

Le courrier du CNRS 22

Auteur(s) : CNRS

Les folios

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

74 Fichier(s)

Les mots clés

[à l'affiche](#), [A la découverte](#), [, au-delà des frontières](#), [bibliographie](#), [du côté de l'Anvar](#), [éphémérides](#), [expositions](#), [Le point](#), [médaille d'or du CNRS](#), [réflexions sur](#), [rencontres](#), [service](#)

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 22, 1976-10

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

Consulté le 24/02/2026 sur la plate-forme EMAN :
<https://eman-archives.org/ComiteHistoireCNRS/items/show/86>

Copier

Présentation

Date(s)1976-10

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

Description & Analyse

Nombre de pages74 p.

Notice créée par [Valérie Burgos](#) Notice créée le 20/03/2023 Dernière modification le 24/12/2024

LE COURRIER DU CNRS



N° 22 - OCTOBRE 1978 - 10 F

LE COURRIER DU CNRS

3 M. Chabbal succède à M. Grégory

4 la médaille d'or du CNRS

5 le point

Nouvelles acquisitions
en chronobiologie
humaine
Alain Reinberg

9 à la découverte

La photochimie organique
à Gui Yang
et à Strasbourg
Guy Ourisson

13 au-delà des frontières

Mallorca, au 16^{ème}
millénaire avant
Jérusalem
Jean Perrot



19 réflexions sur

Photosynthèse et
organisation moléculaire
Jean Lecomte

25 service

Le cyclotron d'Orléans
Roland Mauer

36 rencontres

Congrès de l'Union
internationale des
sciences préhistoriques
et protohistoriques

39 expositions

Trois millions
d'années,
l'aventure
humaine



47 éphémérides

65 à l'affiche

68 du côté de l'Anvar

Les sanctions de
la contre-dépense
en France
*Jean Claude
Contaudier*



70 bibliographie

Centre national de
la recherche scientifique
15, quai Anatole France
93200 PARIS
Tél. : 555.92.35

Directeur de la publication
René Audé

Rédacteur en chef
René Audé

Secrétaire de rédaction
Martine Chalmers
de la Saulière

Comité de rédaction

Pierre Catala
Robert Chabbal
Jean-Denis Dardel
Georges Duzy
Yves Grafmeyer
James Hinkle
Robert Klapatch
Jacques Lévay
Georges Lévay
Gaston Nègre
Henri Perrenon
Pierre Pons
Jean Rouch
Philippe Walz

Entretien
Monique Mounier

Photo 1 de couverture :
digestion, coupe anatomique (Labora-
toire de physiologie)

Photo 2 de couverture :
Système d'autocontrôle par
l'analyse de données dans le
domaine de la biologie (Labora-
toire de physiologie) - photo
M. Lévay

Abonnement de cartes au numéro
Le numéro 10 F
Abonnement annuel : 12 F
(voir bulletin d'abonnement p. 42 et
43)

Édition du CNRS :
15, quai Anatole France - 93200 Paris
C.N.R.S. Paris 93200

Tout changement d'adresse
doit être signalé
au service de diffusion.

Nous remercions les auteurs et les cor-
respondants qui ont participé à la rédaction
de ce bulletin. Les lettres sont édi-
tées par le comité de rédaction.
Les lettres et illustrations peuvent être
renvoyées sous pli fermé à l'attention
du directeur de la publication.

Monsieur Robert Chabbal succède à Monsieur Bernard Paul Grégory

En remplacement de M. Bernard P. Grégory, appelé aux fonctions de délégué général à la recherche scientifique et technique, M. Robert Chabbal vient d'être nommé directeur général du centre national de la recherche scientifique.

*Robert Chabbal est né le 6 février 1927 à Nîmes. Ancien élève de l'école normale supérieure, agrégé de sciences physiques en 1950 et docteur ès-sciences en 1957, Robert Chabbal est nommé professeur à la faculté des sciences de Paris en 1962 et d'Orsay en 1965.
De 1962 à 1969, il dirige le laboratoire Aimé Cotton, laboratoire propre du CNRS.*

*Lauréat de nombreux prix scientifiques (Société française de physique, prix Aimé Cotton 1958, Académie des sciences, prix Clément Deltx 1966), Robert Chabbal a consacré l'essentiel de ses travaux de recherche aux problèmes de spectroscopie optique.
Il a développé la spectrométrie Fabry-Pérot, notamment dans le domaine de l'infra-rouge, et a mis au point différents spectromètres dont un spectromètre pour la spectroscopie d'absorption à haute résolution.*

Elu au comité national de la recherche scientifique en 1963, membre du comité consultatif de la recherche scientifique et technique, de 1964 à 1968, réélu au comité national en 1967, Robert Chabbal devient en 1969 directeur scientifique du CNRS pour le secteur de la physique.

En 1974, il préside le comité scientifique du centre national d'études spatiales (CNES) et devient membre du conseil scientifique de l'agence spatiale européenne.

En 1975, la responsabilité du programme interdisciplinaire de recherche et de développement pour l'énergie solaire (PIRDES) du CNRS lui est confié ; il préside également la commission énergie solaire de la communauté européenne.

Et en février 1976, Robert Chabbal est nommé conseiller scientifique au secrétariat d'état aux universités.

Robert Chabbal est chevalier de l'ordre du mérite et chevalier de la légion d'honneur.



La médaille d'or du centre national de la recherche scientifique a été attribuée pour l'année 1976 à Monsieur Henri Cartan.

Henri Cartan est né en 1904 à Nancy. Ancien élève de l'école normale supérieure, il est agrégé de mathématiques en 1926 et docteur ès sciences en 1928 ; il consacre toute sa carrière à l'enseignement et à la recherche.

Professeur au lycée Malherbe de Caen, puis chargé de cours pendant deux ans à la faculté des sciences de Lille, Henri Cartan est ensuite nommé à la faculté des sciences de Strasbourg où, chargé de cours, maître de conférences, puis professeur, il enseigne jusqu'en 1940. A cette date, il est nommé maître de conférences à la faculté des sciences de Paris, puis professeur en 1949. Henri Cartan est également chargé, à partir de 1940 et jusqu'en 1965, de l'enseignement des mathématiques à l'école normale supérieure. En 1969, il est nommé professeur à la faculté des sciences d'Or-

say et devient le premier président de l'université de Paris-Sud Orsay, où il enseigne jusqu'en 1975.

Henri Cartan a joué un rôle de premier plan dans le développement de l'école mathématique française, dont la valeur est reconnue par l'ensemble de la communauté scientifique internationale. La plupart des mathématiciens de plus de 35 ans en exercice dans l'enseignement supérieur ou dans la recherche ont été formés par lui.

Les nombreux travaux de Henri Cartan portent sur les fonctions de plusieurs variables complexes, l'analyse et la topologie. Il est à l'origine de l'essor de nouvelles branches en mathématiques : les domaines dans lesquels son intervention a été décisive sont très étendus. Il est l'un des fondateurs du groupe « Bourbaki », qui a rédigé le traité : « Eléments de mathématiques ». Henri Cartan a fait de très nombreuses publications scientifiques, parmi lesquelles « homological algebra », réalisé en 1956 avec

M. Eilenberg, est considéré comme un classique.

L'action d'Henri Cartan à l'école normale supérieure a été particulièrement importante. Ses qualités et son talent de professeur lui ont valu l'admiration de ses élèves qui comptent parmi les excellents mathématiciens français de notre temps. En 1948, il fonde à l'école normale supérieure un séminaire qui se caractérise par un renouvellement constant des thèmes : topologie algébrique, topologie différentielle, fonction de plusieurs variables complexes.

Henri Cartan a réalisé une œuvre mathématique considérable, mondialement reconnue. Comme professeur, comme animateur il exerce une influence marquante sur les mathématiciens de son temps.

Henri Cartan a été président de l'union mathématique internationale. Il est membre de l'Institut et de nombreuses sociétés savantes françaises et étrangères.

Nouvelles acquisitions en chronobiologie humaine

Avant de présenter quelques acquisitions nouvelles en chronobiologie, il me paraît indispensable de rappeler ce qu'est cette discipline scientifique.

Un rythme biologique peut se définir comme une suite de variations physiologiques, statistiquement significatives, dessinant en fonction du temps une série récurrente qui se traduit par des oscillations de forme reproductible et qui peut se manifester suivant une ou plusieurs fréquences. Des séries temporelles de mesures, pour une variable physiologique donnée, peuvent être simplement reportées en fonction du temps sous forme de « chronogramme ». Mais les séries temporelles expérimentales peuvent être traitées par le calcul électronique suivant des programmes spéciaux développés par F. Halberg et d'autres auteurs pour quantifier (en mettant à profit la méthode des moindres carrés) un certain nombre de paramètres servant à caractériser le phénomène biopériodique. Ces paramètres sont :

- la période τ qui est égale à la durée d'un cycle complet de la variation rythmique. (La période est la réciproque de la fréquence $f = 1/\tau$).
- l'acrophase ϕ qui est la localisation du sommet de la fonction utilisée pour l'approximation du rythme. Par exemple, la localisation du sommet, dans l'échelle des 24 heures, pour un rythme dont la période $\tau = 24$ heures.
- l'amplitude A qui est égale à la moitié de la variabilité totale, pour la période considérée.
- enfin, le méso M ou moyenne ajustée du rythme.

Chacun de ces paramètres : τ , ϕ , A , M est donné sous forme de moyenne avec ses limites de confiance.

Par référence à la période (ou ce qui est mieux, à la fréquence), un rythme biologique peut faire l'objet d'une analyse spectrale. Cette dernière peut révéler des composantes statistiquement significatives dans plusieurs domaines. Ainsi, on distingue des rythmes biologiques de haute fréquence ou ultradiens ($\tau < 12$ heures) ; des rythmes de moyenne fréquence ($12 \text{ h} < \tau < 2,5$ jours) et des rythmes de basse fréquence ou infradiens ($\tau > 2,5$ jours). Les rythmes circadiens appartiennent au domaine des moyennes fréquences ; ils constituent le domaine le plus étudié et le mieux connu pour des organismes qui vont des unicellulaires eucaryotes à l'homme. Les rythmes circannuels, dont la période est d'environ un an, appartiennent au domaine des basses fréquences ; ils font, eux aussi, l'objet de recherches actives en biologie végétale, animale et humaine.

Entre certaines limites, la période, l'amplitude, l'acrophase et la forme de l'oscillation des rythmes circadiens, peuvent être influencés par la variation cyclique de certains facteurs de l'environnement. Il s'agit, par exemple, de l'alternance lumière-obscurité, chaud-froid, bruit-silence, etc. Ces facteurs sont appelés synchroniseurs, *zeitgeber* ou agent d'entraînement : ces trois termes étant synonymes. Chez de nombreuses espèces végétales et animales, c'est l'alternance lumière-obscurité suivant une période d'environ 24 heures qui joue le rôle du synchroniseur le plus puissant. Chez l'homme, ce sont les alternances de repos et d'activité, liées à la vie sociale, qui jouent ce rôle. On dit aussi que, chez l'homme, le synchroniseur est de nature socio-écologique.

Cependant, les synchroniseurs ne créent pas les rythmes et ne sont pas en général

nécessaires à leur maintien. En effet, de nombreux faits expérimentaux montrent que les phénomènes biopériodiques sont inscrits dans le patrimoine génétique de chaque espèce, et de chaque individu, au sein de l'espèce. Il est admis, aujourd'hui, que l'activité rythmique est une propriété fondamentale de la matière vivante.

En se plaçant dans un domaine particulier du spectre des rythmes biologiques, par exemple, le domaine circadien, on peut étudier de quelle manière les acrophases sont distribuées. On constate ainsi que, dans l'échelle des 24 heures, les pics d'activité des diverses variables physiologiques d'un organisme donné ne se répartissent pas au hasard, mais correspondent à des horaires très précis. Il en résulte qu'une structure temporelle peut être représentée. Cette anatomie dans le temps est bien entendu le complément de l'anatomie dans l'espace, celle qui nous est enseignée classiquement.

La chronobiologie peut alors être définie comme l'étude des caractéristiques temporelles des phénomènes biologiques ; elle conduit à la recherche objective de la structure temporelle des organismes et de ses modifications. Cette structure dans le temps se définit elle-même comme l'ensemble des variations temporelles prévisibles comprenant entre autres les changements liés à la biopériodicité, au développement, etc. Des aspects des structures temporelles peuvent être mis en évidence, dans chaque domaine du spectre des rythmes biologiques, à tous les niveaux d'organisation.

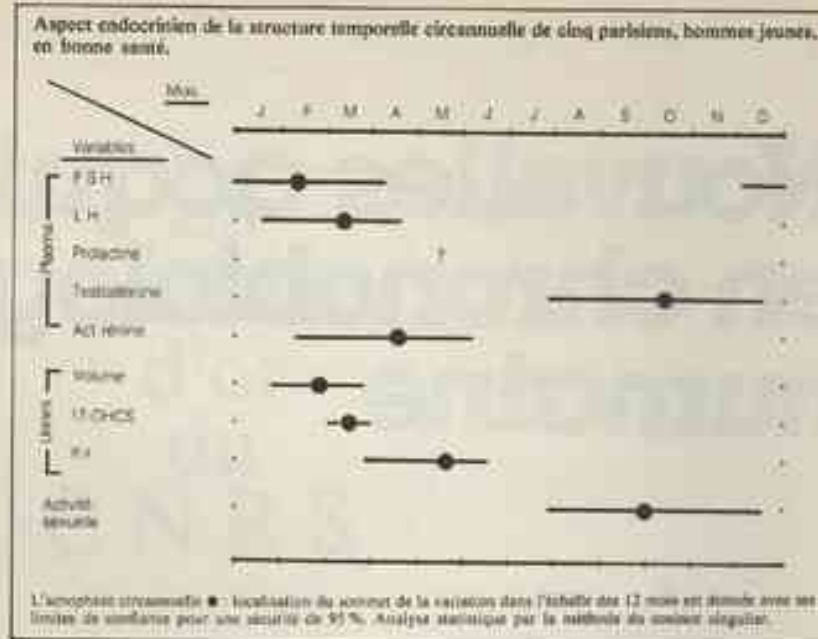
La chronobiologie, comme toute discipline scientifique, a donc des buts et des méthodes d'investigation qui lui sont propres.

L'activité de l'équipe de chronobiologie humaine (ER 105) se développe essentiellement dans trois directions : la chronopharmacologie humaine ; la chronophysiologie appliquée aux changements d'horaires activité-repos et la chronophysiologie endocrinologique, nutritionnelle, respiratoire, etc.

Chronopharmacologie humaine

La chronopharmacologie humaine comprend, d'une part, des recherches sur les variations des effets des médicaments, des agents chimiques ou des nutriments en fonction du moment de leur administration (par exemple, en fonction de l'heure dans l'échelle des 24 heures) et, d'autre part, des recherches relatives aux effets des agents chimiques et des médicaments sur les paramètres qui servent à caractériser un rythme biologique. Rappelons que ces paramètres sont : la période τ , l'acrophase ϕ , l'amplitude A et le méso M ou niveau ajusté du rythme. Les variations circadiennes des effets de nombreuses substances médicamenteuses ont été mises en évidence pour une grande variété d'espèces animales, y compris l'homme. Il en résulte qu'après une dizaine d'années de recherches intensives, les variations chronopharmacologiques d'un médicament peuvent être considérées comme des faits banals. Il est donc devenu indispensable de développer ces recherches dans le sens de leur approfondissement pour une meilleure connaissance, donc une meilleure maîtrise des processus.

A partir d'investigations réalisées chez des volontaires jeunes, adultes et sains, divers aspects chronopharmacologiques de l'éthanol, du salicylate de sodium, d'un autre anti-inflammatoire : l'indométacine, et de broncho-dilatateurs (l'orciprénaline et le SCH 1000) ont été réalisés en collaboration avec J. Clench, N. Aymard, P. Gervais, Cl. Gaultier, etc. Les résultats obtenus en modifiant systématiquement les heures d'administration de l'éthanol d'une part, du salicylate d'autre part, montrent que la pharmacocinétique de ces substances varie en fonction de l'heure de leur administration. Ainsi, chez des hommes jeunes qui s'activent le jour et se reposent la nuit, la hauteur du pic de concentration dans le sang, après l'ingestion d'une dose fixe (0,67 g d'éthanol par kilogramme de poids corporel), est la plus grande quand la substance est absorbée vers sept heures du matin, par rapport aux autres heures d'ingestion ; l'espace de temps pour atteindre le pic de concentration est le plus court également pour une ingestion se situant à sept heures du matin (fig. 1). Autrement dit, lors d'une ingestion matinale, la concentration de l'alcool dans le sang monte le plus vite et le plus haut. Pour le salicylate, on observe



également des modifications de l'intensité et de la rapidité de l'excrétion. Il existe donc une chronopharmacocinétique : les voies métaboliques ne sont pas toutes ouvertes en même temps ni de la même façon, vis-à-vis des substances médicamenteuses, au cours des 24 heures.

Mais il faut en outre tenir compte de variations circadiennes de la susceptibilité des organes cibles vis-à-vis des substances considérées ; autrement dit de la chronesthésie des biosystèmes. Les pics de susceptibilité de ces organes cibles ne correspondent pas nécessairement au pic circadien des concentrations sanguines. Ainsi, l'éthanol absorbé à sept heures du matin provoque une chute thermique, plus importante qu'aux autres heures ; cet effet peut être dû à la vaso-dilatation périphérique induite par l'éthanol. L'éthanol absorbé à 19 heures stimule l'excrétion des catécholamines ; l'absence de chute thermique à cette heure résulte probablement de la compensation de l'effet vasodilatateur de l'alcool par l'effet vaso-constricteur des catécholamines.

Certaines conditions expérimentales et certaines substances se prêtent bien à l'étude de la chronesthésie. Avec Cl. Gaultier et F. Girard, nous avons étudié, en fonction de l'heure, les effets de l'inhalation de deux substances broncho-dilatatrices : l'orciprénaline qui est une substance bêta-stimulante et le SCH 1000 qui est une substance vagolytique. On observe qu'il existe bien une chronesthésie des biosystèmes intéressés. Son exploration fournit un argument indirect à l'existence de variations circadiennes de l'activité respective des systèmes vagal et sympathique et de leurs récepteurs.

Le but pratique de la chronopharmacologie est évidemment la chronothérapie. Dans l'état actuel de nos connaissances, la chronopharmacologie peut permettre d'aborder d'une manière nouvelle le problème de l'optimisation de l'utilisation des médicaments. L'optimisation, c'est-à-dire la réduction des effets non désirés et l'augmentation des effets désirés, a été recherchée par la manipulation de la molécule ou de la structure des substances utilisées, ou encore par la manipulation des voies d'administration. L'expérience montre, en particulier pour les corticostéroïdes, qu'une optimisation peut être obtenue en manipulant l'heure de l'administration. Ainsi, les effets habituellement non désirés des corticostéroïdes peuvent être réduits de façon très importante par l'absorption de ces substances à une heure qui coïncide avec le pic de sécrétion maximum du cortisol. (Chez les sujets qui s'activent le jour et se reposent la nuit, le pic de sécrétion des corticostéroïdes se situe au début de la matinée).

Chronophysiologie appliquée aux changements d'horaires d'activité - repos

Après un vol transméridien, (franchissement d'au moins quatre à cinq fuseaux horaires) aussi bien qu'au cours du travail comportant des changements d'horaires de l'activité et du repos (travail dit : « poste » en « quart » en « 3x8 » etc.), le sujet est exposé, entre autres, à un changement de phase ($\Delta \phi$) des synchroniseurs socio-écologiques. Un certain espace de temps s'écoule entre ce $\Delta \phi$ et l'achèvement du changement de phase (ϕ) des variables physiologiques. C'est la localisation de l'acrophase

- la désynchronisation la plus importante par rapport à la journée en travail normal correspond au travail de nuit,
- l'ajustement du ϕ au nouvel horaire diffère sensiblement d'une variable à l'autre pour un même sujet et d'un sujet à l'autre pour une même variable.

En ce qui concerne les recherches réalisées à Grand-Couronne, les études nutritionnelles (comportement alimentaire) et les études de métabolites urinaires sont encore en cours. Pour ces dernières en effet, nous avons à traiter plus de 2 000 échantillons d'urine conduisant à plus de 12 000 dosages biochimiques.

Les rythmes circadiens sont, pour des raisons évidentes, les plus étudiés, par

Un rythme circannuel statistiquement significatif de la moyenne des 24 heures est détecté pour la FSH ($P < 0,01$) la LH ($P < 0,03$), la testostérone ($P < 0,025$) et l'activité sexuelle ($P < 0,01$). En outre, dans les urines, des rythmes circannuels statistiquement significatifs sont mis en évidence pour l'excrétion du potassium et des 17-OHCS.

L'acrophase circannuelle (sommet) est localisée en février pour FSH ; en mars,



pour LH; en octobre pour la testostérone et en septembre pour l'activité sexuelle.

Signalons qu'une différence d'environ 5 mois entre les pics annuels des concentrations plasmatiques en LH et en testostérone a été mise en évidence par I. Assemacher et ses collaborateurs chez le canard mâle (Montpellier 1974).

En dépit du fait que les taux d'hormones circulantes ne reflètent pas nécessairement l'activité glandulaire ou la susceptibilité des organes cibles, un rythme circannuel du système hypophysogonadique peut être mis en évidence chez l'homme adulte sain et jeune en complément des autres rythmes circannuels déjà étudiés.

La relation temporelle entre le pic annuel de la testostérone plasmatique et celui de l'activité sexuelle n'implique pas nécessairement une relation causale directe. Le pic automnal de la testostérone plasmatique n'est seulement qu'un des facteurs qui favorise probablement l'augmentation automnale de l'activité sexuelle des sujets étudiés.

Effets sur la nutrition

Avec G. Debry et ses collaborateurs, nous avons étudié les rythmes circadiens et circannuels de la prise spontanée de nutriments et de calories chez des enfants sains d'environ quatre ans. L'absorption totale de calories, de protéines, de lipides et de glucides a été mesurée individuellement.

Un rythme circadien statistiquement significatif est détecté pour chacune des quatre variables, pour chaque jour de la semaine.

Le changement du niveau moyen montre :

- qu'il existe une variation circannuelle

de la prise alimentaire spontanée des lipides, des glucides et des calories (les variations annuelles de la prise de protéines ne sont pas statistiquement significatives)

- que le pic de la prise des lipides se situe au printemps, et le pic de la prise des glucides et des calories se situe en été. Il est probable que des composantes endogènes et exogènes peuvent expliquer ces phénomènes biopériodiques du comportement alimentaire.

Avec M. Apfelbaum et ses collaborateurs, nous avons essayé de savoir si l'heure de la prise alimentaire pouvait jouer chez l'homme le rôle d'un synchroniseur. L'effet synchronisant de la prise alimentaire, lorsqu'elle n'est possible que quelques heures par 24 heures, a été mis en évidence chez le lapin (N. Kleitmann), le rat et la souris (F. Halberg, J. Mouret, L. Scheving, etc). Les recherches réalisées d'une part avec M. Apfelbaum, d'autre part avec C. Migre ne confirment pas ces résultats. L'heure de la prise alimentaire ne semble pas avoir d'influence synchronisatrice dans les conditions où nous nous sommes placés.

Rythmes circadiens étudiés dans des situations et des milieux inhabituels

Avec J.C. Rostain et R. Naquet (INP, CNRS, Marseille), nous avons étudié les rythmes circadiens de la température orale, de la fréquence cardiaque, des excrétions urinaires de l'eau, du potassium et du sodium de deux hommes en bonne santé, âgés de 22 ans. Ils furent étudiés avant et pendant une plongée simulée à 300 mètres en milieu hélium-oxygène (héliox). Les sujets ont conservé leurs

synchroniseurs socio-écologiques avec un repos nocturne de 23 heures à 7 heures et une veille diurne. Ils furent confinés en milieu héliox à 10 mètres pendant 5 jours (confinement). La plongée simulée proprement dite dura 15 jours, avec dans l'ordre, 49 heures de compression progressive, 100 heures de compression stable à 300 mètres, et 8 jours de décompression progressive. Les mesures et les collectes d'urine furent faites à 5 heures fixes : 7, 11, 15, 19 et 23 heures.

Les rythmes circadiens considérés furent détectés ($P < 0,05$) pendant le confinement et la compression.

Les acrophases respectives ne sont pas altérées par la compression. La moyenne ajustée des 24 heures (mésor) de la température et du sodium urinaire diminue pendant la compression, cependant que le mésor de la fréquence cardiaque et du potassium urinaire s'élève dans cette situation, par comparaison aux valeurs respectives des mésors pendant le confinement. Les altérations des mésors circadiens de la température, du potassium et du sodium urinaires peuvent être en relation, au moins partiellement, avec des changements induits, par la situation hyperbare en milieu héliox, du système nerveux central.

Les résultats d'une seconde expérience (Sagittaire IV) sont actuellement en cours d'analyse. Ils concernent les rythmes circadiens suivants : température, tremblement, fréquence cardiaque, force musculaire et, dans les urines, dosages de potassium, sodium, calcium, 17-hydroxycorticostéroïdes, catécholamines, sérotonine, aldostérone.

Alain REINBERG

Responsable de l'équipe de recherche de chronobiologie humaine

Bibliographie

Rhythms circadiens des paramètres de l'endocrinologie sexuelle chez les hommes adultes, jeunes et vieux. A. Reinberg, J. C. Rostain, M. Arnaud, M. Gellier, R. Boudon, P. Gervais, Ch. Abellier, J. Dupont - C.R. Acad. Sc. 1974, 278, 1561-1565.
Persistence des rythmes circadiens de l'endocrinologie sexuelle au cours du développement alimentaire d'un homme de 20 ans pendant son confinement nocturne, lors et après deux ms-C. Migre, A. Reinberg, Ch. Migre - C.R. Acad. Sc. 1974, 278, 153-154.
Chronobiology and Nutrition. A. Reinberg - Chronobiologia, 1974, 1, 22-27.
Circadian timing of melatonin secretion affects its action in rats. A. Reinberg, F. Halberg, C. Falone - Chronobiologia, 1974, 1, 333-347.
Aspects of circadian rhythms in man. A. Reinberg. AAAS Annual Meeting San Francisco 1974, in Chronobiology - Annual Biological Rhythms, E.C. Peggley Ed. Academic Press - New York 1974, 425-501.
Chronobiology in man. A. Reinberg, T. Peggley, M. D. Hirsch, and C. Peggley. Copey 1974, P.K. Tschakovsky - New York 1974, 105-137.
Ajustement rapide des rythmes circadiens de mélatonine humaine aux changements d'horaires de travail. O. F. A. Notman, A. Reinberg, A. Chaurmont, A. Laporte - Ann. Endocrinol. 1974, 35, 307-308.
Rhythmes circadiens et circannuels de la température plasmique chez cinq personnes jeunes, adultes et âgées. A. Reinberg, M. Lagoguey, J.M. Chausseigne, P. Gervais - Ann. Endocrinol. 1975, 36, 44-48.
Chronobiology, chronopharmacology (with special reference to cardiovascular and allergic diseases). A. Reinberg. Annual Meeting: Europ. Acad. Allergy, Immunology Rome May 1975 - Italia Allergologica Clin. 22, 279-284, 1975.
Rhythmes circadiens des fonctions métaboliques ventilatoires

chez l'homme sain. C. Gellier, A. Reinberg, F. Gervais, J. C. Rostain - C.R. Acad. Sc. 1975, 280, 1253-1255.
Rhythmes circadiens des paramètres de l'endocrinologie sexuelle chez l'homme adulte sain. A. Reinberg, J. C. Rostain, M. Gellier, Ch. Abellier, J. Dupont - C.R. Acad. Sc. 1975, 280, 1487-1489.
Valeurs circadiennes des effets de l'héliox et de l'héliox-oxygène chez l'homme adulte sain. Héliox chronobiologie. A. Reinberg, J. C. Rostain, M. Arnaud, M. Gellier, R. Boudon, P. Gervais, Ch. Abellier, J. Dupont - J. Physiol. Paris, 1975, 70, 433-435.
Circadian, circannual and other rhythms in spontaneous heart and islet activity of healthy four-year-olds. G. Debry, R. Naquet, A. Reinberg - Diabetic and Metabolic, Paris, 1975, 1, 91-95.
Valeurs circadiennes des 17-hydroxycorticostéroïdes et du potassium (K) chez l'homme adulte sain. Influence de l'endocrinologie sexuelle de mélatonine (5H) 4855. Y. Toulon, A. Reinberg, J.M. Linn, A. Reinberg - C.R. Acad. Sc. 1975, 281, 913-915.
Circadian and circannual rhythms in plasma testosterone in the healthy young person. A. Reinberg, M. Lagoguey, J.M. Chausseigne, P. Gervais - Ann. Endocrinol. 1975, 36, 132-142.
Effects of a hyperbaric situation (90 meter depth, heliox atmosphere) on circadian rhythms of two healthy young men. J.C. Rostain, R. Naquet, A. Reinberg - Internal. J. Chronobiol. 1975, 1, 123-128.
Circadian temporal structure of 20 shift workers (5 hours shift-work rotation). An automatic field study. A. Reinberg, A.J. Chaurmont, A. Laporte - Symposium on Experimental Shift Work, Darmstadt, 1974. Weinmann Verlag GmbH, Opladen, 1975, 142-150.
Perceiving and controlling circadian rhythms of the healthy young men with a night - work every 48 h and 2 % CO₂ atmosphere during a 4 week stay. R. Gellier, C. Rostain, A. Reinberg - Symposium on Experimental Shift Work, Darmstadt, 1974. Weinmann Verlag GmbH, Opladen, 1975, 123-130.

Chronopharmacological effects of isodimethylallyl choline (DMAC) in healthy young human subjects. J. C. Rostain, A. Reinberg, J. Gellier, J. Dupont - Chronobiologia, 1975, 1, 175-183.
Effects of melatonin on circadian rhythms in a physiological variable of young healthy but obese women during a caloric restriction. M. Apfelbaum, A. Reinberg and D. La Sala - Internal. J. Chronobiol. 1976, 2, 29-47.
Chronobiology approach of the human brain for working during a 220 (24 h) or 240 (24 h) or 260 (24 h) or 280 (24 h) or 300 (24 h) or 320 (24 h) or 340 (24 h) or 360 (24 h) or 380 (24 h) or 400 (24 h) or 420 (24 h) or 440 (24 h) or 460 (24 h) or 480 (24 h) or 500 (24 h) or 520 (24 h) or 540 (24 h) or 560 (24 h) or 580 (24 h) or 600 (24 h) or 620 (24 h) or 640 (24 h) or 660 (24 h) or 680 (24 h) or 700 (24 h) or 720 (24 h) or 740 (24 h) or 760 (24 h) or 780 (24 h) or 800 (24 h) or 820 (24 h) or 840 (24 h) or 860 (24 h) or 880 (24 h) or 900 (24 h) or 920 (24 h) or 940 (24 h) or 960 (24 h) or 980 (24 h) or 1000 (24 h) or 1020 (24 h) or 1040 (24 h) or 1060 (24 h) or 1080 (24 h) or 1100 (24 h) or 1120 (24 h) or 1140 (24 h) or 1160 (24 h) or 1180 (24 h) or 1200 (24 h) or 1220 (24 h) or 1240 (24 h) or 1260 (24 h) or 1280 (24 h) or 1300 (24 h) or 1320 (24 h) or 1340 (24 h) or 1360 (24 h) or 1380 (24 h) or 1400 (24 h) or 1420 (24 h) or 1440 (24 h) or 1460 (24 h) or 1480 (24 h) or 1500 (24 h) or 1520 (24 h) or 1540 (24 h) or 1560 (24 h) or 1580 (24 h) or 1600 (24 h) or 1620 (24 h) or 1640 (24 h) or 1660 (24 h) or 1680 (24 h) or 1700 (24 h) or 1720 (24 h) or 1740 (24 h) or 1760 (24 h) or 1780 (24 h) or 1800 (24 h) or 1820 (24 h) or 1840 (24 h) or 1860 (24 h) or 1880 (24 h) or 1900 (24 h) or 1920 (24 h) or 1940 (24 h) or 1960 (24 h) or 1980 (24 h) or 2000 (24 h) or 2020 (24 h) or 2040 (24 h) or 2060 (24 h) or 2080 (24 h) or 2100 (24 h) or 2120 (24 h) or 2140 (24 h) or 2160 (24 h) or 2180 (24 h) or 2200 (24 h) or 2220 (24 h) or 2240 (24 h) or 2260 (24 h) or 2280 (24 h) or 2300 (24 h) or 2320 (24 h) or 2340 (24 h) or 2360 (24 h) or 2380 (24 h) or 2400 (24 h) or 2420 (24 h) or 2440 (24 h) or 2460 (24 h) or 2480 (24 h) or 2500 (24 h) or 2520 (24 h) or 2540 (24 h) or 2560 (24 h) or 2580 (24 h) or 2600 (24 h) or 2620 (24 h) or 2640 (24 h) or 2660 (24 h) or 2680 (24 h) or 2700 (24 h) or 2720 (24 h) or 2740 (24 h) or 2760 (24 h) or 2780 (24 h) or 2800 (24 h) or 2820 (24 h) or 2840 (24 h) or 2860 (24 h) or 2880 (24 h) or 2900 (24 h) or 2920 (24 h) or 2940 (24 h) or 2960 (24 h) or 2980 (24 h) or 3000 (24 h) or 3020 (24 h) or 3040 (24 h) or 3060 (24 h) or 3080 (24 h) or 3100 (24 h) or 3120 (24 h) or 3140 (24 h) or 3160 (24 h) or 3180 (24 h) or 3200 (24 h) or 3220 (24 h) or 3240 (24 h) or 3260 (24 h) or 3280 (24 h) or 3300 (24 h) or 3320 (24 h) or 3340 (24 h) or 3360 (24 h) or 3380 (24 h) or 3400 (24 h) or 3420 (24 h) or 3440 (24 h) or 3460 (24 h) or 3480 (24 h) or 3500 (24 h) or 3520 (24 h) or 3540 (24 h) or 3560 (24 h) or 3580 (24 h) or 3600 (24 h) or 3620 (24 h) or 3640 (24 h) or 3660 (24 h) or 3680 (24 h) or 3700 (24 h) or 3720 (24 h) or 3740 (24 h) or 3760 (24 h) or 3780 (24 h) or 3800 (24 h) or 3820 (24 h) or 3840 (24 h) or 3860 (24 h) or 3880 (24 h) or 3900 (24 h) or 3920 (24 h) or 3940 (24 h) or 3960 (24 h) or 3980 (24 h) or 4000 (24 h) or 4020 (24 h) or 4040 (24 h) or 4060 (24 h) or 4080 (24 h) or 4100 (24 h) or 4120 (24 h) or 4140 (24 h) or 4160 (24 h) or 4180 (24 h) or 4200 (24 h) or 4220 (24 h) or 4240 (24 h) or 4260 (24 h) or 4280 (24 h) or 4300 (24 h) or 4320 (24 h) or 4340 (24 h) or 4360 (24 h) or 4380 (24 h) or 4400 (24 h) or 4420 (24 h) or 4440 (24 h) or 4460 (24 h) or 4480 (24 h) or 4500 (24 h) or 4520 (24 h) or 4540 (24 h) or 4560 (24 h) or 4580 (24 h) or 4600 (24 h) or 4620 (24 h) or 4640 (24 h) or 4660 (24 h) or 4680 (24 h) or 4700 (24 h) or 4720 (24 h) or 4740 (24 h) or 4760 (24 h) or 4780 (24 h) or 4800 (24 h) or 4820 (24 h) or 4840 (24 h) or 4860 (24 h) or 4880 (24 h) or 4900 (24 h) or 4920 (24 h) or 4940 (24 h) or 4960 (24 h) or 4980 (24 h) or 5000 (24 h) or 5020 (24 h) or 5040 (24 h) or 5060 (24 h) or 5080 (24 h) or 5100 (24 h) or 5120 (24 h) or 5140 (24 h) or 5160 (24 h) or 5180 (24 h) or 5200 (24 h) or 5220 (24 h) or 5240 (24 h) or 5260 (24 h) or 5280 (24 h) or 5300 (24 h) or 5320 (24 h) or 5340 (24 h) or 5360 (24 h) or 5380 (24 h) or 5400 (24 h) or 5420 (24 h) or 5440 (24 h) or 5460 (24 h) or 5480 (24 h) or 5500 (24 h) or 5520 (24 h) or 5540 (24 h) or 5560 (24 h) or 5580 (24 h) or 5600 (24 h) or 5620 (24 h) or 5640 (24 h) or 5660 (24 h) or 5680 (24 h) or 5700 (24 h) or 5720 (24 h) or 5740 (24 h) or 5760 (24 h) or 5780 (24 h) or 5800 (24 h) or 5820 (24 h) or 5840 (24 h) or 5860 (24 h) or 5880 (24 h) or 5900 (24 h) or 5920 (24 h) or 5940 (24 h) or 5960 (24 h) or 5980 (24 h) or 6000 (24 h) or 6020 (24 h) or 6040 (24 h) or 6060 (24 h) or 6080 (24 h) or 6100 (24 h) or 6120 (24 h) or 6140 (24 h) or 6160 (24 h) or 6180 (24 h) or 6200 (24 h) or 6220 (24 h) or 6240 (24 h) or 6260 (24 h) or 6280 (24 h) or 6300 (24 h) or 6320 (24 h) or 6340 (24 h) or 6360 (24 h) or 6380 (24 h) or 6400 (24 h) or 6420 (24 h) or 6440 (24 h) or 6460 (24 h) or 6480 (24 h) or 6500 (24 h) or 6520 (24 h) or 6540 (24 h) or 6560 (24 h) or 6580 (24 h) or 6600 (24 h) or 6620 (24 h) or 6640 (24 h) or 6660 (24 h) or 6680 (24 h) or 6700 (24 h) or 6720 (24 h) or 6740 (24 h) or 6760 (24 h) or 6780 (24 h) or 6800 (24 h) or 6820 (24 h) or 6840 (24 h) or 6860 (24 h) or 6880 (24 h) or 6900 (24 h) or 6920 (24 h) or 6940 (24 h) or 6960 (24 h) or 6980 (24 h) or 7000 (24 h) or 7020 (24 h) or 7040 (24 h) or 7060 (24 h) or 7080 (24 h) or 7100 (24 h) or 7120 (24 h) or 7140 (24 h) or 7160 (24 h) or 7180 (24 h) or 7200 (24 h) or 7220 (24 h) or 7240 (24 h) or 7260 (24 h) or 7280 (24 h) or 7300 (24 h) or 7320 (24 h) or 7340 (24 h) or 7360 (24 h) or 7380 (24 h) or 7400 (24 h) or 7420 (24 h) or 7440 (24 h) or 7460 (24 h) or 7480 (24 h) or 7500 (24 h) or 7520 (24 h) or 7540 (24 h) or 7560 (24 h) or 7580 (24 h) or 7600 (24 h) or 7620 (24 h) or 7640 (24 h) or 7660 (24 h) or 7680 (24 h) or 7700 (24 h) or 7720 (24 h) or 7740 (24 h) or 7760 (24 h) or 7780 (24 h) or 7800 (24 h) or 7820 (24 h) or 7840 (24 h) or 7860 (24 h) or 7880 (24 h) or 7900 (24 h) or 7920 (24 h) or 7940 (24 h) or 7960 (24 h) or 7980 (24 h) or 8000 (24 h) or 8020 (24 h) or 8040 (24 h) or 8060 (24 h) or 8080 (24 h) or 8100 (24 h) or 8120 (24 h) or 8140 (24 h) or 8160 (24 h) or 8180 (24 h) or 8200 (24 h) or 8220 (24 h) or 8240 (24 h) or 8260 (24 h) or 8280 (24 h) or 8300 (24 h) or 8320 (24 h) or 8340 (24 h) or 8360 (24 h) or 8380 (24 h) or 8400 (24 h) or 8420 (24 h) or 8440 (24 h) or 8460 (24 h) or 8480 (24 h) or 8500 (24 h) or 8520 (24 h) or 8540 (24 h) or 8560 (24 h) or 8580 (24 h) or 8600 (24 h) or 8620 (24 h) or 8640 (24 h) or 8660 (24 h) or 8680 (24 h) or 8700 (24 h) or 8720 (24 h) or 8740 (24 h) or 8760 (24 h) or 8780 (24 h) or 8800 (24 h) or 8820 (24 h) or 8840 (24 h) or 8860 (24 h) or 8880 (24 h) or 8900 (24 h) or 8920 (24 h) or 8940 (24 h) or 8960 (24 h) or 8980 (24 h) or 9000 (24 h) or 9020 (24 h) or 9040 (24 h) or 9060 (24 h) or 9080 (24 h) or 9100 (24 h) or 9120 (24 h) or 9140 (24 h) or 9160 (24 h) or 9180 (24 h) or 9200 (24 h) or 9220 (24 h) or 9240 (24 h) or 9260 (24 h) or 9280 (24 h) or 9300 (24 h) or 9320 (24 h) or 9340 (24 h) or 9360 (24 h) or 9380 (24 h) or 9400 (24 h) or 9420 (24 h) or 9440 (24 h) or 9460 (24 h) or 9480 (24 h) or 9500 (24 h) or 9520 (24 h) or 9540 (24 h) or 9560 (24 h) or 9580 (24 h) or 9600 (24 h) or 9620 (24 h) or 9640 (24 h) or 9660 (24 h) or 9680 (24 h) or 9700 (24 h) or 9720 (24 h) or 9740 (24 h) or 9760 (24 h) or 9780 (24 h) or 9800 (24 h) or 9820 (24 h) or 9840 (24 h) or 9860 (24 h) or 9880 (24 h) or 9900 (24 h) or 9920 (24 h) or 9940 (24 h) or 9960 (24 h) or 9980 (24 h) or 10000 (24 h) or 10020 (24 h) or 10040 (24 h) or 10060 (24 h) or 10080 (24 h) or 10100 (24 h) or 10120 (24 h) or 10140 (24 h) or 10160 (24 h) or 10180 (24 h) or 10200 (24 h) or 10220 (24 h) or 10240 (24 h) or 10260 (24 h) or 10280 (24 h) or 10300 (24 h) or 10320 (24 h) or 10340 (24 h) or 10360 (24 h) or 10380 (24 h) or 10400 (24 h) or 10420 (24 h) or 10440 (24 h) or 10460 (24 h) or 10480 (24 h) or 10500 (24 h) or 10520 (24 h) or 10540 (24 h) or 10560 (24 h) or 10580 (24 h) or 10600 (24 h) or 10620 (24 h) or 10640 (24 h) or 10660 (24 h) or 10680 (24 h) or 10700 (24 h) or 10720 (24 h) or 10740 (24 h) or 10760 (24 h) or 10780 (24 h) or 10800 (24 h) or 10820 (24 h) or 10840 (24 h) or 10860 (24 h) or 10880 (24 h) or 10900 (24 h) or 10920 (24 h) or 10940 (24 h) or 10960 (24 h) or 10980 (24 h) or 11000 (24 h) or 11020 (24 h) or 11040 (24 h) or 11060 (24 h) or 11080 (24 h) or 11100 (24 h) or 11120 (24 h) or 11140 (24 h) or 11160 (24 h) or 11180 (24 h) or 11200 (24 h) or 11220 (24 h) or 11240 (24 h) or 11260 (24 h) or 11280 (24 h) or 11300 (24 h) or 11320 (24 h) or 11340 (24 h) or 11360 (24 h) or 11380 (24 h) or 11400 (24 h) or 11420 (24 h) or 11440 (24 h) or 11460 (24 h) or 11480 (24 h) or 11500 (24 h) or 11520 (24 h) or 11540 (24 h) or 11560 (24 h) or 11580 (24 h) or 11600 (24 h) or 11620 (24 h) or 11640 (24 h) or 11660 (24 h) or 11680 (24 h) or 11700 (24 h) or 11720 (24 h) or 11740 (24 h) or 11760 (24 h) or 11780 (24 h) or 11800 (24 h) or 11820 (24 h) or 11840 (24 h) or 11860 (24 h) or 11880 (24 h) or 11900 (24 h) or 11920 (24 h) or 11940 (24 h) or 11960 (24 h) or 11980 (24 h) or 12000 (24 h) or 12020 (24 h) or 12040 (24 h) or 12060 (24 h) or 12080 (24 h) or 12100 (24 h) or 12120 (24 h) or 12140 (24 h) or 12160 (24 h) or 12180 (24 h) or 12200 (24 h) or 12220 (24 h) or 12240 (24 h) or 12260 (24 h) or 12280 (24 h) or 12300 (24 h) or 12320 (24 h) or 12340 (24 h) or 12360 (24 h) or 12380 (24 h) or 12400 (24 h) or 12420 (24 h) or 12440 (24 h) or 12460 (24 h) or 12480 (24 h) or 12500 (24 h) or 12520 (24 h) or 12540 (24 h) or 12560 (24 h) or 12580 (24 h) or 12600 (24 h) or 12620 (24 h) or 12640 (24 h) or 12660 (24 h) or 12680 (24 h) or 12700 (24 h) or 12720 (24 h) or 12740 (24 h) or 12760 (24 h) or 12780 (24 h) or 12800 (24 h) or 12820 (24 h) or 12840 (24 h) or 12860 (24 h) or 12880 (24 h) or 12900 (24 h) or 12920 (24 h) or 12940 (24 h) or 12960 (24 h) or 12980 (24 h) or 13000 (24 h) or 13020 (24 h) or 13040 (24 h) or 13060 (24 h) or 13080 (24 h) or 13100 (24 h) or 13120 (24 h) or 13140 (24 h) or 13160 (24 h) or 13180 (24 h) or 13200 (24 h) or 13220 (24 h) or 13240 (24 h) or 13260 (24 h) or 13280 (24 h) or 13300 (24 h) or 13320 (24 h) or 13340 (24 h) or 13360 (24 h) or 13380 (24 h) or 13400 (24 h) or 13420 (24 h) or 13440 (24 h) or 13460 (24 h) or 13480 (24 h) or 13500 (24 h) or 13520 (24 h) or 13540 (24 h) or 13560 (24 h) or 13580 (24 h) or 13600 (24 h) or 13620 (24 h) or 13640 (24 h) or 13660 (24 h) or 13680 (24 h) or 13700 (24 h) or 13720 (24 h) or 13740 (24 h) or 13760 (24 h) or 13780 (24 h) or 13800 (24 h) or 13820 (24 h) or 13840 (24 h) or 13860 (24 h) or 13880 (24 h) or 13900 (24 h) or 13920 (24 h) or 13940 (24 h) or 13960 (24 h) or 13980 (24 h) or 14000 (24 h) or 14020 (24 h) or 14040 (24 h) or 14060 (24 h) or 14080 (24 h) or 14100 (24 h) or 14120 (24 h) or 14140 (24 h) or 14160 (24 h) or 14180 (24 h) or 14200 (24 h) or 14220 (24 h) or 14240 (24 h) or 14260 (24 h) or 14280 (24 h) or 14300 (24 h) or 14320 (24 h) or 14340 (24 h) or 14360 (24 h) or 14380 (24 h) or 14400 (24 h) or 14420 (24 h) or 14440 (24 h) or 14460 (24 h) or 14480 (24 h) or 14500 (24 h) or 14520 (24 h) or 14540 (24 h) or 14560 (24 h) or 14580 (24 h) or 14600 (24 h) or 14620 (24 h) or 14640 (24 h) or 14660 (24 h) or 14680 (24 h) or 14700 (24 h) or 14720 (24 h) or 14740 (24 h) or 14760 (24 h) or 14780 (24 h) or 14800 (24 h) or 14820 (24 h) or 14840 (24 h) or 14860 (24 h) or 14880 (24 h) or 14900 (24 h) or 14920 (24 h) or 14940 (24 h) or 14960 (24 h) or 14980 (24 h) or 15000 (24 h) or 15020 (24 h) or 15040 (24 h) or 15060 (24 h) or 15080 (24 h) or 15100 (24 h) or 15120 (24 h) or 15140 (24 h) or 15160 (24 h) or 15180 (24 h) or 15200 (24 h) or 15220 (24 h) or 15240 (24 h) or 15260 (24 h) or 15280 (24 h) or 15300 (24 h) or 15320 (24 h) or 15340 (24 h) or 15360 (24 h) or 15380 (24 h) or 15400 (24 h) or 15420 (24 h) or 15440 (24 h) or 15460 (24 h) or 15480 (24 h) or 15500 (24 h) or 15520 (24 h) or 15540 (24 h) or 15560 (24 h) or 15580 (24 h) or 15600 (24 h) or 15620 (24 h) or 15640 (24 h) or 15660 (24 h) or 15680 (24 h) or 15700 (24 h) or 15720 (24 h) or 15740 (24 h) or 15760 (24 h) or 15780 (24 h) or 15800 (24 h) or 15820 (24 h) or 15840 (24 h) or 158

