés de façon à ce que ces lobes se croisent sur la plus grande surface possible et dans la zone où l'électrojet auroral est présent (fig. 1). La vitesse radiale des irrégularités d'ionisation est mesurée (si l'amplitude du champ électrique est suffisante pour engendrer leur croissance) le long de chaque lobe, tous les 15 km entre 500 et 1 250 km de distance à partir du radar. Les vitesses radiales mesurées par chacun des radars aux points d'intersection des lobes sont combinées entre elles de façon à obtenir les vecteurs vitesses puis ceux-ci sont transformés en champ électrique d'après la formule $E = V \times B$. L'instrument permet donc de tracer des cartes du champ électrique ionosphérique (fig. 2), sur une surface de l'ordre de 200 000 km² avec une résolution spatiale de 20 x 20 km². Une telle carte est obtenue toutes les vingt secondes (soit 4 320 par jour) ; de plus, le fonctionnement de l'instrument est entièrement automatique et continu, sauf incident technique, depuis janvier 1977. STARE peut être considéré comme une fenêtre ouverte sur la magnétosphère, fenêtre qui tourne avec la terre et nous permet ainsi de voir évoluer les limites de la magnétosphère et d'en étudier les différents mouvements et réactions aux stimuli du vent solaire.

La résonance des lignes de force du champ magnétique terrestre

Parmi les nombreuses voies de recherche nouvelles et originales qui s'ouvrent grâce aux possibilités sans équivalent de STARE et à la masse considérable de données déjà obtenues, son choix a été guidé par de fructueuses discussions avec différents membres de l'équipe de recherche qui l'ont accueilli. Cette équipe de recher-



ANNEE: 1978
 JOUR: 05
 HEURE DEBUT: 3 - 6 - 9
 FFT POUR: 64 PTS
 FREQUENCE: 1.382 MHz
 PERIODE: 768 SEC
 AMPL MAX EW: 2.42
 AMPL MAX NS: 2.82

Fig. 4 - Même carte que la fig. 2, mais en chacun des points est tracée la polarisation du champ électrique de l'onde hydromagnétique, se réfléchissant dans l'ionosphère. En couleur, polarisation main droite et en noir, main gauche. Différents paramètres sont donnés : l'année, le jour, l'heure de début de la série temporelle étudiée, le nombre de points de cette série, la fréquence en mégahertz et la période correspondante en secondes pour laquelle la polarisation est tracée.

che est composée pour une grande part (50 %) de chercheurs étrangers de toutes nationalités bénéficiant généralement de bourses, soit de la fondation A. von Humboldt, soit de la société Max Planck. J.P. Villain a ainsi travaillé pendant son séjour avec des chercheurs des nationalités suivantes :

américaine, canadienne, néo-zélandaise, danoise, anglaise, chinoise, péruvienne et allemande bien entendu. Ceci entraîne un échange permanent d'idées et de méthodes avec tout le bénéfice que l'on peut retirer de tels contacts. Ses recherches personnelles se sont orientées vers l'étude de la ré-

sonance des lignes de force du champ magnétique terrestre. En effet, à la suite d'une excitation ayant la fréquence voulue, une ligne de force du champ magnétique peut entrer en résonance et être le siège d'ondes stationnaires de type hydromagnétiques entre les deux miroirs (pour le type d'ondes considérées) que forment les ionosphères boréale et australe (fig. 3). Ce phénomène porte le nom de micropulsations, car il se traduit sur les enregistrements des magnétomètres placés au sol, par des variations sinusoïdales de faible amplitude dont la période peut varier de quelques dixièmes de secondes à plus de dix minutes. Notre étude s'est toutefois limitée aux périodes de quelques minutes qui sont caractéristiques des zones aurorales. L'existence de ces pulsations a été mentionnée dès 1861, mais on peut considérer qu'une étude approfondie n'a été entreprise que vers 1960, à l'aide de réseaux de magnétomètres placés au sol, et plus tard avec l'avènement de l'ère spatiale, à bord de satellites artificiels. L'interprétation des données de magnétomètres placés au sol, doit tenir compte du mécanisme très complexe de la réflexion de l'onde par l'ionosphère, puis de la transmission par l'atmosphère neutre non-conductrice de la partie de l'onde non-réfléchi. Ces différentes transformations affectent profondément les caractéristiques intrinsèques de ces ondes hydromagnétiques et rendent leur interprétation plus difficile. De plus, ces magnétomètres ont une résolution spatiale de l'ordre de 100 km (quelque soit leur espacement réel sur le terrain) dû au fait qu'ils intègrent le champ magnétique, créé par les courants ionosphériques dans une zone ayant approximativement comme diamètre, l'altitude de l'électrojet (soit 110 km). Enfin, les instruments placés à bord des satellites ne permettent pas de suivre l'évolution spatio-temporelle des phénomènes considérés. Par la mesure directe du champ électrique ionosphérique, STARE permet de s'affranchir des transformations induites par l'ionosphère. Compte-tenu du vaste champ de mesure ($400 \times 400 \text{ km}^2$), de la bonne résolution spatiale ($20 \times 20 \text{ km}^2$) et temporelle (20 sec), STARE permet aussi de suivre avec précision toute l'évolution spatio-temporelle des phénomènes et ainsi, de remonter à leur source probable et de déterminer différents paramètres caractéristiques de la magnétosphère.

D'après les travaux théoriques récents, la polarisation du champ de l'onde est le paramètre le plus représentatif, d'une part des caractéristiques de

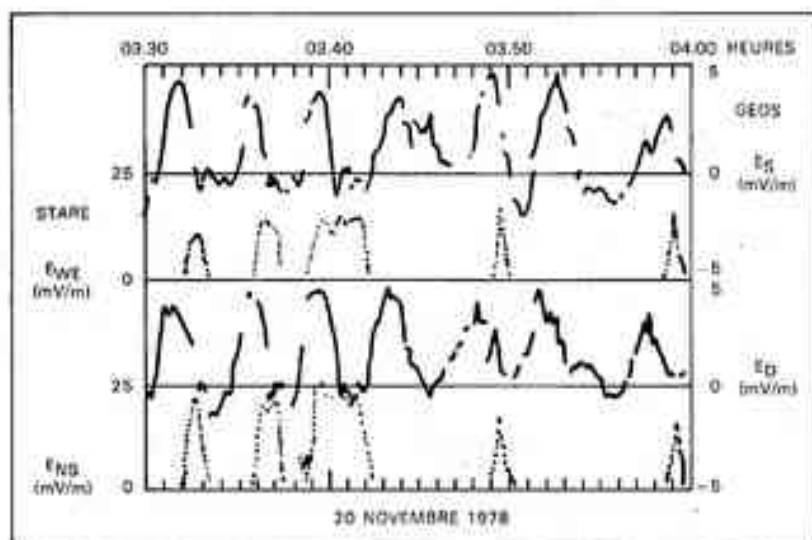
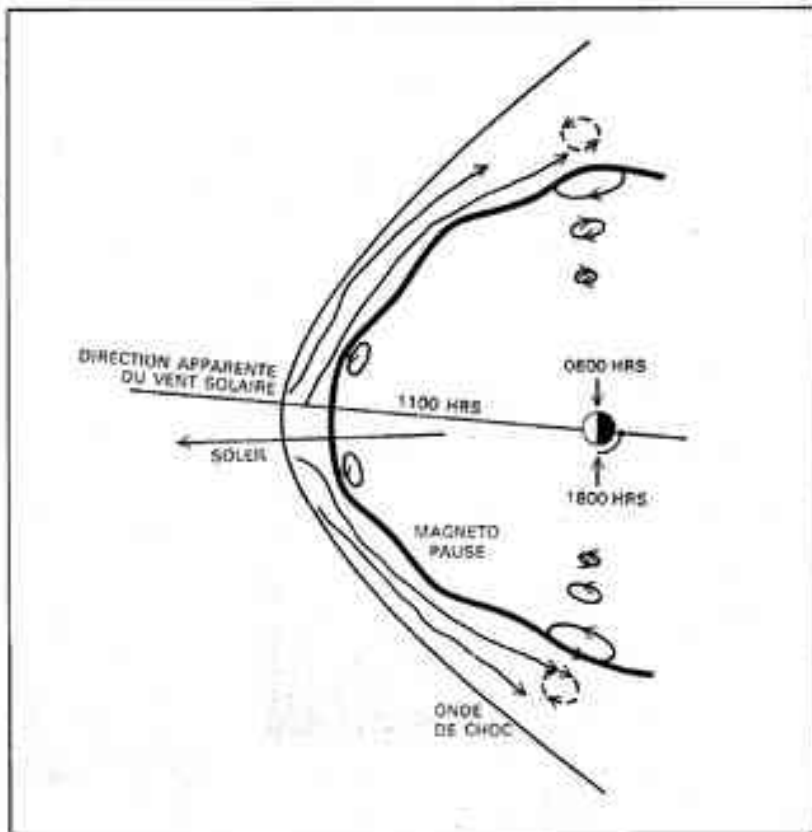


Fig. 5 - Coupe de la magnétosphère dans le plan équatorial, schématisant la magnétopause et la formation d'ondes de polarisation inversée de chaque côté de la direction Terre-Soleil. (extrait de Orr, D., « Magnetic pulsations within the magnetosphere : A review », *Journal of atmospheric and terrestrial physics*, 1973, vol. 35, pp. 1-56 - © American Geophysical Union).

Fig. 6 - Comparaison de mesures simultanées obtenues par GEOS 2 (traits pleins) et STARE (pointillés) en des points conjugués magnétiquement, le 20 novembre 1978.

l'onde hydromagnétique engendrant la résonance de la ligne de champ magnétique, d'autre part de sa source possible et de son mode de propagation dans la magnétosphère. Par une analyse mathématique appropriée (transformation de Fourier) de séries temporelles des données de STARE, la fréquence de résonance de la ligne de force du champ magnétique et la polarisation du champ électrique associé à l'onde hydromagnétique ont été déterminées en chacun des quatre cents points de mesure de STARE pour de nombreux événements. La figure 4 illustre les résultats obtenus pour un événement ayant eu lieu le 5 avril 1978 entre trois et cinq heures : la période de résonance observée est de l'ordre de sept cent secondes ; la polarisation observée a une variation très marquée en fonction de la latitude, variation, caractérisée du nord au sud par un champ électrique elliptiquement polarisé main droite, puis l'amplitude du champ électrique croît tandis que le sens de polarisation s'inverse à l'endroit où le champ électrique atteint sa valeur maximum, ensuite la polarisation devient plus elliptique tout en restant inversée, tandis que l'amplitude décroît. Certains événements ayant lieu l'après-midi, présentent exactement les mêmes caractéristiques avec un sens de polarisation inversé (zone hachurée au sud de la ligne de démarcation du changement de sens de polarisation). Ces faits observés sont entièrement en accord avec les théories considérant que certaines pulsations sont le résultat d'une interaction entre le vent solaire et la magnétopause et dont le sens de polarisation doit s'inverser entre le matin et l'après-midi (fig. 5). Cette interaction donne naissance à une onde qui se propage vers l'intérieur de la magnétosphère avec une amplitude décroissante. L'amplitude décroît jusqu'à ce que l'onde en question rencontre des lignes de force du champ magnétique terrestre dont la fréquence propre de résonance ou l'un de ses harmoniques soit égale à la fréquence de l'onde excitatrice. Il y a alors entrée en résonance de la partie de la ligne de force comprise entre les ionosphères boréale et australe qui servent de miroir aux ondes. Si les pertes sont faibles et l'onde excitatrice entretenue, ce phénomène de résonance peut durer plusieurs heures avec une étonnante régularité. Un autre type de pulsation a aussi pu être mis en évidence dont la source serait l'injection de protons de haute énergie à partir de la queue de la magnétosphère.