La géochimie organique à Gui Yang et à Strasbourg

Essai d'évaluation comparative de deux systèmes de la science

Dans le cadre de l'accord d'échange entre le CNRS et l'Académie des sciences de la République Populaire de Chine, Pierre Potier et moi-même avons passé trois semaines en Chine, du 21 avril au 10 mai 1976. C'était ma seconde mission dans ce pays : en avril 1966, à la veille de la Révolution Culturelle (1), j'avais, au cours d'un voyage de trois semaines, visité avec Jean Cantacurène les mêmes instituts, rencontré les mêmes collègues, discuté des mêmes problèmes, affronté les mêmes divergences complètes avec notre système de référence en matière scientifique, mais aussi constaté, humaniste incorrigible, les mêmes convergences au delà des systèmes.

En 1976 cependant, une surprise nous attendait : le programme de nos visites, préparé à Pékin, comprenait outre la capitale, Shanghai et Canton, une ville dont nous ignorions jusqu'à l'existence : Gui Yang (alias Kwei Yang), la capitale du Gui Zhou (alias Kwei Chow). Gui Yang est une ville de 750 000 habitants (1 150 000 dans l'agglomération), située au cœur d'une région minière (charbon, phosphates, mercure), entre le Yun Nan et le Si Chuan. Depuis la Révolution Culturelle, pratiquement aucun visiteur étranger n'y avait été invité. Le but principal de notre visite devait être l'institut de géochimie de l'Académie des sciences, qui constitue le thème essentiel de cet article.

Je souhaiterais tout d'abord situer, par quelques indications plus impressionnistes que systématiques, l'atmosphère de notre visite. J'analyserai ensuite brièvement les activités de l'institut de géochimie, puis tenterai de comparer ces activités et celles des centres français à objectifs comparables, et, par là, de comparer deux systèmes d'activité scientifique.

Gui Yang : le cadre

Venant de Canton, nous avons eu bien du mal à atteindre Gui Yang : quelques orages sur les quelque 500 km de trajet à vol d'oiseau provoquaient une interruption du trafic aérien, et le train, à 40 km/h de moyenne sur 1 000 km, présentait d'autres difficultés (2). Nous avons fini par arriver en retard de 48 heures sur le programme prévu. Notre séjour s'est donc déroulé du vendredi 30 avril au lundi 3 mai : un long week-end comprenant la fête, chômée, du 1er mai et son lendemain, chômé, le dimanche. Nous avons cependant rencontré, les 30 avril, 1er et 2 mai, le personnel de tous les laboratoires au grand complet ; le dimanche 2 mai, nous avons visité une usine pharmaceutique en pleine activité, avec tout son personnel de quatre cents ouvriers et techniciens, au travail puisque... les orages potentiels avaient retardé notre arrivée...

Gui Yang, située dans une vallée en plein plateau karstique, à sept cents mètres d'altitude, jouit d'un climat relativement modéré ($-5^{\circ}/+35^{\circ}$), mais d'une atmosphère riche en SO_2 à un point que j'aurais cru incompatible avec la vie hu-

main. Cette pollution est due à la combustion industrielle et domestique d'un charbon riche en soufre : le stockage individuel de tas de ce charbon sur les balcons des immeubles collectifs ou vit une partie de la population a évidemment accéléré le vieillissement de ces immeubles. Comme une autre partie des habitants loge le long des murs d'usine, dans des masures d'une pièce, sans fenêtres, aux murs de briques grossières et au toit de carton goudronné recouvert de branchages, le coup d'œil est plutôt déprimant sur le plan architectural. Le contraste n'en est que plus frappant avec l'aspect sain, vigoureux et optimiste des adultes et des nombreux enfants ; ce contraste se retrouve partout en Chine, mais il nous a paru particulièrement frappant dans Gui Yang.

De même, l'intense curiosité, amicale, sceptique et d'une effervescence parfois physiquement gênante, que manifestent partout jeunes et vieux pour les visiteurs étrangers, était à Gui Yang rendue particulièrement spectaculaire par trois facteurs : la rareté extrême de visites d'étrangers, notre passage au cours d'un week-end en principe chômé, et l'appareil dans lequel nous circulons entre l'hôtel (dans son enclos à porte cochère de fer pleine), l'institut, la station expérimentale agricole, un site géologique, etc. Nous précédaient un side-car de la police, un command-car, une auto avec une partie de nos accompagnateurs - et nous suivaient une ou deux autres, un command-car, et parfois un autocar pour le reste de notre suite : tous les carrefours étaient bloqués par un agent - et

(1) Il faudrait dire « La Grande Révolution Culturelle Proletarienne » (GRPC).

(2) Se rappeler que des étrangers, en tout cas au minimum officiels, doivent disposer d'un compartiment vide, que

le wagon-motivator doit être complètement évacué quand ils passent y manger, etc.

A LA DÉCOUVERTE DE - A LA DÉCOUVERTE D



Institut de géochimie de Gui Yang. Les chefs de groupe devant le bâtiment principal.

la population était à l'affût, sur plusieurs rangs. Notre désir inconsidéré de faire quelques emplettes (un week-end chôme...) s'est traduit par l'installation dans le hall de l'hôtel d'un étal de cinq mètres de long, organisé par deux magasins, et nous présentant tissus de soie, flûtes artisanales, et éléphants roses de plastique.

Notre programme de travail était centré sur l'Institut de géochimie (visites, discussions, exposé suivi de questions se prolongeant six heures au total) – et sur les problèmes de phytothérapie (visite de la station expérimentale agricole et d'une usine de produits pharmaceutiques, et discussion de plusieurs heures avec un groupe d'une trentaine de médecins venus pour nous rencontrer depuis leur hôpital situé à Zun-Yi à deux cents kilomètres au Nord).

Une impression encore, pour illustrer le

danger des commentaires de sinologues improvisés. A notre arrivée, nous avons été surpris par les queues énormes, tumultueuses, désordonnées, devant quelques magasins. Contraste total avec l'abondance de marchandises et de vitrailleries des vitrines de Pékin ou Shanghai. Indice de pénuries provinciales ? En fait, c'était l'équivalent de ce que vous avez pu voir, en France, le même vendredi soir 30 avril, dans tous les supermarchés : la ruche avant un long week-end (aggravée sans doute par la rareté des réfrigérateurs domestiques !).

L'institut de géochimie

Dans ce cadre, un vaste périmètre enclos de murs couronnés de tessons de bouteilles (survivance du passé ? non : protection constante de tous les bâtiments officiels contre les espions et saboteurs po-

terriels...) : le siège de l'ancien Institut de chimie de Gui Yang. En 1966, l'Institut de géochimie de l'Académie des sciences y fut entièrement déménagé de Pékin, avec la plupart de ses quatre cents collaborateurs et tout leur matériel, ainsi que la petite station géologique de Gui Ming. Actuellement, six cents personnes y travaillent, réparties en un atelier et dix départements de recherche. Les principaux domaines de recherche sont l'étude des minerais métalliques, la géochronologie isotopique, la sédimentologie (notamment en relation avec le pétrole et la houille), l'hydrogéologie, le génie géologique, la géologie de l'environnement, la minéralogie physique et, depuis 1966, la géochimie organique.

L'impression d'ensemble donnée par les bâtiments de l'Institut est voisine de celle que donne la ville : bâtiments et labora-

toires prématurément vieillies, entretien immobilier plutôt négligent, mélange, pour nous difficilement déchiffrable, de puissance et de pauvreté (les mesures qui s'infiltrèrent jusqu'aux abords de l'entrée imposent cette impression). L'impression que donnent les laboratoires est identique : locaux sans charme, et parfois sordides, appareils bricolés voisinant avec des pièces de musée en état de marche, mais aussi avec des prototypes de hautes performances. L'impression que donnent les chercheurs que nous avons rencontrés, elle, est uniformément excellente : personnalités scientifiques compétentes, ouvertes, critiques, personnes chaudes, amicales, curieuses.

Quelques notes sur l'équipement scientifique. Quatre spectromètres de masse illustrent l'hétérogénéité du « parc » instrumental. Un spectromètre soviétique, datant de 1960, a été considérablement modifié, même dans sa géométrie, et, pour dit-on, amélioré ; il est réservé aux analyses isotopiques du plomb. Un autre appareil, très voisin, date de 1962 et fait mille mesures isotopiques d'argon par an. Un troisième appareil, de fabrication allemande (CH-4), date de 1966, et est réservé aux analyses isotopiques de soufre ; lui aussi a été modifié et amélioré. Enfin le quatrième, construit à Pékin en 1973-1975 est couplé avec un chromatographe en phase gazeuse, et fonctionne avec un pouvoir de résolution de

1/7 000. Il utilise un séparateur Biemann-Watson et des colonnes remplies, et serait maintenant « en production commerciale ». Il est réservé à la géochimie organique.

Un chromatographe en phase liquide chinois, avec un détecteur dans l'UV, à semi-conducteurs - mais dans le laboratoire voisin un monochromateur Haet de focale de 1,25 m (le numéro deux d'une série sans doute réformée partout ailleurs), utilisé comme l'un des éléments d'un spectrophotomètre home-made, pour les analyses de porphyrines dans les pétroles et les sédiments.

Enfin, quelques notes sur les problèmes traités (nous réservant de revenir plus loin sur la géochimie organique).

Problèmes fondamentaux : essais de datation d'os du Sinanthrope, de charbon de bois trouvé dans une des tombes Han de Chang Sha ; fondamentaux, ou bien appliqués au développement de cette ligne idéologique majeure : la recherche des liens avec le peuple chinois depuis ses origines ? **Problèmes fondamentaux :** datation (K/Ar et Pb) à l'Ordovicien des sédiments calcaires du sommet du mont Jolmo Lungma (l'Everest conquis par des géologues, comme en un autre siècle le Mont Blanc par de Saussure !) ; fondamentaux, ou bien appliqués à la connaissance de la tectonique des Himalayas, et par contre-coup à la recherche

pétrolière dans les régions adjacentes comme le Si Chuan ?

Problèmes appliqués : problèmes de géologie écologique comme ceux que pose la localisation de la maladie de Keshan dans le Hei Lung Giang, en fonction de facteurs géographiques, botaniques, pédologiques et climatologiques ; appliqués, ou bien réellement mettant en jeu des innovations fondamentales ?

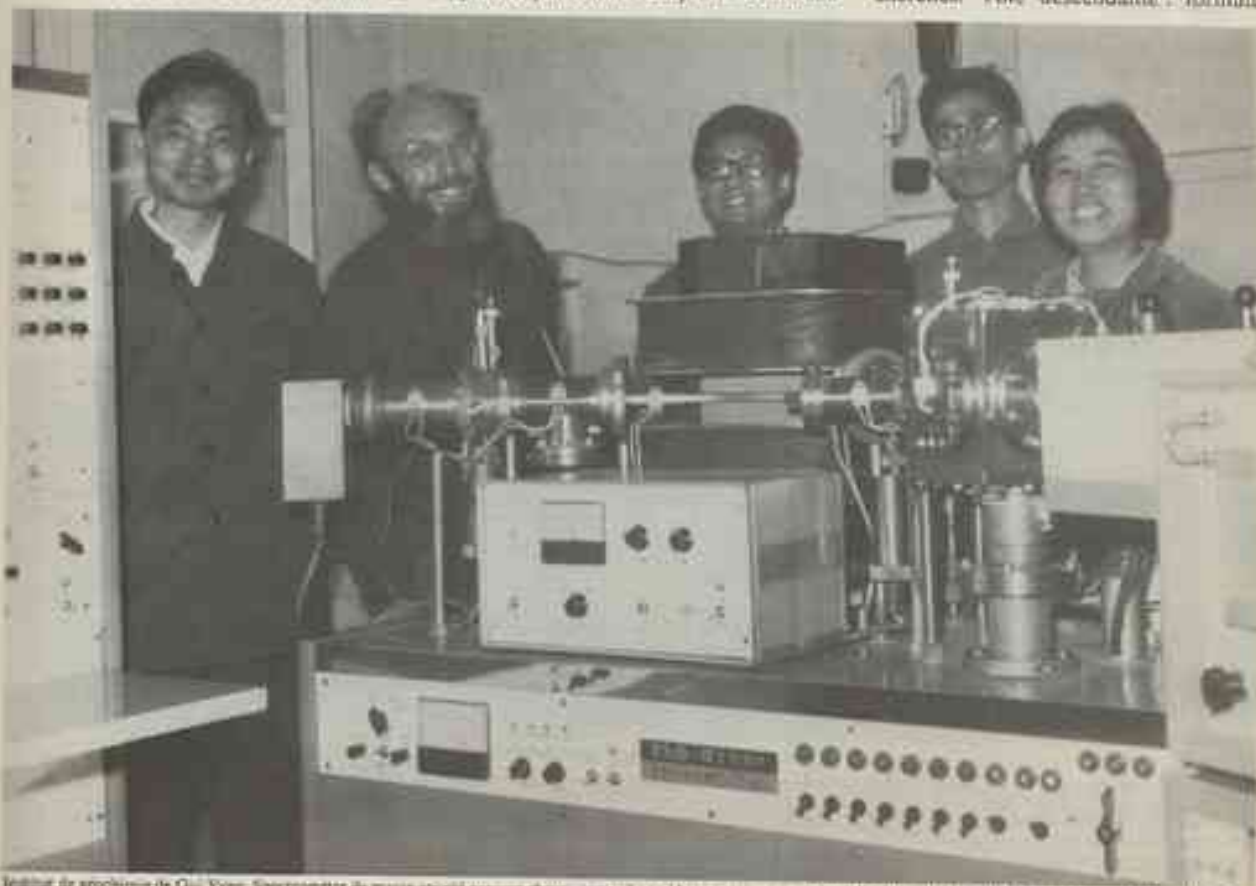
De toutes façons dans le choix des problèmes traités interviennent bien des facteurs.

Chaque thème de recherche est en effet présenté dans un cadre idéologique précis analysant :

- sa relation chronologique (et causale...) avec le Grand Bon en Avant, avec la Grande Révolution Culturelle Proletarienne, avec le Mouvement contre Lin Piao et Confucius, avec la lutte contre le « vent déviationniste de droite » à l'intérieur du Parti...

- sa relation idéologique avec les directives du Président Mao : « atteindre de plus hauts sommets » ; développer l'une des triples unions tant en faveur : ouvriers, paysans et soldats, ou chercheurs, techniciens et ouvriers ; développer la recherche « à portes ouvertes », etc.

Un responsable d'assez haut niveau de l'Académie des sciences nous a précisé le processus complexe de prise de décision pour un nouveau programme de recherches. Voie descendante : formula-



Institut de géochimie de Qiu Yong. Spectromètre de masse couplé avec un chromatographe en phase gazeuse, construit à Pékin en 1973 selon les spécifications de l'Institut de géochimie. Pouvoir de résolution 1/7 000.

tion par l'Académie des sciences des priorités du Plan. Étape locale : discussions dans l'institut et entre l'institut et les organisations populaires, puis propositions par le Comité Révolutionnaire de l'institut. Simultanément, propositions identiques ou différentes par l'organisation du Parti dans l'institut. Puis voies montantes : par les Comités Révolutionnaires d'une part, et par l'organisation du Parti d'autre part (« c'est quand même plus simple et plus sûr quand les propositions sont identiques et que tout le monde s'est mis d'accord au départ, mais ce n'est pas toujours le cas »). Puis discussions au sommet, avec, en cas de divergences, décision par le Présidium (« en ce moment, c'est d'ailleurs toujours la proposition venant des instances du Parti qui a des chances d'être acceptée, et le critère fondamental de choix est la valeur idéologique des propositions »). La conséquence de la primauté idéologique quasi-exclusive des problèmes appliqués, actuellement, conduit à une attitude très stéréotypée : lors des discussions sur les travaux de Strasbourg, toutes les questions initialement posées portaient sur un aspect d'application directe, mais le développement ultérieur de la discussion permettait toutes les digressions vers le fondamental.

La géochimie organique à Gui Yang

Depuis dix ans (depuis la GRPC), a été fondé ce groupe qui poursuit, sur des problèmes purement chinois, des études comparables à celles de tous les centres de recherches pétroliers ou géochimiques du monde, avec des moyens dont j'ai essayé de montrer plus haut qu'ils sont à la fois pauvres et adaptés (spectromètre de masse couplé avec chromatographie, analyseur thermique différentiel, type concours Léprieux, etc.).

Les problèmes traités sont essentiellement liés à la localisation du pétrole et du gaz naturel, à la compréhension de la genèse et de l'évolution du pétrole, et par conséquent à la prévision de localisations. Une grande partie de l'effort a été consacrée aux carbonates comme roches-réservoirs. Des indicateurs multiples sont systématiquement analysés : hydrocarbures normaux, CPI, porphyrines, isoprénoides, teneur en acides aminés, rapport C/H, potentiel de pyrolyse du kérogène, etc.

Les recherches de pétrole ont ainsi été orientées en Chine notamment vers des roches carbonatées très anciennes (Permien et Sinien).

Enfin, un modèle très détaillé d'évolution des pétroles et des charbons a été établi. Comme on le voit, il s'agit d'un programme étendu, mais très classique, comparable à ce que l'on pouvait voir il y a déjà plusieurs années, par exemple à l'institut français du pétrole.

Essais d'évaluation

Toute évaluation doit tout d'abord tenir compte du fait que, surtout depuis la GRPC, les universités n'ont aucune activité de recherche significative, dans les domaines que nous avons couverts (2).

Il me semble donc certain que nous avons vu l'essentiel de l'effort de recherche fondamentale en Chine en géochimie organique, et une bonne partie de l'effort de recherche appliquée.

D'un point de vue quantitatif, il s'agit d'un effort important dans l'absolu, comparable à celui d'une Société pétrolière de taille moyenne. Il ne sert à rien de se référer à la taille de la Chine : ce que nous avons vu est en plein développement, comme le reste du pays, et dans dix ans on peut prévoir que l'écart se sera resserré.

D'un point de vue qualitatif, on peut tout d'abord constater l'excellence des problèmes choisis : problèmes importants pour le pays, ou importants pour le peuple, ou explicables à des non-scientifiques, ou même exaltants. On peut aussi constater l'adéquation des moyens utilisés aux problèmes traités, sans aucun luxe, sans même certaines facilités bien indispensables ici, mais avec l'essentiel du nécessaire. On peut enfin admirer, et envier, l'apparente absence de cloisonnement entre le terrain et le laboratoire, entre la production et la recherche, et même entre les régions du pays. Ceci traduit certainement l'absence totale de compétition commerciale, et l'exclusivité assurée sur tout le territoire national. Mais il est probable également que cette « transparence verticale » est la conséquence de la prise au sérieux d'une idéologie prônant la liaison théorie/pratique, et les triples-union mentionnées plus haut.

Par contre, comme dans d'autres domaines, j'ai été très surpris de l'absence apparente de toute « voie chinoise » dans ces domaines.

Notre expérience à Strasbourg, elle aussi acquise en dix ans, nous a révélé à quel point toutes les méthodes « classiques » en la matière recèlent d'ombres : il a été rapidement possible de dégager des résultats originaux et généraux d'un examen critique des résultats de ces méthodes.

J'ai eu l'impression à Gui Yang que cet examen critique n'avait jamais été fait, et ne pourrait pas être fait, dans les conditions actuelles, pour des raisons idéologiques et non par suite de déficiences intellectuelles des chercheurs (qui m'ont au contraire paru exceptionnellement doués). Mais l'emphase est constamment mise sur l'applicabilité des résultats cherchés.

(2) Nous avons bien vu, à Pékin et à Canton, des laboratoires universitaires. Mais ce gros, ou bien les mêmes « sites », ou bien ils faisaient avec des moyens de fortune ce qui était mieux fait ailleurs, dans les instituts de l'Académie des sciences.

À Strasbourg, nous avons, grâce notamment à une aide financière et générale d'ELF-ERAP, et une collaboration avec les groupes de géochimie organique de l'institut français du pétrole et de l'université de Bristol, et enfin à l'aide de l'institut de géologie (notre multiple union !), pu découvrir deux familles au moins de nouveaux indicateurs moléculaires : les dérivés du hopane 1, et des dérivés aromatiques tels que 2 (fig. 1). Ceci nous a menés à la découverte de nouvelles familles de lipides bactériens et algaires, probablement à l'origine d'une grande partie de la matière organique des pétroles et houilles. Ces résultats ont certes du mal à être mis en œuvre dans la pratique, mais nous sommes convaincus qu'ils le seront tôt ou tard, car ils permettent d'utiliser les indicateurs très riches en information. Mais notre système est cloisonné, contrairement au système chinois, où sont au fond combinés dans la même organisation l'équivalent de notre laboratoire strasbourgeois, celui de l'institut français du pétrole et celui d'ELF-ERAP !

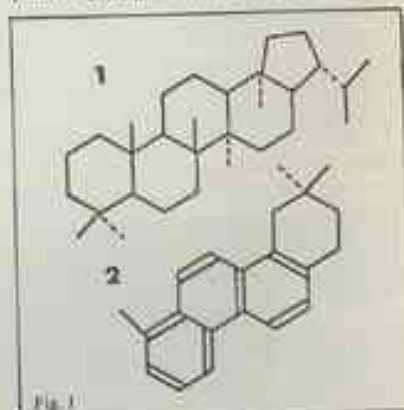


Fig. 1

Conclusion

Une première conclusion pourrait être pessimiste : entre un système comme celui de Gui Yang, transparent verticalement mais empêtré dans une idéologie contraignante (mais bien sûr évolutive) — et celui de Strasbourg, ouvert à l'innovation mais où entre l'ancien et l'aval existent de nombreuses écluses, aux serrures difficiles à ouvrir, entre ces deux systèmes, lequel choisir ? Comment les éviter tous les deux ?

En fait, j'espère, et je crois, que la connaissance réciproque des défauts et des avantages de ces systèmes devrait permettre de les adapter. L'envoi à Gui Yang d'une nouvelle mission comprenant des géochimistes plus proches que nous de la pratique, et l'invitation en France de géochimistes de Gui Yang, seraient sans doute bénéfiques pour les deux pays !

Guy OURISSON

Directeur du laboratoire de chimie organique des substances naturelles de Strasbourg

Mallaha, au 10^e millénaire avant l'ère chrétienne

Mallaha, dans la haute vallée du Jourdain

Le gisement préhistorique de Mallaha (Eynan) se trouve en Israël dans la haute vallée du Jourdain, au bord de l'ancien lac Houlé aujourd'hui asséché, au pied des contreforts orientaux des montagnes de Galilée, près de la source d'Aïn Mallaha (fig. 1).

Découvert accidentellement en 1954, le gisement a été fouillé et étudié par les chercheurs du centre de recherches préhistoriques français de Jérusalem (mission permanente du CNRS en Israël). La

dernière série de campagne de fouilles s'est déroulée de 1971 à 1976 (1).

Mallaha appartient au « Natoufien », nom donné à une phase du développement culturel de la Palestine que l'on date habituellement entre 10 000 et 8 000 avant l'ère chrétienne. Les premiers vestiges natoufiens furent découverts vers 1930 dans les grottes du Mont Carmel et des montagnes de Judée. On en a trouvé trace récemment (campements saisonniers) jusque dans les steppes du sud palestinien. Mallaha est un gisement de plein air ; les vestiges s'étendent sur plus de 2 000 m² ; l'épaisseur des dépôts atteint trois mètres.

Présentation du site

On a construit à Mallaha de grandes habitations de plan circulaire. Les plus anciennes, qui sont aussi les plus spacieuses, mesurent jusqu'à neuf mètres de diamètre. Celles du niveau supérieur ont de quatre à six mètres de diamètre (fig. 2).

Leur emplacement a d'abord été creusé à contre pente, un mur de grosses pierres retenant les terres. Ces murs ont été trouvés conservés sur plus d'un mètre de hauteur. Une ou plusieurs rangées concentriques de poteaux soutenaient la couverture de l'habitation 131 (fig. 3) ;



Fig. 1 - Mallaha (Eynan) et la plaine du Houlé. A l'horizon le plateau du Golan.

(1) Les fouilles de Mallaha ont été conduites en 1955-1956 avec l'aide du service des antiquités d'Israël. Des subventions ont été accordées pour les campagnes de fouilles de 1959 à 1961 par l'American philosophical society et la Wenner Gren Foundation for anthropological research. Les campagnes de 1971 à 1976 ont été subventionnées par le CNRS (RCP 30 et MF 3) et par

le ministère des affaires étrangères (commissariat consultatif pour la recherche archéologique à l'étranger). Ont participé aux recherches : Jean Ferron, Moustique Lachavalier, Françoise Valla et Daniel Ladray (centre de recherches préhistoriques français de Jérusalem) ; Denise Péronin, O. Solvères (laboratoire d'anthropologie biologique de l'École pratique des hautes études

464) ; J. Bouché (laboratoire de préhistoire du musée national d'histoire naturelle, L.A. 184) ; P. Duon (centre de recherches d'écologie et de préhistoire de St-André de Cruzières) ; W. Fiersand (département de géologie de l'université de Michigan) ; Aronson Ascal (service des antiquités, musée de préhistoire du Houlé).

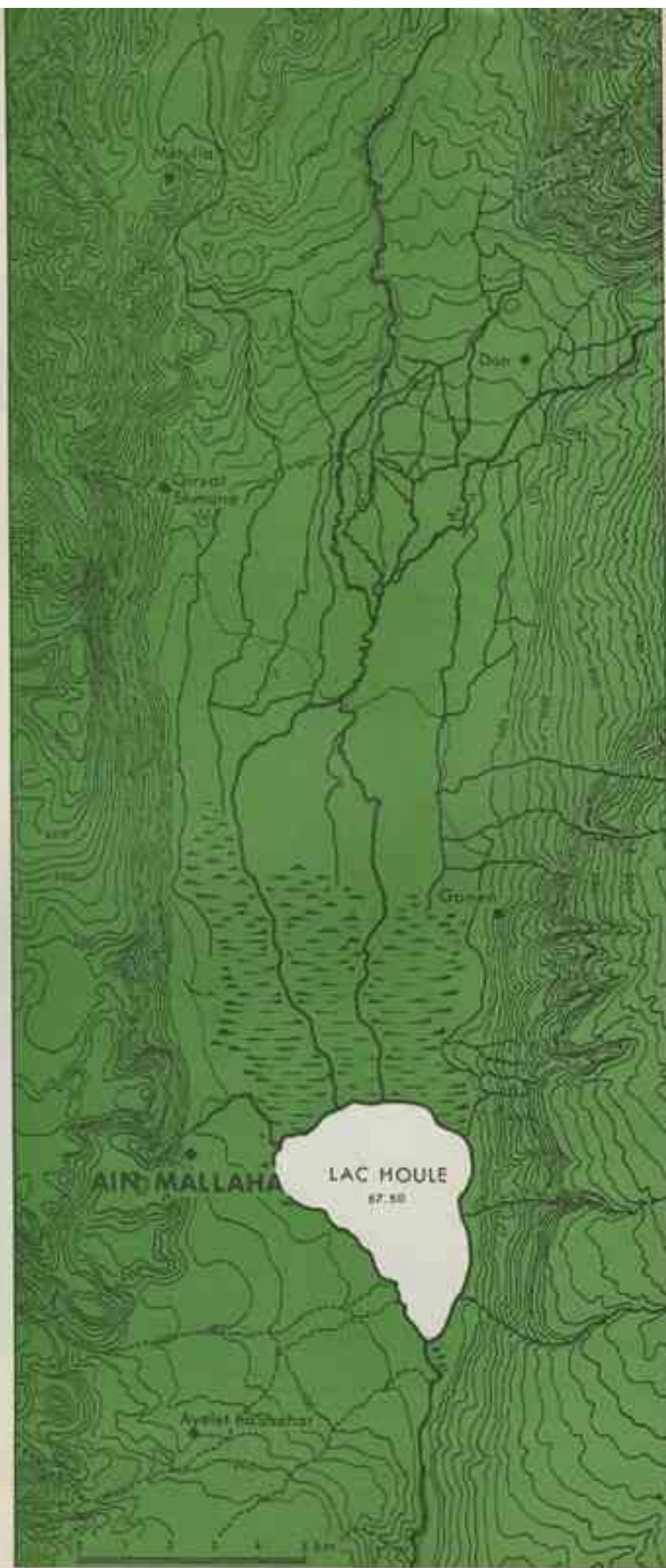
cette toiture devait être faite de branchages et de roseaux recouverts de terre. Sur le sol des habitations se trouvent des structures secondaires : foyers bordés de pierres, bassins à fond empierré etc... Des sortes de « silos » en forme de cloche d'une capacité de cinq cents litres environ ont été creusés dans le sol ; les parois sont enduites d'une épaisse couche d'argile ou d'une couche plus mince de terre et de chaux.

Les habitations de Mallaha sont proches les unes des autres ; elles sont souvent contiguës (fig. 2). D'après la superficie explorée (300 m²) on peut estimer leur nombre à vingt-cinq ou trente par niveau. Le nombre des habitants pouvait être de deux cents environ.

Le sol d'une grande habitation au niveau inférieur (fig. 3) était jonché de milliers d'outils en silex (fig. 4) et en os (aiguilles, poinçons, spatules, etc.) (fig. 5), d'objets et d'instruments de grande dimension en basalte : mortiers, pilon-broyeurs, meules, polissoirs. On y a trouvé aussi des pendeloques en os et une petite figurine en calcite représentant, semble-t-il, une tortue (fig. 6). Les déchets de cuisine comprenaient des vertèbres de poissons, des carapaces de tortue, des pinces de crabes et des coquillages provenant du lac voisin ; des ossements d'oiseaux et, en abondance, des ossements de gazelle, de chevreuil, de daim, de sanglier, de bœuf, de lièvre et d'autres espèces qui vivent aujourd'hui encore dans les marécages du lac Houle ou sur les pentes qui l'entourent.

Situation de Mallaha dans la vallée du Houle →

Mallaha (Ezyon) et le lac Houle, Israël.



AU-DELA DES FRONTIÈRES - AU-DELA DES FRO

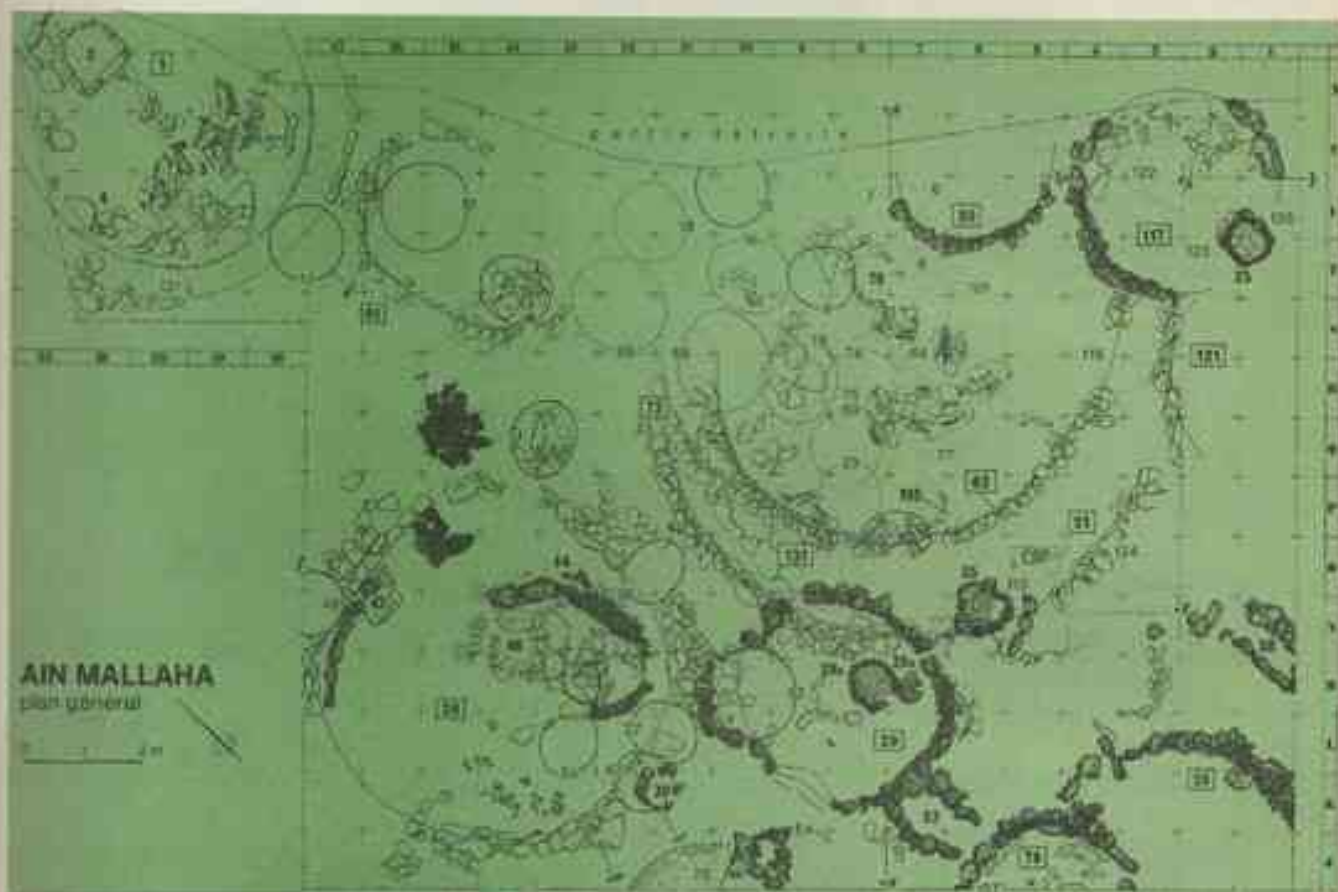


Fig. 2 - Plan général du secteur en cours de fouille.



Fig. 3 - Détail du site de l'habitation 111.

Av. Téz stratigraphie		Phases du développement culturel en Palestine	Principaux sites palestiniens
12 000 11 000 10 000 9 000 8 000	PALÉOLITHIQUE Épipaléolithique Pré-PPNA	KERAKIEN	En Gedi, Kabara, etc...
		NATOUFIEN	Mallaha (Eynan), El Qad, Erg el Ahmar, Hayonim, Falah, N. Oren, composants du Négar Jéricho (PPNA), Falah, (Oren), el Khamr, Beidha
7 000 6 000 5 000 4 500	NEOLITHIQUE	« Prépotter Natoufia B » ou Jéricho Habits palestiniens Prato Shahr Hagdian (Golan)	Jéricho (PPNA), Beidha, Mun- sara, Abu Gh. Beidha, etc... Shahr Hagdian, Munshara

L'outillage en silex de Mallaha est dans la tradition de celui du paléolithique supérieur de Palestine et du Levant (fig. 4). Il comprend grattoirs, burins, lames retouchées, lames et lamelles à dos. Les microlithes représentent environ 30 % de l'outillage : 10 % sont géométriques avec pour forme caractéristique un « croissant » qui a pu servir à la confection d'armes composites. La proportion des microlithes à Mallaha est faible en comparaison de celle que l'on trouve dans le Natoulien des grottes ou des campements de chasseurs du sud palestinien.

Les outils en os sont nombreux et variés. Le plus caractéristique est une monture de faucille aménagée dans un os long et présentant une rainure pour l'insertion de lames de silex. Dans les grottes du Carmel ces faucilles présentaient une poignée ornée en haut relief d'un motif animalier.

Autres formes d'expression artistique : des galets gravés représentent des têtes humaines schématisées ; une petite figurine humaine en pierre porte des traces d'ocre rouge ; le bord extérieur de grands mortiers en basalte est parfois orné de motifs en relief.

Le goût de la parure corporelle est mis en évidence par la fréquence des éléments de collier en os ou en coquillages, plus rarement en pierre. De nombreux squelettes ont été retrouvés portant un bandeau de dents, un collier, un bracelet ou une jarretière de coquillages. Près d'une centaine de squelettes ont été mis au jour à Mallaha. Les sépultures se rencontrent souvent dans un même secteur. Certaines se trouvent au-dessous du sol d'une habitation mais sans que l'on puisse affirmer une relation entre la sépulture et l'habitation. Dans les niveaux inférieurs les corps sont généralement couchés sur le côté en position semi fléchie ou fléchie. Dans le niveau supérieur on trouve la position embryonnaire forcée et des sépultures collectives au second degré rassemblant dans une même fosse plusieurs crânes et des os longs de plusieurs individus (fig. 7).

Les hommes de Mallaha sont de grande taille (1,74 m pour les hommes et 1,64 m pour les femmes) et d'aspect robuste. Ils descendent probablement des hommes du paléolithique supérieur de Palestine, d'ailleurs peu connus. La race à laquelle appartiennent les Natouliens de Mallaha peut être considérée comme l'ancêtre de celles qui peupleront le Proche et le Moyen Orient jusqu'aux temps historiques.

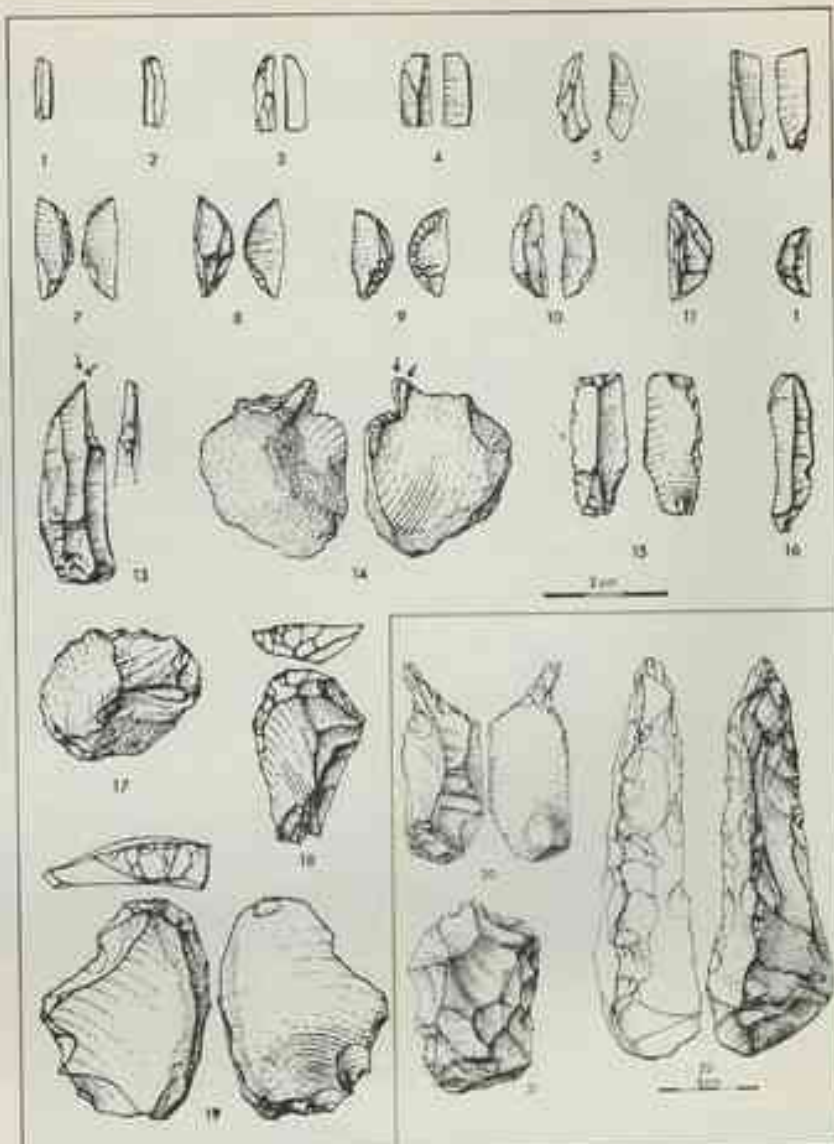


Fig. 4 - Outils en silex (Natoulien).

Un mode de vie sédentaire

La présence à Mallaha de maisons solidement construites, les plus anciennes connues à l'heure actuelle au Proche Orient, l'utilisation d'un mobilier lourd - certains mortiers pèsent plus de cent kilogrammes - l'importance du cimetière, la puissance des dépôts, laissent penser qu'il y a occupation continue du site. Un pas décisif est franchi. Un nouveau mode de vie va s'installer : le processus est amorcé. Mallaha marque l'aboutissement des tentatives enregistrées à la période précédente notamment sur les sites kébariens des alentours du

lac de Tibériade (fonds de cabanes et mobilier en pierre encore rare des gisements d'En Gev). C'est sur l'horizon du kébarien finissant que l'on recherchera les causes immédiates de cette brusque accélération du développement culturel et technique.

L'outillage de Mallaha témoigne d'un perfectionnement des techniques de la cueillette (faucilles), de la pêche (hameçons en os, tendeurs de filets) et de la chasse (harpons en os). Le bassin du Houlé où se trouve Mallaha offre des conditions de vie exceptionnellement favorables. Le blé et l'orge y poussent de nos jours sur les pentes basaltiques avec une densité remarquable. Pour autant

NTIÈRES - AU-DELA DES FRONTIÈRES - AU-DELA

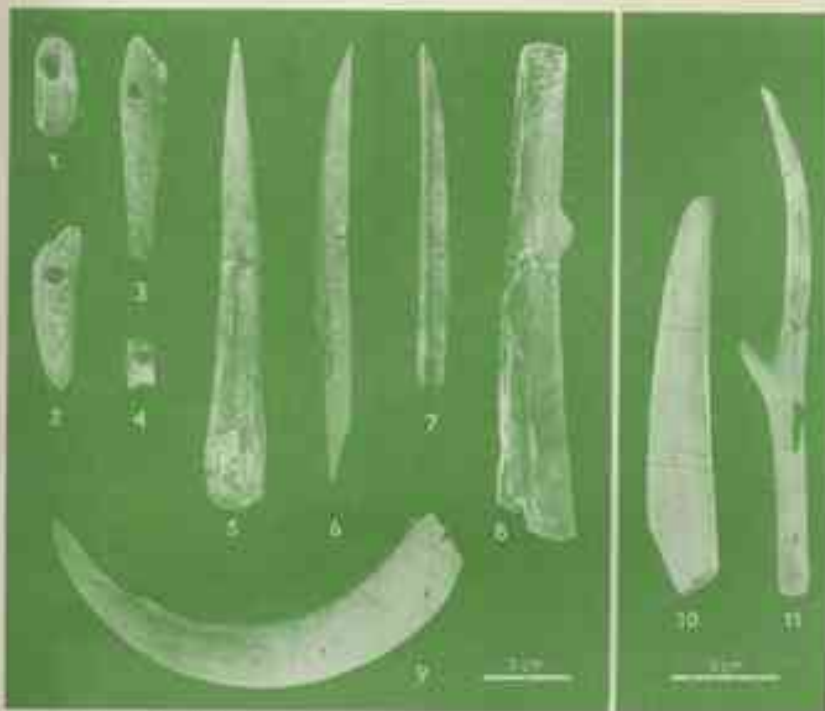


Fig. 5 - Mallaha (Eyzat). Outillage en os

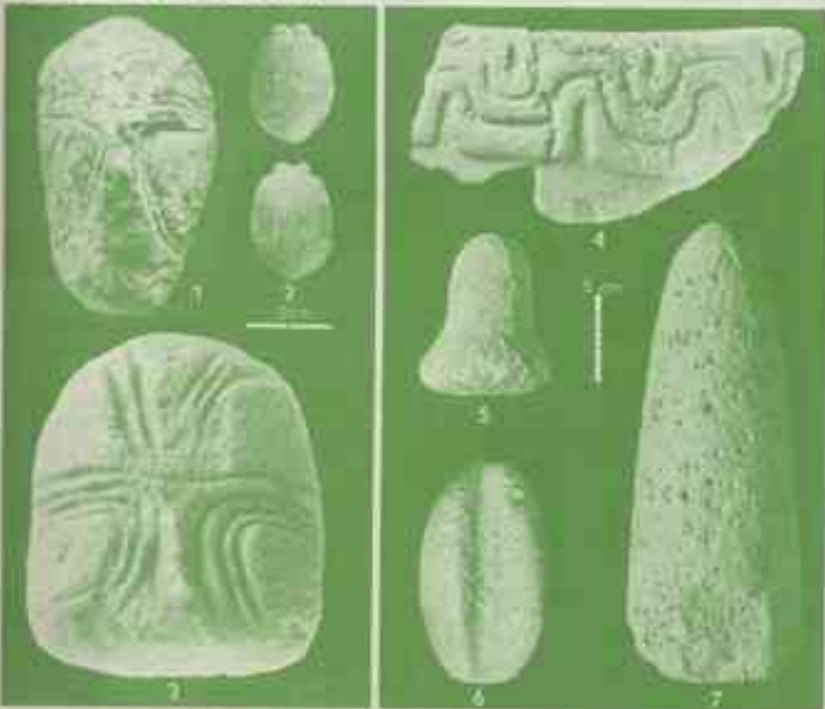


Fig. 6 - Mallaha (Eyzat). Végétarisme : Objets en pierre

qu'il soit possible de le reconstituer, l'environnement ancien, il y a 12 000 ans, était plutôt plus favorable que l'actuel. Que l'on ait récolté des céréales à Mallaha est indiqué par la présence de faucilles à lames lustrées par la silice. La permanence de Mallaha peut donc s'ex-

pliquer par une plus grande efficacité de la cueillette, sous toutes ses formes, dans un milieu riche en ressources naturelles variées et continuellement accessibles. A cet égard, les « silos » de Mallaha, s'ils ont véritablement contenus des céréales, ont dû jouer un rôle important.

Une conséquence de la vie sédentaire est le développement rapide des techniques de préparation des aliments (grands mortiers et vases en basalte, pilons-broyeurs, meules, etc...). Une autre conséquence, plus tard observée, sera l'accroissement de la population : Beissamoun, Jéricho, compteront au 7^e millénaire plusieurs milliers d'habitants.

Ce qui fait surtout l'intérêt des développements observés à Mallaha, c'est qu'ils ne paraissent pas avoir été accompagnés d'un progrès comparable des techniques de production. On récolte les céréales, on ne les cultive pas. On ne domestique pas les animaux : les oiseaux recueillis à Mallaha sont ceux d'animaux chassés ; parmi les espèces représentées, a été observée non seulement l'absence d'animaux pouvant être considérés comme domestiques ou en voie de domestication, mais encore la rareté des animaux susceptibles d'être domestiqués. Ce n'est d'ailleurs que beaucoup plus tard, sur l'horizon du 7^e millénaire, que Beissamoun, Munhata, Jéricho PPNB, fourniront une évidence archéologique des premières manipulations des céréales et des premières tentatives de domestication (chèvre).

Ainsi, contrairement à l'opinion généralement admise qui faisait de l'acquisition des techniques de production le préalable à tout mouvement de sédentarisation, on a pu proposer, à la suite des découvertes de Mallaha qu'une économie de prédation intensive pouvait permettre elle aussi, en milieu naturel favorable, une vie sédentaire et le développement de celle-ci. Cette proposition a reçu confirmation des observations faites par la suite sur les sites de Syrie et de Turquie méridionale, à l'ouest de l'Euphrate. Il est apparu que le Proche Orient méditerranéen avait connu dans son ensemble et dès la fin du paléolithique supérieur un processus de sédentarisation.

Ce processus est particulier à cette région. On ne le retrouve pas à l'est de l'Euphrate : dans les montagnes du Zagros, l'apparition des villages (Jarmo) est effectivement précédée par celle des techniques de production.

Une économie fondée sur la cueillette est évidemment fragile : elle est soumise aux variations de l'environnement. Or, de ce côté, la Palestine est très vulnérable ; dans la zone côtière et sur le rebord du plateau transjordanien son climat est méditerranéen ; dans la partie centrale (vallée du Jourdain, Negev) et orientale (plateau transjordanien) il est aride ; au-delà s'étendent des déserts : le désert du Sinai au sud, le désert syro-arabe à l'est.

AU-DELA DES FRONTIÈRES - AU-DELA DES FRO

Le relief dans l'ensemble est peu accusé. Alors que dans une région montagneuse, dans le Taurus ou dans le Zagros par exemple, une diminution des précipitations ou un accroissement de l'évaporation ne se traduiraient que par un déplacement vertical des zones de végétation, sans grande conséquence pour la vie de la population, en Palestine, de faibles variations dans le même sens affecteront la steppe, sa végétation, les animaux qui en vivent et par conséquent les conditions de vie des hommes. C'est ce qui a dû se produire au milieu du 7^e millénaire : l'abandon simultané de tous les établissements permanents de la vallée du Jourdain (Jéricho, Abou Gush, Beidha, Munhata, Beisamoun) peut s'expliquer par un réchauffement climatique qui est d'ailleurs attesté. Pendant les quinze siècles qui suivent, la Palestine ne connaît que des campements saisonniers et dans la région méditerranéenne seulement.

Le processus de sédentarisation observé à Mallaha, à Jéricho et sur les sites contemporains éclairés peut être le problème des origines de la culture des céréales au moins en ce qui concerne la région palestinienne. L'explosion démographique qui a accompagné la sédentarisation a dû amener des groupes humains à chercher de nouveaux territoires et à se déplacer pour cela vers les limites de la zone d'habitat naturel des céréales et notamment de celle, plus restreinte, du blé. Beidha, sur le plateau sud-transjordanien, illustrerait bien cette situation aux 8^e et 7^e millénaires. Alors que rien n'incitait les habitants de Mallaha à rechercher les moyens de produire une céréale qui poussait partout autour d'eux en abondance, on conçoit qu'une population cherchant à s'installer dans une région en marge de la zone d'habitat naturel du blé, ait eu pour préoccupation d'entraîner avec elle une plante qui devait tenir déjà une place appréciable dans son alimentation. D'où les premières manipulations.

Et ce qui concerne l'exploitation des animaux, il faut noter que les animaux domestiques n'ont jamais tenu une place importante en Palestine antérieurement à l'arrivée des populations pastorales de Ghassul et de Beersheva vers le milieu du 4^e millénaire. Celles-ci introduiront à l'ouest du Jourdain des espèces nouvelles, domestiquées ailleurs et de longue date. La situation est bien différente en Palestine de celle que l'on trouve dans les hautes vallées du Zagros d'où sont originaires la chèvre et le mouton. Les



Fig. 7. - Fourneaux 11 (niveau II)

premières étapes de la domestication de ces espèces (chasse sélective) remontent dans cette région au 12^e millénaire. Leur exploitation contrôlée sera rapidement à la base de l'économie et le restera tout au long des temps historiques jusqu'à nos jours. Les hommes se déplacent avec les animaux dans leurs migrations saisonnières ; au village d'hiver dans le piémont correspond un campement d'été sur le plateau iramien. La géographie et l'histoire de l'Élam (Suse et Anshan) sont conditionnées par ce trait dominant de l'économie. L'économie de la Palestine est plus équilibrée ; aux temps historiques elle apparaît comme une économie de production faible, agricole et pastorale ; la chasse et la cueillette continuent à représenter une large part des activités de subsistance.

Jean PERROT

Centre de recherches préhistoriques
français de Jérusalem
Directeur de la mission
permanente du CNRS en Israël

BIBLIOGRAPHIE (principaux 1969)

- 1955 J. Perrot, La sédentarisation en Palestine et les premiers établissements à Epim (Ain Mallaha), *Antiquity and Survival*, II, 23, 91-110, 10 fig., 6 pl.
- 1961 D. Harrold, *Excavations at Beidha (Jord.)*, *L'Anthropologie* 65, p. 46-66, 11 fig.
- 1966 J. Perrot, La grotte néolithique de Mallaha (Jord.), *L'Anthropologie* 70, 5-6, p. 437-443, 24 fig., 12 pl.
- 1968 J. Perrot, Mallaha, dans « *Préhistoire et Protohistoire au Proche-Orient* », *Revue de la Bible*, VII, 1-2, 363-383, 3 fig., 1 pl.
- 1968 F. Dorn, *L'origine des animaux domestiques en Palestine*, *Mémoires et Travaux de l'Université de l'Université de Bruxelles*.
- 1973 F. Valla, *Le Néolithique de Palestine*, Cahiers de l'École biblique et archéologique de Jérusalem, Paris, Gailon.
- 1973 J. Perrot (Mallaha) dans *Pittsburgh-Konagrad* (XXI) p. 184-185, 1 fig., 106-108.
- 1973 M. Lachovitch et F. Valla, Mallaha (Jord.) 1974 dans *Palestine* I, p. 193, *Israel Exploration Journal*, 1974, 5-6.
- 1975 J. Perrot, Mallaha 1975, *Palestine* II, 2, 1975, 445-485.
- 1976 F. Valla, *L'industrie lithique du gisement néolithique de Mallaha (Jord.)*, *Travaux de l'École biblique et archéologique de Jérusalem*, Paris, I.
- 1976 G. Salazar, *Les Neolithiques de Mallaha (Jord.)*, *Étude archéologique de la région préhistorique*, Travaux de l'École biblique et archéologique de Jérusalem, Paris, VI et *Ann. d'Archéologie*, 1976, 1-2.

Photosynthèse et organisation moléculaire

La chlorophylle est sans doute le pigment d'origine biologique le plus répandu sur terre. Grâce à ce pigment, les végétaux fixent annuellement sous forme de composés organiques l'équivalent de $3 \cdot 10^{12}$ J environ d'énergie solaire. Ce chiffre est impressionnant lorsqu'on le compare à celui de la consommation mondiale d'énergie (qui lui est inférieur d'un ordre de grandeur). Il est cependant modeste en regard du flux solaire incident, car le rendement de conversion en moyenne annuelle sur l'ensemble du globe n'exède guère 0,1 %. Il témoigne avant tout de l'ubiquité du phénomène photosynthétique grâce à l'étonnante faculté d'adaptation des végétaux vis-à-vis des climats et des milieux. On sait que toute l'énergie qui anime la biosphère – ainsi qu'une partie des réserves énergétiques (charbon, pétrole) utilisées par l'homme – est, par l'intermédiaire des végétaux, d'origine solaire. Mais rendre la chlorophylle seule responsable de ce grand phénomène serait doublement trompeur, car beaucoup d'autres molécules sont indispensables à la réalisation de la fonction photosynthétique et surtout celle-ci n'émerge qu'à partir d'un certain degré d'organisation moléculaire. C'est cette notion de machine photosynthétique conçue comme un ensemble moléculaire organisé qui inspire la plupart des grands courants de recherche actuels dans ce domaine. J'essaierai dans ce qui suit d'illustrer cette notion en montrant sa richesse, son originalité et aussi ses difficultés.

Un système d'appropriation de l'énergie

Quoique cette perspective soit historiquement inexacte, il est intéressant de considérer et de présenter la photosynthèse comme un système d'appropriation d'énergie. Dans un tel système, on

peut abstraire différentes fonctions élémentaires : collection (capture et concentration) de l'énergie primaire, conversion de l'énergie primaire en énergie secondaire (en particulier énergie utilisable), stabilisation puis transport et stockage de celle-ci. La structure et le fonctionnement du système sont évidemment dictés principalement par la nature des énergies en jeu ; son mérite s'apprécie d'après le rendement de conversion, l'étendue du régime de fonctionnement, le coût de fabrication et de maintenance.

Comme machine photochimique – ce qui est imposé par la nature chimique des transactions énergétiques élémentaires dans le monde vivant – notre système opère dans un domaine de dimensions dont la borne inférieure est

l'échelle moléculaire. Mais cette caractérisation ne nous éclaire pas beaucoup : à l'état isolé, la chlorophylle par exemple présente certes des propriétés photochimiques auxquelles il est important de pouvoir se référer, mais on est frappé par la fragilité de ce composé en solution (facilement détruit par photooxydation) lorsqu'on la compare à sa stabilité *in vivo*. La délimitation vers le haut du phénomène photosynthétique dans l'échelle des dimensions est beaucoup plus significative. On sait depuis longtemps que cette borne supérieure n'exécède pas les dimensions de la cellule : la photosynthèse des organismes unicellulaires (par exemple l'algue verte microscopique *Chlorella*) est pratiquement identique à celle des végétaux supérieurs pluricellulaires (à feuilles) ; en fait, on

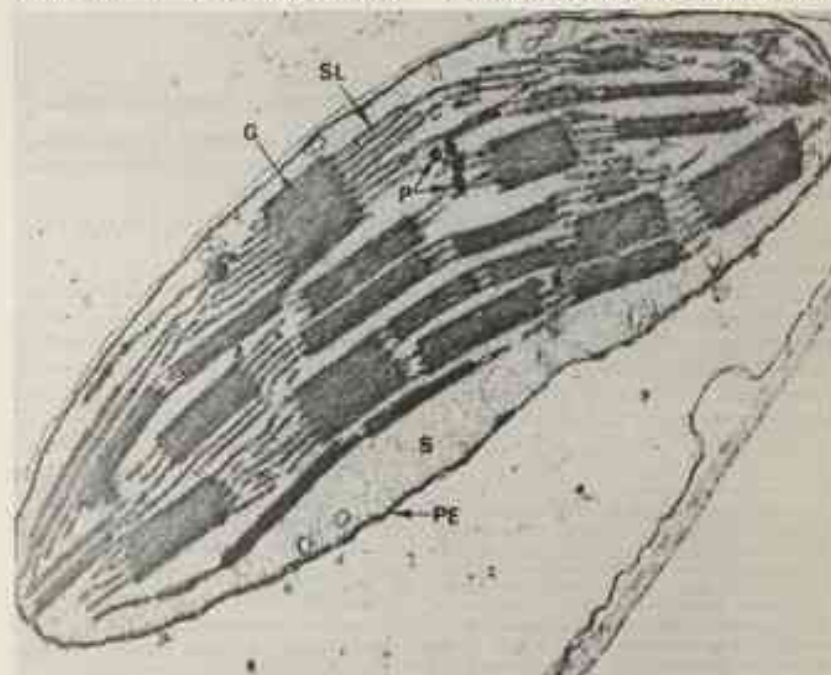


Fig. 1 – Coupe d'un chloroplaste de laitue, vue au microscope électronique. On aperçoit à l'intérieur de l'enveloppe du chloroplaste (PE) le stroma (S) non structuré et le réseau des membranes doubles ou vésicules des thylakoïdes formant par apposition des empilements ou granum (G) ou dispersés (SL) dans le stroma (P = prolamelles lipidiques) (d'après C.J. Arntzen et J.M. Briandais, 1975).

RÉFLEXIONS SUR - RÉFLEXIONS SUR - RÉFLEXION

sait extraire à partir des cellules végétales des organites spécialisés, les chloroplastes, dont les dimensions sont de l'ordre du micron et qui possèdent tous les attributs photosynthétiques de la plante entière. Ce n'est qu'à l'intérieur du chloroplaste, au niveau de structures membranaires vésiculaires (fermées) qu'on nomme thylakoïdes qu'on atteint la borne supérieure des dimensions du phénomène photosynthétique (fig. 1). D'ailleurs cette structure est universelle et parfaitement caractéristique : on la rencontre chez les organismes photosynthétiques les plus primitifs (bactéries, cyanophytes) ne possédant pas de chloroplastes. Donc, d'un point de vue structural descriptif, c'est à une échelle de dimensions comprises entre 10 et 1 000 Å que se situe la spécificité du phénomène ; ce qui permet de penser qu'on a affaire à des ensembles moléculaires dont l'organisation assez précise permet l'apparition de propriétés nouvelles par rapport à celles des molécules constitutives (1).

Lorsqu'on pénètre à l'intérieur du supra-moléculaire, dans la zone des dimensions critiques — en préparant des « particules » de dimensions plus faibles que celles du thylakoïde — on perd de manière quasi discontinue certaines propriétés : celles que l'on conserve disparaissent à leur tour lorsqu'on atteint la borne inférieure moléculaire. On pourrait se demander pour quelle raison la Nature n'a pas choisi de construire une macromolécule photosynthétique à l'instar de ce qu'elle a fait dans le cas des enzymes.

La complexité requise n'est sans doute pas la raison : après tout, l'information nécessaire à la fabrication de la machine photosynthétique est bien contenue dans des molécules d'acides nucléiques. On peut penser que la taille d'un édifice moléculaire covalent possède une limite supérieure naturelle (stabilité mécanique) ou bien qu'il est plus économique de construire selon un plan moins strict des assemblages moléculaires n'impliquant que des associations non-covalentes.

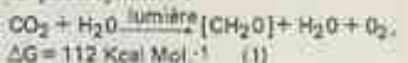
(1) C'est à cette échelle de dimensions qu'apparaît dans la cellule ce qu'on pourrait appeler les « ensembles supra-moléculaires non stœchiométriques », en ce sens que leurs fonctions ne sont pas essentiellement absorbées par des variations de composition élémentaire maintenues sous certaines limites. Bien que le plan d'ensemble de la machine photosynthétique soit dans ses grandes lignes identique d'un bout à l'autre du règne végétal, sa réalisation moléculaire est assez variable même à l'intérieur d'une seule espèce. On pourrait encore dire qu'il y a nécessité d'un ordre local strict au niveau des interactions moléculaires (entre voisins immédiats) et tolérance d'un certain libéralisme de composition et de disposition, à plus grande échelle.

Trois façons d'aborder la photosynthèse

Le cadre conceptuel que l'on vient d'évoquer est très important car il constitue le lieu où invariablement semblent se situer de la façon la plus pertinente les problèmes et énigmes que pose encore pour nous le fonctionnement de la photosynthèse. Bien entendu, ce cadre ne s'est pas constitué en une seule fois. Historiquement, c'est l'aboutissement convergent de nombre d'idées et de découvertes que l'on va maintenant retracer jusqu'à leurs prolongements actuels. Deux attitudes peuvent être caractérisées parmi les chercheurs qui s'intéressent à la photosynthèse. Les uns, constatant l'impossibilité d'atteindre l'intérieur de la machine sans du même coup la détruire, se sont efforcés d'en étudier le fonctionnement (bilan, rendement, régime) autrement dit la cinétique, en la traitant comme une boîte noire. Les autres, convaincus de découvrir un jour ou l'autre le secret de l'affaire au niveau moléculaire, ont au contraire entrepris le démontage de la machine et en ont étudié les détails internes (composition chimique, propriétés des constituants, ultra-structure). Schématiquement, ces deux attitudes mettent l'accent respectivement sur la fonction ou la structure. Elles sont donc indissociables et complémentaires, mais leur influence respective dans le progrès des connaissances a pu varier d'une époque à l'autre.

L'approche fonctionnelle

La première démarche de type fonctionnel, a d'abord permis d'établir le bilan de la photosynthèse :



où $[\text{CH}_2\text{O}]$ représente un chaînon de glucide et ΔG le gain en enthalpie libre de la réaction. D'après cette équation et sachant que le plus petit quantum de lumière absorbé par la chlorophylle correspond à un gain d'énergie de ~ 40 Kcal, on voit que l'exigence quantique minimum (nombre de photon nécessaire à l'absorption d'une molécule de CO_2 ou au dégagement d'une molécule de O_2) devrait être un peu inférieure à 3. En réalité, l'exigence quantique mesurée est 8-10, soit un rendement de 30 % environ. Encore ce rendement maximum n'est-il réalisable qu'en faible lumière : lorsque l'intensité lumineuse croît, la vitesse du processus cesse progressivement de croître et atteint un plafond. Celui-ci indique d'une part que la fourniture des substrats

de la réaction peut être limitante (on élève le plafond par augmentation de la teneur en CO_2 , celle de H_2O n'est jamais limitante) mais que d'autre part il existe également des limitations internes (impossibilité de dépasser une vitesse maximum en présence d'une forte lumière et d'une fourniture abondante de CO_2). Les premières études laissent deviner l'intervention de processus « sombres » ou « thermiques » (car sensibles à l'effet de la température), en plus du processus photochimique. On constatait aussi que, en absence de fourniture de substrats adéquats, la machine ne comportait pas de capacité de stockage énergétique appréciable : l'énergie lumineuse non utilisée est dissipée, principalement sous forme de chaleur mais également par fluorescence de la chlorophylle, ce qui montre que la conversion énergie lumineuse $\rightarrow$ énergie chimique s'effectue très tôt après l'acte d'absorption des photons par la chlorophylle. La signification exacte du rendement a commencé à apparaître après la généralisation de l'équation du bilan à tous les types de photosynthèse (2) (mettant l'accent sur les transferts d'hydrogène) et la démonstration (en utilisant l'isotope ^{18}O) que l'oxygène dégagé provenait de H_2O (et non pas de CO_2).

En conséquence on pouvait décomposer l'équation du bilan en deux demi-réaction :



ce qui fait apparaître la photosynthèse comme un transfert d'hydrogène (sous la forme proton + électron) du système $\text{H}_2\text{O}/\text{O}_2$ au potentiel redox $E_{00} = +0,8$ volt au système $(\text{CH}_2\text{O})/\text{CO}_2$ avec $E_{00} = -0,4$ volt. D'après cette écriture, l'exigence quantique devrait être au minimum 4 (ou un multiple de 4) puisque la promotion en potentiel redox d'un électron exige au minimum un photon (loi d'Einstein). Par ailleurs, la distinction de deux mécanismes séparés mentalement : oxydation de l'eau/réduction du gaz carbonique trouvait une excellente confirmation dans l'observation que les chloroplastes, isolés de la cellule et maintenus en suspension dans un tampon physiologique, étaient capables à la lumière de réduire des substrats artificiels tout en dégageant une quantité correspondante d'oxygène (réaction de Hill). Plus précisément, il apparaissait que la conversion proprement dite d'énergie, n'impliquant que les structures « non solubles »

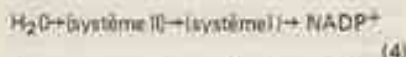
(2) Tous les organismes photosynthétiques se dégagent pas d'oxygène. C'est le cas des bactéries photosynthétiques qui fixent le CO_2 tout en réduisant différents substrats organiques ou inorganiques.

du chloroplaste (les thylakoïdes), correspondant à la première équation (2 a), qu'on peut encore écrire symboliquement : $H_2O \longrightarrow NADP^+$



où la flèche horizontale représente un transfert d'hydrogène ($H^+ + e$) et la flèche courbe un couplage permettant la formation de liaisons phosphate « riches » de l'ATP (phosphorylation). Autrement dit, l'énergie d'origine photosynthétique se trouve stockée sous deux formes intermédiaires, agents universels d'échange énergétique dans la cellule : NADPH et ATP. D'ailleurs, ces substances en présence d'enzymes contenues dans le chloroplaste (dans la partie soluble ou « stroma » libéré par la rupture de l'enveloppe externe du chloroplaste) permettent à l'obscurité la réduction du CO_2 en glucides (par l'intermédiaire d'un ensemble de réactions de condensation de chaînons carbonés connu sous le nom

de cycle de Calvin). Enfin, la découverte des deux systèmes photochimiques permit d'élucider complètement le problème du rendement : par l'étude des anomalies du spectre d'action de la photosynthèse et celle des effets d'éclairements monochromatiques simultanés s'est dégagée la notion que le transfert $H^+ + e$ exigeait en réalité deux actes photochimiques en série :



les termes « système II » et « système I » désignant ici deux réactions photochimiques (3). Ce schéma implique évidemment une exigence quantique minimum de 8. Ce chiffre comparé aux résultats des mesures montre que l'efficacité quantique de la machine photosynthétique est proche de 1 : dans des conditions favorables tout photon absorbé par la chlorophylle transfère un couple $H^+ + e^-$ le long de la chaîne photosynthétique.

L'approche structurale

Ce concept de chaîne photosynthétique est tout-à-fait fondamental. Il n'est pas douteux qu'il exprime un des rôles fonctionnel essentiel - mais non le seul - qu'il faut attribuer aux structures occupant l'intervalle de dimensions (10 - 1 000 Å) défini précédemment, à savoir celui de connecter l'extrémité donneur terminal H_2O à l'extrémité accepteur terminal $NADP^+$ au moyen d'une succession linéaire de transporteurs d'électrons passifs ou actifs (ces derniers identifiés aux deux réactions photochimiques). Le « schéma en Z » (fig. 2) en donne l'aspect biochimique. Il importe de bien comprendre quels sont la nature et le rôle de ce concept.

D'une part, tout transporteur d'électrons révèle par l'analyse biochimique doit pour prendre place dans la chaîne :

La conversion d'énergie lumineuse en énergie électrique s'effectue au moyen d'un diode à jonction, constituée d'un matériau structuré en couches dans la membrane du thyristor. Chaque thyristor peut fournir 200 Watts.

Le fonctionnement d'une diode photoélectrique peut se comparer à celui d'une diode classique. L'électron et le proton dont le mouvement est contrôlé par le champ électrique, réfléchissent l'énergie lumineuse absorbée et transfèrent l'énergie d'un atome singulier par le processus d'excitation d'un atome de silicium.

Le coût d'énergie correspond à l'entretien de la diode photoélectrique, c'est-à-dire au remplacement par l'eau salée la pollution des deux jonctions. C'est le coût du processus.

[illegible][illegible]

En 1992, la consommation de viande a augmenté de 10,5 % et la consommation de poisson de 10,2 %, ce qui a entraîné une augmentation de 10,3 % de la consommation totale de viande et de poisson. Cette augmentation est due à une augmentation de la consommation de viande de 10,5 % et de la consommation de poisson de 10,2 %.

Le phosphorylation s'est donc bien localisée sur le système $\alpha_1\beta_1\gamma_2$ (Fig. 2). Elle consiste en la condensation d'un groupe phosphate (Pi) sur l'adénosine diphosphate (ADP) pour donner l'adénosine triphosphate (ATP) ou, selon l'énergie, sous gradient de protons ($\Delta\mu$) et de potentiel ($\Delta\psi$), par le même processus des diacyles.

(3) L'origine de cette fluorescence est double. D'une part, photophysique : les spectres d'action des 2 réactions ne sont pas identiques, en particulier, dans l'excitateur rouge du spectre de la chlorophylle, seul le Système I est excité et, dans ces conditions, l'ensemble de la chaîne ne peut fonctionner qu'à la condition de fournir un minimum d'oxygénation au Système II, à plus courte longueur d'onde (Zorinova). D'autre part, biochimique : SII est

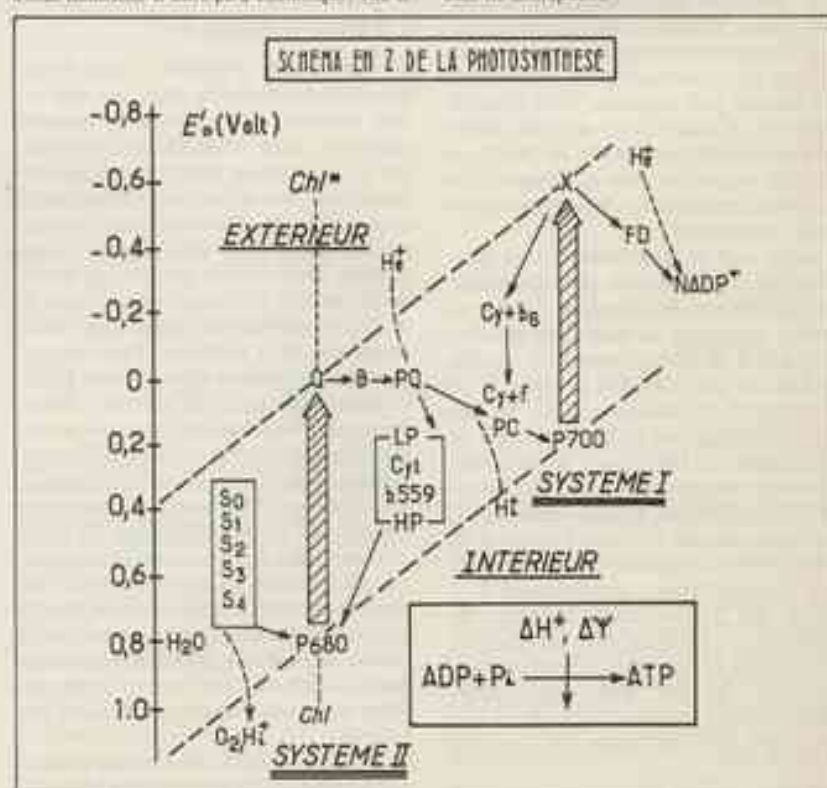


Fig. 2. Schéma en Z de la chaîne photosynthétique. Chaque manuscriteur se positionne verticalement sur l'échelle des potentiels redox (qui a également une signification d'échelle des énergies en électron-volt) ; la coordonnée horizontale n'a pas de signification. Les flèches en trait continu indiquent le sens des transferts d'électrons (spontanément vers le bas), les flèches en trait pointillé indiquent la production ou la consommation de H^+ (et O_2); les flèches épaisses indiquant la séparation photochimique primitive des charges. Voir aussi : la chaîne photosynthétique.

- posséder un potentiel redox compris dans l'intervalle + 0,8 à - 0,4 volts (la valeur exacte lui assignant une position vraisemblable par rapport à d'autres transporteurs déjà identifiés),

- justifier de manière dynamique sa position dans la chaîne, c'est-à-dire être capable seulement d'être oxydé par le système II (et le système I) s'il est situé « en amont » (côté H_2O), d'être réduit par le système II et oxydé par le système I s'il appartient à la région médiane de la chaîne, d'être réduit par le système I (et le système II) s'il est situé « en aval » (côté $NADP^+$). Il faut une fois de plus souligner que ces transporteurs doivent être imaginés comme des éléments fixes d'une structure relativement rigide et qu'il n'est généralement pas question de constater par l'analyse chimique leur état d'oxydoréduction : ceux-ci sont plutôt détectés indirectement au moyen de divers signaux (variations d'absorption optique, de fluorescence, de RSE, etc.) résultant d'une différence de propriété physico-chimique dans les états oxydés et réduits. Ce qui pose un double problème. De méthode, car les transporteurs sont en règle générale des composants minoritaires de la membrane et leur détection spectroscopique impose l'utilisation de techniques très sensibles. Et d'interprétation, car ces transporteurs ne sont pas nécessairement extractibles (on ne peut pas rapporter leurs propriétés *in situ* à celles qu'on pourrait définir sans ambiguïté par étude *in vitro*) ou bien ces propriétés sont modifiées d'une manière imprévisible par l'environnement moléculaire.

D'autre part et inversement, tout nouveau signal présentant potentiellement les caractéristiques attendues d'un transporteur devra être assigné d'une manière analogue à tel transporteur déjà localisé ou bien, si cela n'est pas possible, à un transporteur hypothétique, en attente d'une identification biochimique. En ce sens, on est très loin d'avoir achevé le tableau de correspondance entre les structures biochimiques et fonctionnelles de la chaîne, ce qui explique l'usage et la présence de nombreux symboles littéraires caractéristiques du schéma en Z. Il existe un arsenal très puissant de moyens pour effectuer cette assignation. On peut au moyen d'inhibiteurs spécifiques (ou d'autres traitements) interrompre la circulation d'électrons en des points précis de la chaîne. On peut par

mutation provoquer l'absence ou le non-fonctionnement de tel ou tel transporteur. Ces deux types de moyens permettent donc d'isoler des segments de la chaîne et d'en étudier séparément le fonctionnement. On sait maintenant par des méthodes douces à base de détergents effectuer des coupures matérielles dans la chaîne, c'est-à-dire fabriquer des fragments ou particules où l'on peut démontrer le fonctionnement intact d'une partie du mécanisme (4). On peut par des techniques cinétiques rapides exciter de manière quasi instantanée (par exemple au moyen d'un éclair électronique) les réactions photochimiques, étudier l'apparition des signaux propres des transporteurs et en déduire que tel transporteur est plus « proche » cinétiquement que tel autre de la réaction photochimique en cause. Finalement, on voit qu'on est capable de manipuler et d'étudier la chaîne photosynthétique un peu à la manière dont un électronicien « sonne » un circuit en y injectant un signal pour étudier sa propagation (et déduire des accidents de propagation la localisation d'une défectuosité).