Tout au long de son séjour, J.P. Vil-

lain a eu la possibilité de participer à de nombreuses réunions internationales : réunion IMS (International magnetospheric study), 1979, en Suède ; American geophysical union, 1979, aux Etats-Unis ; Ecole de recherche sur l'exploration de la haute atmosphère polaire organisée par l'OTAN (Organisation du traité de l'Atlantique nord) en Norvège, 1980 ; réunion IMS, 1980, en France. Les frais de participation à toutes ces réunions ont été pris en charge, soit par le MPI für Aeronomie, soit par la fondation A. von Humboldt qui accorde facilement de tels avantages à ses boursiers ainsi que d'autres comme l'organisation de voyages d'études à travers la République fédérale d'Allemagne. Au cours de ces réunions internationales, J.P. Villain a pu exposer l'état d'avancement de ses recherches et profiter des critiques, conseils et encouragements prodigués par de nombreux collègues étrangers. Diverses collaborations ont été entreprises en particulier avec l'ESTEC (European space research and technology center) visant à profiter de mesures simultanées par différents instruments.

La comparaison des données de STARE et du satellite GEOS (Geostationary european orbiting satellite) obtenues simultanément au cours d'événements géophysiques importants ont permis d'accroître nos connaissances sur la résonance des lignes de champ magnétique. A partir des données présentées dans la figure 6, on a pu déterminer sur quel mode la ligne de champ résonnait (mode fondamental pour cet exemple) et apporter des preuves expé-

rimementales aux études théoriques de réflexion de l'onde par l'ionosphère. D'autre part, par ces comparaisons, la latitude du pied de la ligne de champ magnétique interceptant l'orbite de GEOS (à 36 000 km de la surface terrestre) a pu être déterminée expérimentalement avec une précision de l'ordre de 20 km !

Bilan d'un « boursier »

L'intérêt d'un tel séjour à l'étranger, dès la fin des études universitaires lui semble très profitable. Il permet une mise en contact immédiate avec les réalités et les exigences de la recherche scientifique internationale. Il provoque une ouverture vers des techniques et méthodes nouvelles tout en assurant un complément à la formation déjà acquise. De façon plus générale, un tel séjour peut donner naissance à une collaboration durable et profonde qui ne peut être que bénéfique à la recherche scientifique. D'un point de vue plus personnel, J.P. Villain tient à remercier le professeur W.I. Axford pour avoir bien voulu l'accueillir à l'institut qu'il dirige, ainsi que la fondation A. von Humboldt pour la bourse qu'elle lui a accordée dans une période de transition entre la fin de ses études et son intégration dans le cadre des chercheurs CNRS. De plus, il lui faut encore souligner la parfaite organisation de la fondation A. von Humboldt et le contact constant qu'elle maintient avec les boursiers pendant leur séjour par l'organisation de réunions et par les voyages d'études et de visites qu'elle propose.

LA FONDATION ALEXANDER VON HUMBOLDT

« La Fondation a pour but d'accorder des bourses de recherche à de jeunes chercheurs hautement qualifiés, de nationalité étrangère, sans considération de sexe, de religion, de race ou d'idéologie, afin de leur permettre d'effectuer des recherches en République fédérale d'Allemagne, et de maintenir les contacts scientifiques qui en résultent ».

A l'aide de ces bourses, la Fondation veut donner à des chercheurs étrangers, la possibilité de réaliser un projet de recherche concret de leur choix dans un institut de la République fédérale d'Allemagne ou de Berlin (ouest). Il s'agit de bourses de longue durée, accordées en règle générale pour six à douze mois, et qui ne peuvent excéder vingt-quatre mois au total. Le boursier de la Fondation est libre de choisir non seulement son sujet de recherche, mais également l'institut dans lequel il désire travailler en République fédérale d'Allemagne. Il peut effectuer ses travaux dans une université ou dans une autre institution de recherche allemande. Si son travail le rend nécessaire, la Fondation permet au boursier de séjourner durant un certain temps dans un institut de recherche d'un autre pays européen.

La Fondation accorde environ quatre cent quatre-vingts bourses de recherche tous les ans. Ce nombre est volontairement limité, afin de pouvoir maintenir un contact personnel avec les chercheurs étrangers soutenus.

Actuellement, environ six cents chercheurs titulaires d'un doctorat, travaillent dans des instituts de recherche en République fédérale d'Allemagne, grâce à une bourse de recherche de la Fondation Humboldt. La Fondation entretient des contacts avec la plupart des plus de sept mille anciens boursiers, répartis dans le monde entier. Un certain nombre de ceux-ci est invité à nouveau chaque année pour un séjour scientifique de courte durée en République fédérale d'Allemagne.

Pour toute information, s'adresser à l'Office allemand d'échanges universitaires (DAAD) - 15, rue de Verneuil, 75007 Paris - tél. : (1) 261.58.58 - qui assure la gestion de ces bourses en France.

Ethnomusicologie et représentations de la musique

Comment représenter (et se représenter)
les musiques de tradition orale ? L'équipe de recherche
« Etudes d'ethnomusicologie »
situe le problème et donne quelques exemples

Gilbert ROUGET

Immatérielle, n'ayant d'existence effective que lorsqu'on la joue et qu'on l'entend, la musique comme objet de discours scientifique – de musicologie – pose d'emblée le problème de sa représentation.

Trois cas sont néanmoins à distinguer. Le premier est celui de la musique occidentale savante, qui est de tradition écrite et que l'on peut toujours se représenter en se reportant à la partition, avec cependant, pour la musique ancienne et celle du Moyen-Âge, des problèmes parfois très compliqués de lecture, de décodage et d'interprétation de l'écriture. Le second est celui des musiques savantes orientales et extrême-orientales, qui ne sont que partiellement écrites, la lecture de la notation exigeant une référence constante à la tradition orale. Le troisième, enfin, est celui des musiques de tradition purement orale. (Laissons de côté, pour la commodité de l'exposé, d'une part le cas des musiques populaires empruntant aux deux traditions, orale et écrite, de l'autre celui des musiques de l'Antiquité). La musicologie, disons classique, ayant pour objet le premier de ces trois domaines – celui de l'Europe savante et ses prolongements – le problème de la représentation de la musique ne l'intéresse le plus souvent que de manière très générale (cf. M.E. Duchez 1979). Au contraire, l'ethnomusicologie, où les musiques sans écriture tiennent une place centrale, y est cons-

tamment et très concrètement confrontée dès le départ. Pour elle, toute réflexion tant soit peu rigoureuse sur la musique passe d'abord par la transformation de cette chose invisible, se défaisant sans cesse à mesure qu'elle se fait, en objet permanent, visible et repérable, autrement dit figuré. Lorsqu'elle a affaire à ces musiques partiellement figurées dont on a parlé en second lieu – la musique tibétaine, notamment, puisqu'il en sera question plus loin –, le problème est alors pour elle de transformer cette figuration, fortement tribulaire, on l'a dit, de la tradition orale, en un autre type de représentation, plus objectif et se prêtant mieux à un traitement scientifique.

Ajoutons ici que pour se représenter pleinement une musique, il ne suffit pas de disposer de sa figuration graphique – disons de sa transcription – encore faut-il que celle-ci soit complétée d'une part par la description du système auquel obéit la musique en question (cf. Rouget 1970), de l'autre par son image sensible, autrement dit par son audition. En ethnomusicologie, à côté de l'écoute et de l'observation directes, sources premières de l'information, l'enregistrement sonore – qui est une technique de reproduction, mais non de représentation du son, soulignons-le –, tient une place de première importance, tout comme l'enregistrement synchrone du son et de l'image. Le grand problème, pour la musique de l'Antiquité, est que l'on ne saura jamais vraiment comment elle sonnait.

Dès ses débuts, l'ethnomusicologie a tout naturellement fait usage, pour représenter les musiques qui l'occupent, de l'écriture musicale mise au point, de longue date mais dans un tout autre but, pour la pratique de la musique occidentale savante. Notre propos n'est

pas ici de discuter des mérites ou des insuffisances de cette écriture, c'est un vieux débat qui jalonne régulièrement toute l'histoire de notre discipline (cf. Doris Stockmann 1979). Tout dépend, en fait, du type de musique auquel on a affaire et surtout de ce que l'on souhaite en représenter et dans quel but. Quelle que soit la musique en cause, en effet, il s'agit de choisir entre la représentation la plus complète possible de sa réalité sonore et une représentation sélective ne retenant que quelques-uns de ses paramètres en vue de ne faire apparaître que tel ou tel de ses aspects, les autres étant supposés connus du lecteur et donnés à lui en même temps que le code. Dans le premier cas, c'est le sonagramme (1) qui, dans l'état actuel de la technologie, répond le mieux au but recherché, avec, malheureusement, de très fâcheuses limitations de temps. Dans le second, toutes sortes de figurations sont possibles, mais il est clair que moyennant certains aménagements et certaines conventions de lecture, l'écriture musicale occidentale permet en bien des cas de transcrire de manière satisfaisante des musiques de tradition orale ou étrangères à la tradition savante occidentale. Par ailleurs, d'autres systèmes de signes, n'ayant rien d'une écriture musicale, peuvent également être utilisés pour représenter, à différents niveaux d'abstraction, certaines caractéristiques d'une musique donnée. Ajoutons pour finir, et sans nous attarder sur ce point, que toute transcription est inévitablement marquée par les présupposés, cons-

(1) Sur l'utilisation en ethnomusicologie du Sonagramme et de différents appareils d'analyse du son, voir le numéro 13, juillet 1974, du *Courrier du CNRS*, où l'on trouvera d'autres aperçus sur les travaux de l'équipe de recherche « Etudes d'ethnomusicologie ».

(2) Adresser les demandes au *Courrier du CNRS* ou à l'IER 165, Département d'ethnomusicologie du Musée de l'Homme, Palais de Chaillot, 75116 Paris.

□ Gilbert Rouget, directeur de recherche au CNRS, chargé du département d'ethnomusicologie du Musée de l'Homme, est responsable de l'équipe de recherche « Etudes d'ethnomusicologie » (ER 165) et dirige l'édition des disques publiés dans la « Collection CNRS - Musée de l'Homme », sous le titre « Traditions musicales des cinq continents ».

cients ou non, du transcritteur ou, ce qui revient au même, par le programme de la machine à transcrire, et qu'en conséquence toute représentation de la musique ainsi obtenue reste à quelque degré interprétative.

L'ER 165 étant composée de chercheurs dont les « terrains » sont dispersés aux quatre coins du monde et dont les optiques diffèrent également beaucoup, le problème de la représentation de la musique se pose pour elle de manière très diverse. Les solutions adoptées revêtent nécessairement la même diversité. L'objet de cet article est de donner quelques exemples concrets, qui sont autant de réponses particulières à une situation donnée, mais peuvent être vus, en même temps, comme des modèles susceptibles d'être appliqués à d'autres cas semblables, autrement dit comme des contributions à une méthode générale de représentation de la musique, méthode dont le besoin se fait fortement sentir en ethnomusicologie. Tous ces exemples font appel d'une manière ou d'une autre, et en l'élargissant parfois beaucoup, au principe de la transcription synoptique utilisée par Brailolu depuis 1931 (cf. Brailolu 1973 : 27) et consistant, en définitive, à représenter l'architecture musicale du temps par une architecture équivalente de l'espace. Signalons ici, car le fait est assez surprenant, qu'en dépit de ses très grands avantages, la transcription synoptique n'a guère été employée systématiquement qu'en France, en Roumanie, en Suède et en Suisse. Sauf exceptions récentes, elle reste ignorée d'un grand nombre d'écoles ethnomusicologiques, l'américaine en particulier. Observons également que si la mise en forme synoptique est en général utilisée pour des transcriptions faites d'oreille et écrites à la main, elle peut tout autant s'appliquer à des transcriptions obtenues à l'aide d'un dispositif d'analyse et d'inscription automatique du son, disons d'une machine à transcrire.