L'approche « topochimique »

Un des grands problèmes, caractéristique de cette discipline dans son état actuel, consiste à superposer de manière cohérente, sans contradiction, des images de la machine photosynthétique obtenues par des approches méthodologiques différentes. Nous venons d'évoquer rapidement deux de ces images : l'image spatiale matérialisée par la membrane du thylakoïde et l'image biochimique de la chaîne photosynthétique. Une autre dimension et la nécessité d'un nouveau cadrage des images devaient être introduites avec ce que l'on pourrait appeler l'analyse « topochimique » de la photosynthèse qui met l'accent sur le positionnement dans l'espace de la membrane des éléments de la chaîne. On peut dater l'origine de ce développement de la découverte de « l'unité photosynthétique » par Emerson et Arnold en 1932. A partir de cette date s'est développée de plus en plus nettement la préoccupation de ne jamais séparer organisation topochimique et plan fonctionnel et, en fait, de toujours chercher à expliquer celui-ci par celle-là.

Le concept d'unité photosynthétique a été proposé pour rendre compte d'expériences utilisant des éclairs électroniques répétitifs. Dans de telles expériences on peut définir un « rendement » de photosynthèse par éclair, ce sera par exemple

la quantité d'oxygène dégagée à la suite d'un éclair, $[O_2]$. On constate que $[O_2]$ est fonction croissante de l'intervalle entre éclairs, t_0 , et, si les éclairs sont suffisamment brefs (quelques μs), de l'énergie de ceux-ci, E , mais que, ces paramètres croissant, la fonction atteint une valeur limite $(O_2)_{max}$ indépendante de la température. En la rapportant à la chlorophylle (Chl), on trouve :

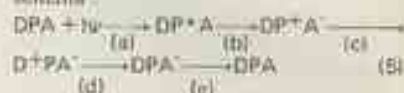
$$(O_2)_{max} = 1 O_2 / 2500 \text{ Chl}$$

$$t_0 > 10 \text{ ns}$$

$$E > 100 \text{ J cm}^{-2}$$

Deux hypothèses - dont les développements ultérieurs ont montré l'exactitude - suffisent à rendre compte de ces résultats. En langage moderne, on peut les formuler comme suit :

• la réaction photochimique s'opère sur des centres photochimiques selon le schéma :



où D et A représentent des donneurs et accepteurs primaires d'électron (on note que la notion de chaîne de transfert d'électrons se retrouve contractée au niveau du centre) et P une molécule de pigment photochimiquement actif (la chlorophylle centre). L'excitation par absorption d'un photon (a) est rapidement suivie d'une séparation primaire des charges (b) puis d'une stabilisation (c). Les étapes (d) et (e) - qui impliquent l'intervention de donneurs et accepteurs secondaires non indiqués explicitement - conduisent à la relaxation du centre dans son état premier, DPA, seul photochimiquement actif. L'ensemble des étapes de stabilisation et de relaxation implique que l'intervalle t_0 ne soit pas trop court, faute de quoi chaque éclair trouverait une fraction importante des centres dans les états $\text{DP}^+ \text{A}^-$, $\text{D}^+ \text{P} \text{A}^-$, DPA^- , états inactifs (1).

• à chaque centre est associé un collecteur de photons constitué de 300 molécules de chlorophylle. L'ensemble collecteur + centre est appelé unité photosynthétique. Le collecteur sert en quelque sorte d'antenne pour le centre. Tout photon absorbe par une molécule du collecteur est transféré sans perte d'énergie sous forme d'excitation aux molécules voisines - processus bien connu dans les états condensés *in vitro* - jusqu'à être piégé par le centre. De cette manière se

(4) Une confirmation éclatante de la théorie des deux systèmes photochimiques a été précisément apportée par la possibilité de fabriquer deux types de particules possédant exclusivement des propriétés système II ou système I.

(5) Le schéma (5) veut essentiellement dire que pour chaque centre il y a 2 photosynthèses : celle du centre (système II) et celle du collecteur (système I). La dernière réaction (5) est en fait attribuée à une étape terminale, mais elle est la 2^e photosynthèse, elle ne s'agit pas d'un centre ou d'un collecteur, mais d'un centre ou d'un collecteur.

trouvent reconciliés l'excellent rendement quantique de la photosynthèse en lumière limitante et la faible valeur de $[O_2]_{\max}$ (laquelle autrement laisserait l'impression qu'une faible fraction de la chlorophylle seulement est active). La taille de l'unité photosynthétique se déduit de $[O_2]_{\max}$. En effet la libération de 1 O_2 exige le passage de 4 électrons par 2 photoréactions en série : $8 \times [O_2]_{\max} \approx 1/300$ est l'inverse de cette taille mesurée en nombre de molécules de chlorophylle. Ces résultats et cette hypothèse ont eu un très profond retentissement sur le développement ultérieur des recherches dont il serait impossible de rendre compte complètement ici. On peut seulement indiquer, à titre d'exemple, à quelle sorte de raisonnement abstrait sur la structure de l'appareil photosynthétique cette tendance a donné lieu. On a vu plus haut que la fluorescence de la chlorophylle *in vivo* pouvait servir d'indicateur de l'excès d'énergie lumineuse absorbée mais non utilisée par l'appareil photosynthétique. Selon le concept d'unité photosynthétique, cette fluorescence serait seulement émise par les unités dont le centre se trouve dans un des états inactifs (eq. 5), elle devrait permettre de doser en valeur relative les centres dans ces états. En illuminant brusquement un échantillon de matériel photosynthétique soumis au préalable à l'obscurité – tous les centres étant dans l'état DPA –, on devrait s'attendre dans le cas le plus simple à une disparition selon une cinétique d'ordre 1 des unités à centre actif, autrement dit à une croissance exponentielle de la fluorescence. L'effet observé est différent : la courbe « d'induction » de fluorescence présente une allure sigmoïde avec un point d'inflexion (fig. 3). On arrive à rendre compte de cette particularité en supposant que les excitons non seulement circulent à l'intérieur de chaque collecteur mais peuvent également avec une probabilité plus faible sauter d'un collecteur à un autre dans le voisinage. Le traitement d'un tel modèle – qui n'est pas sans analogie avec le modèle d'Ising – est assez difficile et requiert une simulation (Monte Carlo) sur ordinateur.

Gradient de protons et champ électrique : deux autres formes d'énergie

Autre fondement de l'analyse topochimique, d'origine plus récente, l'hypothèse « chimioosmotique » de Mitchell donne un sens précis à la structure vésiculaire du thylakoïde et met en lumière le rôle

de support d'énergie du proton. Jusqu'alors, ce dernier apparaissait plutôt comme un partenaire embarrassant, quoique obligatoire, de l'électron dans la chaîne photosynthétique et l'on n'en parlait guère. A l'origine de cette hypothèse, on trouve le problème de la nature du « couplage » de la phosphorylation au transport des électrons dans la mitochondrie et dans le chloroplaste. La similitude de l'ultrastructure de ces deux organites cellulaires est frappante. Celle des fonctions ne l'est pas moins. Bien qu'au plan thermodynamique, le sens

précis des transporteurs, de telle sorte que sur l'une ou l'autre face de la membrane puisse s'effectuer la dissociation $e^- + H^+$ ou l'association inverse. Il se trouve que le repliement de la chaîne de transport d'électrons correspond assez exactement à la configuration du schéma en Z (fig. 2). Il en résulte les effets suivants :

- la séparation photochimique primaire s'effectue dans les deux photoréactions selon deux vecteurs normaux au plan de la membrane, par conséquent, la conver-

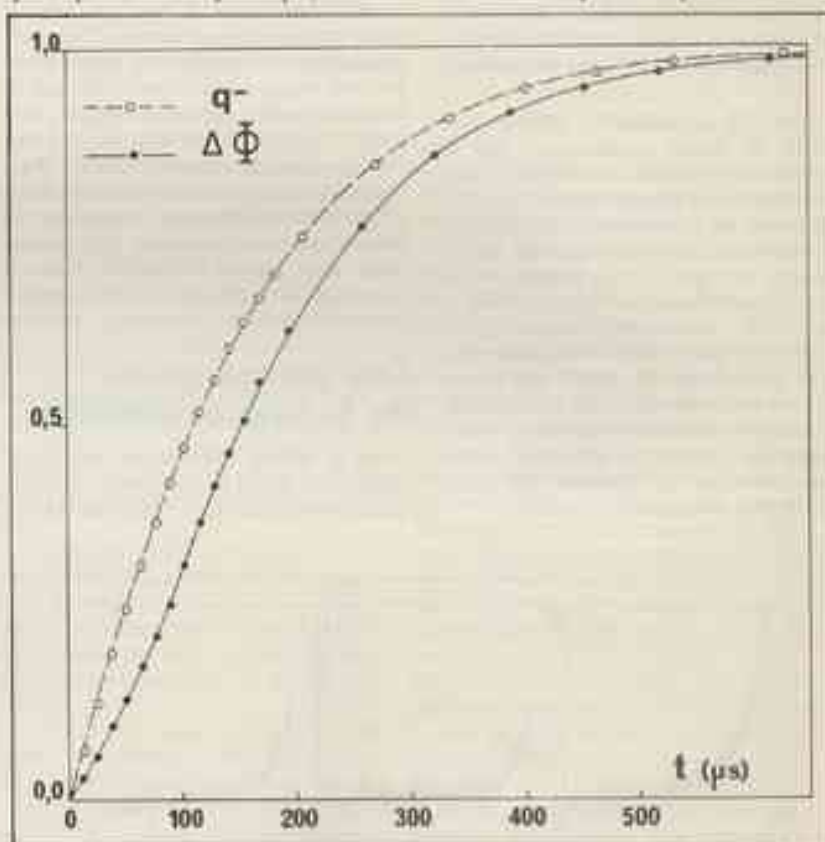


Fig. 3 - Induction de fluorescence chez *Chlorella*. Le matériel, adapté à l'obscurité pendant quelques minutes, est brusquement soumis à un éclairement constant à partir de $t = 0$. L'intensité est telle qu'un centre doit attendre environ 200 ps avant de capter un photon. La fluorescence (en a) représente la partie variable normale $\Delta\Phi$ et la courbe sigmoïde. On peut déduire des courbes de fluorescence la cinétique d'accumulation des centres photochimiquement inactifs leur concentration relative est symbolisée par q^- (enclos vide - 3). Elle croît plus rapidement. Si les autres photosynthétiques étaient regardés du point de vue des mouvements des électrons les deux courbes seraient confondues et suivraient une dépendance exponentielle à l'égard du temps. (D'après E.L. Elstner, C. Lorenson et J. Lavie, 1974).

des transactions d'énergie soit opposé, le chloroplaste stockant et la mitochondrie utilisant l'énergie chimique, le type d'organisation moléculaire, le domaine significatif des dimensions et même la composition biochimique sont très semblables. Une proposition essentielle de l'hypothèse chimioosmotique est que la circulation des électrons dans la chaîne photosynthétique ne s'effectue pas au hasard, elle est orientée par rapport à la membrane en raison d'un agencement

photochimique s'accompagne instantanément de l'apparition d'un champ électrique transmembranaire positif vers l'intérieur du thylakoïde. Ce champ ne peut évidemment pas être détecté directement, mais indirectement par effet électrochromique (déplacement des bandes d'absorption de certains pigments, notamment les caroténoïdes) à 515 nm (fig. 4). Le passage d'ions inorganiques à travers la membrane tend à s'opposer au maintien du champ électrique, particu-

lièrement s'il est facilité artificiellement (cas de l'ionophore valinomycine en présence de K^+). La notion de champ électrique transmembranaire est directement confirmée par l'observation d'une stimulation de la luminescence de la chlorophylle par un potentiel de diffusion créé artificiellement par addition d'un sel (par exemple benzoate de potassium) à une suspension de chloroplastes préilluminés (6). Par des arguments indirects, on calcule que la différence de potentiel de part et d'autre de la membrane peut atteindre 200 mV. Notre ignorance est encore à peu près totale quant aux détails de l'orientation et de l'agencement moléculaire capable de produire un tel effet :

- après sa formation, le champ électrique se relaxe normalement par le mouvement spontané des charges le long de la chaîne de transport mais aussi par les étapes de protonation et de déprotonation disposées de telle manière (fig. 2) qu'elles actionnent un « pompage » de protons vers l'intérieur du thylakoïde. Il en résulte – moyennant le mouvement simultané d'autres ions – l'établissement d'un gradient de pH positif vers l'extérieur et relativement stable en raison de la faible perméabilité propre de la membrane aux protons (la différence de pH entre l'intérieur et l'extérieur du thylakoïde peut atteindre – 3 unités).

Potentiel d'oxydoréduction, champ électrique et gradient de pH sont donc trois formes d'énergie de nature chimique ou physico-chimique en lesquelles l'énergie lumineuse est convertie. Il est bien clair que l'intervention des deux dernières formes n'est pas concevable dans un système photochimique homogène et exige une compartimentation moléculaire telle que permise justement par le thylakoïde. Dans la théorie chimioosmotique, ces deux formes se combinent dans la « force protomotrice » qui serait le moteur à proprement parler de la phosphorylation. Il ne s'agit encore que d'un cadre hypothétique à l'intérieur duquel bien des détails sont encore obscurs ou sujets à controverse. Mais il a l'immense avantage de permettre une compréhension globale d'un grand nombre de résultats expérimentaux. Par exemple, l'observation qu'un gradient de pH créé artificiellement à l'obscurité en soumettant une suspension de chloroplastes à un saut de pH (acide → base) provoque la formation d'une quantité mesurable d'ATP.

Les perspectives de la photosynthèse

Dans la course aux énergies nouvelles déclenchée par la perspective de pénurie prochaine des énergies classiques, les re-

peries tant extrinsèques qu'intrinsèques à la machine photosynthétique ne sont pas tous sous notre contrôle. Le poids des facteurs extrinsèques est le plus lourd. Le végétal n'est pas un capteur parfait d'énergie solaire, ni dans le temps, ni dans l'espace, ni dans le spectre solaire. Le végétal utilise pour lui-même une part importante de l'énergie qu'il fixe : il respire, il transpire (assurant son alimentation minérale et son conditionnement thermique), il se développe. Il est bien certain qu'on devra tirer un meilleur parti de l'énergie captée par les végétaux, non seulement par une meilleure gestion des ressources végétales, mais par le souci d'adapter les techniques agronomiques à une meilleure expression du potentiel photosynthétique des végétaux cultivés ou cultivables.

Quant aux facteurs intrinsèques, le plus urgent semble d'attendre... qu'on en sache davantage sur les détails moléculaires de la machine photosynthétique, ce qui suppose la poursuite d'un intense effort de recherche fondamentale. On ne court pas grand risque de se tromper en affirmant que le rendement maximum est une limite naturelle, qu'il n'est pas possible de franchir. Une perspective plus raisonnable s'offre peut-être dans l'adaptation de l'appareil photosynthétique à des régimes de fonctionnement plus rapide en lumière intense et température élevée. D'autres perspectives sont à mentionner en terminant. Elles concernent ce qu'on pourrait appeler le génie photosynthétique : traitement des effluents par les associations algues-bactéries, stabilisation des chloroplastes ou des particules dans des membranes épaisses, production d'hydrogène par des combinaisons chloroplaste + hydrogénase ou sélection de certaines espèces d'algues unicellulaires douées d'activité hydrogénasique (7), etc. jusqu'à la conception à l'aide de membranes artificielles de dispositifs photochimiques utilisables en s'inspirant de l'admirable organisation moléculaire de la machine photosynthétique.

Jean LAVOREL
Directeur du laboratoire
de photosynthèse du CNRS

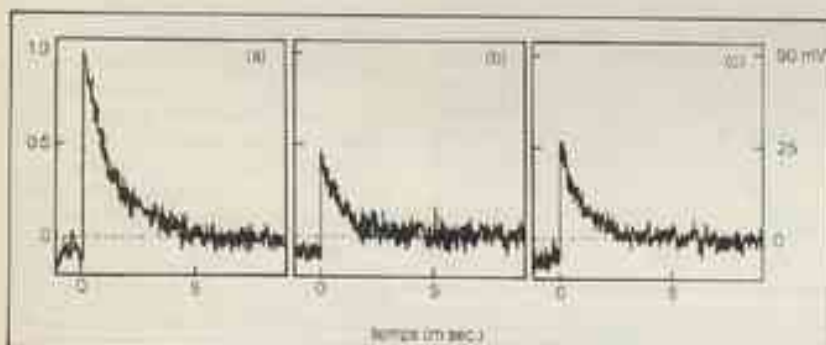


Fig. 2. Cinétique de formation et de déclin du champ électrique révélé par effet électrochromique à 313 nm dans une suspension de chloroplastes d'épinard. L'absorption de l'échantillon est continuellement enregistrée à l'aide d'un faisceau monochromatique de très faible intensité. Au temps $t = 0$, l'échantillon reçoit un éclair électronique saturant d'une durée de 125 ns environ ; la montée du signal est trop rapide pour être résolue à cette échelle de temps. Dans l'expérience (a) les deux photosynthèses sont actives ; au moyen de divers artifices (emploi d'inhibiteurs spécifiques et d'accepteurs artificiels d'électrons) on peut faire apparaître seulement l'effet de la photosynthèse I (b) ou de la photosynthèse II (c). On voit que les deux photosynthèses contribuent à peu près également à la formation du champ. (D'après W. Schlöphake, W. Junge et H.T. Witt, 1983).

(6) La luminescence – distincte de la fluorescence – peut être considérée comme le résultat de la recombinaison des charges en empruntant la chemie inverse de l'équation 3. Elle représente une perte, heureusement très faible, en raison de l'efficacité de la stabilisation. Un potentiel de diffusion positif à l'intérieur du thylakoïde est produit en raison de la diffusion inégale des ions vers l'intérieur, les cations diffusant en général plus rapidement. Le champ ainsi créé est de sorte tel qu'il double les charges et favorise la recombinaison.

cherches sur la photosynthèse devraient occuper une bonne place. Que doit-on en attendre ? Quand on compare le rendement maximum de photosynthèse obtenu dans les conditions idéales du laboratoire au rendement moyen sur la planète, on est tenté de nourrir des espérances grandioses. En réalité, les facteurs de

(7) L'extrême réduction de la chaîne photosynthétique aboutit en effet au potentiel redox suffisamment négatif pour libérer l'hydrogène, ce qui devrait permettre d'utiliser la photosynthèse pour effectuer la photolyse de l'eau et produire un carburant alternatif de l'hydrogène. On sait même en isoler un tel phénomène chez certaines algues unicellulaires mais l'activité est très faible et il est impossible de la maintenir longtemps.

Le service du cyclotron du CNRS

Le service du cyclotron du CNRS est un laboratoire propre créé le 1^{er} avril 1974 ; sa mise en service officielle interviendra en janvier 1977. C'est un service d'intérêt général dont la mission principale est de faciliter le développement de toutes les recherches et applications qui peuvent être réalisées au moyen de particules chargées produites par le cyclotron :

- production d'isotopes radioactifs pour des applications dans les sciences physico-chimiques et biologiques ainsi que dans les sciences de l'ingénieur et en médecine
- effets de rayonnements corpusculaires sur la matière, notamment en vue d'applications diverses en radiobiologie et en médecine
- applications des réactions nucléaires et de l'irradiation par les rayonnements corpusculaires à l'analyse chimique, et en particulier en analyse par radioactivation.

En effet, le développement des cyclotrons à énergie variable et plus récemment la construction de cyclotrons de petites tailles dits « compacts », moins coûteux, ont étendu l'utilisation de ce type d'accélérateur pour des recherches dans des domaines autres que la physique nucléaire.

Pour cela, le service met à la disposition des utilisateurs - chimistes, biologistes, médecins, etc... mais également physiciens - des faisceaux intenses de particules chargées d'énergie moyenne (protons, deutons, hélium 3, hélium 4) et de neutrons d'énergie moyenne supérieure à celle des neutrons de réacteurs.

Le laboratoire est implanté à Orléans dans le périmètre du complexe scientifique-universitaire de « La Source » groupant notamment les laboratoires du CNRS, ceux de l'université ainsi que les installations du Bureau de recherches géologiques et minières (BRGM). C'est une construction d'environ 2 000 m² comprenant : un sous-sol et un niveau et demi.

L'équipement principal du service est constitué par :

- un cyclotron isochrone à énergie variable
- une salle d'irradiation comprenant actuellement : deux voies de transport de faisceaux permettant d'effectuer des irradiations dans les particules chargées et les neutrons produits par diverses réactions (p,n) ou (d,n) dans différentes conditions expérimentales ; une source isotopique productrice de neutrons (²⁵²Cf ; quatre sources de ~250 µg ; débit de fluence 2,34 · 10¹⁴ n/s/4 π ; 1974) (1) ;
- une unité de traitements de cibles irradiées équipée de dispositifs appropriés permettant de traiter des cibles de forte activité (cellules haute et moyenne activité) ;
- une unité de radioprotection
- une infrastructure d'accueil (laboratoires de chimie) ;
- une salle de mesures équipée d'ensembles de spectrométrie gamma de très grande sensibilité (groupe de M. Ph. Albert) (2) ;
- une unité de médecine nucléaire de 300 m² comprenant principalement : deux laboratoires de radiochimie pour le contrôle et le conditionnement des radioéléments et leurs composés ; deux salles d'exploration fonctionnelle équipées de dispositifs de détection et une salle de traitement des informations ; une salle de consultation et une salle d'attente et différents locaux annexes. Cette unité médicale est destinée à l'exploration fonctionnelle à des fins diagnostiques, notamment avec les isotopes de courte période ¹¹O (T_{1/2} = 2,1 min) ; ¹¹C (T_{1/2} = 20,4 min) ; ¹³N (T_{1/2} = 10,0 min) ; ¹⁸F (T_{1/2} = 110 min) ; elle dépend du service des isotopes du centre

hospitalier régional d'Orléans, dans le cadre d'une convention CNRS-CHRO. - deux ateliers : mécanique et électronique.

Le CNRS a assuré l'installation de l'accélérateur et de ses annexes ainsi que des laboratoires et équipements divers nécessaires pour son exploitation par les futurs utilisateurs.

Plus récemment, l'Etablissement public régional (région centre) a pris l'initiative de participer à l'utilisation pluridisciplinaire du cyclotron en finançant à 100 % la construction du centre de diagnostic médical tandis que le centre hospitalier régional d'Orléans en assure l'équipement, le fonctionnement et la gestion. La conception, la réalisation et l'installation des voies de transport de faisceaux (fig. 1) et de ses équipements ainsi que tous les dispositifs de radioprotection ont été réalisés par le personnel du groupe technique (mécanique et électronique) (3).

Le programme scientifique sera principalement réalisé par les utilisateurs provenant de laboratoires ou d'organismes divers (CNRS, universités, centres hospitaliers, BRGM, industries, etc...). Cependant, le « groupe d'application des réactions nucléaires à l'analyse chimique » (GARNAC) qui comprend six chercheurs sous la direction de M. Ph. Albert, directeur des recherches, et une petite équipe dépendant du directeur du service, sont des unités de recherche permanentes qui affectent leurs propres recherches au service du cyclotron. L'équipe de M. Ph. Albert est plus spécialement orientée vers le développement des applications des réactions nucléaires et de l'irradiation par les particules chargées à l'analyse chimique (analyse par activation) tandis que l'autre équipe effectue des recherches en chimie des atomes chauds nucléogénétiques.

(1) Installé dans le cadre d'un contrat DORST de coopération entre le BRGM et le groupe de recherche de M. Ph. Albert.

(2) Acquis grâce aux crédits du CNRS et de la DORST dans le cadre de contrats d'œuvres en coopération avec le BRGM et diverses sociétés industrielles.

(3) Une description plus détaillée de la machine est présentée dans un rapport interne du service du cyclotron (BC 7401) qui peut être obtenu sur simple demande.

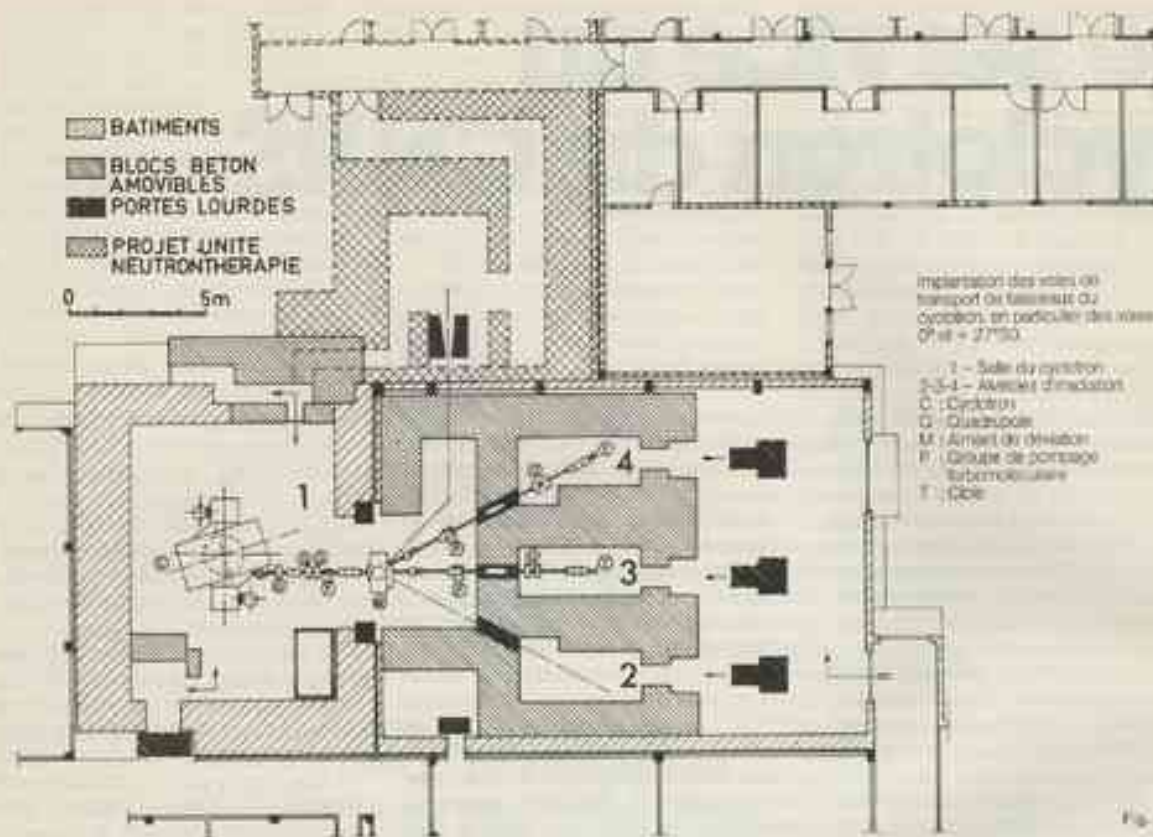


Fig. 1

Indépendamment du programme scientifique, le service du cyclotron envisage la production de radioéléments de courte période, en particulier pour les besoins médicaux. Cette activité nécessite la mise au point de divers dispositifs d'irradiation et de méthodes de traitements des cibles irradiées. De plus, le groupe technique est chargé d'apporter des améliorations sur la machine et ses annexes : ces deux activités peuvent éventuellement faire l'objet de sujets de thèses de doctorat de 3ème cycle, d'ingénieur-docteur ou d'état. Les utilisateurs présenteront des demandes d'irradiations qui seront examinées et discutées dans le cadre d'un « comité d'utilisateurs ». L'heure de faisceau ainsi que d'autres prestations éventuellement fournies par le service du cyclotron (location de m² de paillasse, fournitures, construction ou installation en mécanique et électronique, etc...) sont facturées à des tarifs fixes par le conseil d'administration du CNRS.

Intérêt du cyclotron

C'est en utilisant les réacteurs expérimentaux que l'importance du neutron comme moyen d'étude en physique du solide, en chimie et en biologie, a été dé-

montrée. Il en est résulté la construction d'un réacteur à haut flux spécialement conçu pour permettre de nouveaux développements des recherches de pointe dans ces domaines de la science. (voir le courrier du CNRS n° 9 - L'Institut Von Laue Paul Langevin et n° 15 - supplément « Images de la Chimie »).

Il en a été de même en ce qui concerne les étapes du développement de l'utilisation des accélérateurs de particules (Van de Graaf - cyclotrons) essentiellement conçus à l'origine pour les recherches de physique nucléaire.

Les premiers cyclotrons qui ont été construits et utilisés essentiellement pour le développement de recherches dans d'autres domaines que la physique nucléaire sont le cyclotron du médical research council au Hammersmith hospital en 1955 (applications en biologie médicale) et le cyclotron à énergie variable de Harwell en 1965 (application en chimie, métallurgie et physique du solide), qui va s'engager dans un nouveau programme de biologie médicale.

Il faut distinguer deux utilisations très différentes du cyclotron :

- la production de radioisotopes,
- les études et diverses applications réalisées au moyen d'un faisceau de particules accélérées.

Dans la première catégorie de ces utilisations, il faut encore nettement différencier la production d'isotopes radioactifs dont les périodes sont suffisantes pour permettre leur utilisation dans d'autres laboratoires après un transfert plus ou moins long (de quelques dizaines de minutes pour des locaux très proches du cyclotron, à quelques heures ou dizaines d'heures pour des laboratoires plus éloignés) et la production des radioisotopes dont l'utilisation doit être faite dans des locaux accolés à la cellule d'irradiation.

Dans tous les domaines de la recherche scientifique et technique, les radioisotopes produits par le cyclotron peuvent conduire à de nouvelles études et applications très importantes. Quelques exemples seront présentés dans les domaines des sciences physicochimiques et de la médecine.

Dans certaines expériences, les phénomènes ou les rayonnements émis doivent être observés et mesurés pendant l'irradiation qui les produit. Citons comme exemple, l'effet de l'irradiation sur l'accélération du fluage de métaux et l'analyse par détection directe de l'émission des rayons X induits par l'irradiation ionique (p, α , ions lourds).

Production de radioisotopes

Le réacteur nucléaire produit de très nombreux radioisotopes grâce aux réactions induites par les neutrons : (n, γ), (n,p), (n, α), (n, 2n), (n, fission)...

L'activation au cyclotron présente cependant un certain nombre de caractéristiques particulières très intéressantes ; en effet elle permet :

- de produire un très grand nombre d'autres radioisotopes qui ne peuvent être obtenus par irradiation en réacteur nucléaire.
- d'obtenir beaucoup plus facilement des radioisotopes à l'échelle des « indicateurs » (4). Cette « qualité » est particulièrement précieuse et parfois absolument nécessaire, comme par exemple, pour les applications médicales de ces radioisotopes.
- de concentrer ou de localiser la production du radioisotope désiré à un endroit bien défini à la surface ou à l'intérieur d'une cible particulière. Cette « caractéristique de l'irradiation » résulte de la possibilité de transporter et de localiser le faisceau d'ions et de la très grande variété de particules « projectiles » utilisables dont il est possible de faire varier l'énergie pour obtenir une pénétration plus ou moins profonde dans la cible irradiée.

Parmi les isotopes radioactifs produits par irradiation au cyclotron, nous ne citerons, à titre d'exemple, qu'un très petit nombre de ceux dont les applications montrent bien l'importance :

- ^{60}Co ($T_{1/2} = 99$ min), ^{64}Cu ($T_{1/2} = 3,3$ h), ^{149}Eu ($T_{1/2} = 93$ jours), ^{197}Hg ($T_{1/2} = 64$ h), ^{86}Rb ($T_{1/2} = 83$ j), ^{125}Te ($T_{1/2} = 17$ jours) pour développer les études d'effets Mössbauer sur de nouveaux éléments.
- ^{26}Al ($T_{1/2} = 7,3 \cdot 10^5$ ans) seul radioisotope « traceur » de l'aluminium.
- un certain nombre de radioisotopes des uranides et curides, ^{237}Np ($T_{1/2} = 1,1$ ans), ^{237}Pu ($T_{1/2} = 45$ jours), ^{243}Bk ($T_{1/2} = 4,4$ jours), ^{243}Md ($T_{1/2} = 2,7$ min à 5 h), utilisés pour l'étude de leurs propriétés et à l'échelle des indicateurs.
- ^{23}Mg ($T = 21$ h), ^{42}K ($T = 22$ h), ^{45}Ti ($T = 3$ h), ^{48}V ($T = 16$ j), ^{108}Po ($T = 2,9$ ans), ^{54}Mn ($T = 312$ j), ^{57}Co ($T = 70 - 270$ j), ^{58}Ni ($T = 36$ h - 6 j), « traceurs » de période moyenne ($n \ll T_{1/2} \ll$ années) très précieux pour permettre des expériences assez longues et en général sans risque de contamination de longue durée.
- Enfin de ^{14}C - ^{18}O , jusqu'au ^{199}Tl , une douzaine de radioisotopes dont les applications médicales se développent actuellement et qui sont signalés dans le texte (cf. applications diagnostiques en médecine).

Applications de radioisotopes produits au moyen du cyclotron en mécanique et en métallurgie.

Etude de la corrosion chimique et de l'usure mécanique

L'activation au cyclotron, créatrice « in situ » des radioisotopes désirés, présente très souvent les avantages suivants :

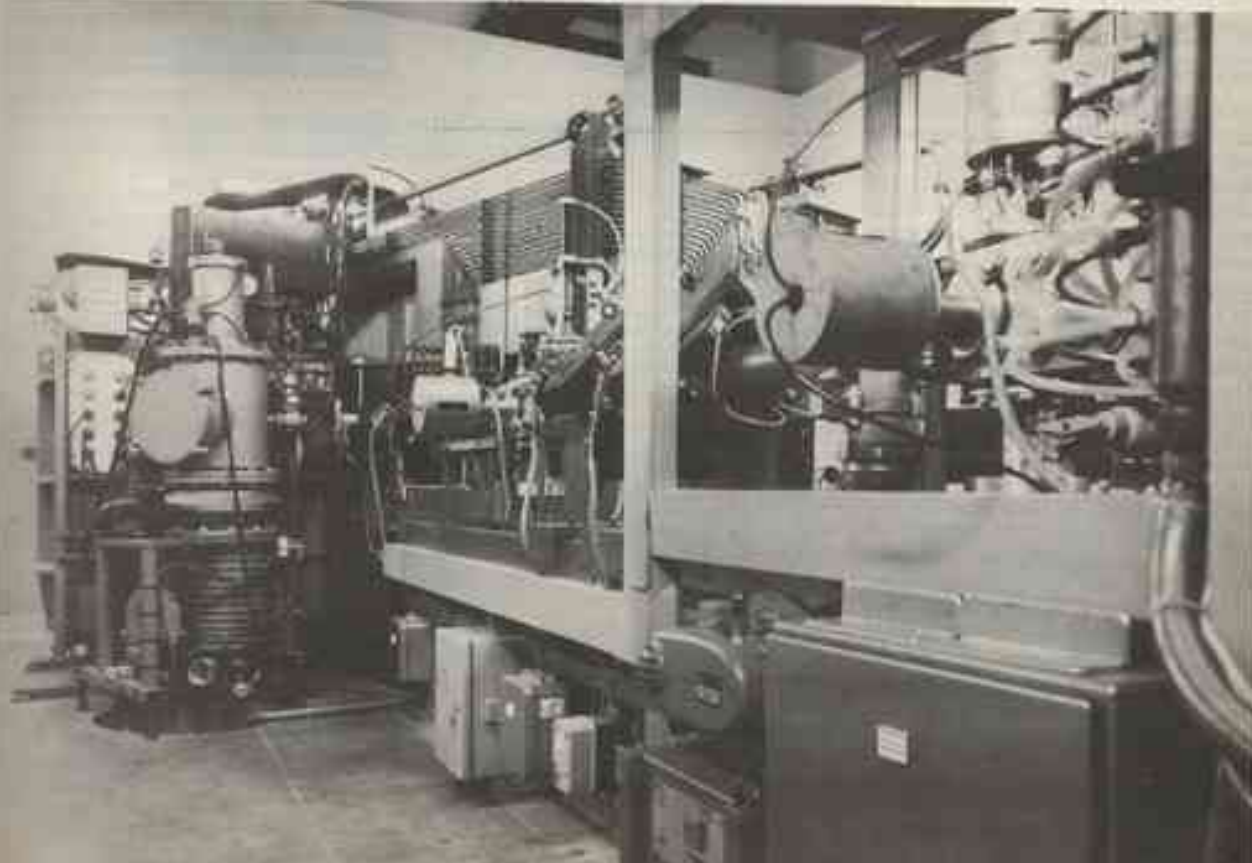
- la radioactivité est créée seulement sur la surface de la pièce dont la corrosion chimique ou l'usure mécanique est étudiée (par exemple la profondeur irradiée ne sera que de 10 à 50 micromètres).
- en général, et pour la raison citée, une sensibilité suffisante est obtenue avec une activité globale de la pièce ou de la machine qui est beaucoup plus faible qu'en activation neutronique et qui ne pose plus de problèmes difficiles de protection contre les rayonnements autour de l'appareillage étudié.
- une sensibilité suffisante de mesure de la corrosion ou de l'usure peut être obtenue en mesurant la diminution de l'activité de la pièce en essais. Il n'est donc plus nécessaire de collecter en fonctionnement les particules attachées par l'usure ou les produits de corrosion pour en mesurer la radioactivité quantitative.

On appelle « indicateur » radioactif, un radioisotope qui est obtenu à une très haute activité spécifique, ce qui

permet d'utiliser de très petits nombres de nucléides. Par exemple on obtient en CO_2 des activités de 10^6Ci/l .

micromole avec le ^{14}C (période 20,3 minutes) et seulement $3,10^{-6} \text{Ci}$ (micromole) avec le ^{14}C (période 5,730 ans).

Vue générale du cyclotron et du tronçon terminus des voies de transport de faisceau.



- différentes pièces ou parties de la machine peuvent être irradiées par des particules différentes qui produiront des radioisotopes différents. La mesure par spectrométrie γ des différents rayonnements γ émis par les radioisotopes pourra être réalisée dans une seule expérience.

Nous ne citerons que deux exemples d'études qui montrent bien ces avantages.

- L'usure d'une filière en carbure de tungstène est suivie au moyen de radioisotopes de périodes moyennes (^{184}Re $T_{1/2} = 38$ j - ^{187}Os $T_{1/2} = 94$ j - ^{182}Re $T_{1/2} = 70$ j) créés par irradiation « in situ » sur un anneau de 1,7 mm de largeur, centré dans la partie de plus faible diamètre (1,8 mm). Il est ainsi possible d'étudier l'usure avec sensibilité, sans risque de dissémination d'une contamination de longue durée.

Des mesures de vitesse de rotation de billes ou de cages de roulement à billes sont possibles en mesurant à travers un collimateur l'activité de radioisotopes créés par une irradiation très localisée de ces pièces.

Pour situer l'importance de ces diverses catégories d'utilisation du cyclotron, il faut noter qu'en 1974 le « laboratoire des techniques isotopiques » du centre de recherche nucléaire de Karlsruhe a utilisé 1 000 heures d'irradiations pour ces expériences.

Applications analytiques du cyclotron

Les différentes applications du cyclotron en analyse chimique sont : l'analyse par radioactivation au moyen de particules chargées (p, d, α , ^3He) ; (c'est la plus importante des applications analytiques) et l'analyse par radioactivation au moyen des neutrons produits au cyclotron (par exemple, au moyen de la réaction (d,n) sur le béryllium). En particulier, il a été possible de réaliser par cette méthode le dosage « in vivo » du calcium total du corps humain. De nombreux développements de cette méthode peuvent être envisagés pour d'autres éléments (P, Na, Cl, ...).

Analyse par activation au moyen des particules chargées

En analyse chimique, l'activation neutronique, tout particulièrement par la réaction (n, γ), s'est révélée une méthode de référence pour de nombreux dosages de traces d'impuretés dans les métaux purs et les semi-conducteurs. Dans le domaine des sciences de la terre, en ar-

chéologie et en biologie médicale, pour la recherche et l'étude des oligo-éléments, cette méthode est même utilisée en routine (voir courrier du CNRS n° 12 - Supplément « Images de la Chimie »).

Cependant l'activation neutronique ne permet pas de réaliser le dosage sensible de tous les éléments ou rencontre parfois de difficiles problèmes de séparations radiochimiques et de manipulations de très fortes radioactivités.

Le dosage par activation et spectrométrie γ sans séparation radiochimique d'un certain nombre d'éléments est beaucoup plus sensible après irradiation par les particules chargées qu'après irradiation neutronique. Parmi ces éléments, se trouvent la plupart des éléments légers dont le dosage par les autres méthodes (spectrométrie de masse, fusion réductrice ou oxydante, activation neutronique) est très souvent incertain et parfois impossible pour les plus faibles teneurs. C'est pourquoi il a été fait appel depuis longtemps à l'activation au moyen des particules chargées de moyenne énergie (10 - 50 MeV) pour le dosage aux faibles teneurs des éléments tels que le bore, le carbone, l'azote et l'oxygène.

Depuis une dizaine d'années, des chercheurs du groupe « application des réactions nucléaires à l'analyse chimique » du service du cyclotron ont développé cette méthode d'analyse dans le cadre de recherches dans divers domaines : métallurgie, physique du solide, sciences de la terre et archéologique.

Participation à l'élaboration d'échantillons de métaux et semi-conducteurs de référence

Actuellement le dosage de l'oxygène par activation dans les particules chargées est utilisé comme méthode de référence, par le Bureau communautaire de référence (1), pour les dosages d'oxygène dans les semi-conducteurs, l'aluminium, le cuivre, le tantale et le tungstène industriels.