Le premier des trois exemples offerts ici vise à représenter, par le jeu de deux figurations complémentaires, les principes de renouvellement auquel obéit une musique instrumentale de danse provenant de Sardaigne, musique qui se développe assez longuement dans le temps puisque la pièce entière dure six minutes. Le second exemple, qui concerne la musique des Îles Salomon, opère sur un temps très différent : il s'agit en effet de représenter des pièces musicales très courtes (moins d'une minute en moyenne), mais de telle sorte que le principe même de leur composi-

tion à la fois verticale et horizontale (polyphonique et mélodique), apparaisse clairement dans ses rapports avec la facture de l'instrument, en l'occurrence une flûte de Pan. Le troisième, qui se rapporte aux Pygmées d'Afrique centrale, a pour objet une musique à deux parties elle aussi, mais vocale et transcrite de manière à mettre en évidence le mécanisme de ce contrepoint très particulier, en rapport direct avec la technique vocale du jodel utilisée par les Pygmées.

Il n'était malheureusement pas possible, pour des raisons de place, de donner plus d'exemples dans ce numéro du *Courrier du CNRS*. Il était également impossible, pour des raisons budgétaires cette fois, d'y joindre l'enregistrement sonore, indispensable, on l'a dit tout à l'heure, à la représentation concrète de ces musiques. Pour permettre au lecteur que ce problème intéresserait particulièrement d'examiner un plus grand nombre de cas et en même temps de se reporter à la matière sonore elle-même, une plaquette ajoutant à ces textes trois autres exemples et comportant un disque de petit format a été éditée par le *Courrier du CNRS* (2). On y trouvera d'une part, la transcription intégrale d'un chant initiatique du Bénin qui dure treize minutes (ici c'était un problème de figuration globale du temps qu'il fallait résoudre), de l'autre deux sonagrammes correspondant à la notation tibétaine d'un chant bouddhique, enfin, pour finir, un texte concernant un tout autre aspect de ce problème général de la représentation de la musique.

En ethnomusicologie, présenter le mieux possible la musique pour mieux se la représenter ne suffit en effet pas. De même que l'ethnologue travaille le plus souvent sur une civilisation qui n'est pas la sienne, de même l'ethnomusicologue opère en général sur une musique qui lui est étrangère. Pour lui, le problème ne consiste pas seulement à élaborer la représentation graphique la plus précise et la plus objective possible de cette musique de « l'autre », il est aussi et autant d'y intégrer la représentation – le mot étant pris cette fois

dans un sens différent – que l'autre se fait de sa propre musique. L'exemple destiné à illustrer concrètement cet aspect de la question est emprunté au répertoire vocal masculin des Kanem du Tchad.

Dans *Les mots et les choses*, où la représentation comme thème de réflexion épistémologique tient une place centrale, Michel Foucault observe (1966 : 375) qu'elle n'est pas seulement l'objet des sciences humaines, mais qu'elle en est le « champ » lui-même et qu'elle constitue « le socle général de cette forme de savoir, ce à partir de quoi il est possible ». Cette remarque se vérifie doublement en ethnomusicologie, où le problème de la représentation se pose, on vient de le voir, sous deux aspects, musicologique et ethnologique. S'il a surtout été question, ici, du premier, c'est parce qu'il était utile de montrer, en ces temps où, par suite du développement de l'informatique, les techniques d'enregistrement, d'analyse et d'inscription du son connaissent de profondes mutations et ouvrent de nouvelles perspectives, le type de résultat obtenu par l'utilisation d'un petit nombre de moyens classiques mis au service d'une problématique précise. Ces résultats ne sont pas seulement intéressants pour ce qu'ils nous apprennent de la musique, bien que ce soit déjà considérable. Ils le sont aussi parce que, par-delà cet acquis, ils contribuent à constituer le « socle » sur lequel fonder, précisément, la recherche informatisée.

REFERENCES

- C. Brailolu, *Problèmes d'ethnomusicologie*. Préface de G. Rouget, Minkoff, Genève, 1973.
- M.E. Duchet, « La représentation spatio-verticale du caractère musical grave-aigu et l'élaboration de la notion de hauteur de son dans la conscience musicale occidentale », *Acta Musicologica*, vol. LI, fasc. 1 : 54-73, 1979.
- M. Foucault, *Les mots et les choses*, Gallimard, Paris, 1966.
- A.P. Merriam, « Definition of « comparative musicology » and « ethnomusicology » : an historical-theoretical perspective », *Ethnomusicology*, XXI-2 : 189-204, Ann Arbor, Michigan, 1977.
- G. Rouget, « Transcrire ou décrire ? Chant soudanais et chant soghien », in *Échanges et communications. Mélanges offerts à Claude Lévi-Strauss*, réunis par J. Pouillon et P. Maranda, vol. I : 677-705, Mouton, Paris, 1970.
- D. Stockmann, « Die Transkription in der Musikethnologie : Geschichte, Probleme, Methoden », *Acta Musicologica*, vol. LI, fasc. II : 204-245, 1979.

Danse de Sardaigne : Composition renouvellement

Bernard LORTAT-JACOB

Jouée à la clarinette triple *launeddas* (1), dont l'existence en Sardaigne remonte au moins au VIII^e siècle avant J.-C., et de nos jours principalement à l'accordéon (2), la danse du Campidano en Sardaigne telle que l'exécutent quelques musiciens semi-professionnels (3), met en jeu deux principes, la non répétition et la continuité thématique.

La non répétition

La danse, qui dans l'enregistrement que nous analysons ici, dure six minutes, comprend cent trente phrases dont aucune n'est l'exacte répétition de l'autre. Chaque phrase, confiée à la main droite, comprend six mesures et chaque mesure comprend en général trois notes d'égale valeur formant une cellule (cependant, des notes de très courtes valeurs peuvent orner cette trame métrique simple). Une cellule donnée peut apparaître plusieurs fois dans la chaîne pour former une phrase, mais elle ne peut être répétée deux fois de suite. La répétition d'une cellule n'est possible que si s'intercale entre la première et la deuxième occurrence, un certain nombre d'autres formules nettement différenciées.

Ce mode d'exécution est donc conforme aux principes qu'exposait Efsio Melis (un des plus grands joueurs de *launeddas* de ces dernières décennies) à Weis-Bentzon (1969-I : 77) : « Quand tu écris une lettre, tu n'écris pas : « Cher ami, je vais bien, et toi ? », puis « Cher ami, je vais bien, et toi ? ». Tu dis des choses nouvelles à chaque fois. De même, en jouant, tu ne peux pas répéter plusieurs fois les mêmes « phrases » (*nodas*) ».

La continuité thématique

Simultanément, il s'agit de construire un discours musical continu, sans que des ruptures mélodiques interviennent. Une phrase doit comprendre bon nombre d'éléments contenus dans celle qui la précède. Chaque mesure doit : soit comprendre une, deux ou trois notes de la mesure pré-

cédente (et dans le dernier cas, ces notes, conformément au premier principe, apparaissent dans un ordre différent) ; soit, grâce aux possibilités données par le report de la cellule sur d'autres degrés de l'échelle, avoir une configuration rappelant la cellule précédente, par exemple : do, do, si / mi, mi, ré. Dans le premier cas, la cohérence du discours et la continuité thématique sont assurées par les éléments constitutifs de la cellule mélodique formant la mesure (en d'autres termes, les notes), dans l'autre par les relations de ces éléments constitutifs. Seules les cellules introduisant de nouvelles phrases ne sont pas nécessairement soumises à cette règle (cf. fig. 2).

Ce deuxième principe, dit de « continuité thématique » (Weis-Bentzon) est illustré par ce court extrait d'un entretien avec le musicien Mario Bardinu, originaire du Campidano : « Tu vois, c'est comme dans la poésie (en particulier le *muto* qui est la forme la plus répandue), si tu introduis une idée au début du poème, dans l'*istèria*, tu dois la reprendre à la suite, dans la *torrada*... La *torrada* doit « couvrir » l'*istèria* ; tu ne peux pas laisser les choses ouvertes comme ça ! ».

Exemple de *muto* :

Istèria :

« Terras de Sandallone
Terre de Sardaigne

Tana grecostruladu
On t'a recomposée

Ca unu sandalu parias
Car tu ressemblais à une sandale »

Torrada :

« Terras de Sandallone
Terre de Sardaigne

Come no as prus corrias
Maintenant tu n'as plus de lacets

Ses prenas de sordados
Tu es pleine de soldats

De bases et presones
De bases (militaires) et de prisons »

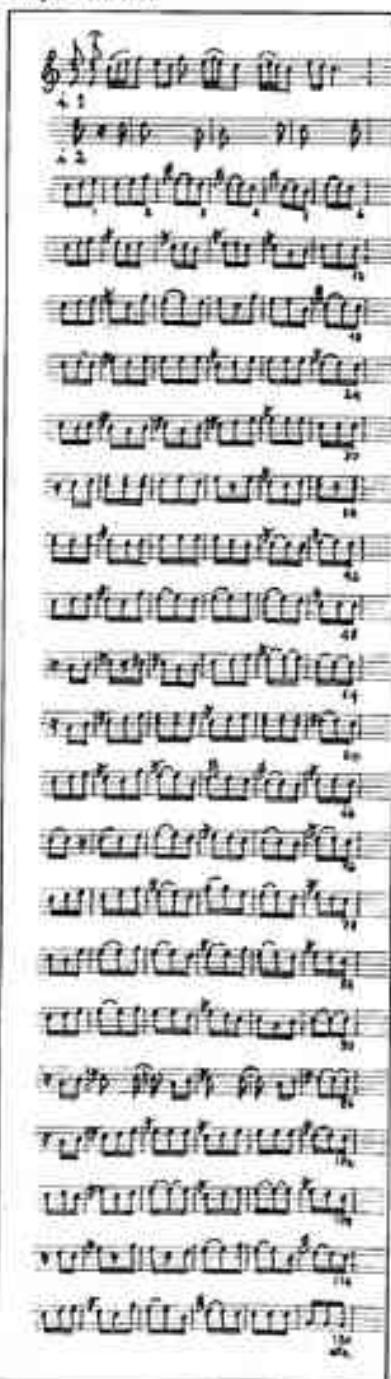
Tout au long de la pièce, la récurrence des éléments mélodiques est diffuse et n'opère pas sur des points privilégiés de la chaîne ; une application stricte des principes précédents contribue en effet à rendre peu sensible la segmentation en phrases de six mesures. Le recours à un type de transcription synoptique traditionnel, qui mettrait en colonne les éléments qui se répètent afin de dégager l'organisation, serait donc inapproprié, pour des raisons d'espace, et, plus encore, pour des raisons touchant à la conception même de la musique ; d'où le recours à une représentation en spirale, où figurent

sur une même chaîne et autour d'un centre commun tous les éléments micro-variés, partiellement semblables. Le centre est constitué par les deux courtes formules thématiques d'introduction exposées d'entrée de jeu : 1. mode ; 2. cadence de la danse (cf. fig. 2).

(1) A.F. Weis-Bentzon, *The launeddas, A Sardinian folk music instrument*, 2 vol., Akademisk forlag, Copenhagen, 1969.

(2) *Sardegna : Organetto*, disque 30 cm, 33 t., enregistrement et notice bilingue (italien/anglais, 24 pages) de Fr. Giannattasio et B. Lortat-Jacob. Collection « I Suoni », Fonit Cetra, dirigée par D. Carpitella, 1981.

(3) Fr. Giannattasio et B. Lortat-Jacob, « L'improvvisazione nella musica sarda. Due modelli », *Culture musicali, Quaderni della Società italiana di etnomusicologia*, 1 (1), 1981.



□ Bernard Lortat-Jacob est chargé de recherche au CNRS.

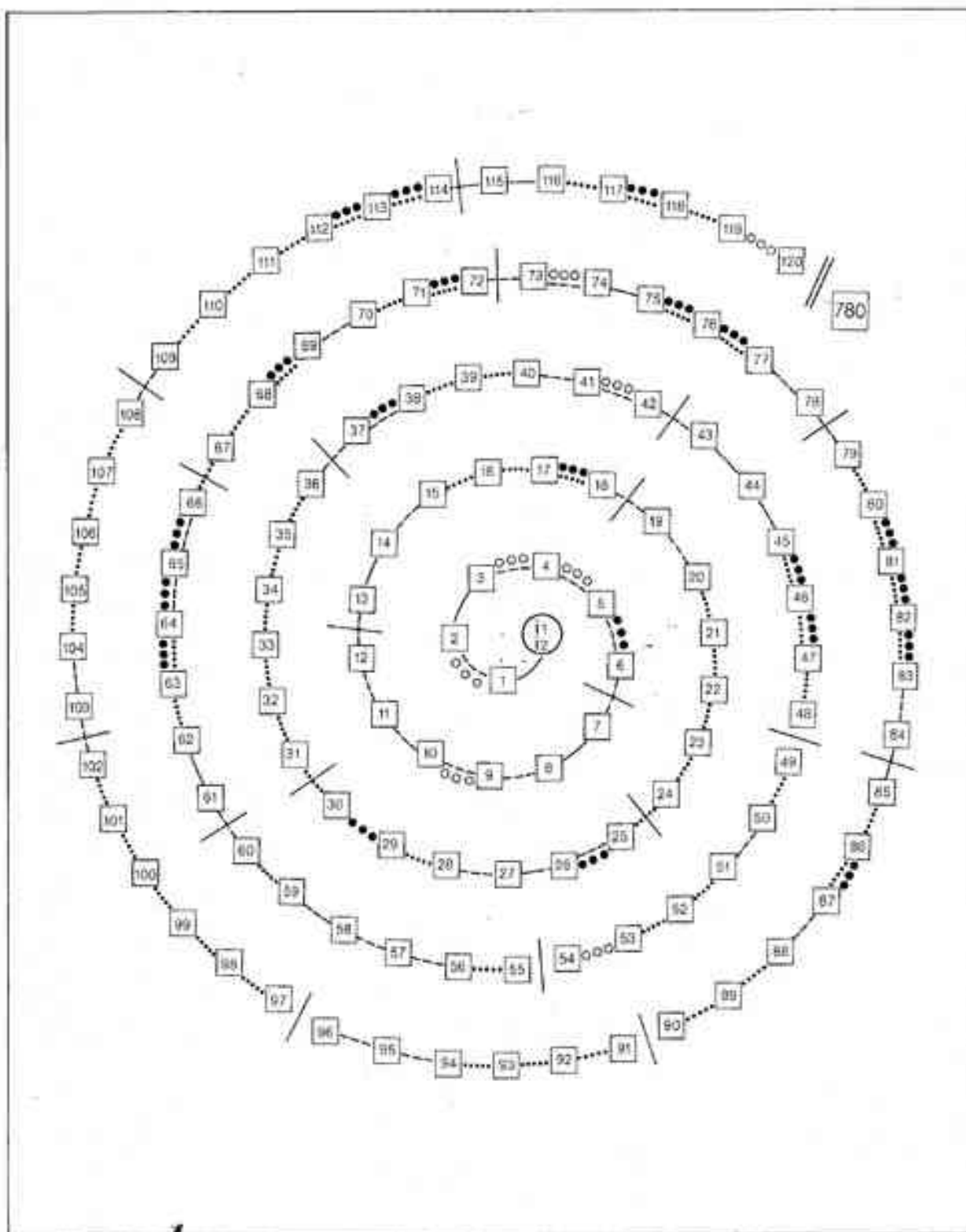


Fig. 2 – Modalités de renouvellement. La figure renvoie à la musique transcrite figure 1. Chaque numéro correspond à une cellule mélodique s'inscrivant dans une mesure. Au total, cette version de la danse comprend sept cent quatre-vingt mesures. Les lignes rendent compte du type de relation unissant les cellules successives et de leur mode de parenté. — = trois notes communes. - - - = deux notes communes. = une note commune. o o o = report complet de la cellule. * * * = report partiel. | = ligne de démarcation des phrases.

◀ Fig. 1 – Danse du campidano, jouée à l'accordéon par Tonino Masala, de Nughedu (Province d'Oristano) et enregistrée en 1979 par Pr. Giannattasio. L'instrument est un diatonique à vingt-quatre basses. Présentation synoptique des vingt premières phrases, ou – chaque phrase étant composée de six mesures – des cent vingt premières mesures de cette version. Au total, celle-ci comprend cent trente phrases toutes différentes les unes des autres. La danse est précédée de deux courtes formules thématiques constituant deux introductions successives. La première, non mesurée, introduit le mode ; la seconde qui, tout au long de la pièce, sera jouée par la main gauche, donne la cadence de la danse. Cf. disque, le *Courrier du CNRS*, face A, page 1.

Le jeu d'une flûte de Pan polyphonique

Hugo ZEMP

La flûte de Pan est largement répandue dans différentes parties du monde. Souvent, un musicien en joue accompagné par des instruments appartenant à d'autres catégories (cor-

□ Hugo Zemp est chargé de recherche au CNRS

dés, par exemple). En Mélanésie, des ensembles formés de plusieurs flûtes de Pan de tailles différentes produisent des polyphonies très élaborées, mais il existe aussi un type de flûte de Pan qui permet le jeu polyphonique en solo (cf. Zemp 1978, 1981 et s.p.). C'est le cas qui nous occupe ici, où une pièce jouée par un musicien 'arè'arè (Iles Salomon) est représentée selon trois types de transcription : au centre, une notation classique sur une portée (les points figurent la pulsation du souffle) ; au-dessous, un graphique avec les intervalles en fonction du temps ; au-dessus,

des schémas indiquant la technique de jeu.

Le musicien obtient une polyphonie à deux parties en soufflant simultanément dans deux tuyaux contigus de la flûte de Pan. Les schémas représentant la flûte de Pan au-dessus des notes, montrent la position de la bouche sur l'instrument, un peu à la manière d'une tablature ancienne ou moderne qui indique la position des doigts sur un luth ou une guitare. Les lignes verticales représentent les tuyaux, les lignes épaisses indiquent les deux tuyaux insufflés simultanément. Ainsi, on voit clairement comment les différents intervalles sont reliés les uns aux autres. Le graphique au-dessous de la portée permet au lecteur, même s'il est peu familier avec la notation classique, de comprendre l'organisation polyphonique de la pièce. Les lignes horizontales parallèles montrent les sons simultanés et, par conséquent, les intervalles harmoniques qu'ils déterminent : l'octave, qui est la plus grande distance, puis une sorte de compression vers la quinte (intervalle médian) et la seconde (intervalle étroit).

Dans la pièce transcrite, le premier segment (a) est joué deux fois, le second segment (b) également ; puis le tout est répété et la fin du segment b est allongée pour constituer une formule terminale (z). La forme de la pièce est donc aabb/aabb/z. On notera que la fin de la pièce comme celle de chaque segment se caractérise par l'intervalle de seconde.

La morphologie inhabituelle de cette flûte de Pan s'explique directement par le désir des musiciens 'arè'arè de produire certains intervalles harmoniques. L'ordre irrégulier des tuyaux - qui ne sont pas assemblés en un ordre décroissant donnant une échelle ascendante, comme c'est le cas le plus fréquent dans le monde entier - permet ainsi d'augmenter les possibilités musicales de l'instrument et d'obtenir ce que les musiciens mélanésiens apprécient particulièrement : la polyphonie. Cf. disque, le *Courrier du CNRS*, face A, page 2.

REFERENCES

- H. Zemp, « 'Arè'arè classification of musical types and instruments », *Ethnomusicology*, XXII-1, 37-67, 1978.
- H. Zemp, « Melanesian solo polyphonic panpipe music », *Ethnomusicology*, XXV-3, 1981.
- *Musique des bambous 'Arè'arè (Iles Salomon)*. Deux disques 30 cm, 33 r. Enregistrements et notes de H. Zemp. Collection CNRS-Musée de l'Homme. Le chant du monde (sous presse).
- *Musique 'Arè'arè*. Un film de H. Zemp. Produit par le CNRS (SERDDAV), 16 mm couleur, 130 mn, 1979.

Jodel et procédés contrapunctiques des Pygmées

Pierre SALLÉE

Les polyphonies vocales des Pygmées ont déjà fait l'objet de nombreuses recherches. Nous tenterons d'éclairer ici la démarche essentiellement contrapunctique qui préside à leur conduite par l'analyse du principe d'imitation sur lequel elles reposent. Ce principe découle chez les Pygmées de la technique vocale du jodel, fait qui n'a pas été, à notre connaissance, signalé jusqu'ici. L'analyse a été faite à partir d'enregistrements réalisés par nous-même en 1966 chez les Pygmées Bibayak du Gabon (1).

Le jodel, on le sait, consiste à briser la voix sur deux registres en faisant alterner l'émission de poitrine et le fal-

□ Pierre Sallée est enseignant aux Universités de Metz et de Paris X.

setto en un va-et-vient constant. Cet étagement des possibilités vocales sur deux registres opposés par la hauteur autant que par le timbre (le « falsetto » plus flûte), aboutit à de larges disjonctions d'intervalles de quarts, quintes, sixtes et septièmes alternativement ascendants et descendants (la qualification exacte de ces intervalles dans le système pentatonique non tempéré qui est celui des Pygmées restant à étudier). Ce passage incessant d'un registre à l'autre, donne au jodel son profil crénelé caractéristique, et la voix, du fait de ces disjonctions et des oppositions de timbre qui en résultent, semble s'y dédoubler en deux parties ponctuelles, à la manière d'un « picotage » vocal.

Lorsqu'ils chantent à plusieurs voix, les Pygmées procèdent volontiers par entrées successives : une voix isolée jaillit tout d'abord, proposant une formule de jodel qu'elle répètera en ostinato pendant toute une séquence, en la variant éventuellement et parfois en la développant. Les voix entrant successivement, chacune cherche à imiter la

formule proposée en l'adaptant à sa tessiture propre ; autrement dit, la formule initiale fournira deux séries de points de convergence correspondant aux deux registres du jodel. Les voix de tessiture aiguë auront tendance ainsi à faire coïncider les points mélodiques émis dans leur registre grave avec les points mélodiques émis dans le registre aigu par les voix de tessiture plus grave : toutes les voix cherchent somme toute à entrer en contact en s'efforçant de se rejoindre par mouvement direct ou contraire. Les solutions alliant le mouvement contraire au mouvement direct ne concernent en principe que les voix de tessitures sensiblement égales et aboutissent généralement à des doublures d'octave ou d'unisson, mixant les deux timbres du jodel.

Le cas est autre lorsque deux voix ont une différence de tessiture équivalant à la quinte : elles ne pourront pratiquement se rejoindre que par mouvement contraire. L'exemple que nous en donnons et qu'illustre la transcription, consiste en un simple duo où la formule de jodel, proposée par une femme adulte (alto) est suivie par une fillette à voix plus aiguë (soprano). Cette dernière, tout en cherchant à rejoindre la première voix par mouvement contraire ou parfois à la doubler à l'octave supérieure, s'efforce d'imiter la formule initialement proposée ; elle sera donc amenée à fournir, en canon à la quinte supérieure, une réponse à cette formule que nous appellerons sujet, par analogie avec la fugue. Semblable formule doit même comporter une manière de contre-sujet permettant à la réponse de s'y greffer par des mouvements contraires aboutissant généralement à l'unisson, l'ensemble étant soumis aux contraintes du système pentatonique. Notre transcription ne fait apparaître de manière nette, il est vrai, que la réponse à la tête du sujet, avec une mutation liée précisément à ce système ; elle semble toutefois suffisante pour représenter le mécanisme de cette polyphonie que seule la technique du jodel permet d'expliquer.

C'est de part et d'autre de ces deux séries de points de convergence correspondant aux deux registres du jodel que s'établit ce flambolement contrapunctique de timbres, de hauteurs et d'attaques, caractéristique des grandes polyphonies pygmées, et mêlant imitations et doublures en un vaste plein jeu vocal.