A titre d'exemple, on a effectué le dosage de l'oxygène dans le cuivre « oxygenfre » (matériau de référence BCR n° 17 certifié en 1976), par différentes méthodes : activation au moyen des particules α , ^3He , T et photons γ ; réduction par l'hydrogène.

Les poids des échantillons varient suivant la technique choisie : de 2 mg (tritons) à 1 g (photons γ) pour les méthodes nucléaires et de 3 g à 88 g pour les méthodes de réduction par l'hydrogène. La teneur certifiée est la moyenne de 92 résultats individuels obtenus dans sept laboratoires par cinq méthodes différentes.

D'autres études sont en cours en collaboration avec le laboratoire d'analyse du Creusot (société Creusot-Loire) de l'Institut de recherche sidérurgique (IRSID) pour la préparation d'un étalon de soufre dans un acier à faible teneur.

(1) Bureau communautaire de référence, communauté des communautés européennes, Bruxelles.

CARACTERISTIQUES DU CYCLOTRON ISOCHRONE A ENERGIE VARIABLE D'ORLEANS

Caractéristiques de l'électro-aimant :	
Poids	110 t
Diamètre des pièces polaires	1,80 m
Nombre de secteurs spirales	4
Entrefer maximum	27 cm
Entrefer minimum	13 cm
Champ magnétique moyen ou rayon d'extraction	67,3 cm
Nombre d'ampères/heures dans les bobines principales	250 000
Nombre de bobines de correction (paires)	8
Nombre de bobines harmoniques (paires)	4
Radiofréquence : Gamme de fréquences de 20 à 40 MHz	
Nombre de dents	2
Nombre de cavités	2
Ouverture angulaire de dents	60°
Tension maximum dents	50 kV
Puissance HF disponible	2 x 50 kW
Stabilité en fréquence	10 ⁻⁶
Stabilité en tension dans	10 ⁻³
Stabilité de phase	0,1°
Extraction :	
Défecteur électrostatique	
Champ maximum	110 kV/cm
Ouverture angulaire	58°
Canal magnétique	passif
Correcteur de gradient	
Source d'ions : Type Livermore	
Localisation : interne, introduction verticale	
Puissance maximum de l'axe	800 W

Etude du contrôle de la pureté de métaux et semiconducteurs par activation protonique et spectrométrie γ sans séparation radiochimique (analyses non-destructives)

Bien que toutes les particules chargées puissent être utilisées pour réaliser de nombreux dosages sélectifs et très sensibles, les protons présentent un intérêt tout particulier. En effet, si on limite l'énergie à 10 MeV, les réactions du type (p, n) produisent de grandes activités spécifiques sur de nombreux éléments, tandis que les réactions (p, α), (p, 2n), (p, d) et (p, pn) ne produisent que de très faibles activités. Les études déjà réalisées montrent qu'il est possible d'obtenir, grâce à des réactions (p, n), le dosage sensible d'une quarantaine d'éléments sans interférence nucléaire des éléments (Z + 1) et (Z + 2) à la seule exception du couple bore-lithium. Cette interférence peut être corrigée en effectuant le dosage sélectif du bore par une autre irradiation dans un flux de deutons de 10 MeV.

Le tableau ci-contre montre, à titre d'exemple, l'analyse d'un échantillon aluminium commercial de haute pureté. Celle-ci a été réalisée par activation neutronique (3.10^{12} n/cm²/sec - 1 semaine en neutrons thermiques) et par activation protonique (10 MeV - 1 heure à 2,1 microampères = $1.3.10^{14}$ p/s et 15 MeV - 1 heure à 4,8 microampères = $2.9.10^{14}$ p/s). Les mesures de radioactivité ont été faites en spectrométrie γ à haute résolution (détecteur GeLi) sans séparation radiochimique. La masse d'échantillon irradié aux neutrons pesait 1 g et aux protons 160 mg.

Il a été bien confirmé par d'autres analyses de métaux (rhodium, niobium, cobalt) et de silicium de haute pureté que l'activation protonique constitue un complément nécessaire de l'activation neutronique et permet de mieux préciser le degré de pureté des matériaux analysés.

Analyse par activation neutronique

L'analyse par activation au moyen de diverses sources de neutrons est aussi développée au service du cyclotron par les chercheurs du groupe « application des réactions nucléaires à l'analyse chimique ».

Le principal avantage des réacteurs nucléaires est la possibilité de produire des

ANALYSE D'UN ECHANTILLON D'ALUMINIUM DE HAUTE PURETE

Spectrométrie γ sans séparation chimique

	Activation neutronique 3.10 ¹² n/cm ² /s	Activation protonique	
		10 MeV 1.3.10 ¹⁴ p/s	15 MeV 3.10 ¹⁴ p/s
ELEMENTS DETECTES EN ppm (10 ⁻⁶)			
Ag	4.10 ⁻³	< 7.10 ⁻²	< 3.10 ⁻²
Cr	2,6 10 ⁻²	2,7 10 ⁻²	-
Ti	-	1.10 ⁻²	7.10 ⁻³
Ni	-	9.10 ⁻¹	< 1
Cu	5,5 10 ⁻³	< 5.10 ⁻²	< 3.10 ⁻²
Zn	7.10 ⁻²	15.10 ⁻²	-
Ga	1,2 10 ⁻³	< 1.10 ⁻²	< 2.10 ⁻²
Mn	2,1 10 ⁻²	-	-
Mo	1,3 10 ⁻²	< 1,5 10 ⁻²	< 1,1 10 ⁻²
Se	1,8 10 ⁻³	-	-
W	2,1 10 ⁻²	< 1,03	-
LIMITES DE DETECTION EN ppm (10 ⁻⁶)			
B	-	0,095	0,047
Li	-	0,01	0,005
S	-	1,5	0,04
Ca	-	0,03	-
V	-	0,02	0,003
K	0,035	-	-
Fe	0,1	0,03	0,0045
Co	0,0002	-	-
Ge	0,05	0,008	-
As	0,0002	0,02	-
Se	0,0009	0,02	-
Br	0,0006	0,01	-
Rb	-	0,02	-
Sr	-	0,04	-
Y	-	0,0018	0,0008
Zr	0,1	0,015	0,01
Nb	-	0,09	0,1
Ru	0,001	0,018	-
Pd	0,006	0,07	0,015
Cd	0,007	0,015	0,006
In	0,002	1,1	-
Sn	0,1	0,07	0,011
Sb	0,000007	0,025	-
Te	0,004	0,015	0,03
I	-	0,02	0,0015
Ce	0,0003	-	-
Ba	0,05	-	-
La, Nd, Sm	0,00004-0,002-0,00004	-	-
Hf	0,002	-	-
Ta	0,0002	-	-
Re	-	0,35	-
Ir	0,00001	0,65	-
Pt	0,001	0,1	0,07
Au	0,000002	0,4	0,6
Hg	-	0,3	-
Tl	-	0,15	-
Pb	-	0,4	-
Th	0,0003	-	-
U	0,0002	-	-

faisceaux très intenses de neutrons thermiques purs et en conséquence de conduire à des analyses multiélémentaires spécifiques grâce à la réaction (n, γ). Au moyen des neutrons produits par le cyclotron (réactions (d, n) sur le béryllium ou (p, n) sur le lithium...) ou par des radioisotopes (réactions (α , n) sur le béryllium avec ²²⁶Ra ou ²²⁸Pu... ou fissions spontanées du californium 252) bien d'autres possibilités analytiques sont ouvertes.

C'est ainsi que le cyclotron peut produire des faisceaux intenses de neutrons

d'énergie relativement plus élevée que le réacteur si on utilise des deutons ou des protons de 25 à 40 MeV pour irradier des cibles en béryllium ou en lithium par exemple. Il sera possible avec des collimateurs ralentisseurs adéquats et en faisant varier l'énergie des deutons et des protons de produire des réactions (n, p), (n, γ), (n, 2n) en vue de réaliser des dosages sélectifs et sensibles.

Des études sont en cours pour comparer ces possibilités analytiques à celles des réactions (α , n) induites par les photons de Bremsstrahlung produits par les ac-

10 Cette étude a été réalisée en collaboration avec le service d'analyse de chimie métallurgique du CNRS à Viro-

célateurs linéaires d'électrons et les réactions (n, p), (n, α), (n, 2n) produites au moyen des réacteurs et des générateurs de neutrons de 14 MeV.

Par ailleurs les études réalisées au moyen de la source de neutrons au Californium 252 installée au laboratoire montrent l'intérêt de ce moyen d'analyse en recherche minière et archéologique.

C'est ainsi, par exemple, que pour les recherches sur la structure métallique des monnaies antiques et médiévales, l'analyse non-destructive par spectrométrie γ est rapide et précise, et donne des valeurs moyennes des teneurs des principaux éléments constitutifs (Ag, Cu, Sn, Zn, Au...) sur la totalité de la pièce. Cette analyse ne produit donc aucun dommage à la pièce étudiée et un très grand nombre de dosages peut être réalisé.

(7) Rapport de prospective « Physique autour des accélérateurs dans les domaines autres que nucléaires. Applications ». - Document édité par le laboratoire de

Etudes des phénomènes physico-chimiques provoqués par les faisceaux d'ions accélérés par le cyclotron

Depuis plus d'une dizaine d'années, de nombreuses expériences ont été réalisées en utilisant des faisceaux d'ions accélérés par des Van de Graaff et des cyclotrons pour étudier des phénomènes physico-chimiques produits par des interactions en général non nucléaires entre les ions projectiles et les atomes de la matière irradiée (7). Nous ne citerons ici que quelques exemples des études possibles au cyclotron.

physique corpusculaire de l'université de Clermont, (6 novembre 1975).

Production de défauts de réseaux dans les matériaux solides

La production de défauts par l'irradiation corpusculaire est tellement grande qu'elle peut provoquer très rapidement des conséquences à l'échelle macroscopique sur les propriétés mécaniques, chimiques et sur les phénomènes de diffusion atomique.

L'étude de ces phénomènes a pris une grande importance technologique en raison des conséquences de l'irradiation neutronique des matériaux fissiles et de structure dans les réacteurs nucléaires. On sait que l'irradiation intense ($\sim 10^{22}$ n/cm²) par les neutrons rapides (énergie de quelques MeV) produit des effets macroscopiques importants dans les métaux (gonflement - déformation - accélération du fluage - fragilisation). Ces phénomènes sont la conséquence des « déplacements d'atomes » provoqués par l'irradiation neutronique qui crée ainsi progressivement des amas de défauts divers dans la structure des métaux.

Les réactions (n, p) et (n, α) induites par les neutrons rapides créent de plus de l'hydrogène et de l'hélium qui contribuent également à la production de défauts de réseau. Il en est de même pour les gaz rares résultant des fissions (Kr, Xe).

L'étude de ces phénomènes peut être considérablement accélérée en irradiant les métaux et matériaux divers par des particules chargées accélérées au cyclotron.

D'une part, les protons et encore plus nettement les ions plus lourds (¹²C⁺, Ni⁺, etc...) produisent un nombre de déplacements d'atomes beaucoup plus grand que les neutrons. La durée des expériences peut ainsi être ramenée de l'échelle de l'année à celle de la journée (facteurs 10³ à 10⁴ environ).

D'autre part, il est possible d'étudier séparément les conséquences de la création d'atomes d'hydrogène et d'hélium dans les matériaux et celle des déplacements d'atomes. En irradiant d'abord les échantillons par des faisceaux de protons et d'hélions, il est possible de créer en une heure la même concentration d'hydrogène ou d'hélium dans l'échantillon qu'en une irradiation d'un an au réacteur nucléaire (facteur 10 000 environ). La production de défauts par déplacements d'atomes est effectuée ensuite par une autre irradiation en utilisant des protons ou des particules α de plus grandes énergies qui ne sont pas stoppées dans l'échantillon ou des faisceaux d'ions plus lourds (¹²C⁺, ⁴⁴Ni⁺, etc...).

LE CYCLOTRON ISOCHRONE

Les premiers cyclotrons construits selon le principe énoncé en 1929 par E.O. Lawrence, fournissent des faisceaux d'ions d'énergie linéaire.

Rappelons brièvement en principe. Des ions mis à faible énergie par une source d'ions situés au centre d'un électro-aimant, décrivent une trajectoire en spirale, lorsque de l'énergie leur est communiquée par le champ électrique existant entre deux électrodes croisées les « dees », situées dans un entrefer et alimentées par une haute tension alternative du pulsatoire type.

La vitesse angulaire ω des ions est constante, indépendante de leur énergie

$$\omega = \frac{q}{m} B \quad (1)$$

Q étant la charge de l'ion, M sa masse et B le champ magnétique.

La fréquence de la haute tension alternative est fixe telle que $\omega = \omega_0$ (condition de phase).

Le champ magnétique est légèrement décroissant du centre vers le bord des pôles pour assurer la focalisation des ions.

La relation (1) montre que cette forme de champ provoque une diminution de l'énergie des ions augmentant. Ils prennent du retard sur la tension « de » pour être accélérés. Cette énergie linéaire est d'environ 12 MeV pour un faisceau de protons accélérés avec une tension « de » de l'ordre de 100 KV.

En 1938, Thomas proposa de faire sur les pôles de l'électro-aimant des secteurs en acier, ayant des formes de champ fort « collines » et des zones de champ faible « vallées ».

Au passage de la particule d'une zone de champ fort à une zone de champ faible et inversement, la composante radiale V_r de sa vitesse combinée à la composante Azimutale V_θ du champ magnétique produit une force qui assure la focalisation axiale. Ainsi le champ magnétique moyen peut croître du centre vers le bord des pôles pour compenser l'augmentation relative de masse des ions. Les ions restent en phase avec la tension « de » et il est possible d'accélérer des faisceaux de protons d'énergie très supérieure à 12 MeV.

La force de focalisation verticale est assurée en donnant aux secteurs une forme spirale.

Le cyclotron isochrone à énergie variable d'Orléans est construit sur ce principe. Il appartient à la génération des machines compactes qui sont réalisées depuis 1950 environ, et produisent des faisceaux de protons de quelques MeV à une centaine de MeV. Les modèles de ce type, les plus puissants, sont ceux des universités de Louvain la Neuve (Belgique) et de Maryland (USA).

Depuis quelques années, des cyclotrons à secteurs séparés sont construits sur le même principe : c'est le cas par exemple, des cyclotrons Triumf à Vancouver (Canada) et Sin à Villigen (Suisse). Ces machines, beaucoup plus volumineuses, permettent d'obtenir des protons pouvant atteindre des énergies de 800 MeV. Elles concurrencent avantageusement les synchrocyclotrons qui couvrent la même gamme d'énergie mais avec des intensités beaucoup plus faibles.

Si les énergies maximales que l'on peut atteindre avec le cyclotron d'Orléans (protons de 38 MeV, alpha de 30 MeV, etc...) sont moyennes, les intensités disponibles sur des cibles externes sont importantes (par exemple 100 μ A pour des protons de 38 MeV).

PERFORMANCES DU CYCLOTRON D'ORLÉANS

Particules accélérées	Gamme d'énergie (MeV)	Intensité sur cible externe (μ A)
Protons	5 à 38	30 à 40 en début de gamme d'énergie 100 en haut de gamme
Deutons	5 à 25	
Alpha	10 à 30	10 en début de gamme d'énergie
Hélium 3	10 à 60	40 en haut de gamme

S

Un autre avantage très important, du point de vue technique et économique est la bien plus grande facilité de réaliser des expériences complexes au moyen d'un faisceau de particules accélérées plutôt qu'en utilisant des irradiations en neutrons rapides qui doivent être réalisées au cœur des réacteurs où l'espace est très limité. De plus l'intensité totale de la radioactivité créée par les faisceaux d'ions est généralement beaucoup plus faible et confinée aux parties des échantillons qui sont irradiées, l'activation de l'équipement nécessaire pour les expériences est en général négligeable.

Effets chimiques de l'irradiation dans les milieux hétérogènes - liquides et gazeux -

Systèmes hétérogènes

Il a été observé dans les réacteurs nucléaires des phénomènes de corrosion accélérée dans les systèmes gaz - graphite et eau - métaux soumis aux radiations intenses. L'étude de ces phénomènes est beaucoup plus facile au moyen des faisceaux accélérés par le cyclotron car il est ainsi facile de distinguer séparément les effets de l'irradiation des phases solides, liquides et gazeuses sur l'intensité des phénomènes observés.

Gaz - liquides - T.E.L.*

L'étude du « transfert d'énergie linéique (TEL) » ou dE/dx pour les particules chargées peut être étendue dans une large gamme d'énergie et pour des particules de masses très différentes (p, d, ^3He , ^4He , etc.).

L'énergie élevée des particules telles que p, d, ^3He , peut permettre l'étude des phénomènes produits dans les gaz et les liquides sous pression puisque les particules peuvent traverser les parois des récipients nécessaires pour résister aux pressions élevées (expériences au voisinage des températures critiques des phases liquides, vapeurs...).

Radiobiologie et radiothérapie

Il a été montré que l'efficacité radiobiologique (ERB) des particules lourdes (n, p, α , ions lourds...) est beaucoup plus grande que celle des photons γ et des protons apparus possibles par l'application en radiothérapie de certaines de ces particules qui sont produites au moyen du cyclotron (9). Actuellement, le cyclotron est l'appareil le mieux adapté pour la production de faisceaux de neutrons par les réactions (p, n), (d, n) sur le beryllium. Il est ainsi possible d'étudier l'influence de l'énergie et de l'intensité des faisceaux de neutrons sur l'efficacité radiobiologique expérimentale.

(9) Le TEL est l'énergie transférée au milieu par unité de longueur de la trajectoire de la particule.

(10) La radiothérapie par neutrons est effectivement en cours dans plusieurs centres à l'étranger : Haerter (hôpital de Londres (1965)), Houston (1972), Washington (1974), Seattle (1974), Tokyo (1974) ; elle est en préparation dans d'autres centres, Lievain, Hambourg, Amsterdam, etc.

Protographie et neutronographie

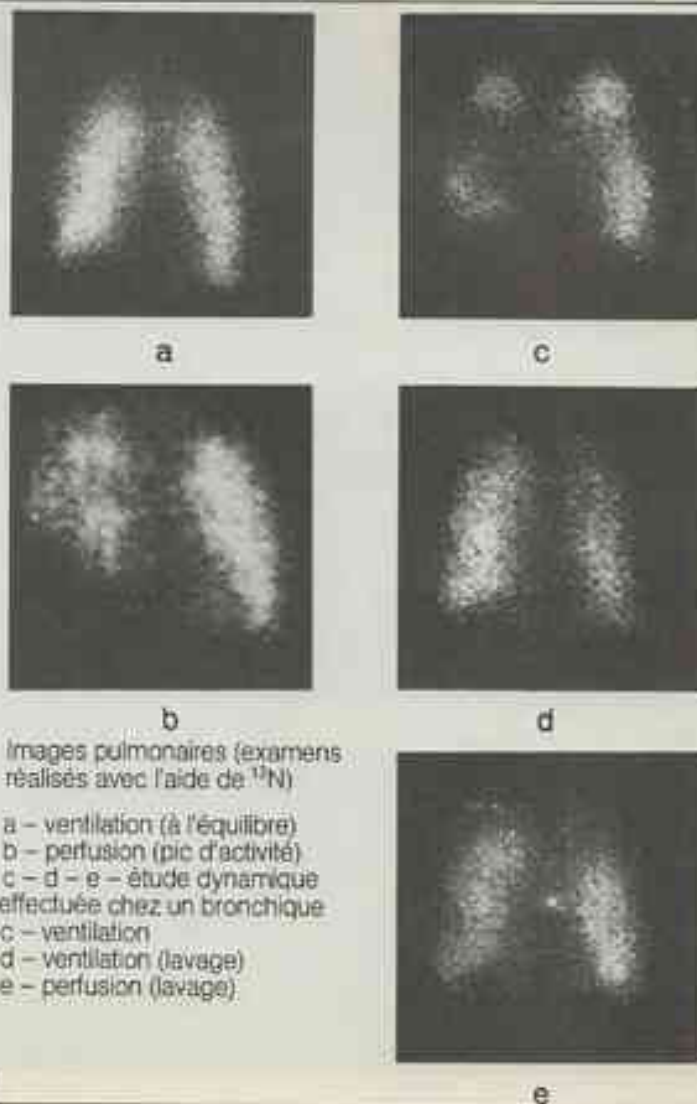
L'extension de la radiographie par l'utilisation de sources de photons γ connaît un développement certain dans l'industrie.

Des expériences sur les possibilités d'utilisation des neutrons et des protons ont été réalisées. Elles montrent que ces techniques apportent des informations complémentaires des techniques usuelles. Les faisceaux de neutrons produits au cyclotron sont utilisables dans un large domaine d'applications. Par contre, l'épaisseur des échantillons examinés par protographie dépend considérablement de l'énergie des protons et l'utilisation de cette technique ne peut concerner que l'étude de problèmes très spécifiques. Pour des pièces en acier de quelques centimètres, il faut des protons d'une énergie supérieure à 100 MeV. Il est possible par cette technique de visualiser des microporosités invisibles par radiographie X.

Applications diagnostiques en médecine

En dehors des possibilités d'applications radiothérapeutiques des neutrons rapides produits par réactions nucléaires de particules chargées, le principal intérêt d'un cyclotron en médecine est de produire une grande variété de radioisotopes à vie courte.

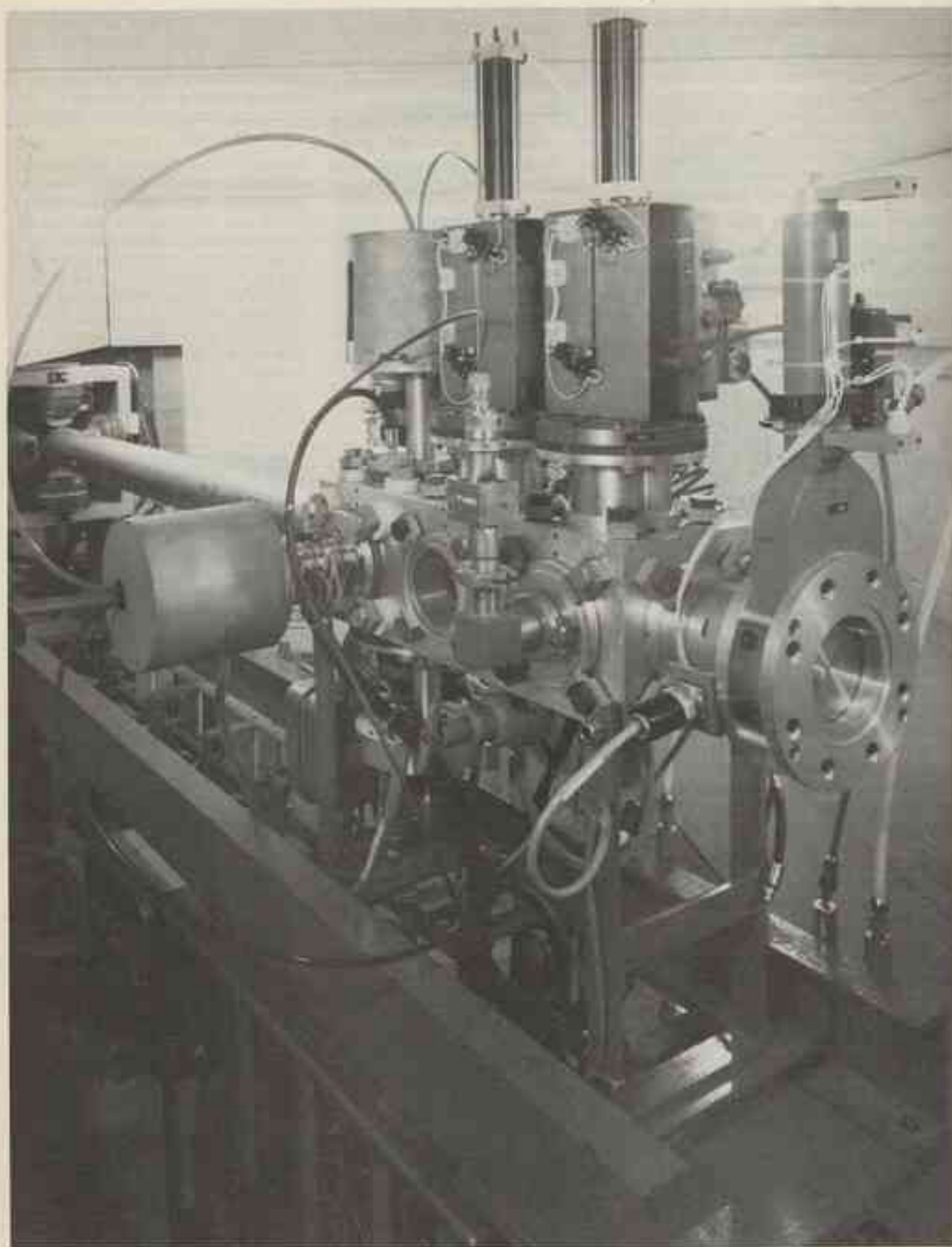
Bien qu'il existe un grand nombre de radionucléides connus, seuls quelques-uns sont utilisés. Cette sous-utilisation s'explique par la répartition des radioéléments en fonction de leur période, 50 % de ceux-ci ayant une période inférieure à une heure. L'absence de source de production à proximité du lieu d'utilisation exclut donc l'emploi en médecine de la moitié des radioisotopes connus. Une part importante de ces radioisotopes ne peut être produite que par des accélérateurs de particules chargées : c'est le cas, par exemple, des seuls isotopes radionu-



Images pulmonaires (examens réalisés avec l'aide de ^{13}N)

- a - ventilation (à l'équilibre)
- b - perfusion (pic d'activité)
- c - d - e - étude dynamique effectuée chez un bronchique
- c - ventilation
- d - ventilation (lavage)
- e - perfusion (lavage)

Fig 2



Système d'irradiation d'une zone de transport de faisceau.

tifs détectables à distance de trois éléments fondamentaux en biologie : carbone 11 ($T_{1/2} = 20$ minutes), azote 13 ($T_{1/2} = 10$ minutes) et oxygène 15 ($T_{1/2} = 2$ minutes).

Ces isotopes à vie courte présentent au point de vue dosimétrique pour le malade, un avantage évident et permettent de répéter une exploration fonctionnelle plusieurs fois, à intervalles rapprochés. D'autre part, les radioéléments produits de cyclotron sont souvent émetteurs de positrons. Le rayonnement qui en résulte présente des avantages bien connus en ce qui concerne leur localisation et l'étude de leur distribution dans l'organisme par détection externe. On s'oriente beaucoup à l'heure actuelle vers la réalisation de dispositifs de visualisation basés sur l'émission à 180° des photons d'annihilation de positrons. De tels dispositifs permettent en effet conceptuellement de réaliser des images d'excellente qualité.

Enfin, les radioéléments produits de cyclotron sont en général obtenus par transmutation nucléaire, donc en principe avec de très hautes activités spécifiques. Or, le métabolisme des indicateurs est fortement influencé par leur activité spécifique et il est, en règle générale, souhaitable que cette dernière soit la plus élevée possible.

Les applications cliniques ou physiologiques liées au fonctionnement d'un cyclotron, seront rapidement passées en revue, en distinguant, d'une part, les radioéléments utilisés directement sous forme élémentaire ou sous forme de composés simples, d'autre part, les molécules marquées avec des produits de cyclotron.

Utilisation directe des radioéléments sous forme élémentaire ou sous forme de composés simples

Radioéléments de période suffisamment longue pour pouvoir être utilisés à distance

Citons parmi les principaux :

- l'iode 123 ($T_{1/2} = 13$ heures), isotope idéal pour l'étude morphologique et l'étude fonctionnelle thyroïdienne.
- le fluor 18 ($T_{1/2} = 1,8$ heures) utilisé sous forme ionisée pour explorer le squelette.
- le fer 52 ($T_{1/2} = 8,3$ heures) et l'indium 111 ($T_{1/2} = 68$ heures) pour les études hématologiques.
- le gallium 67 ($T_{1/2} = 77$ heures) pour la détection des tumeurs.
- le mercure 197m ($T_{1/2} = 24$ heures) et le thallium 199 ($T_{1/2} = 7,4$ heures) pour

l'étude de la morphologie et de la fonction rénale (corticale et médullaire).

- le rubidium 81 ($T_{1/2} = 4,7$ heures) pour la mesure du débit coronarien.
- le potassium 43 ($T_{1/2} = 22$ heures) et le brome 77 ($T_{1/2} = 57$ heures) pour l'étude du potassium échangeable et du liquide extracellulaire.

Radioéléments de vie très courte ne pouvant être utilisés qu'à proximité immédiate du cyclotron

Il s'agit essentiellement des gaz radioactifs utilisés pour l'exploration pulmonaire :

- l'oxygène 15 gazeux peut être utilisé pour étudier la diffusion alvéolo-capillaire. L'oxygène 15 marquant le gaz carbonique, permet d'étudier la physiopathologie pulmonaire, mais aussi de mettre en évidence les courts-circuits cardiaques gauche-droite. Après marquage de l'eau, de la carboxyhémoglobine et de l'oxyhémoglobine, le flux sanguin et l'utilisation d'oxygène peuvent être mesurés au niveau du cerveau et des reins. Enfin, les mouvements de O_2 , CO , CO_2 , H_2O peuvent être suivis dans l'organisme.

- ^{11}CO est un excellent marqueur des globules rouges.

- $^{13}NH_3$ a été utilisé comme agent de détection dans l'infarctus du myocarde. L'utilisation diagnostique de l'azote 13 dans l'étude de la ventilation et de la circulation pulmonaires régionales, sera choisie comme exemple. Gaz inerte physiologique, l'azote présente l'avantage, par rapport au xénon habituellement utilisé pour ces explorations, d'être douze fois moins soluble dans le sang. De plus, les rayonnements γ d'annihilation de l'azote 13 sont très pénétrants et par conséquent l'autoabsorption dans le tissu pulmonaire est faible et la représentation pulmonaire que l'on aura, sera valable même pour les zones postérieures. L'azote 13 produit par irradiation de CO_2 de très haute pureté avec des deutons de 9 MeV, selon la réaction $^{12}C(d, n)^{13}N$, est soit dilué avec de l'air lorsqu'il est administré par inhalation, soit mis en solution dans du sérum physiologique. Chaque examen se fait en deux étapes de dix minutes : 1ère étape : étude de la perfusion après injection rapide dans une veine du pli du coude de 1 à 2 mCi de ^{13}N , soit environ 1 ml de la solution. 2ème étape : étude de la ventilation, le malade étant branché en circuit fermé sur un spiromètre compensé en O_2 et contenant 10 mCi environ de gaz radioactif. Après que l'équilibre a été réalisé, le sujet est déconnecté du spiromètre et on enregistre la phase de lavage pulmonaire.

La figure 2a montre une image pulmonaire normale, obtenue à l'équilibre ventilatoire pendant cent secondes. La figure 2b montre une image de perfusion obtenue pendant les trente secondes suivant le pic d'activité : malgré la faible activité intégrée, on peut mettre en évidence les principaux défauts localisés à droite : absence de vascularisation du tiers inférieur, hétérogénéité ailleurs. Les quatre clichés suivants illustrent une étude dynamique effectuée chez un bronchitique majeur. L'image de ventilation (fig. 2c) montre des différences fonctionnelles régionales importantes. Ces mêmes différences apparaissent en négatif sur le cliché de lavage pulmonaire (fig. 2d) puisque les zones fonctionnellement les plus actives se remplissent, mais également se vident le plus rapidement. La figure 2e montre, au cours de l'examen de perfusion, une répartition topographique de l'activité très semblable. Enfin, sur la figure 3 sont représentées deux courbes de ventilation très caractéristiques d'une région bien ventilée (courbe à gauche) et d'une région mal ventilée (courbe à droite). Ces courbes d'activité permettent d'évaluer un certain nombre de paramètres importants : les volumes pulmonaires, les débits ventilatoires régionaux, les index de perfusion régionaux, enfin les rapports ventilation/perfusion. Au total, l'étude est plus complète que celle rendue possible par les moyens classiques (spirométrie, dosage des gaz du sang). Du point de vue clinique, la méthode est intéressante pour l'étude de toutes les bronchopneumopathies, des lésions vasculaires (en particulier les embolies pulmonaires), pour le dépistage des néoplasmes pulmonaires (rétention locale du gaz lors du « wash-out »), enfin pour les bilans préopératoires. Une comparaison minutieuse des résultats obtenus au cours d'un même examen grâce à l'azote 13 et au xénon 133 est actuellement en cours et devrait faire ressortir les avantages de l'azote 13 mentionnés plus haut.

Utilisation des produits de cyclotron sous forme de combinaisons chimiques complexes

Les radioéléments principalement utilisés dans ce but, sont l'iode 123, le fluor 18, l'azote 13 et le carbone 11.

Molécules marquées par l'iode 123

Toutes les molécules marquées actuellement par l'iode 131 dont les caractéristiques d'utilisation médicale (quantité injectée, temps de séjour dans l'organisme) sont telles qu'elles entraînent une irradiation non négligeable, peuvent être

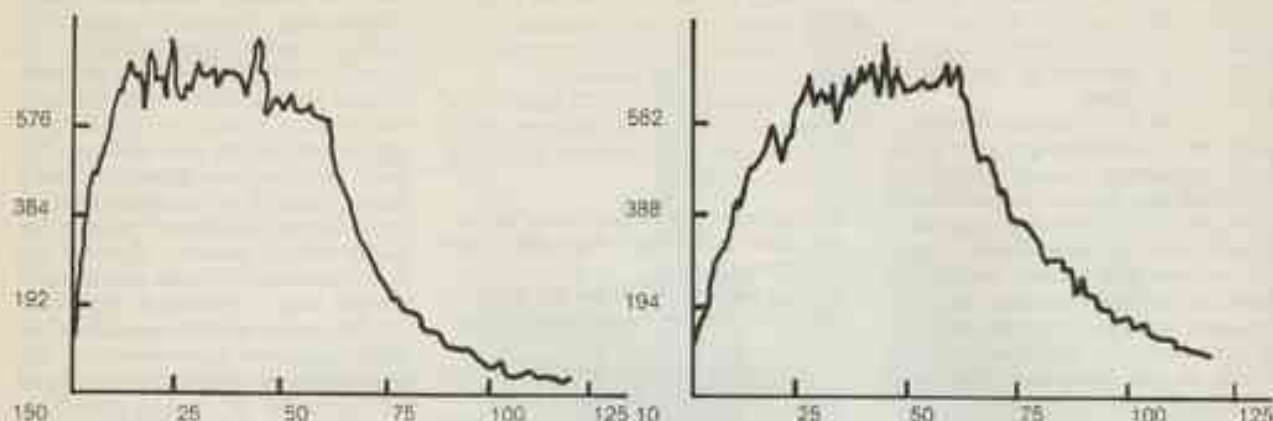


Fig. 3 - Courbes caractéristiques d'une région bien ventilée (à gauche), mal ventilée (à droite)

marquées par l'iode 123. Des essais tentés en particulier avec les microsphères d'albumine et avec l'hippuran ont été très concluants.

Molécules marquées par le fluor 18

L'atome de fluor ayant une masse sept fois plus faible que l'atome d'iode, la modification de structure d'une molécule et l'encombrement apportés par le fluor sont moins importants que ceux apportés par l'iode, molécule de marquage très employée en médecine nucléaire. D'autre part, l'énergie de la liaison C-F est plus élevée (107 à 121 kcal/mole) que celle de la liaison C-I (57 kcal/mole). La stabilité d'une molécule fluorée est donc plus grande que celle d'une molécule iodée. En contrepartie, le marquage peut difficilement être achevé par réactions directes d'échange, eu égard à la période de ^{18}F .

La fixation sur les tumeurs malignes chez l'animal, d'un antimitotique ainsi marqué, le fluoruracile ^{18}F , a donné des résultats prometteurs. La poursuite de ces efforts pour tenter d'incorporer le fluor dans des molécules d'intérêt biologique - on peut penser notamment aux hormones stéroïdes - est d'autant plus justifiée que le fluor est le plus électro-négatif des halogènes, ce qui lui confère la propriété de polariser sa liaison avec d'autres atomes. Incorporé dans des médicaments ou des hormones, il provoque souvent une augmentation de la réactivité et une action pharmacologique accrue.

Molécules marquées par l'azote 13

Quelques marquages de molécules ont été réalisés, en particulier la préparation enzymatique de la glutamine ^{13}N et de l'acide glutamique ^{13}N . Mais la période radioactive particulièrement courte (10 minutes) de ce radioélément rend difficile la synthèse chimique et les études métaboliques.

Molécules marquées par le carbone 11

La période de ^{11}C est encore courte ($T_{1/2} = 20$ minutes), mais elle est néanmoins suffisante. Il est nécessaire que le phénomène biologique observé - fixation sur un organe ou incorporation dans une chaîne métabolique - soit mis en évidence en moins de trois ou quatre périodes radioactives. Il faut aussi et surtout que le temps de marquage de la molécule n'excède pas deux à trois périodes. Le choix de la position de marquage est donc limité à des fonctions facilement accessibles.

Malgré ces restrictions, le marquage rapide de molécules par le carbone 11 devrait s'avérer une méthode d'investigation très puissante et riche d'avenir dans le domaine de la physiopathologie humaine et de la pharmacodynamique, ceci pour deux raisons essentielles : d'une part, le carbone 11 marque les produits organiques, naturels ou médicamenteux,

sans en modifier la structure ni le métabolisme, d'autre part, sa très grande activité spécifique permet d'obtenir pour une activité donnée, une masse très petite de molécule correspondante, ce qui est particulièrement intéressant dans le cas de molécules toxiques.

Plusieurs dizaines de molécules ont déjà été marquées par le carbone 11 : la plupart par synthèse organique à partir de précurseurs simples (anhydride carbonique ^{11}C , monoxyde de carbone ^{11}C , formol ^{11}C , iodure de méthyle ^{11}C , acides organiques ^{11}C , acide cyanhydrique ^{11}C , acétylène ^{11}C), quelques-uns par synthèse enzymatique ou biologique : acides carboxyliques, acides aminés, nitriles, hydantoïnes, catécholamines, sucres, nucléotides. Leur devenir et leur répartition ont été étudiés chez l'animal, quelques-uns seulement ont été utilisés chez l'homme pour en confirmer l'intérêt.

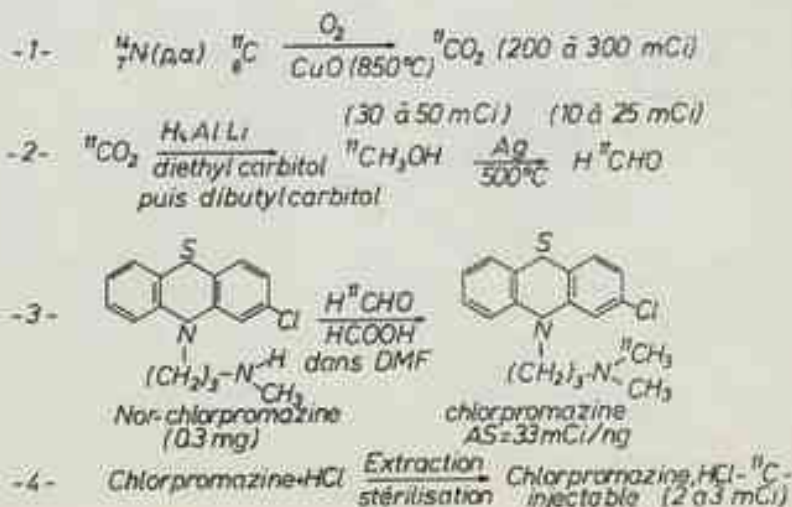


Fig. 4 - Principales étapes de la synthèse de la chlorpromazine ^{11}C (Alegre)

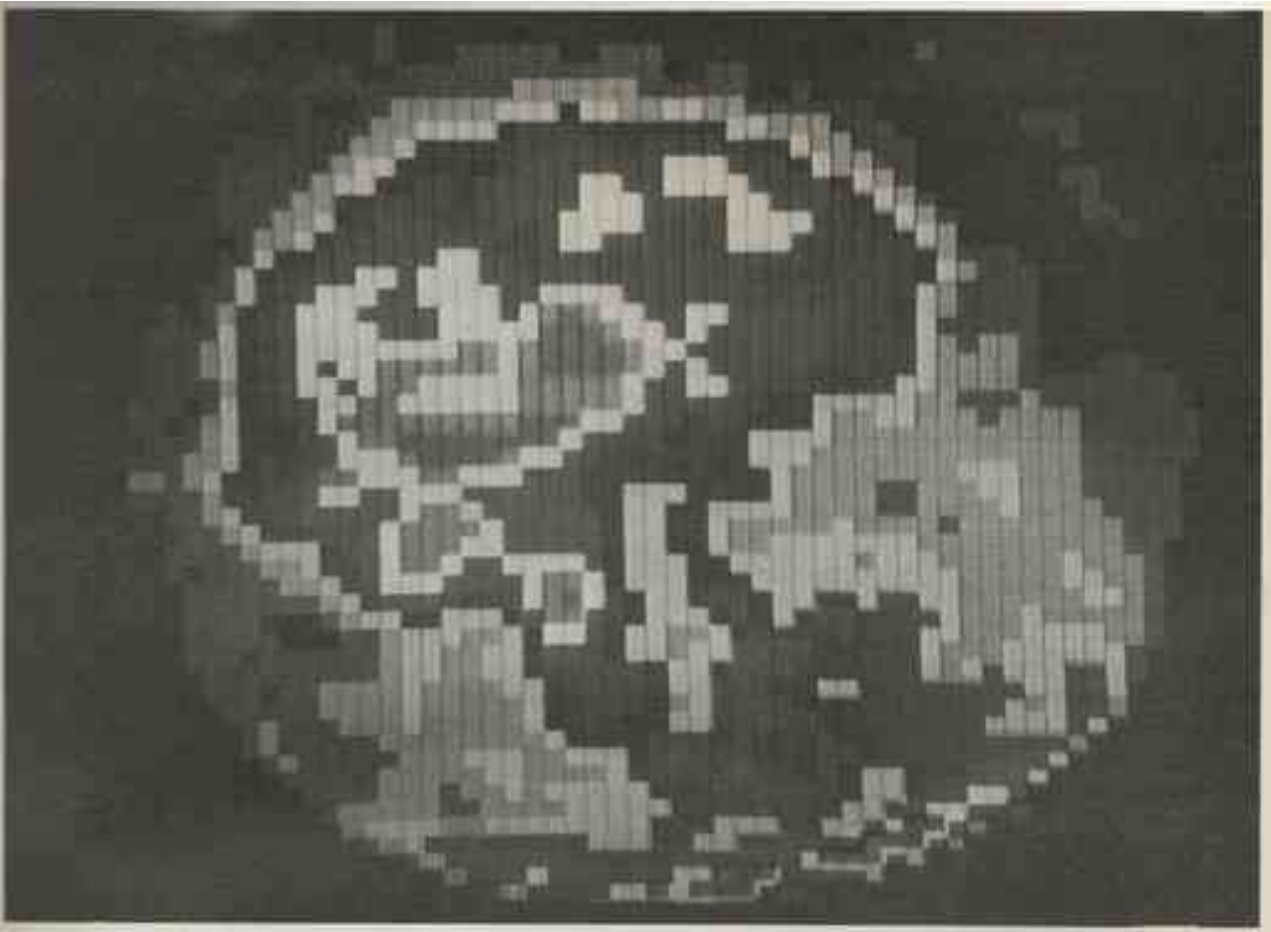


Fig. 5. - Distribution de la chlorpromazine ^{11}C au niveau du cerveau. Profil obtenu pour un sujet normal pendant les 10 premières minutes suivant l'injection intraveineuse. L'activité la plus élevée est observée à la base du cerveau dans une région qui correspond au thalamus.