La notation de type traditionnel a été présentée de manière synoptique pour faire apparaître l'alternance répétitive du sujet et de la réponse. L'émission en falsetto a été symbolisée par l'adjonction de hampes supplémentaires à doubles crochets, les ligatures délimitant les cellules émises en un seul souffle. Les points rouges font apparaître les rencontres d'unisson. Cf. disque, le *Courrier du CNRS*, face A, page 3.

(1) Gabon. Musique des Pygmées Bibayak. Enregistrements (1966) et notice de P. Sallée. Collection « Musiques traditionnelles vivantes, I. Musiques de traditions orales », OCORA, OCR 358304, 1973.

Collection CNRS - Musée de l'Homme

Disques publiés par l'équipe de recherche n° 165 « Etudes d'ethnomusicologie », sous la direction de Gilbert Rouget, Secrétariat d'édition : Hugo Zemp.

Notices bilingues français-anglais. Co-édition CNRS et Le Chant du Monde. Production SERDDAV.

Flûtes du Rajasthan. Enregistrement de G. Dournon-Taurelle. Le Chant du Monde, LDX 74645.

Ethiopie. Polyphonies des Dorzé. Enregistrement de B. Lortat-Jacob. Le Chant du Monde, LDX 74646.

Ladakh. Musique de monastère et de village. Enregistrement de M. Helffer. Le Chant du Monde, LDX 74662.

Polyphonies des Iles Salomon (Guadalcanal et Savo). Enregistrement de H. Zemp. Le Chant du Monde, LDX 74663.

Timor. Chants des Ema. Enregistrement de B. Clamagirand. Le Chant du Monde, LDX 74693.

Berberes du Maroc. « Ahwach ». Enregistrement de B. Lortat-Jacob. Le Chant du Monde, LDX 74705.

Bengale. Chants des « fous ». Enregistrement de G. Luenou. Le Chant du Monde, LDX 74715.

« Jülüli ». Jodel du Muntatal, Suisse. Enregistrement de H. Zemp. Le Chant du Monde, LDX 74716.

Inde. Musique tribale du Bastar. Enregistrement de G. Dournon. Le Chant du Monde, LDX 74736.

Tchad. Musique du Tibesti. Enreg. de M. Brandily. Le Chant du Monde, LDX 74722.

Afghanistan. Chants des Pashai. Enregistrement de P. Pitoeff. Le Chant du Monde, LDX 74752.

Sénégal. Musique des Bassari. Enregistrement de M. Gessain et du Centre de recherches anthropologiques, Musée de l'homme. Le Chant du Monde, LDX 74753.

Polyphonies de Sardaigne. Enregistrement de B. Lortat-Jacob. Le Chant du Monde, LDX 74760.

Musique des Indiens Bora et Witoto d'Amazonie colombienne. Enregistrement de M. Guyot et J. Gasche. Collection CNRS-Musée de l'homme / Archives d'ethnomusicologie, AEM 01.

Castes de musiciens au Népal. Enreg. de M. Gaborieau, M. Helffer, C. Jest, A.W. Macdonald. Musée de l'homme, LD 20. Ces deux derniers disques sont en vente exclusivement au Musée de l'homme.

Collection Musée de l'Homme

Musique bouddhique de Corée. Enregistrement de J. Lévy. Vogue LVLX 253.

Musique tibétaine du Sikkim. Enreg. de S. Bourgaignon. Vogue LVLX 187.

Ethiopie. Musique traditionnelle. Enreg. de J.L. Jenkins. Vogue LVLX 164.

Musique bori et wayana de Guyane. Enregistrement de J. Hurault. Vogue LVLX 290.

Afghanistan et Iran. Enregistrement de J.C. et S. Lubchansky. Vogue LVLX 191.

Musiques banda, République centrafricaine. Enregistrement de S. Arom et G. Dournon-Taurelle. Vogue LD 765.

Musique berbère du Haut-Alpes. Enreg. de B. Lortat-Jacob. Vogue LD 786.

Barong. Drame musical ballinats. Enregistrement de L. Berthe. Vogue LD 763.

Musique guéré, Côte d'Ivoire. Enregistrement de H. Zemp. Vogue LD 764.

Musique polynésienne traditionnelle d'Ontang Java (Iles Salomon). Vol. 1 et 2. Enregistrement de H. Zemp. Vogue LD 785 et LDM 30109.

Musique toma, Guinée. Enregistrement de P.-D. Gaisseau, J. Fichter et T. Saulnier. Vogue LDM 30107.

Musique d'Afrique occidentale. Enregistrement de G. Rouget. Vogue LDM 30116.

Musique malinke, Guinée. Enregistrement de G. Rouget. Vogue LDM 30113.

Musique dayak, Bornéo (Kalimantan). Enregistrement expédition P. Ivanoff. Vogue LDM 30108.

Chants mongols et bouriates. Enregistrement de R. Hamayon. Vogue LDM 30138.

Flûtes de Pan mélanésienne, 'Are'are, vol. 1 et 2. *Musique mélanésienne, 'Are'are*, vol. 3. Enregistrement de H. Zemp. Vogue LDM 30104/5/6.

Musique indienne du Brésil. Enregistrement de S. Dreyfus. Vogue LDM 30112.

Musique m'ong gar du Vietnam. Enreg. de G. Condominas. Ocora OCR 80.

Inde, Rajasthan : musiciens professionnels populaires. Enregistrement de G. Dournon-Taurelle. Ocora OCR 81.

Possession et poésie à Madagascar (sud-ouest). Enregistrement de B. Koechlin. Ocora QCR 83.

Gabon : musiques des Mitsogho et des Bakéle. Enreg. de P. Sallée. Ocora OCR 84.

En vente chez tous les disquaires.



La carte climatique détaillée de la France

« Si la climatologie est bien une science de l'atmosphère, elle se situe essentiellement, quant à son objet, au niveau du sol, c'est-à-dire au niveau des processus morphologiques, hydrologiques et pédologiques qui font du climat l'un des facteurs premiers de toute réalité géographique ...
... À tout prendre, l'étude de l'atmosphère ne retient en définitive l'attention du géographe que parce qu'il y a des hommes qui y respirent. » (1)

Jean MOUNIER et Marie-Françoise DE SAINTIGNON

La carte climatique détaillée de la France est une des réalisations de l'équipe « Recherches cartographiques appliquées au climat et à l'hydrologie » (ER 30), créée en 1967. Elle a été conçue par Charles-Pierre Péguy, directeur de recherche au CNRS et responsable de cette équipe de 1967 à 1980.

Réalisée à une échelle moyenne, le 1/250 000, elle est publiée par coupures, au rythme moyen d'une par an (2) ; la première, Gap, est parue en 1971 ; la dixième, Nantes, est prévue pour 1981 (fig. 1).

Pourquoi une carte climatique ?

En proposant en 1963 au CNRS, un projet de carte climatique détaillée de la France, Charles-Pierre Péguy venait combler une lacune importante dans le domaine de la connaissance des composantes du « milieu naturel ».

Il n'existait alors pratiquement pas de cartographie systématique des faits climatiques pour l'ensemble du territoire français. Les publications ne portaient que sur des faits isolés (cartes des précipitations moyennes de Gausson) ou sur des portions de territoire : elles étaient établies à des échelles relativement petites (< 1/1 000 000). L'atlas réalisé par la Météorologie nationale date de 1969 et, comme tout atlas, il est constitué d'une suite de do-

cuments analytiques, établis à des échelles comprises entre le 1/10 000 000 et le 1/2 500 000.

Plus généralement, l'utilisation de documents cartographiques comme moyen de connaissance du milieu naturel, s'était révélée tellement nécessaire qu'un certain nombre de spécialistes se lançaient dans des couvertures systématiques de la France à grandes ou moyennes échelles. Ainsi, les botanistes d'abord, les géomorphologues et les pédologues ensuite, suivaient l'exemple ancien des géologues.

La carte climatique détaillée de la France : un document destiné à donner une image globale du climat

Pour réaliser une carte, le climatologue doit adopter une démarche quelque peu différente de ses collègues naturalistes puisqu'il ne peut appréhender le climat que par ses manifestations (quantité de pluie et/ou de neige, température, insolation, vent, etc.), elles-mêmes objets de mesure en un nombre limité de points du territoire (3).

Le choix fondamental a d'abord été de s'intéresser aux manifestations du climat et à leurs conséquences sur l'écologie et plus particulièrement sur les activités humaines, donc de privilégier les contraintes que le climat impose par ses aléas d'une part, par la permanence de certains « facteurs limitants » (froid, sécheresse), d'autre part.

Il a ensuite été nécessaire de définir les variables et combinaisons de variables les plus représentatives ; leurs représentations graphiques combinées sur un seul support, donnent alors l'image la plus proche de l'objectif fixé. Il va sans dire que le choix des variables a été conditionné par le type de mesures réalisées et la densité de leurs

réseaux (4), que la qualité des limites tracées sur la carte est liée à la qualité des modèles de répartition existant et à la connaissance du terrain.

Chaque coupure de la carte climatique détaillée comprend une carte principale au 1/250 000, selon le découpage de la carte de France de l'Institut géographique national et une série de compléments sous forme de cartons au 1/1 250 000 et de graphiques. À chaque coupure est jointe une notice explicative comportant une sélection de tableaux numériques.

La carte principale repose sur une superposition de trois types de figurés :

- un fond de couleur représente les variations spatiales des isothermes moyens annuels, du gris pour les températures les plus froides (en haute montagne), au rouge pour les températures les plus chaudes (sur le littoral méditerranéen) ;
- un « treillis » de bandes d'encombrement variable, exprime le poids des « facteurs limitants », à savoir le froid figuré par des bandes grises, la sécheresse par des bandes orange foncé ou roses pour la sécheresse d'été, orange pâle pour la déficience hydrique de l'ensemble de l'année ;
- un réseau de « schémas stationnels » prime sur le reste des figurés et donne une information détaillée sur la façon dont les quantités de précipitations mensuelles peuvent varier au cours d'une période de mesures d'au moins trente ans (fig. 2).

Les compléments de la carte permettent d'introduire des informations supplémentaires non représentables sur la carte principale ou destinées à souligner l'originalité de telle ou telle région. Ainsi, la cartographie du nombre moyen de jours de précipitations, celle des hauteurs d'eau annuelles non atteintes ou dépassées en moyenne, une

□ Jean Mounier, professeur à l'université de Haute-Bretagne, est responsable par intérim de l'équipe « Recherches cartographiques appliquées au climat et à l'hydrologie », et a dirigé la rédaction des minutes des coupures bretonnes de la carte climatique détaillée de la France.

□ Marie-Françoise de Saintignon est ingénieur au CNRS (ER 30) et participe à l'élaboration de la carte climatique détaillée de la France depuis 1965.