Un exemple plus détaillé concernera les possibilités offertes par les médicaments agissant sur le système nerveux. Ce problème a été abordé au service hospitalier Frédéric Joliot d'Orsay parce qu'il n'existe pas à l'heure actuelle de produits pharmaceutiques permettant de visualiser le cerveau et d'étudier le métabolisme cérébral chez l'homme. Parmi les drogues actuellement marquées, citons le diazepam ou valium, la chlorpromazine ou largactil, la thiopropérazine ou majoiril, l'imipramine ou toframil, la caféine et la nicotine.

La figure 4 illustre les principales étapes de la synthèse de la chlorpromazine ^{11}C . Le carbone 11 est fabriqué en continu par bombardement d'azote contenant des traces d'oxygène par des protons de 16 MeV selon la réaction $^{14}\text{N}(\text{p}, \alpha)^{11}\text{C}$. L'ensemble des opérations dure vingt minutes et permet d'obtenir 2 à 3 mCi de produit prêt à être injecté. La distribution de la chlorpromazine ^{11}C au niveau du cerveau est illustrée par la figure 5 représentant un profil obtenu sur l'écran de télévision couleur d'un système de traitement pendant les dix premières minutes suivant l'injection intraveineuse. L'activité la plus élevée est observée à la base du cerveau dans une région qui correspond au thalamus. Ces résultats sur la localisation cérébrale de la chlorpromazine, en particu-

lier dans la région du thalamus, sont en accord avec des travaux antérieurs effectués chez l'animal à l'aide de la chlorpromazine ^{14}S .

Conclusion

Le cyclotron isochrone à énergie variable du CNRS à Orléans, est unique en France par ses performances (notamment les intensités des faisceaux de particules) et sa vocation aux applications des rayonnements nucléaires dans tous les domaines de la science et de la technique.

L'ensemble de ses caractéristiques et de ses voies de transport de faisceaux devrait satisfaire les futurs utilisateurs. Il convient de mentionner de plus que la définition du faisceau en énergie est comprise entre 10^{-3} et 10^{-4} , que l'émission dans les deux plans, horizontal et vertical, est de l'ordre de 50 mrad et que la stabilité du faisceau est bonne (moins de 10 % de variation de l'intensité sur plusieurs heures). Enfin, le temps nécessaire pour changer l'énergie d'un faisceau de particules de même nature, est d'environ trente minutes.

Par ailleurs, cet article montre à l'aide de quelques exemples que le cyclotron a déjà des utilisations dans de nombreux domaines de la recherche autres que la physique et la chimie nucléaires. Il trouve même déjà des applications prati-

ques dans certains secteurs de la recherche technique et industrielle.

L'expérience actuelle suggère que le principal obstacle qui gêne le développement des applications des méthodes nucléaires dans la recherche scientifique et technique, est beaucoup plus de nature psychologique qu'économique. Le meilleur moyen de développer le nombre des diverses applications futures du cyclotron, sera certainement de faire découvrir par les utilisateurs potentiels eux-mêmes, que le cyclotron n'est pas un appareil mystérieux destiné uniquement à des recherches sophistiquées mais une machine sûre et irremplaçable pour résoudre de façon ingénieuse certains problèmes scientifiques, techniques et médicaux.

L'unité médicale implantée auprès du cyclotron est le premier exemple en France de centre de diagnostic médical opérant « en ligne » de l'exploration fonctionnelle avec des isotopes radioactifs de courte période au stade clinique, la recherche dans ce domaine avancé continuant à se développer sous la direction du professeur Kellersohn au service hospitalier Joliot-Curie du CEA à Orsay.

Roland MUXART - Philippe ALBERT
René RIVIERE - Gérard GOIN

Service du cyclotron

9^e congrès de l'union internationale des sciences préhistoriques et protohistoriques

Le IX^e Congrès de l'Union internationale des sciences préhistoriques et protohistoriques a eu lieu cette année pour la première fois en France, du 13 au 18 septembre, à Nice.

L'Union internationale des sciences préhistoriques et protohistoriques est placée sous le patronage de l'UNESCO, et fait partie du « Conseil international de la philosophie et des sciences humaines ».

Ses congrès se réunissent tous les cinq ans dans un pays différent : Londres (1932), Oslo (1936), Zurich (1950), Madrid (1954), Hambourg (1958), Rome (1962), Prague (1966), Belgrade (1971). L'ensemble des manifestations organisées à cette occasion, notamment les expositions, dont la presse écrite, la radio et la télévision se sont largement fait l'écho, l'enthousiasme du public pour découvrir le travail des préhistoriens, ont véritablement fait de Nice, en septembre, « la capitale de la Préhistoire ».

Le 13 septembre, le congrès – placé sous le haut patronage du Président de la République – était ouvert officiellement au cours d'une séance inaugurale au Palais des expositions par Mme Alice Saunier-Seïté, secrétaire d'état aux universités et par M. Jacques Médecin, secrétaire d'état au tourisme, maire de Nice, président du conseil général des Alpes-Maritimes. De très nombreuses personnalités étaient présentes, notamment les représentants de Mme Françoise Giroud, secrétaire d'Etat à la culture, de M. A. Mahtar M. Bow, président de l'UNESCO, du docteur Gamal el Moukhtar, secrétaire d'état à la culture d'Egypte, ainsi que M. Lionel Balout, président de l'union internationale des sciences préhistoriques et protohistoriques (UISPP), M. Henry de Lumley, secrétaire général du IX^e Congrès, M.

Robert Chabbaï, directeur général du centre national de la recherche scientifique et M. Pierre Creysse, directeur administratif et financier du centre national de la recherche scientifique.

2 900 congressistes inscrits et présents à Nice, provenant de 98 pays différents et de tous les continents, ont constitué la plus grande assemblée jamais réunie de chercheurs et d'universitaires dont les activités sont orientées vers les sciences préhistoriques et protohistoriques.

La séance inaugurale

Au cours de la séance solennelle d'ouverture, organisée au Palais des Expositions, le 13 septembre, à laquelle de nombreuses personnalités prirent part, Mme Alice Saunier-Seïté, secrétaire d'état aux universités devait notamment déclarer :

« La préhistoire, qui effectue des bonds de plus en plus lointains dans le passé, n'est pas en retard sur la science du cosmos... La puissance même du monde moderne engendre chez l'homme une inquiétude nouvelle, née de son excès de pouvoir sur la nature. La quête des préhistoriens tend à rechercher les enracinements au moment où ceux-ci sont remis en question. Mais pour cela ils disposent de techniques et de méthodes sans cesse perfectionnées. De collectionneurs qu'ils étaient au départ, ils sont devenus de ce fait des savants. Dans leur démarche, la découverte d'une sagesse s'ajoute à celle du temps. Or, toute science de l'homme doit être une science pour l'homme. Les archéologues, et cela n'est pas leur moindre mérite, nous ont montré en définitive que nous ne pouvons pas altérer inconsidérément l'environnement. La sauvegarde du patrimoine naturel est une nécessité, d'autant que ce patrimoine est celui de l'humanité tout entière ».

Les séances de travail et les colloques

Les séances de travail, elles-mêmes, furent réparties en dix sections dans lesquelles furent présentées près de 1 700 communications.

- méthodologie.
- paléolithique inférieur.
- paléolithique moyen.
- paléolithique supérieur.
- épipaléolithique et mésolithique.
- néolithique.
- âges du cuivre et du bronze.
- âge du fer.
- période des grandes migrations.
- archéologie préhistorique et protohistorique sous-marine.

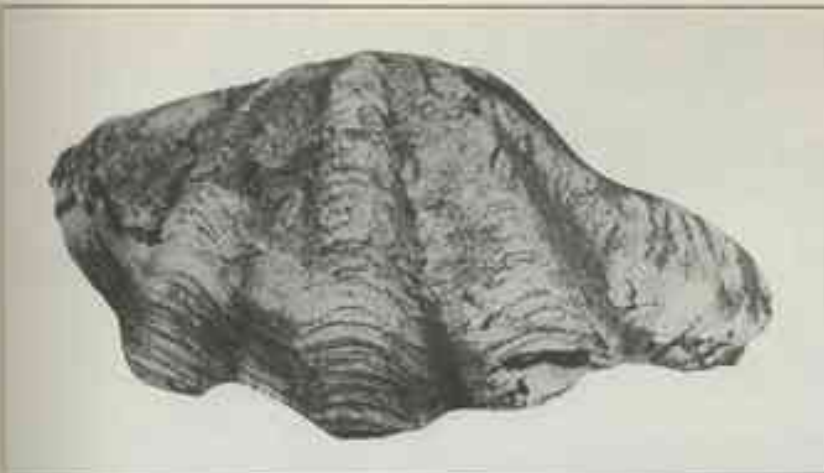
Dans le cadre de ce congrès, trente colloques furent organisés, parmi lesquels cinq colloques internationaux du CNRS. La direction de chacun de ces colloques fut confiée à l'un des plus éminents préhistoriens ou protohistoriens actuels. L'ensemble des actes de ces colloques, publiés avant le congrès, constitue en fait une mise au point de nos connaissances sur la préhistoire mondiale.

• Datations absolues et analyses isotopiques en préhistoire. Méthodes et limites – (colloque international du CNRS) Direction : Jacques Labeyrie et Claude Lalou, centre des faibles radioactivités CEA, CNRS – Gif-sur-Yvette, France.

• Chronologie et synchronisme dans la préhistoire circum-méditerranéenne Direction : Gabriel Camps, université de Provence – Aix-en-Provence, France.

• Deuxième colloque sur la terminologie de la préhistoire du Proche Orient Direction : Fred Wendorf, southern methodist university – Dallas, Etats-Unis.

• Banques de données et méthodes formelles en archéologie préhistorique et protohistorique Direction : Mario Borillo et Louis Bourrelly, CNRS – Marseille, France.



Troisième de la dépression de l'Alar (Mer Rouge) - Bassin de Dakhla - à environ 90 m au-dessus du niveau de la mer, longueur : environ 30 cm, âge : 180 000 ± 30 000 ans. Ce coquillage a été utilisé pour la datation d'un niveau fossilifère de la surface de la mer dans une région où les mouvements verticaux du sol sont importants.

● Les plus anciennes industries en Afrique

Direction : J. Desmond Clark et Glynn Isaac, université de Berkeley, États-Unis.

● Les plus anciens hominidés (colloque international du CNRS)

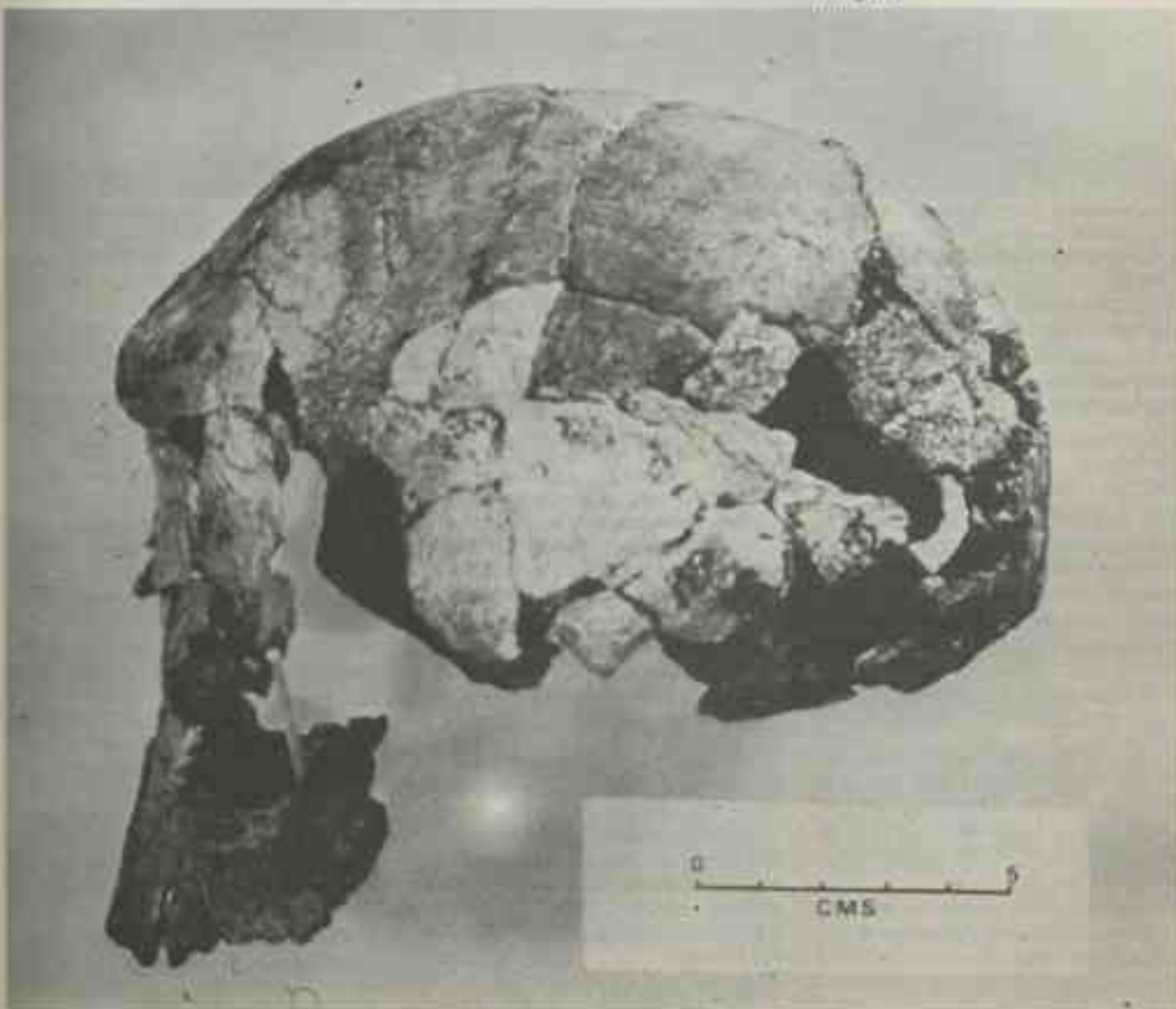
Direction : Philip V. Tobias, université de Witwatersrand - Johannesburg, Afrique du Sud et Yves Coppens, muséum national d'histoire naturelle - Paris, France.

● Le paléolithique inférieur et moyen en Inde, en Asie Centrale, en Chine et dans le Sud-Est Asiatique.

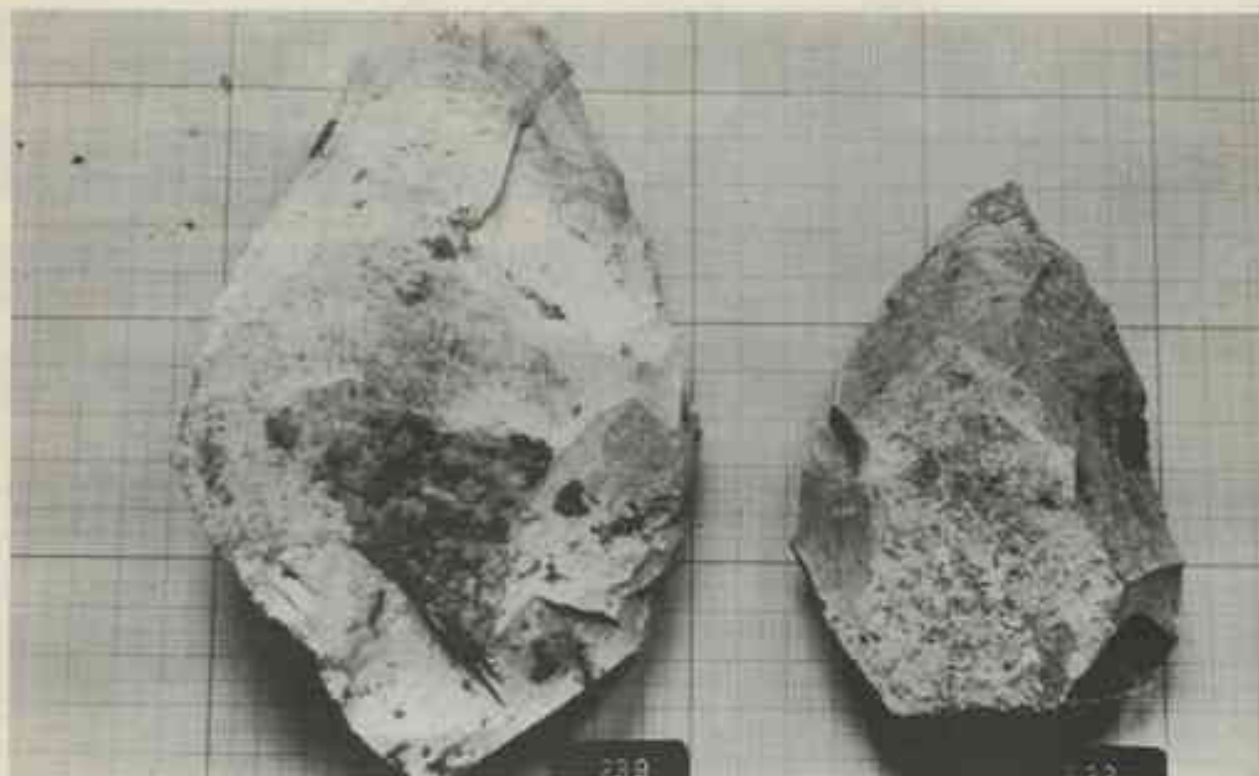
Direction : Asok K. Ghosh, université de Calcutta - Inde.

● Les premières industries de l'Europe

Direction : Karel Valoch, Moravské Museum, Brno - Tchécoslovaquie et Hans Jürgen Müller Beck, Tübingen, Allemagne.



Profil du crâne d'*Homo habilis* - Afrique orientale.



Deux bifaces taillés à partir de plaquettes de silex tertiaire local.

● **Le peuplement anténeandertalien de l'Europe.**

Direction : Andor Thoma, université de Louvain, Belgique.

● **L'évolution de l'acheuléen en Europe**

Direction : Jean Combier, Romanèche Thorins, France.

● **Les structures d'habitat au paléolithique moyen**

Direction : Leslie G. Freeman - Chicago, Etats-Unis.

● **Les sépultures néandertaliennes**

Direction : Bernard Vandermeersch - Paris, France.

● **Les structures d'habitat au paléolithique supérieur (colloque international du CNRS)**

Direction : André Lerol-Gourhan, collège de France - Paris, France.

● **Les courants stylistiques dans l'art mobilier au paléolithique supérieur**

Direction : Zoya Abramova, institut d'archéologie - Leningrad, URSS, et Paolo Graziosi, université de Florence - Italie.

● **Périgordien et gravettien en Europe**

Direction : Bohuslav Klima - Brno, Tchécoslovaquie.

● **L'aurignacien en Europe**

Direction : Janusz Kozłowski, université d'archéologie - Krakow, Pologne.

● **Habitats humains antérieurs à l'holocène en Amérique**

Direction : James B. Griffin, université d'Ann Arbor - Michigan, Etats-Unis.

● **Le premier peuplement de l'archipel nippon et des îles du Pacifique : chronologie, paléogéographie, industries**

Direction : Chozuke Sérizawa - Sendai, Japon.

● **Les civilisations du 8^e au 5^e millénaire avant notre ère en Europe : paléoenvironnement, structures d'habitat, outillages, économie**

Direction : Stefan Karol Kozłowski - Varsovie, Pologne.

● **Origine de l'élevage et de la domestication**

Direction : Eric Higgs, Cambridge, Angleterre et Manfred Rohrs, Kiel, Allemagne.

● **La néolithisation de l'Europe occidentale**

Direction : Gérard Bailloud, Paris, France.

● **La préhistoire océanienne (colloque international du CNRS)**

Direction : José Garanger, CNRS, Paris, France.

● **Les débuts de la métallurgie**

Direction : H. Müller-Karpe, université de Francfort-sur-le-Main, Allemagne.

● **La civilisation des vases campaniformes**

Direction : Jean Gullaine, CNRS, Carcassonne, France.

● **Les champs d'urnes dans le midi de la France**

Direction : Charles Lagrand, CNRS, Marseille, France.

● **Les âges des métaux dans les Alpes**

Direction : Aimé Bocquet, université de Grenoble, France.

● **Les gravures protohistoriques dans les Alpes**

Direction : Emmanuel Anati, centro camuno di studi preistorici, Capo di Ponte, Italie.

● **Les mouvements celtiques à partir du V^e siècle avant notre ère (colloque international du CNRS)**

Direction : Paul-Marie Duval, collège de France, Paris, et Venceslas Kruta, école pratique des hautes études, Paris, France.

● **Le passage du 1^{er} au 2^e âge du fer en Europe**

Direction : René Joffroy, musée des antiquités nationales, Saint Germain en Laye, France.

● **Les relations entre l'empire romain tardif, l'empire franc et ses voisins**

Direction : Karl Böhner, Römisch Germanisches Zentral Museum, Mayence, Allemagne.

3 millions d'années l'aventure humaine

En marge du congrès, cinq expositions étaient proposées aux congressistes et au public. L'exposition du CNRS « Le CNRS et la préhistoire sur les cinq continents - trois millions d'années, l'aventure humaine » était présentée au Palais de la Méditerranée, sur la Promenade des Anglais. Un peu plus loin, à la Galerie des Fonichettes, l'exposition « 20 ans de recherches préhistoriques en France » faisait le point sur les recherches conduites dans notre pays et les replaçait dans leur cadre chronologique. Au muséum d'histoire naturelle, « l'environnement de l'homme fossile » présentait un panorama des disciplines complémentaires à la préhistoire humaine, tandis que le musée archéologique de Cimiez évoquait « Les civilisations des âges des métaux dans les Alpes méridionales ». Des documents graphiques et photographiques, des pièces de fouilles témoignaient de la vie dans cette région depuis les périodes finales de l'âge de bronze jusqu'à celle de la romanisation. Au musée de Terra Amata qui ouvrait ses portes à l'occasion du Congrès, les Nîçois peuvent désormais voir sur les lieux-mêmes de sa découverte un gisement préhistorique particulièrement riche en documents sur le mode de vie et l'habitat des chasseurs archaïques qui habitaient la plaine de Nice et les collines environnantes, il y a quelque 400 000 ans.

Les fouilles de sauvetage, dirigées par Henry de Lumley, se poursuivirent sans interruption de Janvier à Juillet 1966. Un matériel archéologique d'une exceptionnelle richesse (35 000 objets recueillis au cours des fouilles) est présenté dans le musée selon une conception toute nouvelle faisant largement appel aux techniques audiovisuelles. Le visiteur est invité à suivre pas à pas la démarche de détective du préhistorien et des divers spécialistes qui l'entourent (géologues, sédimentologues, paléontologues, palynologues, paléobotanistes). Progressivement se dégage la synthèse des conditions d'existence des chasseurs achuléens de Terra Amata.

Sous un climat tempéré un peu plus froid que l'actuel, ils campaient dans des cabanes de branchages, sur une plage, auprès d'une petite source, à l'embouchure du Paillon. Sur les collines alentour, poussaient des pins sylvestres et des pins d'Alep, des chênes verts et des sapins ; dans la plaine du Paillon, la végétation se composait d'ormes, de frênes, d'aulnes et de quelques plantes littorales. Vingt et un sols d'habitat superposés (dont sept fonds de cabane) ont été recensés. L'un de ces sols, reconstitué tel qu'à sa découverte sur 90 m², est présenté dans la grande salle du musée. Autour des foyers aménagés qui compitent parmi les plus anciens actuellement connus dans le monde (avec ceux de Vertesszöllös en Hongrie, et ceux de Chou Kou Tien en Chine), de nombreuses activités se déroulaient. Les outils des chasseurs (choppers, chopping-tools, bifaces, pics, hachereaux, etc...) étaient fabriqués dans de petits ateliers de taille installés en divers points des huttes. Les ossements brisés des animaux chassés, dépecés et mangés (éléphants, cerfs, sangliers, bouquetins, rhinocéros, aurochs et lapins) ainsi que des coquilles de patelles, de moules et d'huîtres, ont été retrouvés au sol.

Après une courte halte, les chasseurs reprenaient leur longue pérégrination. Les objets abandonnés au sol n'avaient pas eu le temps d'être dispersés par les piétinements ; ils étaient patinés par le soleil d'été avant d'être recouverts par les sables amenés par les vents d'automne et d'hiver.

Des moulages de sol, des reconstitutions de cabanes et trente-cinq vitrines contenant des outils, des maquettes, des plans, des dessins et des photographies, donnent un aperçu complet des structures d'habitat, de leur environnement géographique, animal et végétal, ainsi que des techniques de taille de l'industrie acheuléenne.

A la fin de la visite, un film sonore en couleurs présente au public le chantier des fouilles de Terra Amata. Tous ces

thèmes incitent le visiteur à comprendre le minutieux travail de reconstitution des équipes de préhistoriens.

C'est également le 13 septembre qu'était inauguré, par Mme Sannier-Seite, le centre de recherches archéologiques du CNRS, laboratoire-réseau dont la vocation est de permettre aux spécialistes de préhistoire et d'archéologie de travailler avec des moyens modernes mis en commun, dans un cadre propice aux échanges. Le centre de recherches archéologiques est le premier laboratoire du CNRS construit dans le parc international d'activités scientifiques et industrielles de Valbonne. Deux autres laboratoires de sciences humaines sont prévus d'ici à 1978 : le centre de recherches sur l'Afrique orientale et le centre de documentation et de recherche sur l'Asie du sud-est et le monde insulindien. Un laboratoire de recherches sur l'énergie solaire sera également implanté à Valbonne, dans le cadre du programme interdisciplinaire de recherche sur le développement de l'énergie solaire (PIRDES).

Le CNRS et la préhistoire sur les cinq continents

L'exposition présentée par le CNRS au palais de la Méditerranée sous le titre : « Le CNRS et la préhistoire sur les cinq continents. Trois millions d'années : l'aventure humaine » a reçu en deux semaines 35 000 visiteurs qui ont pu questionner les chercheurs et comprendre non seulement la portée des résultats de recherche mais aussi la nature de la démarche scientifique ou préhistorique.

En effet, outre les congressistes qui ont visité l'exposition, des hommes et des femmes de tous âges, exerçant des professions diverses, médecins, professeurs, commerçants, employés, des étudiants, des élèves de l'enseignement primaire et secondaire, ont composé ce public avide de remonter aux sources de l'histoire de l'homme.



Site de la vallée de l'OMO, sud-ouest éthiopien.

« Lucie », le squelette d'australopitèque gracieux trouvé à Hadar, en Éthiopie, daté de plus de trois millions d'années ; les premiers outils de l'OMO, en Éthiopie également ; les premières sépultures de Qafzeh ainsi que les premiers villages à Mallahat, en Israël ; les céramiques les plus anciennement connues exerçaient un attrait particulier parce qu'elles touchaient le regard et la sensibilité.

Ces pièces de fouilles exceptionnelles étaient exposées dans le cadre d'une présentation d'ensemble, très didactique, qui permettait au visiteur de découvrir et de comprendre les aspects les plus variés de la recherche moderne en préhistoire. Cette présentation s'articulait autour de six thèmes retraçant l'évolution de l'homme et ses rapports avec l'environnement depuis son origine jusqu'à l'aube de l'histoire :

- les premiers hommes et leurs outils : trois millions d'années,
- au temps du pithécantrophe, la civilisation achéulienne, l'origine du feu,
- les origines de l'humanité actuelle, les premières sépultures, les industries moustériennes,
- au temps des derniers grands chasseurs : les civilisations du paléolithique supérieur, l'apparition de l'art,

- la première sédentarisation, les premiers villages, le milieu naturel modifié par l'homme,

- à l'aube de l'histoire, le développement des échanges, la naissance de l'urbanisation.

A chacun de ces thèmes correspondaient une illustration et une animation. Des panneaux montraient « l'itinéraire » de l'homme dans l'espace et dans le temps ; des cartes, des coupes stratigraphiques et des photographies replaçaient chaque découverte archéologique dans son contexte scientifique.



Poterie de Tuzig Tzip

Des chercheurs devant leur « stand » expliquaient leurs travaux, commentaient cartes et documents, répondaient aux questions multiples posées par chaque groupe. Certains visiteurs prenaient des notes et demandaient des conseils pour leurs lectures ultérieures. Quelques professeurs avaient minutieusement organisé la visite de leurs élèves. Ainsi un groupe scolaire avait choisi de réaliser un reportage sur l'exposition ; il était divisé en équipes respectivement chargées d'enregistrer les explications au magnétophone, de photographier les panneaux,



Hachoir à main du Moyen-Orient



Le dépôt de bronze de Villethierry (Yonne)

C. et D. Mordant, J.Y. Prunier. Supplément à Gallia préhistoire n° 9

Le dépôt de La Dénée, le plus important de Bourgogne, fait pour sa partie (plus de 850 objets) une collection unique de bronze archaïque, à l'ère des métaux. Ce dépôt est l'œuvre d'un artisan de bronze, un artisan de la culture de la fin de l'âge du bronze. 22 x 28 x 240 g. - broché - 155 fig. - 55 ill. 178 p. - 500 F. ISBN 2-227-07845-5

58 F



Sadi Carnot et l'essor de la thermodynamique

Paris école polytechnique - 11-13 juin 1974 (Table ronde du CNRS)

Le livre sur les recherches concernant la vie et l'œuvre de Carnot : fondateur de la thermodynamique, un grand des sciences physiques et son impact sur d'autres domaines de la connaissance. 28 illustrations en noir et blanc. 16 x 24 x 444 g. - broché - 52 fig. - 4 ill. 110 p. - 400 F. ISBN 2-227-07846-3

120 F

Croissance des Algériens de l'enfance à l'âge adulte (région de l'Aurès)

M.C. Ghannouchi, F. Demoulin. Laboratoire d'anthropologie et de préhistoire des pays de la Méditerranée occidentale

Cette étude comparative montre l'impact de l'évolution anthropologique chez les enfants des régions les plus déshéritées. Les conclusions sur la population adulte et sur la nécessité d'une intervention sociale sont présentées de manière très synthétique et accessible.

18 x 24 x 210 g. - 124 p. - 1000 F. 191 fig. - 101 ill. - 1000 F. ISBN 2-227-07847-1

27 F

Ecriture et civilisations

Colette Sirat. Institut de recherche et d'histoire des textes, études de paléographie historique

Une étude comparative des écritures et des civilisations, une étude des écritures et des civilisations, une étude des écritures et des civilisations. 27 x 24 x 126 g. - broché - 10 ill. 1000 F. ISBN 2-227-07848-2

32 F

Editions du CNRS
15 quai Anatole France, 75700 Paris
Tél. : 555.92.25

Nom	
Prénom	
Adresse	
Ville	
Code postal	
Pays	
Profession	
Signature	

bulletin d'abonnement au courrier du CNRS

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

M. Mme. Mlle (nom et prénom)

adresse complète

code postal, ville, pays

profession

déclarer s'abonner au Courrier du CNRS pendant 1 an, au prix de 32 F (16 F pour les étudiants photocopie de la carte) Tarifs au 1er janvier 1976.

Les abonnements au Courrier du CNRS ne sont pas acceptés dans les pays où la censure est en vigueur. Les abonnements sont en effet d'ordre privé.



La préhistoire française

Sous la direction de MM. H. de Lumley et J. Guilaine
Préface de Valéry Giscard d'Estaing
Publié à l'occasion du IX^e congrès de l'U.I.S.P.P. - Nice 1976

Consacré à la description du cadre paléobiologique, à l'environnement et aux civilisations préhistoriques, cet ouvrage constitue la somme des connaissances actuelles sur le gisement, la paléontologie et la préhistoire française.

21 x 29,7 / relié

Tome 1 - Les civilisations paléolithiques et mésolithiques de la France sous la direction de H. de Lumley
2 vol. - 1 584 p. / 814 fig.
ISBN 2-222-01888-0 200 F

Tome 2 - Les préhistoires néolithiques et protohistoriques de la France sous la direction de J. Guilaine
1 vol. - 936 p. / 476 fig.
ISBN 2-222-01889-8 120 F



La libération de la France

Paris - 28-31 octobre 1974 (Colloque international)

Comité d'histoire de la 2^e guerre mondiale

Détermination exceptionnelle sur la période de cinquante ans de la 2^e guerre mondiale qui s'étend du printemps 1944 à la fin de 1945. Des rapports d'historiens et les témoignages de personnalités politiques et militaires, autour du thème général de l'histoire, le processus de la libération, la Résistance, le développement de la libération et des tentatives d'effacement (20 communications).

18 x 25 / 1 000 p. / relié avec jaquette / 2 fig.
ISBN 2-222-01838-3 100 F



Origine et expression de la diversité des anticorps aspects moléculaires et cellulaires

Marseille - 24-28 mai 1976 organisé par P. Liacopoulos, S. Avrameas, M. Fougereau (Colloques internationaux du CNRS n° 253)

De nombreux éléments sur le mécanisme de production des anticorps par les lymphocytes B permettent de mieux le comprendre par l'analyse expérimentale de la conférence sur la génétique de la diversité des anticorps (51 communications en anglais).

18 x 25 / 360 p. / 7 figures
80 fig. / 64 tableaux / 21 plans.
ISBN 2-222-01935-0 80 F

Editions du CNRS

15, quai Anatole France, 75700 Paris

Tél. : 655.02.25

N°	date de commande
nom	à l'attention des éditions du CNRS (recommandé)
adresse	et de l'adresse à l'éditeur (obligatoire)
ville	et de l'adresse à l'éditeur (obligatoire)
code postal	et de l'adresse à l'éditeur (obligatoire)

LE COURRIER DU CNRS

15, quai Anatole-France
75700 Paris

les cartes et les pièces de fouilles, de réunir la documentation. L'objectif pédagogique était le suivant : à la faveur de l'exposition du CNRS, initier simultanément les élèves à la préhistoire, à la démarche scientifique et à la visite « active » d'une exposition.

Une mise à jour des connaissances

Depuis plusieurs années, les recherches menées en préhistoire ont modifié profondément les connaissances sur l'origine de l'homme. Dès l'entrée, une planche reproduisant « l'arbre généalogique » de l'homme amenait le visiteur à renoncer à certaines idées et à actualiser ses connaissances. On pensait que l'homme était apparu sur terre il y a un million et demi d'années. Or les travaux menés notamment en Afrique Orientale, et le long de la Rift valley, bouleversent aujourd'hui d'une manière considérable cette notion. L'origine de l'homme apparaît désormais africaine et vieille de trois à cinq millions d'années.

Il en est de même de chaque phase de l'histoire de l'homme, qui, à la lumière des découvertes, a reculé dans le temps. Ainsi les découvertes de Qafzeh en Israël semblent permettre de faire remonter l'origine de l'homme moderne à 150 000 ans et de former comme hypothèse que cet homme moderne a pu apparaître au Moyen-Orient ou plus largement dans le sud-ouest de l'Asie.

Lucie étonne le visiteur. Ce squelette d'australopithecine gracile, du sexe féminin, mesurait 1,20 m. Comment a-t-il été possible de reconstituer un squelette complet à 40 % à partir des 52 pièces exhumées ? Le squelette de Lucie, qui sert de référence actuellement pour les autres découvertes, permet au paléontologue d'apporter des réponses à des questions posées depuis longtemps sur la plus haute ancienneté de l'apparition humaine et sur les filiations. L'étude des fossiles végétaux et animaux conduit à la reconstitution de l'environnement naturel dans lequel vivaient ces premiers hommes et à une meilleure connaissance de leur évolution.

Depuis les outils de l'Omo, vieux de deux millions d'années, présentés pour la première fois, jusqu'aux choppers, protobifaces, bifaces, hachereaux venant de régions très différentes, l'exposition montrait les grandes étapes qui ont conduit l'artisan à développer et à perfectionner sa technique de la taille de la pierre.

Les premières sépultures constituent l'un des temps forts de l'exposition. Le squelette d'une femme et d'un enfant sont réunis dans une double sépulture, découverte à Qafzeh. Il y a 60 000 ans, on ressentait donc l'angoisse de la mort, comme en témoigne dans une autre sépulture le massacre de cervidé déposé sur les mains d'un enfant.

Les peintures et les gravures préhistoriques sont apparues voici quelque 30 000 ans. On en a retrouvé depuis sur les cinq continents de multiples témoignages. Un montage audiovisuel faisant revivre pour le public non seulement des hauts-lieux déjà réputés tels que Lascaux, Altamira, le Tassili, mais aussi des peintures moins connues, découvertes en Australie, en Amérique du Sud ou en Afrique.

Puis vient la première sédentarisation. A Mallaha, en Israël, les vestiges de grandes habitations circulaires en pierre mesurant jusqu'à neuf mètres de diamètre ont été mis au jour, vestiges qui remontent au 10^e millénaire. Ses habitants bénéficiaient d'un environnement propice, vivant de la chasse et de la pêche, cueillant les céréales sauvages.

Les leçons de Mureybet

A Mureybet, en Syrie, des populations se sont sédentarisées et ont longtemps vécu de chasse et de cueillette avant de commencer à protéger leur environnement, puis à récolter et à semer des céréales : la sédentarisation a précédé la modification du milieu naturel par l'homme, puis l'agriculture dont les premiers signes apparaissent vers 8 000 ans. Les deux processus ne sont donc pas nécessairement corollaires.

C'est aussi à Mureybet qu'apparaît la première céramique. Les premiers objets en céramique ne sont pas destinés à la cuisson des aliments : ils sont trop petits pour être utilisés à cette fin. Les hommes de Mureybet ont vraisemblablement découvert la céramique en cuisant accidentellement l'argile qui enduisait les parois de leurs fours : l'utilisation de la céramique pour la cuisson des aliments n'est venue qu'après. Le visiteur se sent plus proche de cet homme qui vivait il y a 8 000 ans.

Avec les figurines d'argile et les crânes surmodèles de Tell Ramad, en Syrie également, surgissent de nouvelles traces de rites religieux.

A l'aube de l'histoire, les progrès des techniques, notamment au Proche-Orient, l'invention du bronze pour la métallurgie, et le développement des échanges accompagnent la naissance de nouvelles civilisations urbaines de caractère étatique. La découverte à Tureng-Tépé, en Iran, de plusieurs fours de potiers voisins les uns des autres a permis de prouver l'existence de quartiers différenciés. Il s'agit donc là d'une agglomération de type urbain. Des bijoux en lapis-lazzuli illustrent, à Tureng-Tépé également, la transformation d'un système d'échanges de village à village en un commerce à longue distance par caravanes.

Croquis de Qafzeh (Israël). Reconstitution de la sépulture double (adulte et enfant).





Reconstitution d'une maison ronde du Mureyget (Syrie).

L'homme découvre enfin l'écriture et entre dans l'histoire.

Le visiteur, pas à pas, a suivi, avec une application soutenue, les étapes de l'aventure humaine qui a commencé il y a quelque 3 millions d'années, peut-être davantage, et qui n'est pas terminée. Oubliant que l'avenir l'inquiète, il se penche, avec intelligence et émotion, sur son passé.

Du terrain de fouilles au laboratoire

Les résultats obtenus au cours de ces dernières décennies sont le fruit de recherches pluridisciplinaires auxquelles ont participé, avec les préhistoriens, des spécialistes d'autres disciplines relevant des sciences humaines et des sciences exactes : paléontologues, anthropologues, ethnologues, géologues, biologistes, physiciens, mathématiciens...

Des expériences étaient proposées pour permettre au visiteur intéressé de s'initier personnellement à certaines méthodes de travail : l'observation au microscope de sédiments et de pollens, le classement de lamelles de silex selon le mode de débitage et les retouches effectuées.

Le spectacle audiovisuel : « Initiation aux méthodes de recherche en préhistoire » permettait au public de se fa-

miliariser avec les méthodes et les techniques auxquelles le préhistorien a recours aujourd'hui pour la prospection et l'étude d'un site :

- les techniques modernes de la fouille, sondage, coupe stratigraphique, relevé, enregistrement des données et leur traitement, reconstitution du milieu naturel par l'étude des pollens ou des sédiments fossiles.

- les diverses méthodes de datation parfois complémentaires du paléontologue, du géologue ou du physicien telles que le paléomagnétisme, les méthodes radiométriques, par exemple le carbone 14, le potassium, l'argon, la thermoluminescence.

L'image traditionnelle du préhistorien simplement armé d'une pelle et d'une pioche s'efface peu à peu : les archéologues amateurs prennent conscience qu'il ne suffit pas de fouiller le sol pour aboutir à une « découverte » et pour l'insérer dans le cycle du savoir.

Dans la région de Nice, la recherche en préhistoire dispose de sites importants, tels que les grottes du Lazaret, de Terra Amata, du Vallonnet de Grimaldi, noms familiers pour les habitants des Alpes-Maritimes. La projection, à l'occasion de l'exposition du CNRS, du film « la vallée des merveilles », commenté par Henry de Lumley, permettait au public

de découvrir avec l'éclairage scientifique une zone également très connue de la région.

Plus de 100 000 gravures préhistoriques ont été répertoriées dans « la vallée des merveilles ». Les gravures ont été effectuées par piquetage sur de grandes dalles de schistes polies par les glaciers. Les thèmes iconographiques sont rares et très schématiques : corniformes, poignards, réticulés. Les corniformes (rectangle avec deux cornes) symbolisent le bœuf. Les corniformes sont souvent reliés entre eux par un joug et attelés à une araire. Parfois un petit personnage conduit ce travail agricole.

Le style des armes gravées permet de dater l'ensemble de ces gravures de l'âge du Bronze ancien, entre 1 800 et 1 600 avant Jésus-Christ. Elles sont l'œuvre des peuples agriculteurs et pasteurs qui fréquentaient alors ces hautes vallées alpines : ils savaient domestiquer le bœuf et ils savaient allier le cuivre et l'étain pour réaliser de magnifiques armes en bronze.

Trois millions d'années. De Lucie à la « vallée des merveilles », le visiteur a suivi les étapes de l'évolution de l'homme. Il sait maintenant quelle est la démarche du préhistorien, il a mis à jour ses connaissances et compris la signification des plus récentes découvertes.



Une maquette animée proposait à la méditation de chacun un « raccourci » en vingt quatre heures de l'évolution de l'homme sur trois millions d'années. Une heure du matin : l'homme et ses premiers outils apparaissent ; dix heures : son habitat est localisé ; seize heures : l'homme taille ses premiers silex ; vingt heures : l'homme invente le feu ; vingt heures quarante-huit : premier campement ; vingt-deux heures quarante-huit : l'homme se met à aménager l'intérieur de son habitat.

Les minutes sont soudain plus denses, comme si le rythme du progrès devenait de plus en plus rapide ; vingt-trois heures trente-deux : l'homme pratique les premiers rites funéraires ; vingt-trois heures trente-huit : l'homme occupe la planète ; vingt-trois heures cinquante-deux : il devient sédentaire ; vingt-trois heures cinquante-six : il invente la céramique ; vingt-trois heures cinquante-sept : il commence à cultiver la terre, et se fait pasteur ; vingt-trois heures cinquante-huit : il découvre la métallurgie.

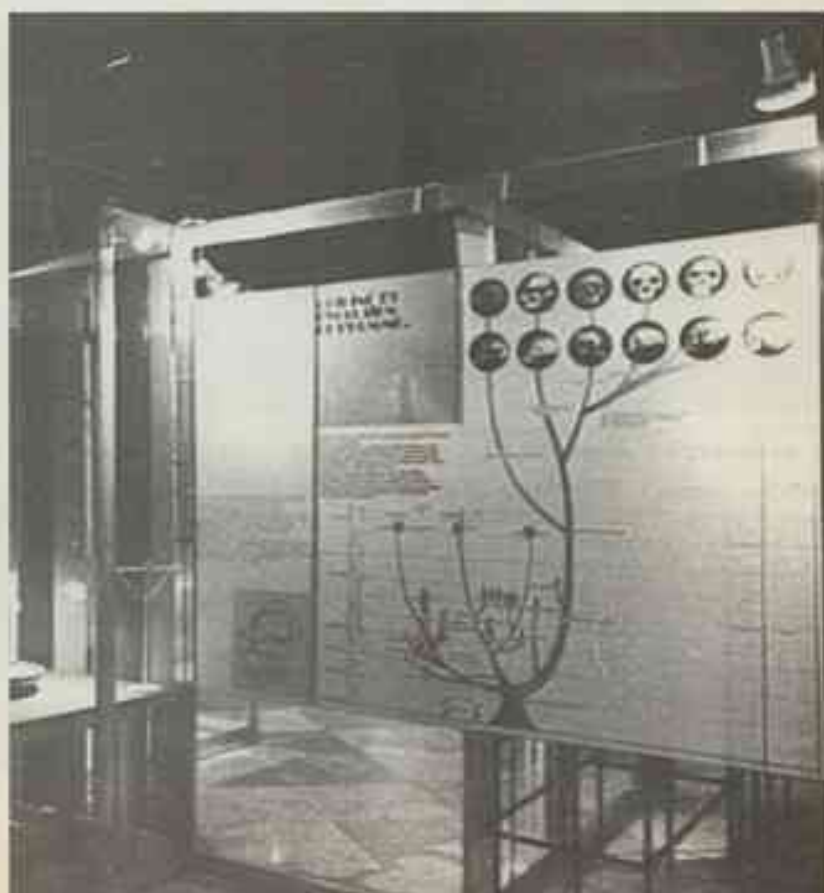
Cette accélération saisissante a frappé les visiteurs de l'exposition du CNRS à Nice. Elle les a peut-être amenés à prendre conscience de l'évolution de l'homme pendant trois millions d'années et à concevoir un avenir à l'échelle du temps de l'aventure humaine qu'ils ont ainsi pu revivre.

La communauté scientifique internationale

La recherche en préhistoire est le fruit d'un travail réalisé au sein de la communauté scientifique internationale. Les vingt-quatre formations de recherche du CNRS qui ont participé à la pré-

sentation de « 3 millions d'années, l'aventure humaine » effectuent des recherches dans dix-huit pays souvent en liaison avec des chercheurs étrangers. Deux films projetés dans le cadre de l'exposition illustraient cette coopération scientifique sur un même site : « L'exposition internationale de l'AFAR, 1975 » par Maurice Taleb, chargé de recherche au CNRS - c'était la première projection publique de ce documentaire - et

« Le premier homme et son environnement », par Yves Coppens, sous-directeur au musée de l'Homme, responsable de la mission française de l'OMO. On sait que la dépression de l'AFAR en Ethiopie est une région unique au monde car elle permet d'étudier en surface les mécanismes de mise en place des fossés d'effondrement ou rifts. Les dépôts de sédiments qui s'y sont accumulés entre quatre et deux millions d'années sont également exceptionnellement fossilifères. En quatre campagnes de fouilles, le gisement de Hadar a déjà livré près de deux cents restes fossiles. En 1974, Lucie fut la découverte la plus spectaculaire. En novembre 1975, le site 333 livrait des restes de cinq à sept individus du genre Homo : notamment un crâne d'enfant, un crâne partiel d'adulte ainsi que des fragments d'os long et une main quasi complète. Quant aux gisements de l'OMO, ils présentent une accumulation de couches sédimentaires et de dépôts volcaniques de plus de mille mètres d'épaisseur. Ils ont l'avantage d'offrir les restes de quatre types d'hommes fossiles. En outre, ils ont livré les outils taillés les plus vieux du monde puisqu'ils dépassent trois millions d'années. Le film raconte l'histoire de ces découvertes en suivant sur le terrain les différents chefs d'équipes de l'expédition.



vénement

l'homme à la recherche de ses origines

bon spectacle dans le passé • Une nouvelle image de nos ancêtres préhistoriques, une jeune science

Le préhistorien de l'homme à la recherche de ses origines, c'est un spectacle dans le passé. Une nouvelle image de nos ancêtres préhistoriques, une jeune science. Le préhistorien de l'homme à la recherche de ses origines, c'est un spectacle dans le passé. Une nouvelle image de nos ancêtres préhistoriques, une jeune science.

vient l'homme ?

spécial des origines • Les origines, c'est un spectacle dans le passé. Une nouvelle image de nos ancêtres préhistoriques, une jeune science. Le préhistorien de l'homme à la recherche de ses origines, c'est un spectacle dans le passé. Une nouvelle image de nos ancêtres préhistoriques, une jeune science.

Trois mille préhistoriens tiennent congrès à Nice

Le préhistorien de l'homme à la recherche de ses origines, c'est un spectacle dans le passé. Une nouvelle image de nos ancêtres préhistoriques, une jeune science. Le préhistorien de l'homme à la recherche de ses origines, c'est un spectacle dans le passé. Une nouvelle image de nos ancêtres préhistoriques, une jeune science.

ALPES-MARTIMES • Le CNRS s'illustre sur le plateau de Vallauris

Le préhistorien de l'homme à la recherche de ses origines, c'est un spectacle dans le passé. Une nouvelle image de nos ancêtres préhistoriques, une jeune science. Le préhistorien de l'homme à la recherche de ses origines, c'est un spectacle dans le passé. Une nouvelle image de nos ancêtres préhistoriques, une jeune science.

Le préhistorien de l'homme à la recherche de ses origines, c'est un spectacle dans le passé. Une nouvelle image de nos ancêtres préhistoriques, une jeune science. Le préhistorien de l'homme à la recherche de ses origines, c'est un spectacle dans le passé. Une nouvelle image de nos ancêtres préhistoriques, une jeune science.

Le préhistorien de l'homme à la recherche de ses origines, c'est un spectacle dans le passé. Une nouvelle image de nos ancêtres préhistoriques, une jeune science. Le préhistorien de l'homme à la recherche de ses origines, c'est un spectacle dans le passé. Une nouvelle image de nos ancêtres préhistoriques, une jeune science.

ii. Alors vint Lucie...

Le préhistorien de l'homme à la recherche de ses origines, c'est un spectacle dans le passé. Une nouvelle image de nos ancêtres préhistoriques, une jeune science. Le préhistorien de l'homme à la recherche de ses origines, c'est un spectacle dans le passé. Une nouvelle image de nos ancêtres préhistoriques, une jeune science.

En marge d'un prestigieux congrès à Nice QUATRE EXPOSITIONS POUR DECOUVRIR LES GRANDES ETAPES DE LA RECHERCHE

Le préhistorien de l'homme à la recherche de ses origines, c'est un spectacle dans le passé. Une nouvelle image de nos ancêtres préhistoriques, une jeune science. Le préhistorien de l'homme à la recherche de ses origines, c'est un spectacle dans le passé. Une nouvelle image de nos ancêtres préhistoriques, une jeune science.

Le préhistorien de l'homme à la recherche de ses origines, c'est un spectacle dans le passé. Une nouvelle image de nos ancêtres préhistoriques, une jeune science. Le préhistorien de l'homme à la recherche de ses origines, c'est un spectacle dans le passé. Une nouvelle image de nos ancêtres préhistoriques, une jeune science.

La préhistoire française

Le préhistorien de l'homme à la recherche de ses origines, c'est un spectacle dans le passé. Une nouvelle image de nos ancêtres préhistoriques, une jeune science. Le préhistorien de l'homme à la recherche de ses origines, c'est un spectacle dans le passé. Une nouvelle image de nos ancêtres préhistoriques, une jeune science.



Restes humains découverts à la grotte de la Vache à la fin des années 1950.

La préhistoire française
L'ouvrage consacré à la préhistoire française publié récemment par les éditions du CNRS était présenté à l'exposition. Le public pouvait par ailleurs prendre connaissance des études sur la préhistoire dans notre pays grâce à la rétrospective à la galerie des Panchettes : « Vingt ans de recherches préhistoriques en France ».

Préface par le Président de la République, M. Valéry Giscard d'Estaing, « la Préhistoire Française » est un ouvrage

réalisé sous la direction de Henry de Lumley pour le tome I : « les civilisations paléolithiques et mésolithiques de la France » et de Jean Guilaine pour le tome II : « les civilisations néolithiques et protohistoriques de la France ».

L'évolution des civilisations ne pouvant être dissociée de celle de leur environnement, la première partie de chacun des deux tomes est consacrée à la description des dépôts quaternaires (glaciers, alluvions fluviatiles, limons, sédiments lacustres, remplissages de grottes, volcanisme, lignes de rivages), ainsi que des faunes et des flores.

Le cadre paléoclimatique et l'environnement des chasseurs paléolithiques ou des premiers agriculteurs ayant été mis en place, de nombreux chapitres sont ensuite consacrés à la description des populations, à l'habitat au mode de vie, aux sépultures, à l'art quaternaire et surtout aux civilisations préhistoriques.

Cet ouvrage constitue une véritable somme de nos connaissances sur la géologie et la paléontologie quaternaire et sur la préhistoire française. Il sera longtemps un ouvrage de base auquel pourront se référer les chercheurs, les enseignants et les étudiants.

ÉPHÉMÉRIDES - ÉPHÉMÉRIDES - ÉPHÉMÉRIDES - É

Au jour le jour

6 septembre - Paris

Conférence de presse sur les diverses manifestations organisées à l'occasion du IX^e congrès international des sciences préhistoriques et protohistoriques (Nice - 13 au 18 septembre).

6 - 10 septembre - Paris

Réunion entre le CNRS et le conseil national du développement scientifique et technique du Brésil (CNPq), concernant la coopération entre ces deux organismes.

9 septembre - Paris

Réunion du comité de coordination de la recherche médicale.

9 - 10 septembre - Paris

Visite au CNRS d'une délégation jordanienne conduite par M. Albert Boutros, directeur de la société scientifique royale jordanienne.

10 septembre - Paris

Visite au CNRS de M. Tiago de Oliveira, secrétaire d'état à la recherche scientifique et technique du Portugal.

12 - 26 septembre - Nice

Exposition organisée par le CNRS intitulée : « le CNRS et la préhistoire sur les cinq continents, 3 millions d'années, l'aventure humaine » dans le cadre du congrès de l'union internationale des sciences préhistoriques et protohistoriques.

13 septembre - Nice

Inauguration du 9^{ème} congrès de l'union internationale des sciences préhistoriques et protohistoriques, organisé par M. Henry de Lumley, maître de recherche au CNRS.

14 septembre - Strasbourg

Réunion du conseil exécutif de la fondation européenne de la science.

13 septembre - Valbonne

Inauguration du centre de recherches archéologiques (CRA), premier laboratoire construit par le CNRS à Sophia Antipolis. (Une plaquette de présentation de ce centre a été publiée par le CNRS à cette occasion).

14 septembre - Paris

Visite au CNRS de M. Karl Gustav Bernhard, secrétaire perpétuel de l'académie royale des sciences, de Suède.



Inauguration du centre de recherches archéologiques à Valbonne.

15 septembre - Paris

Visite au CNRS de M. E. Pannenberg, responsable de la recherche au comité de direction de la société Philips (Pays Bas).

15 - 16 septembre - Madrid

Réunion entre une délégation du CNRS et la commission nationale de géologie espagnole.

16 septembre - Paris

Visite au CNRS de M. Abou El Azm, président de l'académie de la recherche scientifique et de la technologie d'Égypte et de M. Mohamed Kamel, directeur du centre national de recherche égyptien.

22 septembre - Paris

Réunion des présidents des sections du comité national.

28 - 29 septembre - Munich

Réunion du comité administratif et financier de la société EISCAT (sondeur à diffusion incohérente).

4 - 6 octobre - Bulgarie

Visite d'une délégation du CNRS à l'in-

stitution de l'académie des sciences de Bulgarie.

4 - 22 octobre - Paris

Dans le cadre de l'accord CNRS-Academia Sinica, visite au CNRS d'une délégation de biologistes chinois, spécialistes de « genetic engineering », conduite par M. Shen Shan Chuan, vice-président du comité révolutionnaire de l'institut de physiologie végétale de Shanghai.

7 octobre - Stockholm

Réunion du comité directeur de l'association franco-suédoise pour la recherche.

8 octobre - Paris

Réunion des directeurs des laboratoires propres du CNRS.

11 - 13 octobre - Paris

Réunion de la commission mixte franco-mexicaine.

18 - 19 octobre - Tunis

Réunion du comité paritaire mixte CNRS - direction de l'enseignement supérieur et de la recherche scientifique de Tunisie.

19 octobre - Tunis

Inauguration du bureau du CNRS à Tunis.

21 octobre - Paris

Signature d'un accord de coopération scientifique entre le CNRS et l'université de Niamey (Niger).



Signature d'un accord de coopération entre le CNRS et l'université de Niamey.

22 octobre - Karlsruhe

Réunion du sous-comité pour les questions financières de l'institut Laue-Langevin de Grenoble.

22 octobre - Odeillo

Manifestation organisée à l'occasion du départ à la retraite de M. Félix Trombe, directeur de recherche au CNRS, ancien directeur du laboratoire de l'énergie solaire, d'Odeillo.

25 - 31 octobre - Paris

Visite au CNRS de M. Lamek Hulthen, directeur de l'institut de physique théorique de l'école royale polytechnique de Stockholm et président du comité Nobel de physique.

26 octobre - Paris

Réunion du conseil d'administration du CNRS.

A l'ordre du jour figurent notamment les points suivants :

- Projets de décisions modificatives des budgets de l'exercice 1976 du CNRS et de l'INAG.

- Projets de budgets pour l'exercice 1977 du CNRS et de l'INAG.

- Projet de création d'un institut de radioastronomie millimétrique.

26 - 27 octobre - Strasbourg

Réunion plénière de la fondation européenne de la science.

28 octobre - Paris

Réunion du conseil d'administration de l'IN2P3.

28 octobre - Paris

Réunion du conseil d'administration de l'ANVAR.

Distinctions et nominations

Ordre national de la Légion d'honneur

Sont nommés chevaliers :

- Mme Geneviève Morales Nieva, secrétaire général du comité national de la recherche scientifique du CNRS.

- M. J. Perus, professeur à l'université de Clermont-Ferrand, responsable de l'ERA n° 517 : « terminologie de la critique littéraire marxiste », de Clermont-Ferrand.

- M. Daniel Pouget, chargé de mission auprès du directeur administratif et financier du CNRS pour les relations économiques extérieures.

Ordre des Palmes Académiques

Promus au grade de Commandeur :

- M. Pierre Giot, directeur de recherche titulaire.

- M. le professeur Louis Liboutry, directeur du laboratoire de glaciologie du CNRS.

- M. le professeur Bernard Metz, directeur du centre d'études bioclimatiques du CNRS.

Promus au grade d'Officier :

- M. René Audé, directeur des relations extérieures et de l'information.

- M. André Davidovitch, directeur de recherche.

- M. Eugène Dax, dessinateur principal.

- M. le professeur Marc Luffin, directeur du centre de recherches de microcalorimétrie et de thermochimie.

- Mlle Claude Lalou, directeur de recherche titulaire.

Nommés au grade de Chevalier :

- M. Jean-Marie Albertini, maître de recherche.

- M. Robert Amhard, enquêteur.

- Mme Georgette André-Clave, technicienne.

- M. Marcel Auvade, ingénieur.

- M. Denis Bablot, directeur de recherche titulaire.

- M. Gaston Berthier, directeur de recherche titulaire.

- M. Bernhard Blumenkranz, directeur de recherche.

- M. l'abbé Pierre Bordes, directeur de recherche.

- Mme Yvette Canaple, bibliographe adjoint qualifié.

- M. Jean Ducom, conseiller technique chargé des fonctions d'adjoint au directeur scientifique pour la chimie.

- M. Serge Feneuille, sous-directeur du laboratoire Aimé Cotton, directeur de recherche.

- Mme Andrée Franceschetti, secrétaire principale.

- M. Michel Froment, directeur de recherche titulaire.

- M. Pierre Marin, directeur de recherche titulaire.

- M. Henri Martinot, directeur de recherche.

- M. Bernard Morlet, sous-directeur du

laboratoire de géophysique externe (laboratoire associé CNRS/CNET).

- M. Bernard Nayroles, directeur du laboratoire de mécanique et d'acoustique.

- M. Ferdinand Pradal, directeur de recherche.

- Mlle Sylvia Sempers, ingénieur.

- M. Pierre Varène, maître de recherche.

Prix

- Grand prix des sciences de la ville de Paris, attribué à M. Charles Fehrenbach, membre de l'Institut, directeur de l'Observatoire de Haute-Provence, pour l'ensemble de ses travaux d'astrophysique et d'optique et notamment pour ses mesures de vitesses radiales.

- Prix des trois physiciens attribué à M. Pierre Jaquinot, directeur honoraire du CNRS, directeur du laboratoire Aimé Cotton, d'Orsay, pour l'œuvre accomplie en spectroscopie atomique et pour les progrès qu'il a fait faire à la spectroscopie instrumentale.

- Médaille du groupement des acousticiens de langue française (GALF), attribuée à M. R. Chochole, maître de recherche au CNRS.

Nominations

- M. Paul Hagenmüller, directeur du laboratoire de chimie du solide, de Talence, est élu membre de l'Académie des sciences d'URSS.

- Le professeur Bernard Pullman, directeur du laboratoire de biochimie théorique (LA n° 77), de Paris, est élu président de l'Académie internationale des sciences moléculaires quantiques pour la période 1976-1979.

- M. Benoit, directeur du centre de recherches sur les macromolécules de Strasbourg, est nommé « ACS Centennial Fellow » (membre d'honneur de la société chimique américaine), à l'occasion du centenaire de cette société.

- M. Paul Pellas, directeur de recherche au CNRS, responsable de l'ER n° 80 : « traces d'ions lourds dans les météorites », de Paris, a été élu président de la meteoritical society pour les années 1977-1978. C'est la première fois qu'un scientifique non américain est appelé à exercer la présidence de cette société fondée en 1933.

- Le professeur J. Tricart, directeur du centre de géographie appliquée (LA n° 95) de Strasbourg, a été élu en janvier 1976, président du comité national français du congrès international du quaternaire (INQUA).

- M. André Gallmann, professeur à l'université Louis Pasteur est nommé directeur du centre de recherches nucléaires de Strasbourg (IN2P3) pour une durée de cinq ans avec effet du 1er août 1976.

- M. Félix Trombe est nommé directeur honoraire du laboratoire de l'énergie solaire à Odeillo.



Mme Saurier-Solier reçoit les insignes de chevalier de la Légion d'honneur à Mme Morales-Nieva, secrétaire générale du comité national de la recherche scientifique du CNRS.

Biochimie

Mme Blaudin - MM. Darnet - Villar - Mme Fiat - Witzperin - M. Henry - Mme Perverse - MM. Rialat - Jimey-Abendano - Kani - Rougon - Arrie - Willem - Sage - Mme Pagni - MM. Elmer - Levy

Biologie cellulaire

MM. C. Brault - J.P. Bouche - R. Portier - G. Jean - M. Clabau - P. Helmann - M.P. Roux - J.P. Chantou - M. Chippaux - J.P. Buchler - Mme Richard - M. Kerkoff - Mme Yvon - MM. Wagner - Schelin - Rambach - Schwetke

Biologie des interactions cellulaires

MM. Fournier - de Prival - Mme Foullet - Cury - MM. Meunier - Morez-Gaudy - Meunier - Rieger

Pathologie expérimentale et comparée

MM. Brachy - Lager - Mlle Roussel - M. Bissard - Mme Elachet - Hatzfeld - Fautz - Breyer

Thérapeutiques expérimentales, pharmacologie

M. Fiedl - Mme Magt-Dana - M. Besant - Mme Yaman - M. Marguerie - Mme Licher-Her - M. Baudry

Physiologie

Mlle Jullien - Mme Bette - Padel - M. Delais - Mme Bolander - Mlle Barreau - Vigier - M. Bello - Mme Jullien - M. Moreaux - Mme Oly-Buro - Mlle Dand - MM. Lottin - Sarrail - Maun

Psychophysiologie et psychologie

M. Fady - Mme Maratin - MM. Vancaut - Yata - Schuss - Mme Pichoux - MM. Jaurat - Viozat

Biologie et physiologie végétales

Mme Brangon - Parnot - Mlle Buisson - MM. Nguyen van Thuan - Mathis - Mlle Stuckel - Mme Durlan - M. Peind - Mme Berger - Mlle Gertler

Biologie animale

MM. Boudreau - Coudon - Claugon - Bide - Gu - Mme Chomilly - M. Olier - Mme Lelièvre - M. Vaut

Ecologie

MM. Cl. Lacroix - J.P. Gantier - J.N. Tournay - Mme M. Fautz - M. J. Baudouin

Anthropologie, préhistoire, archéologie

MM. Lefebvre - Remp - Claugon - Rupka - Karsky - Krickoff - Tschernik - Campagnolo - Mlle Parnot

Sociologie et démographie

MM. Balle - Derivy - Denis - Cury - Mlle Dady - Mme Fautz - Mlle Piron - Mme Colonna

Géographie

MM. Speckle - Thiebaud

Sciences économiques

MM. Gauthier - Fautz - Laffont - Michot - Das -igny

Sciences juridiques et politiques

M. Yatin - Mme Musat-Lavie - M. Kaculsky - Mlle Fouchet

Linguistique générale, langues et littératures étrangères

Mme Milot - Amard - MM. Guen Menache - Fe -y - Fluchmann

Etudes linguistiques et littéraires françaises, musicologie

MM. Jarry - Homminger

Langues et civilisations classiques

MM. Kachis - Bilot - Mayet

Langues et civilisations orientales

MM. Lagarde - Luchin - Le Brun - Basset - Grammont - Mme Gomet - M. Mana

Archéologie nationale et histoire médiévale

MM. Cabaret - Verdet - Mme Wild

Histoire moderne et contemporaine

MM. Debrun - Golin - Rouvier - Vincent - Bredet

Philosophie, épistémologie, histoire des sciences

MM. Salomon - Tassin-Akiss - Chabert - Mme Pelt-Maria - Radial - M. Lerner - Mme Mercier-Jou

Médailles d'argent 1976

Sections

Informations / Antropologie
Analyse des systèmes

Paul CAMBON

Maître de recherche au CNRS
Université de Paris VII

Biologie

Endocrinologie,
Dynamique

Gérard ESTEY

Maître de recherche au CNRS
CNRS - Toulouse

Physiologie

René COGNILLI

Maître de recherche au CNRS
Institut de physiologie humaine
Université de Paris XII - Orsay

Physiologie animale et humaine

Jean-Claude LEBLANC

Professeur à l'université de Paris VI
Université de Paris VI

Physiologie humaine

Robert VOLT

Directeur de recherche au CNRS
Université Paris-Sud - Orsay

Physiologie humaine

Jean-Marie LAFAYE

Professeur à l'université de Paris VI
Responsable du CERH, 27-30
Université de la Sorbonne - Paris

Physiologie humaine

Fernand BEGE

Physicien au CEA de Saclay

Sections

Géographie, géologie, histoire,
médecine, physique, astronomie
et météorologie

Physique

Philippe-Emile DEL

Université

Physiologie

Philippe-Emile DEL

Université

Physiologie

Philippe-Emile DEL

Université

Physiologie

Philippe-Emile DEL

Université

Physiologie

Philippe-Emile DEL

Université

Sections

Jean-Marc LAFAYE

Professeur à l'université de Paris VI

Sections

Jean-Marc LAFAYE

Professeur à l'université de Paris VI

Sections

Jean-Marc LAFAYE

Professeur à l'université de Paris VI

Sections

Jean-Marc LAFAYE

Professeur à l'université de Paris VI

Médailles de bronze 1976

Sections

Informations / Antropologie
Analyse des systèmes

Jean-Louis LAFAYE

Maître de recherche au CNRS
Université de Toulouse

Biologie

Endocrinologie,
Dynamique

René COGNILLI

Maître de recherche au CNRS
Institut de physiologie humaine
Université de Paris XII - Orsay

Physiologie

Jean-Claude LEBLANC

Professeur à l'université de Paris VI
Université de Paris VI

Physiologie humaine

Robert VOLT

Directeur de recherche au CNRS
Université Paris-Sud - Orsay

Physiologie humaine

Jean-Marie LAFAYE

Professeur à l'université de Paris VI
Responsable du CERH, 27-30
Université de la Sorbonne - Paris

Physiologie humaine

Fernand BEGE

Physicien au CEA de Saclay

Sections

Géographie, géologie, histoire,
médecine, physique, astronomie
et météorologie

Physique

Philippe-Emile DEL

Université

Physiologie

Philippe-Emile DEL

Université

Physiologie

Philippe-Emile DEL

Université

Physiologie

Philippe-Emile DEL

Université

Physiologie

Philippe-Emile DEL

Université

Sections

Jean-Marc LAFAYE

Professeur à l'université de Paris VI

Sections

Jean-Marc LAFAYE

Professeur à l'université de Paris VI

Sections

Jean-Marc LAFAYE

Professeur à l'université de Paris VI

Sections

Jean-Marc LAFAYE

Professeur à l'université de Paris VI

COMITE NATIONAL - SESSION DE PRINTEMPS 1977 Les Membres du Comité d'été des sciences physiques

Mois	Date	Salle du CONSEIL	Salle des PERRO	Salle Jean LAUREN
MARS	28-31	Phylogénie Phylogénie	Phylogénie Phylogénie	Phylogénie Phylogénie
AVRIL	28-31	Phylogénie Phylogénie	Phylogénie Phylogénie	Phylogénie Phylogénie
MAI	28-31	Phylogénie Phylogénie	Phylogénie Phylogénie	Phylogénie Phylogénie
JUN	28-31	Phylogénie Phylogénie	Phylogénie Phylogénie	Phylogénie Phylogénie
SEPTEMBRE	28-31	Phylogénie Phylogénie	Phylogénie Phylogénie	Phylogénie Phylogénie
OCTOBRE	28-31	Phylogénie Phylogénie	Phylogénie Phylogénie	Phylogénie Phylogénie
NOVEMBRE	28-31	Phylogénie Phylogénie	Phylogénie Phylogénie	Phylogénie Phylogénie
DECEMBRE	28-31	Phylogénie Phylogénie	Phylogénie Phylogénie	Phylogénie Phylogénie

La vie des laboratoires

Matière et rayonnement

- Utilisation du rayonnement synchrotron

LURE - Orsay

Le rayonnement synchrotron émis dans l'UV lointain et les rayons X mous par l'anneau de collision ACO est utilisé depuis trois ans pour des expériences de physique, de chimie, de biologie et de calibration.

Durant cette période, DCI, un nouvel anneau de collisions e^+e^- plus puissant a été assemblé et mis en service par le laboratoire de l'accélérateur linéaire d'Orsay. Cette machine émet un rayonnement synchrotron intense, le maximum de la distribution spectrale étant situé dans le domaine X. LURE a suscité la formation d'un groupe de chercheurs qui, en collaboration avec les ingénieurs et techniciens du laboratoire, a préparé l'utilisation du rayonnement synchrotron dans ce domaine spectral. Un hall d'expériences a été construit : une ligne de lumière, des monochromateurs, des protections antiradiations, des montages expérimentaux et un système d'acquisition de données ont été réalisés.

Le 14 mai 1976, les rayons X émis par DCI étaient détectés derrière les fenêtres en béryllium de la ligne ; quelques sessions de travail avec DCI fonctionnant à basse énergie (1 GeV) ont été utilisées ensuite pour régler les monochromateurs (deux monochromateurs à cristal courbé et à longueur d'onde variable de 0,7 à 3 Å et deux monochromateurs non focalisants à haute résolution et longueur d'onde variable). Cinq postes expérimentaux sont actuellement installés : une expérience de diffraction X avec chambre à oscillation pour enregistrer les spectres de diffraction de cristaux de protéines ; un montage de diffraction/diffusion aux petits angles destiné à étudier des échantillons inorganiques ou biologiques ; un dispositif de topographie en rayonnement continu ; un montage pour la mesure des structures fines d'absorption X (EXAFS) dans des solides ou dans des composés biologiques ; un ensemble permettant l'étude des ionisations multiples en couches profondes dans des atomes par fluorescence X ; une expérience de diffusion inélastique (Compton, Raman X) est à un stade avancé de préparation. A la fin du mois de juillet, les conditions de fonctionnement de DCI (énergie des particules injectées : 1,56 GeV, courant de 10 à 80 mA) ont permis de commencer effectivement l'acquisition de données sur plusieurs montages. Les caractéristiques du faisceau synchrotron (source brillante, faible divergence verticale) et la continuité spectrale présentent un intérêt considérable ; la réduction de la durée des expériences par rapport à une source conventionnelle - qui émet un rayonnement où l'énergie est concentrée pour l'essentiel dans quelques raies caractéristiques - dépend du montage considéré. Le gain observé est spectaculaire (plusieurs ordres de grandeur) pour les montages utilisant le caractère continu de la distribution spectrale tels l'EXAFS et la topographie ; il est plus réduit dans un montage utilisant l'émission caractéristique d'un tube à rayons X : une étude quantitative de clichés de diffraction d'un cristal de protéine enregistrés à 1,54 Å en utilisant un générateur à anticathode tournante d'une part (CuK α) et le rayonnement synchrotron d'autre part est en cours. Soulignons le fait que le flux émis au cours de ces premières expériences ne représente qu'environ 2 % de celui qui est prévu quand DCI fonctionnera à pleine puissance...

- Aspect moléculaire du phénomène mésomorphe

Centre de recherches Paul Pascal - Talence

Comment le caractère mésomorphogène d'un matériau est-il conditionné par la structure moléculaire : conformation, nature et encombrement des groupes substitués... ? C'est pour tenter de répondre à cette question que se développe au centre de recherches Paul Pascal, depuis 1973, un nouvel axe de recherche. Ce programme complet, en le diversifiant, les travaux déjà entrepris au laboratoire sur les cristaux liquides, travaux concernant essentiellement les propriétés macroscopiques des mésophases. La méthode d'approche de ce problème nouveau a consisté à comparer les propriétés structurales de substances mésomorphes et non mésomorphes aussi proches que possible du point de vue chimique. Ainsi, le dérivé $\text{CH}_3\text{O} \text{---} \text{C} \equiv \text{C} \text{---} \text{C}_6\text{H}_5$ présente une phase nématique alors que le dérivé $\text{CH}_3\text{O} \text{---} \text{C} \equiv \text{C} \text{---} \text{C}_6\text{H}_4$ n'en présente pas. De nombreuses séries de composés répondant à ces critères (tolanes, bases de shiff, diphenyl ester, etc...) ont été synthétisées au laboratoire. Les techniques d'investigation utilisées ont été : la diffusion Raman (ordre des chaînes alkyls) ; la diffusion Rayleigh dépolariée D.R.D. (ordre à courte distance) ; la diffraction des rayons X (organisation moléculaire à l'état solide).

D'ores et déjà, plusieurs conclusions originales se dégagent de cet ensemble de travaux. Le centre a proposé une mé-

thode simple et directe de mesure de l'ordre des chaînes alkyls dans les différentes phases, solide, mésomorphe, liquide, qui a permis de révéler un aspect tout à fait nouveau : l'organisation des chaînes alkyls est plus grande en phase isotrope pour une substance mésomorphe que pour une substance non mésomorphe. Les résultats obtenus par diffusion Raman sont en parfait accord avec les mesures effectuées par diffusion Rayleigh dépolariée qui montrent l'existence d'une structuration du milieu liquide de type pré-nématique ou pré-smectique tout à fait spécifique de ce type de matériau. A l'état solide, enfin, il a été montré que l'organisation moléculaire préfigure bien le type de phase obtenu à plus haute température : si c'est une phase smectique, les molécules sont arrangées en couches régulières, dans le cas des nématiques, l'arrangement est pratiquement uniaxe ; enfin, s'il n'existe pas de phase mésomorphe, de type « d'ordre » n'est plus observé.

Notons, enfin, que l'on peut dégager un aspect plus pratique de ce type d'étude, en particulier des mesures de D.R.D. : un cristal liquide, c'est à peu près toujours une molécule du type $\text{R} \text{---} \text{C}_6\text{H}_4 \text{---} \text{X} \text{---} \text{C}_6\text{H}_4 \text{---} \text{R}'$ (un « noyau » et des substituants). Il a été montré que certains noyaux présentent déjà une tendance marquée à s'organiser en phase liquide ; si cette tendance est faite on est pratiquement sûr d'obtenir des séries mésomorphes, par contre en dessous d'une certaine limite, il est impossible d'en obtenir. On dispose donc maintenant, d'un véritable critère prévisionnel qui faisait totalement défaut jusque-là et que l'on a commencé à exploiter avec succès.

- Création du GEC²

Laboratoire des sciences du génie chimique - Nancy

Les 13 et 14 septembre 1976, s'est tenue à Nancy la 1ère réunion constitutive, du « groupe des enseignants-chercheurs de génie chimique » - soit le GEC-GEC ou encore le GEC².

L'objectif de ce groupement amical sera de développer les échanges d'information entre ses membres et la concertation sur les grands problèmes communs. Des réunions annuelles régulières auront lieu désormais, et cette première réunion fut seulement consacrée à l'inventaire des problèmes les plus urgents et à la désignation d'un responsable pour chacun d'eux.

Un autre problème important et urgent est celui de la publication des mémoires de recherche originaux issus des laboratoires universitaires français.

Les sujets de réflexion du GEC² seront nombreux, aussi bien en recherche fondamentale et appliquée, qu'en enseignements à donner aux ingénieurs et dans les IUT. Ils porteront aussi sur les rapports de ses membres avec l'industrie, avec les grands organismes de recherche technique professionnelle, avec les collègues des disciplines voisines : chimie, thermique, mécanique, économie...

- Interprétation de résultats de mesure optique

Laboratoire d'optique physique - Paris
En juillet dernier s'est tenu à Orsay sous l'égide du CNRS, une réunion consacrée à l'examen détaillé de problèmes liés à l'interprétation des résultats de mesures optiques, magnétiques et magnétooptiques sur des complexes polynucléaires d'ions de métaux de transition.

On sait qu'une interaction d'échange (liaison chimique faible) entre ions confère à certains solides des propriétés magnétiques intéressantes de par leurs applications pratiques. Une telle interaction existe également dans de nombreuses molécules d'intérêt biologique (protéines fer-soufre).

Il est dès lors important de bien comprendre le mécanisme d'échange dans des situations simples (complexes binucléaires) afin d'élaborer des modèles permettant d'expliquer les propriétés de molécules complexes ou de prévoir celles de matériaux nouveaux.

- Résultats de recherches

Centre de cinétique physique et chimique - Villers les Nancy

Dans le cadre d'un contrat ATP « surfaces », le laboratoire a construit un appareil comprenant la diffraction d'électrons lents, la spectrométrie d'électrons Auger et la spectrométrie de masse en vision directe. L'adsorption d'hydrogène, de monoxyde de carbone, d'oxygène, d'éthane et d'éthylène a été étudiée sur le plan (0001) du rhénium. Les résultats confirment la nécessité de défauts pour favoriser l'adsorption d'éthane. Ils ont été présentés au colloque ATP « surfaces » de Marseille fin septembre, de même que ceux observés sur une surface vicinale de rhénium.

D'autre part, le laboratoire a reçu un appareil d'analyse des surfaces. Il comprend l'excitation X, U.V., électronique et ionique et deux types de porte-échantillon. L'un permet de plus l'obtention d'un diagramme de diffraction d'électrons lents, l'autre l'introduction rapide d'échantillons avec transfert intermédiaire dans une chambre de préparation.

Les essais de l'appareil sont en cours. En particulier des spectres de rhénium propre par excitation X ont été obtenus à haute température (ESCA) (2 000 K). La formation d'oxyde à température ordinaire a été mise en évidence.

- Journée de microanalyse

Service central de microanalyse - Thiais
Le service central de microanalyse (SCM) a organisé, le 20 mai 1976 une « journée de microanalyse », à Gif-sur-Yvette qui a comporté les communications suivantes : étude du comportement des oxydes de phosphore et de leur absorption, sur des réactifs appropriés lors de la combustion des composés organiques phosphorés, par emploi du mP; dosage élémentaire du silicium après combustion en fiole de Schöniger; dosage microanalytique des métaux; dosage de traces d'oxygène par acidimétrie coulométrique; dosage de traces d'oxygène par détection infra-rouge, ainsi qu'une table ronde sur le dosage de traces d'azote, des discussions sur les substances de référence et les prélèvements de liquides volatils et finalement une visite des laboratoires de Gif-sur-Yvette du SCM.

- Résultats de recherche

Laboratoire de chimie du solide - Talence

Le laboratoire s'est attaché à la préparation et à l'étude de nouveaux électrolytes solides de type boracite compor-

tant des ions lithium de haute mobilité ainsi qu'à la préparation et l'étude des premiers fluorures comportant le cuivre + IV et le platine + II.

D'autre part, il a été obtenu de nouveaux matériaux de structure « banane » comportant un couplage ferroélectrique-ferroélastique.