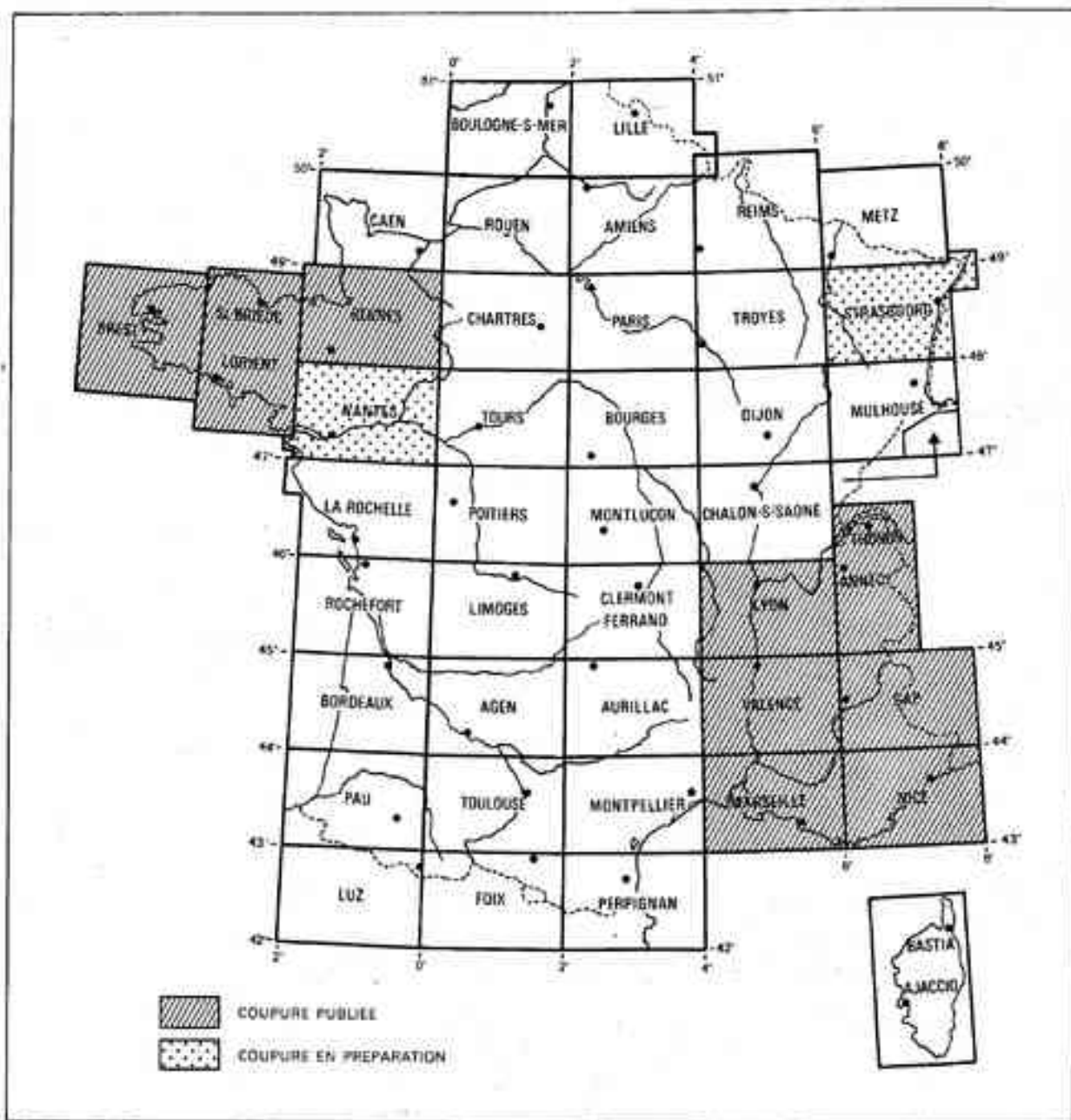


Fig. 1 - Assemblage.

année sur dix, se retrouvent-elles sur chaque coupure ; par contre, la cartographie du manteau neigeux est réservée aux régions de montagne, celle du gel printanier moyen aux régions littorales, l'étude des bilans hydriques année par année aux régions dont certains aspects de l'économie horbagère sont conditionnés par les aléas climatiques comme la France de l'Ouest.

Un document d'étude des variations spatiales du climat

Le lecteur de la carte peut dégager grâce aux variations de forme et de couleur des figurés des ensem-

bles spatiaux homogènes à des échelles différentes.

Les figures 3 et 4 sont des extraits des cartes principales des coupures St Brieuc-Lorient et Marseille, réalisés en deux couleurs pour les nécessités de la reproduction, à partir des huit ou neuf couleurs d'origine. Ils permettent d'opposer deux types de climats très différents :

- le climat océanique de Bretagne (St Brieuc-Lorient) caractérisé par des températures moyennes annuelles n'excédant pas 13°C dans les zones les plus favorisées, des précipitations réparties sur l'ensemble des saisons avec cependant une sensible baisse en été et sur-

tout variables d'une année à l'autre contrairement à ce que l'on pense, une relative douceur de l'hiver (bandes des mois froids étroites) ;

- le climat méditerranéen plus chaud, puisque les zones les plus favorisées dépassent 15°C de moyenne annuelle, caractérisé, lui, par une organisation des précipitations en fonction des saisons et une plus grande variabilité d'une année à l'autre, marqué par une sécheresse d'été importante (bandes oranges des mois secs et creux de l'été dans les schémas stationnels) et une différence thermique entre été et hiver plus grande qu'en climat océanique (bandes grises plus larges pour une

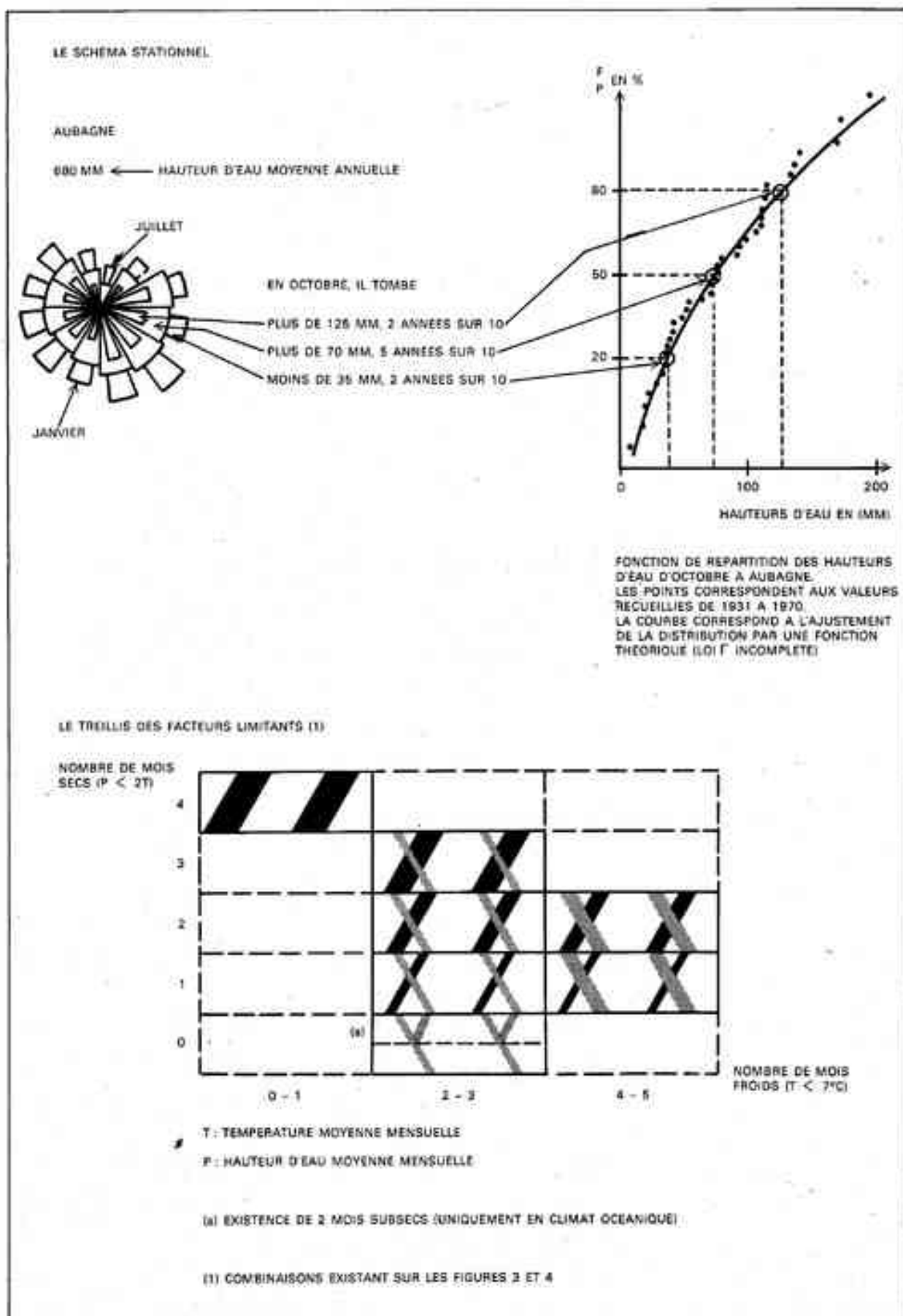


Fig. 2 - Le schéma stationnel et le treillis.

même classe de températures annuelles).

L'analyse de détail de la carte permet ensuite de dégager des climats régionaux et locaux (fig. 3 et 4).

Un outil de recherche

Le mode de cartographie adopté laisse une place importante à l'analyse et permet ainsi de suivre les variations spatiales des variables retenues. Il permet donc tout autant d'illustrer des mécanismes connus, comme le rôle de l'éloignement de la mer ou de l'altitude, que de déceler des originalités qui appellent une explication. De même, nos voisins naturalistes peuvent-ils suivre directement sur la carte les homogénéités, les gradients,

les discontinuités entrant dans l'« explication » de la variation de leurs propres données.

Les procédures de réalisation de la carte sont elles-mêmes propices au développement de la recherche en climatologie. Il est certain que des connaissances se sont approfondies à partir du moment où il y avait des limites à tracer sur un document cartographique détaillé, objectif qui exige une plus grande rigueur qu'un simple commentaire de type monographique. A titre d'exemple, on peut simplement citer les recherches menées pour trouver une expression analytique de la décroissance des températures en région de montagne en tenant compte non seulement de l'altitude, mais aussi de l'exposition et de la saison.

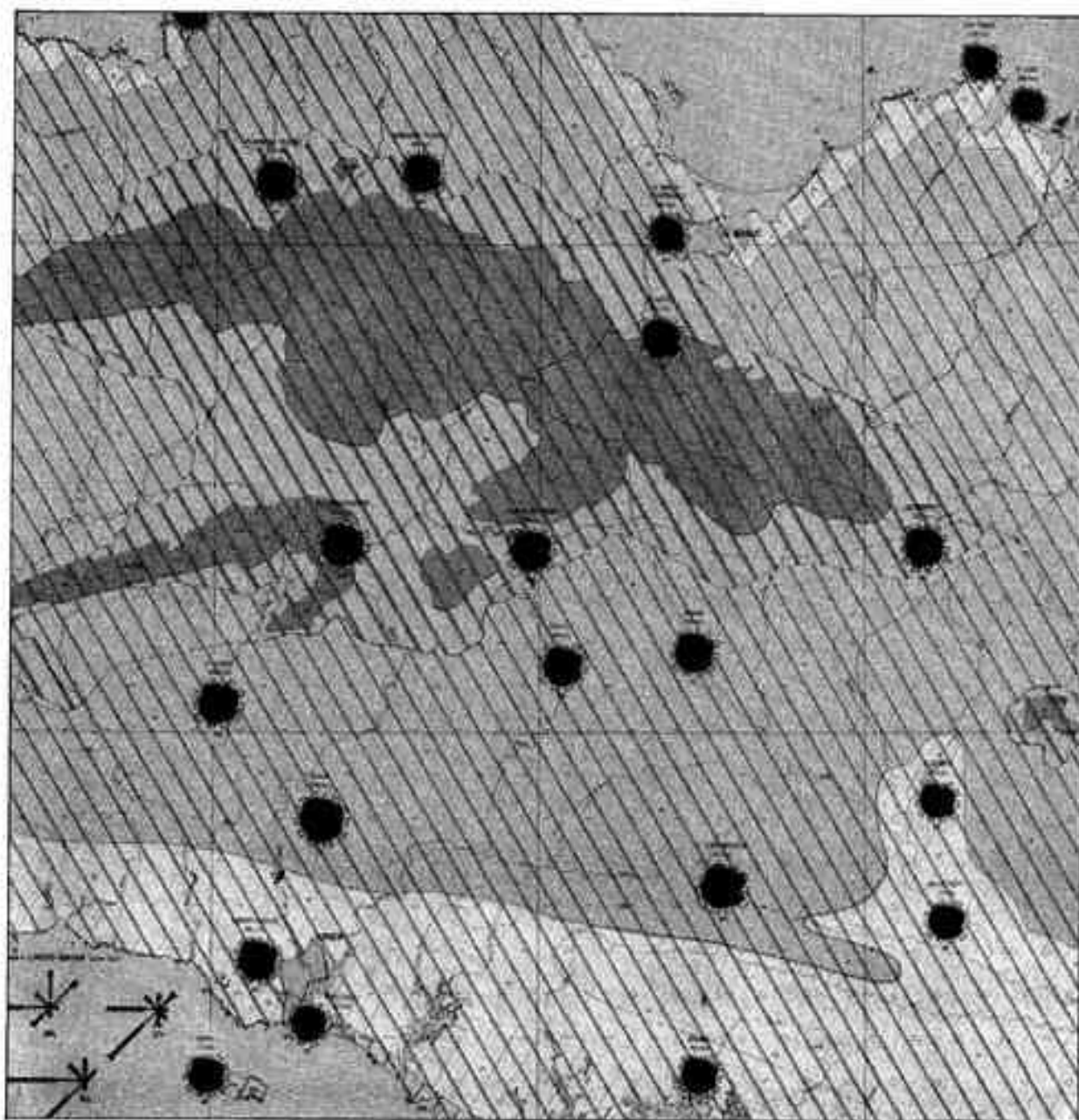
Enfin, la banque de données associée à la réalisation de la carte, le contrôle de l'homogénéité des séries utilisées sont autant de facteurs favorables au développement de recherches approfondies et rigoureuses.

(1) Charles-Pierre Péguy, *Précis de climatologie*, Masson 1970.

(2) Éditions Ophrys - 05002 Gap et 10, rue de Nèze, 75006 Paris.

(3) Pour plus de détails sur la conception, la réalisation et l'interprétation de la carte climatique détaillée de la France, le lecteur peut se reporter à : Équipe de recherche n° 30 du CNRS : 100 ans de carte climatique détaillée de la France au 1/250 000. Eaux et climats, mélanges géographiques offerts en hommage à Charles-Pierre Péguy, Grenoble 1981.

(4) L'ensemble de l'information utilisée est issu du réseau de mesures de la Météorologie nationale dont une partie est ou a été conjointement gérée par d'autres organismes (EDF, Agences de Bassin, Ministère de l'Agriculture...). L'information recueillie par nos soins auprès de ces différents organismes est en grande partie transférée sur fichier informatique et gérée par ordinateur.



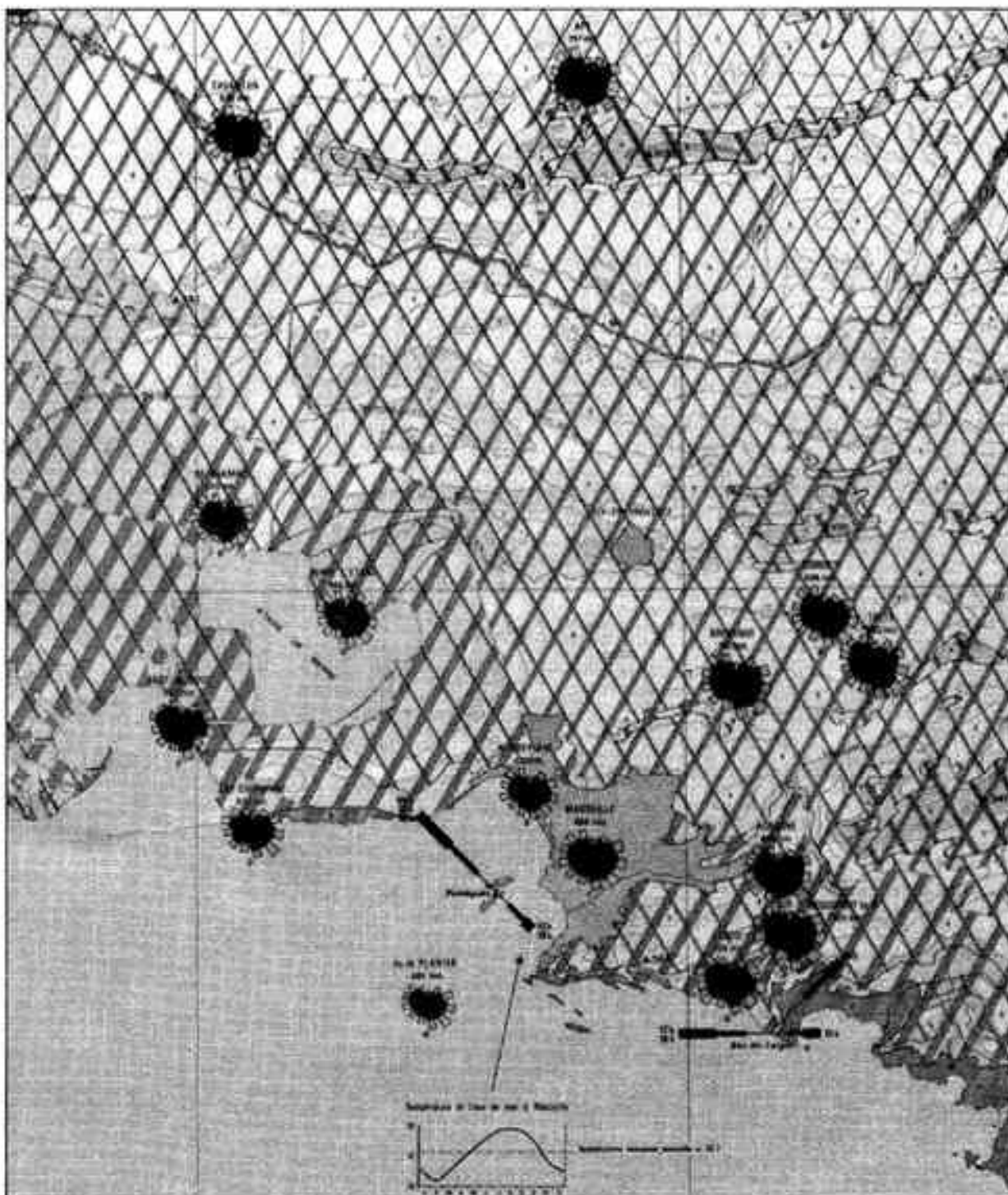


Fig. 3 – Extrait de la carte principale de la coupure St Brieuc-Lorient. – L'île de Groix bénéficie d'un climat local caractérisé par des hivers doux (absence des bandes de mois froids), des précipitations annuelles moins importantes que sur le continent et l'existence d'un mois sec. Sur le continent, les caractéristiques locales dépendent de la distance à la mer : une frange littorale au sud-est de Port-Louis est marquée, comme l'île de Groix, par une sécheresse d'été (juillet), mais l'existence de 2 à 3 mois froids dénote une plus grande différence thermique entre hiver et été ; en allant vers l'Ouest, le littoral devient plus frais (températures annuelles inférieures à 12°C, sécheresse remplacée par une sub-sécheresse) ; en s'enfonçant dans l'arrière-pays, les températures annuelles diminuent et les pluies augmentent (Plouay : 1 098 mm, Lorient : 886 mm).

Fig. 4 – Extrait de la carte principale de la coupure Marseille. – Les versants bien abrités du littoral entre le Bec de l'Aigle et Toulon comptent parmi les zones les plus chaudes du territoire français avec des températures moyennes annuelles de plus de 15°C. L'existence d'un relief dans l'arrière-pays de Marseille provoque conjointement une augmentation des précipitations annuelles (Cassis : 709 mm, St Maximin : 838 mm), une diminution des températures annuelles (de 12,5°C à moins de 9°C sur les crêtes) et une augmentation du nombre de mois froids (élargissement des bandes grises). Une différenciation régionale est décelable entre les deux limites Est et Ouest de l'extrait : la sécheresse d'été plus longue à l'Ouest à l'image de ce que l'on trouve en Camargue est due davantage à une déficience des précipitations qu'à une augmentation des températures. Une lecture plus attentive permet par ailleurs de déceler les oppositions entre les adrets et les ubacs, les températures étant, à altitude égale, plus chaudes sur les premiers.

Colloque national de la recherche et de la technologie

Le Gouvernement a décidé de faire de la recherche et du développement technologique l'une des priorités de son action et les moyens nécessaires à cette grande ambition nationale seront inscrits dans un loi de programmation. Avant de soumettre ce projet de loi au Parlement, il a jugé utile de procéder à une large consultation de la communauté scientifique et plus généralement de tous les partenaires de la recherche et de la technologie. Celle-ci doit prendre la forme d'un colloque national sur la recherche et la technologie qui se déroulera en deux temps : des assises régionales qui auront lieu à partir du 1er octobre et jusqu'à la fin novembre dans toutes les régions et les DOM-TOM, des journées qui se tiendront à Paris du 13 au 16 janvier 1982.

Les assises régionales auront à débattre des grands thèmes du colloque national, ainsi que des thèmes plus spécifiquement régionaux.

Thème 1 - Recherche, technologie et société qui évoquera la dimension historique, l'apport culturel de la recherche scientifique et de la technologie et la responsabilité sociale du scientifique.

Thème 2 - Les grands équilibres et les domaines-clés avec notamment le développement des connaissances, les grands équilibres de la recherche, les domaines-clés : les options scientifiques et les choix technologiques qui commandent l'avenir.

Thème 3 - Un élément moteur pour sortir de la crise : situer la réflexion dans le cadre des grandes orientations de la politique nationale et internationale, l'incidence socio-

économique du progrès scientifique et technique, la recherche industrielle en particulier, l'innovation, l'enjeu international recherche-technologie et Tiers-Monde, etc...

Thème 4 - Hommes et structures : la formation à la recherche et par la recherche, l'emploi scientifique, les institutions (organisation et fonctionnement), la recherche dans les entreprises, la dimension régionale de la politique scientifique et technologique.

Thème 5 - Les partenaires sociaux : le rôle de la communauté scientifique dans les choix pour l'avenir. Puis au-delà de la communauté scientifique, la parole est donnée aux non scientifiques pour que s'exprime l'ensemble des forces vives de la collectivité nationale ; l'information et le débat public sur les enjeux de la politique scientifique.

Thème 6 - Les moyens : l'inscription d'une grande ambition nationale dans le cadre d'une loi-programme.

L'action du CNRS - Le colloque n'atteindrait pas son but s'il ne favorisait l'instauration d'un libre dialogue entre le personnel de la recherche et les autres citoyens. Cependant, afin d'apporter une contribution constructive et efficace aux assises régionales et au colloque national, la direction du CNRS a pris de nombreuses dispositions pour que tous les groupes représentés au centre : direction, instances consultatives, laboratoires, administration, puissent participer. Ces dispositions sont coordonnées par M. G. Aubert, directeur du Service national des champs intenses (Grenoble) et professeur à l'Université de Grenoble I - tél. : (76) 96.98.37.

COMITE D'ORGANISATION

Président : François Gros, professeur au Collège de France, directeur de l'Institut Pasteur.

Rapporteur général : Philippe Lazar, directeur de recherche à l'INSERM, président du Conseil scientifique de l'INSERM.

Rapporteur général adjoint : Michel Callon, maître de recherche à l'Ecole des mines de Paris.

Membres :

• **Thème 1** : Guy Bois, professeur d'histoire, Université de Besançon et Robert Fossaert, ex-directeur des services d'études d'une banque : l'apport culturel de la recherche et de la technologie. - Jean Rosa, professeur de biochimie médicale, responsable d'une unité INSERM : la responsabilité du chercheur.

• **Thème 2** : Michel Demazure, professeur à l'Ecole polytechnique et Guy Ourisson, professeur de chimie, Université de Strasbourg, directeur des enseignements supérieurs : les grands équilibres et les domaines-clés.

• **Thème 3** : Philippe Chartier, directeur de recherche à l'INRA : recherche et nouveaux modèles de développement. - Jacques Robin, ex-directeur général de Clin-Midy Industries, Alain Gomez, directeur de branches à Saint-Gobain et Francis Lorentz, délégué du Gouvernement auprès du groupe Thomson : recherche, technologie et industrie. - Serge Ravanet, spécialiste du commerce extérieur et de l'ingénierie internationale : l'enjeu international.

• **Thème 4** : Jacques Friedel, professeur de physique, Université de Paris-Sud, Orsay et Claude Kordon, maître de recherche au CNRS, direc-

teur d'unité à l'INSERM : les hommes : formation et emploi. - J.P. Kahane, professeur de mathématiques à l'Université de Paris-Sud, J.J. Salomon, professeur au CNAM (Chaire science, technologie, société) et Claude Pair, professeur à l'Institut national polytechnique de Nancy : les institutions. - Claude Pair, professeur à l'Institut national polytechnique de Nancy : la dimension régionale.

• **Thème 5** : P.L. Marger, membre du Conseil économique et social, secrétaire général métallurgie-CGT : les partenaires du choix. - Gisèle Desbieux, enseignante à l'Institut d'études politiques de Grenoble : recherche, technologie et communication.

• **Thème 6** : Jacques Sevin, conseiller pour la programmation auprès du directeur général du CNRS : les moyens.

COMITE EXECUTIF

Président : François Gros.
Vice-président : Philippe Lazar.
Secrétaire exécutif : Marie-Simone Detouf, chef du service des relations extérieures de l'Institut national de physique nucléaire et de physique des particules.
Relations interministérielles, programme : Pierre Papon.
Information, relations avec la presse,

relations extérieures : Françoise Belanger.

Trésorier : Geneviève Banguillot, Cabinet du ministre de la recherche et de la technologie.

Programme, fichiers, invitations : Serge Ravanel.

Assises régionales : François Juillet et Laurent Beauvais, Délégation générale à la recherche scientifique et technique.

Action culturelle, scientifique et technique : Lucie Degail, Mission inter-

ministérielle de l'information scientifique et technique.

Animation régionale : Michelle Wemelle, Délégation à l'industrie et la technologie.

Edition, documentation : Patrice Van Lerberghe et Philippe Roussin, Délégation générale à la recherche scientifique et technique.

Adresse : Colloque national sur la recherche et la technologie - 21, rue Cassette, 75006 Paris - tél. : 222.77.00.

ASSISES REGIONALES

Alsace : Jean-Paul Marbacher, président-directeur général de la Société Clémency - 18, rue de Thann, 68000 Mulhouse - tél. : (89) 42.99.42.
Aquitaine : Jean Dumas, directeur des études de l'IEP - Institut d'études politiques - Université de Bordeaux I - B.P. 101 - 33405 Talence Cedex - tél. : (56) 80.60.57.

Auvergne : Serge Godard, physicien adjoint de l'Institut de physique du globe - Institut et Observatoire de physique du globe du Puy-de-Dôme - 12, avenue des Landais, 63001 Clermont-Ferrand - tél. : (73) 26.41.30.

Bourgogne : Jacques Vaadiaux, président université de Dijon - Campus universitaire de Montmuzard - B.P. 138 - 21004 Dijon Cedex - tél. : (80) 66.64.13.

Bretagne : Jean Le Mézec, chargé des relations avec les organismes de recherche - CNET Lannion - B.P. 40 - Lannion Cedex - tél. : (96) 38.24.28.

Centre : Anne-Marie Anthony, directeur de recherche au CNRS - Centre de recherche sur la physique des hautes températures - 1D, avenue de la Recherche Scientifique, 45045 Orléans Cedex - tél. : (38) 63.06.17.

Champagne-Ardenne : Alain Rigolot, directeur d'IUT - 9, rue de Québec, 10027 Troyes Cedex - tél. : (25) 82.06.67.

Corse : Claude Griscelli, président du conseil scientifique de l'Université de Corte - B.P. 24 - 20250 Corte - tél. : (95) 46.04.47., et Toussaint Luciani, administrateur général de la Société nouvelle de travaux publics - Z.I. de Tragone Biguglia, 20200 Bastia - tél. : (95) 36.13.48.

Franche-Comté : Jacques Robert, président de l'Université de Besançon - 30, avenue de l'Observatoire, 25030 Besançon Cedex - tél. : (81) 50.81.21., et Claude Leymonie, chef du Centre d'essais et de recherches des matériaux - Sté Alstom-Atlantique, avenue des Trois-Chênes, 90001 Bel-

fort - tél. : (84) 22.82.40.

Languedoc-Roussillon : Louis Thaler, président de l'université des sciences et techniques du Languedoc - Université de Montpellier II, place Eugène Bataillon, 34060 Montpellier Cedex - tél. : (67) 63.91.44.

Limousin : Michel Billy, professeur à l'université de Limoges - Université de Limoges, UER des sciences exactes et naturelles - 123, rue Albert-Thomas, 87060 Limoges Cedex - tél. : (55) 79.46.22.

Lorraine : Jean-Louis Beffa, président-directeur général de la Société Pont-à-Mousson - 91, avenue de la Libération, 54100 Nancy - tél. : (8) 397.27.18.

Midi-Pyrénées : Ferdinand Pradal, directeur de recherches au CNRS - Laboratoire de physique des solides - Université de Toulouse III - 118, route de Narbonne, 31077 Toulouse Cedex - tél. : (61) 53.11.20.

Nord-Pas-de-Calais : Michel Moriamet, directeur de l'Institut industriel du Nord - Domaine universitaire, 59650 Villeneuve d'Ascq - tél. : (20) 91.07.37.

Basse-Normandie : Armand Frémont, professeur à l'université de Caen - Université de Caen, 14032 Caen Cedex - tél. : (31) 94.81.40.

Haute-Normandie : Bernard Métrot, président de l'université de Rouen - Rue Thomas-Becket - 76130 Mont Saint Aignan - tél. : (35) 74.03.32.

Pays de la Loire : Jean Delort-Laval, administrateur du Centre de recherche de l'INRA - Rue de la Géraudière, 44072 Nantes Cedex - tél. : (40) 76.23.64.

Picardie : Daniel Thomas, professeur à l'université de technologie de Compiègne - Centre Benjamin-Franklin - B.P. 233 - 60206 Compiègne Cedex - tél. : (44) 20.99.60., et Roland Pérez, directeur de l'IAE - ERSI 775 - Université de Picardie - Campus universitaire, rue Salomon-Malhanghu, 80025 Amiens Cedex - tél. : (22) 95.13.14.

Poitou-Charentes : Jacques de Fouquet, directeur de l'ENSMA - 20, rue Guillaume-le-Troubadour, 86034 Poitiers Cedex - tél. : (49) 88.32.17.

Provence-Alpes-Côte d'Azur : François Kourilsky, directeur de recherche à l'INSERM - Centre d'immunologie de Marseille-Luminy - Case 906 - 13288 Marseille Cedex 9 - tél. : (91) 41.01.33.

Rhône-Alpes : Jacques Martinat, président-directeur général de Métravib - 24bis, rue des Mouilles, 69130 Ecully - tél. : (78) 33.22.53., et Jean-Jacques Payan, président de l'université de Grenoble I - Domaine universitaire, 38400 St Martin d'Hères - tél. : (76) 54.81.52.

Ile-de-France : Pierre Noël, sénateur, rapporteur du budget de la recherche - Sénat - 15, rue de Vaugirard, 75015 Paris - tél. : 329.12.62., Jean-Louis Malgrange, professeur de l'université de Paris VII - 2, place Jussieu, 75221 Paris Cedex 05 - tél. : 329.21.49., et Marcel Jozefowicz, professeur à l'université de Paris XIII - Université Paris-Nord, avenue Jean-Baptiste Clément, 93430 Villetaneuse - tél. : 821.61.70.

Guadeloupe : Jean Servant, directeur du Centre de recherche agronomique Antille-Guyane - CRAAG - Domaine Duclos, 97170 Petit Bourg - tél. : (590) 85.20.40.

Martinique : J.F. Turenne, maître de recherche ORSTOM - B.P. 81, 97201 Fort-de-France Cedex - tél. : (596) 70.28.72.

Guyane : Yves Robin, directeur de l'Institut Pasteur - Institut Pasteur de Cayenne - B.P. 304, 97305 Cayenne Cedex - tél. : (594) 31.17.66.

Saint-Pierre-et-Miquelon : J.P. Minet, directeur de la station ISTPM - Quai de l'Alyse - B.P. 26, 975 Saint-Pierre-et-Miquelon - tél. : (594) 41.30.83.

La Réunion : Michel Hoareau, correspondant du GERDAT - IRAT/GERDAT - 97487 Saint Denis Cedex - tél. : (262) 28.00.51.

Polynésie française : Jean Fages, directeur du Centre ORSTOM - B.P. 529 - Papeete (Tahiti) - tél. : (689) 298.87.

Nouvelle-Calédonie : Paul de Boissezon, directeur du Centre ORSTOM - B.P. A5 - Nouméa Cedex - tél. : (687) 26.10.00.

1980-81 IMAGES DE LA PHYSIQUE

- 5 Turbulence et transition vers la turbulence
- 11 Morphologie de structures dissipatives
- 17 Structures cohérentes dans les jets turbulents
- 22 Propriétés dynamiques des fronts de flammes
- 27 Turbulence et champs magnétiques
- 31 Transition à la stochasticité dans les systèmes non dissipatifs
- 39 Échanges de nucléons dans les réactions dissipatives entre ions lourds
- 43 Les hypernoyaux
- 47 Particules élémentaires et cosmologie
- 52 Galaxies spirales barrées
- 59 Pompes des masers OH interstellaires et circumstellaires
- 65 La superradiance
- 69 Une molécule dans une cage
- 75 Les électrolytes solides
- 81 La supraconductivité de l'état organique

Erratum : Pages 38-42, l'article « Échanges de nucléons dans les réactions dissipatives entre ions lourds » a été réalisé par le Centre d'études nucléaires de Saclay et l'Institut physique nucléaire d'Orsay.

© Supplément au n° 39 du Courrier du CNRS
Centre National de la Recherche Scientifique
15, quai Anatole-France, 75700 Paris — Tél. 555-92-25
Directeur de la publication : Wladimir Mercourouff
C.P. N° A.D. 303 I.S. éditeur
Imprimé en France par Bédécarrats — 266-19-94
ISBN 2-222-02908-2

*Photo de couverture
Photographie d'une flamme cellulaire*

Cette brochure est disponible à la direction des relations extérieures – 15, quai Anatole France, 75700 Paris – au prix de 15 F.

LE COURRIER DU CNRS

INDEX PAR MATIÈRES 1971-1981

En avril 1981, le Courrier du CNRS a fait paraître son 40^e numéro. À l'occasion du 10^e anniversaire de la revue nous vous proposons un dépliant dans lequel vous pourrez trouver tous les articles parus dans le Courrier du CNRS depuis sa création. Cet index est élaboré à partir des huit grands secteurs scientifiques du CNRS : mathématiques - physique de base, physique nucléaire et physique des particules, sciences physiques pour l'ingénieur, chimie, sciences de la terre - océan - atmosphère et espace, sciences de la vie, sciences sociales, humanités. Les articles sont classés par ordre chronologique. D'autre part, les textes d'intérêt général sont répertoriés dans une rubrique "divers" à l'intérieur de laquelle on distingue plusieurs volets : politique de la science, personnalités, administration de la recherche, relations internationales, relations industrielles, valorisation de la recherche, relations publiques, congrès - expositions.

Un index récapitulatif des articles classés par matière, 1971-1981, est à la disposition des lecteurs du Courrier du CNRS (Direction des relations extérieures - bureau de la diffusion - 15, quai Anatole France, 75700 Paris).

LE COURRIER DU
□ CNRS