- Mise au point d'une porte optoélectronique ultra-rapide

LA n° 22 - Orsay

Deux équipes de l'institut d'électronique fondamentale (« applications des lasers » et « semiconducteurs ») travaillent à la mise au point d'une porte optoélectronique ultra-rapide dont les temps d'ouverture et de fermeture sont du domaine de la picoseconde (10^{-12} s). Il s'agit d'une ligne du type « coplanaire » dont le diélectrique est un semiconducteur de très haute résistivité et où l'un des rubans métalliques est interrompu par une fente mince qui ménage une fenêtre. Lorsque celle-ci est illuminée par une impulsion lumineuse ultra-courte provenant d'un laser à modes bloqués, il se crée dans le semiconducteur un plasma de porteurs très dense qui rétablit au niveau de la fente la continuité de la ligne.

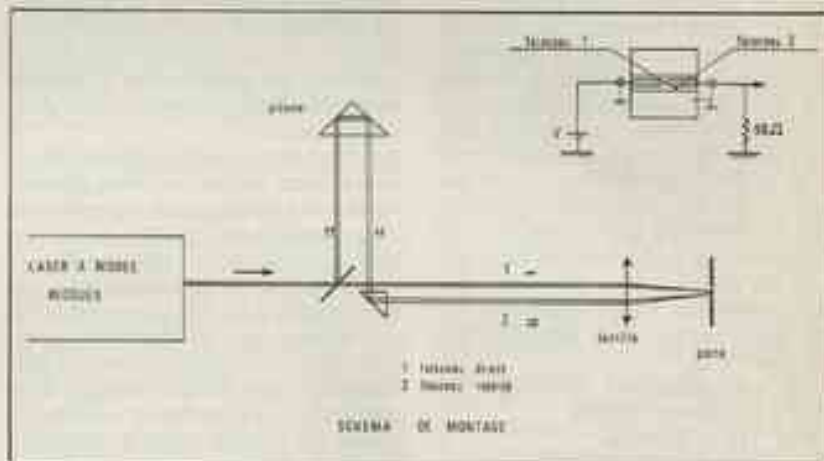
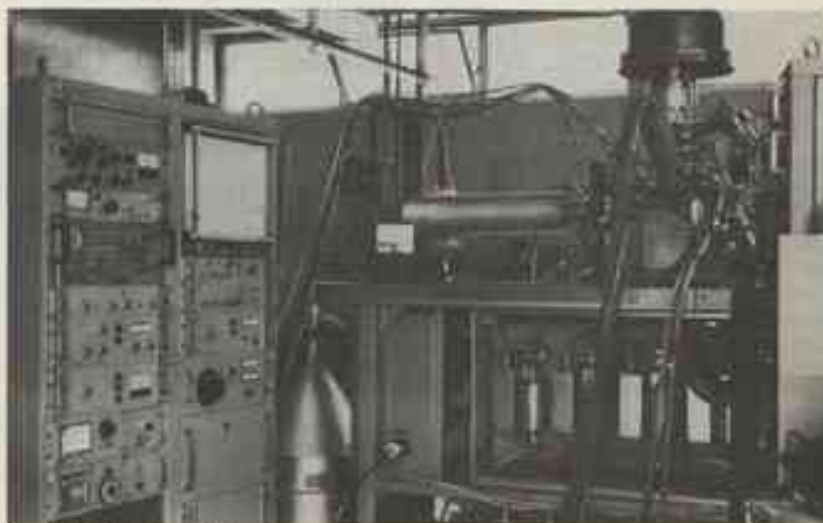


Schéma de montage d'une porte optoélectronique ultra-rapide.



Appareil d'analyse des surfaces.

Avec ce dispositif on peut construire une porte optoelectronique ultra-rapide ; pour cela, une fraction de l'énergie du laser est prélevée et retardée optiquement, ce qui fournit une seconde impulsion lumineuse par laquelle on peut mettre en court circuit les deux rubans de la ligne coplanaire. On réalise ainsi l'« ouverture » de la porte.

Dans les réalisations actuelles, le diélectrique est soit du silicium, soit de l'arséniure de gallium.

Les premiers résultats ont été publiés dans *Electronics Letters*, vol. 12, n° 17, p. 438.

- Réactions atomiques et moléculaires dans les plasmas

LA n° 73 - Orsay

Le laboratoire de physique des plasmas a organisé aux Houches, du 17 au 28 août 1976, une école d'été patronnée par la société française de physique. Cette école, consacrée aux réactions atomiques et moléculaires dans les plasmas, a réuni 35 participants et 15 conférenciers qui ont animé l'ensemble des sessions. Le but de cette école était de rassembler des chercheurs et ingénieurs de l'université et de l'industrie sur des sujets frontières de la physique des plasmas relevant aussi bien de la thermodynamique et de la chimie que de l'électronique des gaz. A côté des cours généraux traitant des propriétés des gaz simples, de l'hydrodynamique des gaz réactifs, de la mesure des plasmas, de la recombinaison, des conférences étaient organisées sur des sujets appliqués, en particulier sur les lasers à gaz.

- Un microcalorimètre dynamique Picher à écoulement continu

LA n° 126 - Marseille

Un microcalorimètre dynamique Picher à écoulement continu fonctionne depuis quelques semaines dans le laboratoire. Cet appareil très sophistiqué se prête à de nombreuses applications. Sa haute sensibilité, sa précision, sa rapidité lui confèrent des possibilités nouvelles dans le domaine de la thermochimie des milieux fluides. Dans un premier temps, le laboratoire a utilisé le microcalorimètre Picher pour l'étude des enthalpies d'excès des systèmes binaires couplés avec un microdensitomètre digital. Il apporte de précieux renseignements sur les interactions moléculaires en phase liquide. Cet appareil pourrait être utilisé pour la détermination des enthalpies d'association ainsi que pour la mesure des capacités calorifiques. Il représente la génération future des microcalorimètres et permet un gain de temps considérable par

ainsi que l'étude des chaleurs de mélange d'un système binaire qui nécessitait une semaine ou plus est actuellement réalisée en une journée.

- L'holographie dans la copie d'œuvres d'art

LA n° 214 - Besançon

Après avoir été présentées comme un moyen de photographie en relief, il y a plus de 10 ans, les techniques holographiques ont été développées dans les laboratoires d'optique au cours des dernières années en vue d'applications essentiellement métrologiques (contrôle non destructif, reconnaissance de forme) et en tant qu'opérateurs analogiques dans le traitement optique des données. Depuis quelques mois les œuvres d'art peuvent « sortir sans risques » de leurs vitrines ou de leurs musées par le biais de copies holographiques.

L'expérience acquise par les chercheurs du laboratoire de physique générale et optique de Besançon tant sur les propriétés et l'utilisation des matériaux photosensibles que sur les techniques d'enregistrement des hologrammes a permis la réalisation d'hologrammes de très grandes dimensions.

Au cours de plusieurs manifestations récentes telles qu'une séquence télévisée consacrée à l'holographie et l'exposition franc-comtoise sur le thème de la communication (du style « physique dans la rue »), de nombreux hologrammes ont été présentés. Le public a pu ainsi admirer une copie en trois dimensions, grandeur réelle (220 cm) de la Vénus de Milo restituée à partir d'un hologramme enregistré sur une plaque de 1 m x 1,5 m. « Image » qui possède toutes les propriétés classiques attachées au procédé : effet de parallaxe, effet de profondeur de champ, fidélité par rapport à l'objet original, finesse des détails... Ces hologrammes ont également été exposés à Moscou



La Vénus de Milo (Holographie dans la copie d'œuvre d'art).



Microcalorimètre dynamique Picher à écoulement continu.

pendant le symposium franco-soviétique de spectroscopie et de traitement des images qui a eu lieu du 8 au 15 septembre 1976.

— Matériaux pour cathodes et conducteurs ioniques

ERA n° 472 — Nantes

Les composés intercalaires des chalcogénures lamellaires présentent à la fois une bonne conductivité électronique et une bonne conductivité ionique. Cette remarque a suggéré l'emploi des chalcogénures eux-mêmes comme matière active positive dans des systèmes électrochimiques primaires où ils sont opposés à l'alcalin (Li, Na) et où l'électrolyte est une solution de perchlorate alcalin dans du carbonate de propylène. De telles piles ont été construites à Bell Labs, Exxon Labs (Etats-Unis) alors que le laboratoire de chimie minérale développait ses propres options et engageait une collaboration avec la CGE. La conductivité électronique interdit l'emploi de ces matériaux AXX_2 comme électrolytes solides, leur extrême hygroscopicité (liée également à la délocalisation électronique) constitue par ailleurs un très gros obstacle à une utilisation pratique dans ce but. Il a été possible à Nantes d'éliminer la composante électronique en substituant dans le feuillet TX_2 d'accepter l'élément T tétravalent, par un élément M trivalent, en même temps que l'on insère l'alcalin entre feuillets successifs. Des tests préliminaires effectués au laboratoire de chimie des solides du CNRS à Bordeaux confirment le maintien de l'excellente conductivité ionique dans les phases $Ax(InxZr^{1-x})S_2$ lesquelles ne présentent plus de conductivité électronique appréciable. Deux brevets ANYAR ont été pris sur les matériaux élaborés.

Le laboratoire a par ailleurs préparé et caractérisé de nouveaux chalcogénures de niobium susceptibles d'être décrits non plus par un schéma « bidimensionnel » mais par un modèle « unidimensionnel ». Tel est le cas de $NbSe_4$ et des phases $XxNbSe_4$ ($X = Se, I, Br, \dots$). Ces composés présentent des chaînes linéaires $Nb-Nb$ se développant soit dans une charpente trigonale de sélénium ($NbSe_4$), soit dans le cadre d'une superposition d'antiprismes d'Archimède ($NbSe_4$). Entre ces fibres $NbSe_4$ ou $NbSe_4$, il est possible d'insérer et ceci ouvre de nouvelles perspectives, mais surtout la dimensionnalité réduite fait que la surface de Fermi de ces édifices présente des portions parallèles : il en résulte des possibilités de « nesting » et l'apparition d'ondes de densité de charge ($NbSe_4$). Ces matériaux sont à l'origine du développement d'une importante collaboration avec le laboratoire de physique des solides d'Orsay et le CRTBT de Grenoble.

Enfin début septembre a été installé un ensemble de RMN destiné à permettre l'étude des mobilités ioniques, de l'ioni-

sation de l'insère, et des symétries locales, en prolongement des travaux effectués en collaboration avec divers laboratoires de physique.

— Résultats de recherche

ERA n° 263 — Toulouse

Des progrès importants ont été accomplis dans l'élaboration de certains composés par dépôt chimique en phase vapeur, notamment à basse température. Les ressources de cette dernière technique sont explorées en vue de leur application à l'élaboration de cellules photovoltaïques en liaison avec le PIRDES (contrat d'ATP sur les cellules photovoltaïques).

Les recherches sur les composés à structure d'apatite ont récemment conduit à mettre en évidence la possibilité d'une insertion d'acides aminés simples dans la structure : cette observation se révèle d'un grand intérêt dans l'étude des relations entre le constituant minéral (apatite) et le constituant organique (collagène) des tissus calcifiés. En outre, la cristallisation des phosphates amorphes en apatite est bien élucidée : elle apparaît comme une discontinuité dans l'évolution chimique continue des phosphates amorphes subissant une hydrolyse interne. Cette observation ouvre de nouvelles voies dans l'étude du comportement physiologique et pathologique du constituant minéral des tissus calcifiés.

— Voie de synthèse photochimique ou radicalaire

RCP n° 424 — Gif-sur-Yvette

Une RCP consacrée à l'étude de nouvelles synthèses par voie photochimique ou radicalaire a été créée en 1976, à la suite de rencontres préliminaires ayant eu lieu au sein du club de photochimie, patronné par l'Electricité de France. Cette RCP a pour but de regrouper les représentants de nombreuses équipes ayant une activité de recherche tournée vers la photochimie et vers la chimie radicalaire avec des spécialistes de la chimie organique biologique et thérapeutique. Le professeur DHR Barton (Imperial college of science and technology, Londres), dont les travaux dans ces deux domaines sont bien connus, participe à cette RCP et était présent lors de la première réunion, tenue le 22 mars 1976 à Gif-sur-Yvette. Les représentants d'une quinzaine de laboratoires ont présenté des exposés principalement consacrés à leurs projets de recherche.

La seconde réunion de la RCP a lieu le 8 novembre 1976 au centre de recherche EDF et réunit les représentants d'une vingtaine de laboratoires désireux de participer à ce thème. Trois exposés suivis de discussions portant sur des problèmes photochimiques relevant d'ores et déjà du secteur industriel sont présentés : synthèse du caprolactame ; photodégradation des polymères ; synthèses de l'aldostérone.

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

Redécouverte de la comète Klemola
Observatoire de Haute-Provence — St-Michel l'Observatoire

La comète Klemola 1965 VI (période précédemment estimée à 10,97 ans) a été retrouvée le 6 août 1976 à 1 heure 39 minutes au télescope de Schmidt utilisé en coopération par l'Institut astrophysique de l'université de Liège et l'observatoire de Haute-Provence. La comète dont la magnitude a été estimée voisine de 12 possédait une petite queue de deux à trois minutes d'arc. Les calculs ont permis de donner sa position précise et de signaler que le passage au périhélie devait se produire 10, 20 jours avant la date présumée.

Etude des trous coronaires

Institut d'Astrophysique — Paris

Le laboratoire participe activement à l'étude des trous coronaires, qui sont des régions très particulières de l'atmosphère du Soleil mises en évidence de manière éclatante grâce aux expériences spatiales américaines dans le domaine des rayons X mous. Un consensus semble aujourd'hui atteint pour identifier ces régions du Soleil avec les fameuses régions M (ou « magnétiques ») responsables du rayonnement corpusculaire venant perturber la magnétosphère terrestre. Plus simplement, on pourrait affirmer aujourd'hui que le vent solaire provient essentiellement des trous coronaires. Le mystère demeure cependant car aucune identification des trous coronaires avec des régions photosphériques connues n'a pu être encore proposée, ce qui complique énormément le problème de leur origine. Dans ces conditions, la mise en modèle de ces régions privilégiées devient cruciale. La détermination des paramètres physiques caractéristiques des trous coronaires fait encore l'objet de recherches et de multiples techniques d'observation y ont trouvé des applications. Un trou coronal très fameux (baptisé par les chercheurs américains « trou coronal n° 1 », car c'est le premier qui fut observé au cours de la mission Skylab) fut observé au cours de l'éclipse totale du 30 juin 1973, au Tchad, par l'équipe de l'Institut d'astro-



Distribution à 3 dimensions de l'intensité enregistrée au voisinage du trou coronal observé au cours de l'éclipse du 30 juin 1973, au Tchad. (document S. Kieffer)



Photographie de la Comète KLEMDLA 1976 (1965VI) prise au télescope de Grand Schmidt, instrument utilisé en coopération par l'Institut d'astrophysique de l'université de Liège et l'Observatoire de Haute-Provence, le 5 août 1976 à 21 h 23 mn T.A. (durée de pose : 30 secondes) sur plaque Ilford avec filtre G11 7x1.

physique. Ce trou a été mis en modèle de manière à étudier les propriétés générales de ces régions. Des spectres obtenus simultanément devraient aussi permettre d'apporter de nouvelles informations et ils sont actuellement à l'étude. Les résultats dès maintenant acquis, confirment l'importance des trous coronaux dans le problème de la perte de masse du Soleil.

- Mission en Australie ER n° 154 - Paris

Du 20 mars au 1er juin, un membre de l'équipe de recherche sur les madréporaires actuels et fossiles a travaillé en collaboration avec une équipe d'Adélaïde en Australie sur la biostratigraphie du cambrien inférieur d'Australie et d'Antarctique. Il a étudié sur le terrain les principales coupes du cambrien inférieur et de la limite précambrien-cambrien. Une étude détaillée, stratigraphique et paléontologique des coupes classiques de Ajax Mine (Flinders Ranges) et Ross River (Mc Donnell Range) a permis de récolter un matériel abondant d'Archéocyathes, qui sera étudié dans le laboratoire durant les prochaines années.

Cette mission a permis d'établir une collaboration entre les chercheurs de l'équipe et ceux d'Australie. La venue à Paris de deux spécialistes australiens est prévue.

- Campagne océanographique ER n° 183 et RCP n° 212

La campagne océanographique « Marion Dufresne 9 » organisée avec le support logistique du territoire des terres australes et antarctiques françaises s'est achevée à la Réunion le 10 juin 1976 après 41 jours de mer. Le programme de géologie était placé sous la responsabilité du laboratoire de géologie du musée d'histoire naturelle et le programme de géophysique sous la responsabilité du laboratoire de géophysique marine de l'Institut de physique du globe de Paris.

Les objectifs scientifiques (voir courrier du CNRS n° 21) ont été atteints. Il a été possible en particulier de prélever par carottage des sédiments datés de l'éocène sur le flanc nord-ouest de la dorsale ouest-indienne et au niveau d'une zone de fracture à grand rejet dans le bassin de Crozet. Dans le bassin de Mozambique, les profils réalisés ont permis de préciser la direction des anomalies magnétiques linéaires reconnues dans la partie nord de ce bassin. Au total, la campagne comporte 41 stations de carottage et dragage (30 carottages de grande pénétration, 12 carottages de grande section, 3 dragages) et 11 stations avec prises de vues sous-marines.

La distance parcourue représente environ 13 000 km de profils bathymétriques et magnétiques.

Au cours des 3ème et 4ème trimestres 1976, le laboratoire de géophysique marine réalisera, avec le support logistique du territoire des terres australes et antarctiques françaises, une nouvelle campagne « Marion Dufresne 11 » dans l'océan Indien austral avec pour objectif principal l'étude structurale de la chaîne de montagnes de l'Ob, de la Lena et du Marion Dufresne située entre 50°S et 60°S.

Au titre d'une opération individualisée « Océan Indien », le laboratoire vient d'acquérir les premiers éléments d'un gravimètre marin Lacoste et Romberg. Le matériel sera installé prochainement à bord du Marion Dufresne et un dispositif d'enregistrement numérique sera réalisé en 1977 par le laboratoire.

- Mise sur ordinateur des fichiers bibliographiques LA n° 11 - Villeurbanne

La mise sur ordinateur des fichiers bibliographiques, déjà réalisée pour les bryozoaires, s'est poursuivie par l'intégration des références concernant les oiseaux fossiles. Ces références sont inscrites in extenso, en langage clair. Un thesaurus adapté à cette bibliographie particulière a été élaboré et comporte

175 rubriques différentes, hiérarchisées, et concernant la classification, la matière, l'âge et la répartition géographique.

- Quaternaire sud-américain

LA n° 95 - Strasbourg

De mai à septembre 1976, une mission de coopération technique bilatérale, effectuée dans le cadre du ministère des affaires étrangères, a permis au centre de géographie appliquée de poursuivre les recherches entreprises dès 1956 sur le quaternaire sud-américain, tout en étudiant divers problèmes de développement et de conservation des ressources naturelles.

En Colombie, il a été effectué une courte mission dans la Cordillère centrale dans le cadre de la collaboration avec l'Instituto Geográfico A. Codazzi. Elle a permis de préciser l'étagement actuel entre 300 et 5 000 m d'altitude, du fond de la vallée du Magdalena aux environs du sommet du Nevado del Tolima et de déterminer les degrés de sensibilité écodynamique des divers environnements, ainsi que les précautions à prendre pour empêcher leur dégradation. L'étagement quaternaire a aussi été établi et comparé à l'actuel. Lors de la dernière période froide, d'importantes langues glaciaires se sont formées et sont descendues plus bas que dans les Andes vénézuéliennes car les surfaces de neiges permanentes étaient plus étendues et le climat était probablement plus humide. Un étage périglaciaire était aussi assez développé. Des éboulis ordonnés ont été observés dans des gneiss à un peu moins de 4 000 m. Lors de la fin de la période froide, une succession complexe de manifestations périglaciaires s'est déroulée. Des cartes géomorphologiques à grande échelle de secteurs représentatifs doivent être levées au cours des prochains mois. Au Brésil, des chercheurs du CNRS ont poursuivi la coopération ancienne nouée par le centre avec l'Instituto de Geociências de l'université fédérale du Rio Grande do Sul. Dans le cadre de la convention de coopération actuellement en cours de ratification, ils ont guidé certains chercheurs brésiliens dans leurs recherches sur le quaternaire. L'un d'entre eux a mis en évidence trois époques caractérisées par de fréquentes coulées boueuses sur le bord oriental du plateau volcanique dominant l'Atlantique. Ces trois systèmes de coulées se différencient par le degré d'altération et par la position géomorphologique. Chacun d'eux correspond à une accumulation importante dans les vallées, les périodes intermédiaires à des entailles transformant ces accumulations en terrasses. Les deux

dernières accumulations sont contemporaines de régressions marines (régression préflandrienne pour la dernière nappe). Ainsi, un jalon supplémentaire aidera à la reconstitution des paléoclimats quaternaires et aux corrélations stratigraphiques.

A l'institut de géociências de l'université de Bahia, un chercheur a participé au programme « tectonique récente de la région littorale », élaboré en 1975 et agréé par le CNPq (équivalent brésilien du CNRS). L'étude des photographies aériennes au 1/25 000 de 300 km de littoral entre Belmonte et Caravelas a permis de détecter des anomalies géomorphologiques indiquant probablement des déformations tectoniques plio-quaternaires. Au cours des prochains mois, des recherches sur le terrain et des études océanographiques des fonds marins contrôleront les hypothèses formulées.

Par ailleurs, une tournée de terrain a été consacrée à une reconnaissance des « calcaires cantinga », probablement villafranchiens, souvent palustres, parfois lacustres. Il a été possible de déterminer leur place dans l'évolution géomorphologique. Ils fossilisent une entaille dans les formations éocambriennes du groupe Bambui. Un aplanissement s'est élaboré dans les calcaires Bambui lors de leur mise en place. Un système de glacis à matériel détritique grossier a été façonné après la fin du dépôt des calcaires Cantinga. Enfin, un fragment de crâne de saurien et un gastéropode ont été trouvés à Carnaíba do Sertão (Juazeiro) dans ces calcaires. L'étude des sols formés sur les calcaires a été entreprise par la mission pédologique de l'ORSTOM. Le laboratoire a contribué à donner à ces travaux une base géomorphologique. Les recherches se poursuivront avec l'appui de géologues brésiliens.

Toujours à Bahia, le problème des dunes quaternaires du moyen S. Francisco, entre Remanso et Barra et près de Casa Nova a été également abordé. La combinaison de reconnaissances de terrain, de dépouillements bibliographiques, d'études systématiques de photographies aériennes et de mosaïques de radar a permis de préciser l'extension de ces champs de dunes, d'inventorier les types de dunes, d'analyser leur orientation et, enfin, de mettre en évidence, tout au long du Quaternaire, une alternance de périodes arides ou semi-arides, avec remaniement éolien des sables poussés en grandes boucles paraboliques comme dans les Llanos de Colombie et du Vénézuéla, et de périodes plus humides que l'actuelle. Lors de ces dernières périodes, un

réseau hydrographique autochtone s'est formé dans les champs de dunes et les a disséqués. Les lits des cours d'eau ont subi des remaniements éoliens et ont été parfois barrés par des systèmes dunaires lors de périodes arides postérieures. Une partie des sables éoliens semble provenir de la météorisation d'un substratum de grès probablement paléozoïques ou éocambriens, dont l'existence était inconnue jusqu'alors. Une autre est issue des nappes alluviales du S. Francisco, dont l'écoulement était alors probablement endoréique. Depuis le début de l'holocène, nous sommes dans une période humide. Mais actuellement se note une tendance à une sécheresse croissante. Les crues du S. Francisco sont moins hautes, les cours d'eau locaux sont en voie de désorganisation. On peut se demander dans quelle mesure la grave sécheresse dont souffre actuellement le Nord-Est du Brésil et l'intérieur de l'état de Bahia s'inscrit dans cette tendance. Le problème revêt la même importance pratique que dans l'Afrique sahélienne.

L'équipe du centre de géographie appliquée désire poursuivre ces recherches en collaboration avec divers organismes brésiliens dépendant tous du CNPq. Ses interlocuteurs souhaitent que ces recherches soient amplifiées. Au Rio Grande do Sul les programmes élaborés en commun portent sur l'étude de tout le quaternaire littoral et sur l'élaboration, d'ici fin 1978, d'un volume méthodologique montrant comment les enregistrements de télédétection, y compris les photographies aériennes, permettent d'étudier les aspects naturels et les problèmes d'aménagement de l'état. A l'université de Belo Horizonte, a été lancé un programme d'étude des effets des sécheresses dans l'état du Minas Geraes. Ces recherches permettraient d'utiles comparaisons avec les travaux qu'effectue le centre en Afrique dans le cadre de l'ATP « Lutte contre la désertification au Sahel » de la DGRST. A Bahia enfin, les problèmes étudiés en 1976 demandent des recherches plus systématiques et plus approfondies qui requièrent plusieurs années de travail.

- Résultats de l'opération Travail

LA n° 197 - Talence

La campagne de traçage des vases de la Gironde par le Scandium réalisée en mai 1974 à la demande du CNEXO par le port autonome de Bordeaux, le CEA et le centre de recherche sur l'environnement sédimentaire et structural des domaines marins avait pour objectif de reconnaître : les échanges sédimentaires avec le fond, c'est-à-dire l'érosion et la

sédimentation des vases ; les échanges internes entre la crème de vase et le bouchon vaseux, et la diffusion latérale des vases en dehors du chenal de navigation, ce dernier objectif étant propre à l'estuaire de la Gironde.

Parmi les résultats obtenus, ceux concernant les connaissances sur le « bouchon vaseux » sont particulièrement importants ; il ne s'agit pas en effet d'un élément à géométrie constante au cours d'un cycle de marée, mais d'un ensemble fluctuant à périodicité calquée sur celle des courants de marée. D'autre part, les déplacements de la crème de vase sont faibles et les mélanges tant sur le plan transversal que vertical restent mineurs. Il apparaît également à l'issue de ce traçage que le temps de stationnement des particules dans l'ensemble « bouchon vaseux - crème de vase » ne doit pas excéder un an.

- Publication

ERA n° 547 - Nantes

A. Nicolas et J.P. Poirier : « Crystalline plasticity and solid state flow in metamorphic rocks », édité par John Wiley interscience publication. Cet ouvrage traite de l'application en géologie structurale de concepts et techniques de la métallurgie physique.

Sciences de la vie

- L'hématopoïèse chez l'embryon de vertébrés

Institut d'embryologie et tératologie expérimentales - Nogent-sur-Marne

Le Symposium international « L'hématopoïèse chez l'embryon de vertébrés » a eu lieu du 14 au 16 juin à l'Institut d'embryologie. Les biologistes ont discuté de l'origine des cellules souches hématopoïétiques chez l'embryon, les processus de différenciation cellulaire impliqués dans l'érythropoïèse et l'ontogénèse des phénomènes immunitaires.

- Table ronde

CEPE Louis Emberger - Montpellier

Une table ronde élargie sur le thème « études sur les relations entre la couverture végétale et les variables écologiques en rapport avec l'utilisation des nouvelles techniques de la télédétection spatiale et aéroportée », a eu lieu le jeudi 14 octobre 1976 au centre d'études phytosociologiques et écologiques - Louis Emberger.

- Physiologie de l'audition

ER n° 162 - Paris

Les recherches se sont développées dans deux directions principales : l'étude des problèmes psychophysiques liés à la sensation auditive (sur l'homme), et l'étude

des mécanismes physiologiques des récepteurs auditifs (sur l'animal).

L'équipe a notamment effectué une étude sur la fatigue auditive et montré, sur l'homme, qu'il existe un parallélisme entre cette fatigue et les caractéristiques des potentiels évoqués. Les relations existant entre la perception de la durée et la sonie ont également été étudiées ainsi que l'effet de la durée d'établissement du déclin des sons brefs sur la sonie.

Des expériences ont permis de montrer que les points d'entrée et d'émergence du tronc du nerf auditif, dans le méat interne, constituent deux sources qui contribuent aux différentes déflexions classiquement observées sur le potentiel d'action global du nerf auditif. Le laboratoire a étudié les mécanismes produisant les altérations pathologiques des réponses cochléaires au cours des enregistrements électrocochléographiques. Il a montré que le blocage du bout central du nerf auditif produisait des altérations des réponses similaires à celles observées dans le cas de tumeurs du nerf auditif. On a montré les relations qui existent entre différents facteurs métaboliques et la fatigue auditive observée au niveau des réponses électrophysiologiques chez l'animal.

- Résultats de recherche

LA n° 217 - Villeneuve d'Ascq

Deux chercheurs sont parvenus à démontrer l'existence de glycosyltransférases (neuraminyl- et galactosyltransférases) dans les membranes péricytoplasmiques des lymphocytes de rat grâce à l'application de procédés originaux qui excluent la pinocytose des accepteurs (utilisation de glycopeptides conjugués à des billes de sépharose), la pénétration des précurseurs glucidiques dans les cellules et l'action de glycosyltransférases endocellulaires. Il était important d'apporter une réponse à la controverse concernant la présence de glycosyltransférases dans les membranes péricytoplasmiques avant de tenter de résoudre l'énigme de leur existence : protéines de reconnaissance ou enzymes réparatrices ?

Les glycosyltransférases des membranes plasmiques dont le site actif est dirigé vers le milieu extracellulaire (ectoglycosyltransférases) peuvent être impliquées dans la biosynthèse ou la réparation des glycoconjugués de surface et jouer un rôle fondamental dans les phénomènes de reconnaissance cellulaire. Cependant, leur existence est actuellement très controversée car il est difficile de les distinguer des glycosyltransférases intracellulaires.

L'emploi d'accepteurs fixés sur billes de sépharose et incapables de pénétrer dans les cellules a permis de prouver sans ambiguïté la présence de glycosyltransférases à la surface externe des lymphocytes. En outre, il a été démontré que, dans le cas particulier de la galactosyltransférase, cette enzyme était capable de modifier la surface cellulaire en branchant des résidus de galactose sur les glycoconjugués membranaires, conférant aux lymphocytes la propriété nouvelle d'être agglutinés par la lectine du soja et de l'arachide, spécifiques du galactose.

- Cytologie ultrastructurale

LA n° 236 - Rennes

L'immunoelectrophorèse bidimensionnelle en présence de dioxycétolates de sodium, permet de mettre en évidence 15, 12 et 7 antigènes distincts dans la membrane d'*Acholeplasma laidlawii*, d'*A. granularum* et de *Mycoplasma fermentans* respectivement. L'étude comparée de plusieurs souches d'*A. laidlawii* démontre qu'il existe une variabilité de la composition antigénique au niveau de la membrane de cette espèce.

Il a été montré par électrophorèse sur gel de polyacrylamide-SDS que la membrane de *Spirillum citri* comporte environ 16 protéines distinctes (13 000 < P.M. < 160 000 daltons) ont un composant majeur (plus de 22 % de la masse des protéines de membranes) possédant un poids moléculaire de 26 000 daltons. Cette protéine a été nommée spiraline. Une technique a été mise au point pour la purifier d'une manière simple et non-

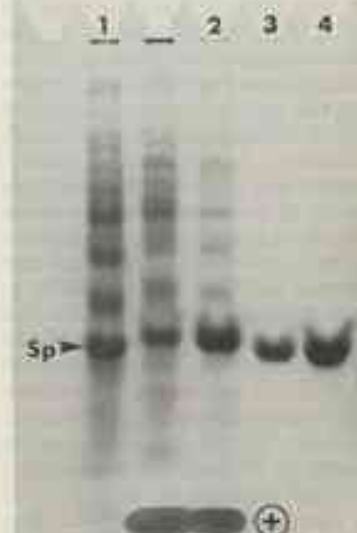


Illustration de la purification de la spiraline : électrophorèse sur gel de polyacrylamide-SDS de la protéine aux diverses étapes de sa purification. (1) Protéines totales de la membrane. (2) Étape n° 1 : enrichissement en spiraline par dissémination sélective. (3 et 4) Étape n° 2 : protéine obtenue purement par électrophorèse sur suspension d'agarose. Sp : spiraline.

PHÉMÉRIDES - ÉPHÉMÉRIDES - ÉPHÉMÉRIDES - É

dénaturante et avec un rendement élevé. L'électrophorèse sur gel de polyacrylamide-SDS et l'immunoélectrophorèse bidimensionnelle en présence de désoxycholate de sodium démontrent que la spiruline est obtenue parfaitement pure. La composition en acides aminés de cette protéine diffère sensiblement de celle de la membrane de *S. citri*. La spiruline contient davantage de thréonine, d'alanine et de valine, mais moins de glycine, de leucine, de tyrosine et de phénylalanine et pas du tout de méthionine, d'histidine et de tryptophane. L'absence de ces trois derniers acides aminés est d'ailleurs un critère de pureté supplémentaire qui atteste de l'efficacité de la méthode mise au point pour purifier la spiruline. Les propriétés de solubilité de cette dernière indiquent que c'est une protéine amphiphile. Les études topologiques qui sont actuellement en cours permettent de penser que la spiruline pourrait avoir au moins un déterminant antigénique exposé du côté du feuillet externe de la membrane de *S. citri*.

Une autre protéine intrinsèque a été purifiée à partir de la membrane d'*A. laidlawii*. Il s'agit du composant D12 dont le poids moléculaire est de 140 000 daltons. La purification de cette protéine a été réalisée par la mise en œuvre d'une méthodologie analogue à celle qui a conduit à la purification de la spiruline. Les propriétés essentielles de cette méthodologie sont : l'utilisation de techniques de purification simples, rapides et non-dérivatives ; le contrôle de la purification à l'aide de techniques analytiques à haut pouvoir de résolution.

La composition chimique de la protéine D12 montre qu'il s'agit vraisemblablement d'une glycoprotéine dont la partie polysaccharidique est de très petite taille.

Les recherches sur la membrane de *Spiroplasma citri* et sur le composant D12 ont été faites en collaboration avec l'Institut de biochimie de l'université d'Uppsala (mission CNRS de M. Wroblewski, en Suède).

Enfin, des recherches sur l'adsorption du Virus MVL1 d'*Acholeplasma laidlawii* pendant les 35 premières minutes d'infection ont montré qu'il s'agit d'une infection chronique entrant dans le cadre de l'état porteur, c'est-à-dire une infection létale pour les cellules infectées, mais incapable de s'étendre à la totalité de la population. Les résultats obtenus paraissent donc établir, pour les virus du groupe L1, un nouveau type de relation avec les cellules-hôtes, différent des schémas de symbiose et de lysogénie signalés jusqu'à présent.

- Publication

ERA n° 335 - Paris

L'équipe « plaquettes et hémostases » a mis en évidence sur la membrane plaquettaire un site spécifique oncogène, pour les virus du groupe L1, un nouveau type de relation avec les cellules-hôtes nécessaire à l'aggrégation plaquettaire induite par la ristocétine et le facteur VIII bovin, et à l'adhésion plaquettaire. En effet ces deux phénomènes sont inhibés par un anticorps antiplaquettaire synthétisé chez un patient atteint de dystrophie thrombocytaire héréditaire ou « Bernard-Soulier syndrome ». Cet anticorps semble dirigé contre une glycoprotéine manquant sur la membrane plaquettaire des dystrophies thrombocytaires et dont le poids moléculaire serait 155 000. Actuellement l'ERA recherche le poids moléculaire exact de la molécule antigénique contre laquelle serait dirigé cet anticorps, et l'isolement de cette molécule afin de la purifier et de l'identifier.

- Poursuite de recherche

ERA n° 336 Paris - RCP n° 220 Gif-sur-Yvette

Plusieurs études ont été développées dans le cadre de l'équipe de recherche associée « physiologie et pathologie du muscle lisse » et de la recherche coopérative sur programme « tritiation de l'oxytocine et de l'angiotensine ». D'une part a été effectuée la mise en culture de cellules musculaires lisses artérielles gardant certaines de leurs propriétés contractiles ; d'autre part on a étudié les récepteurs de l'angiotensine : mise en évidence d'une auto-régulation par l'hormone.

- Publication

ERA n° 336 - Paris

Philippe Meyer : « Physiologie humaine », Flammarion - Paris 1976.

Sciences de l'homme

- Correspondances d'humanistes (XVI^e et XVII^e siècles)

Institut de recherche et d'histoire des textes - Paris

Parallèlement à la publication de la bibliographie internationale de l'humanisme et de la Renaissance et au recensement des livres anciens, la section de l'humanisme a constitué une riche collection de documents relatifs aux humanistes de l'occident européen, et se préoccupe notamment de l'identification des écritures des érudits, savants et artistes de l'époque renaissance et post-renaissance, grâce à de nombreuses photographies d'originaux. Elle prépare également la publication de correspondances : les lettres de Peiresc à Malherbe (1606-1628), transcrites et annotées par

M. Raymond Lebègue, membre de l'Institut, sont en cours de publication dans une des collections de l'IRHT.

- Création de laboratoire

Centre d'études et de réalisations cartographiques géographiques - Paris

Créé en février 1976 par la scission de l'ancien service de documentation et de cartographie géographiques (SDCG), le centre d'études et de réalisations cartographiques géographiques (CERCG) ne peut faire état que d'une activité de mise en route pour 1976. Il est utile, toutefois, de faire connaître ses missions et de signaler quelques-uns de ses travaux dont certains ont été commencés dans le cadre des structures anciennes du SDCG (laboratoires de cartographie générale et de cartographie thématique).

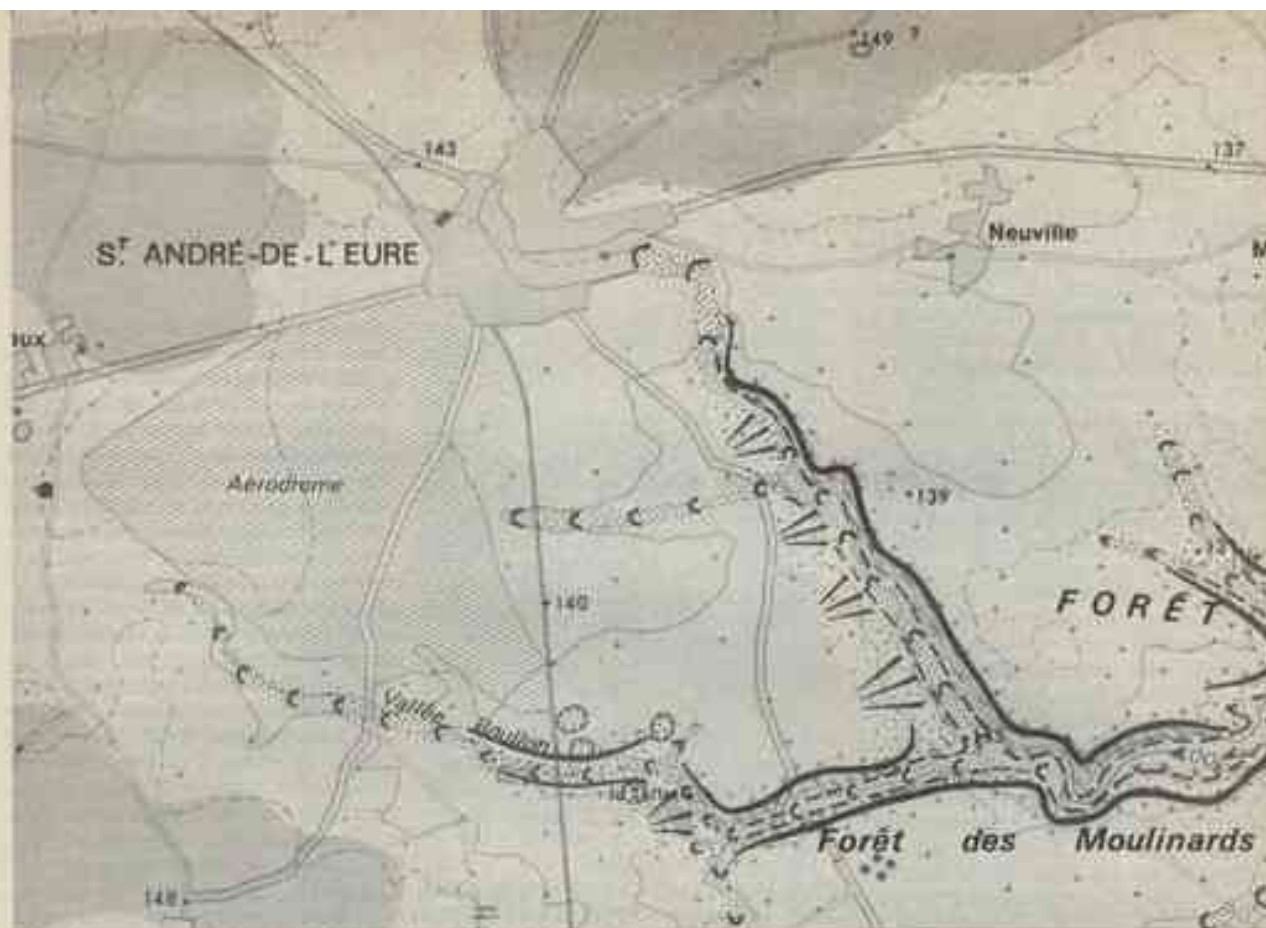
Le nouveau centre (CERCG) a pour mission de mettre à la disposition des chercheurs sa capacité de travail pour la conception cartographique, l'exécution et l'impression des cartes et pour la diffusion des techniques cartographiques. Il a également pour mission d'entreprendre et de développer, à son initiative, toutes recherches et applications méthodologiques et techniques en matière de cartographie thématique.

L'activité du centre se présente sous deux aspects :

- cartographie géomorphologique : réalisation, publication et diffusion de la carte géomorphologique détaillée de la France au 1 : 50 000. Sont actuellement parues les feuilles Les Andelys, Dreux, Saint-André de l'Eure, Nogent le Roi, Strasbourg, Narbonne (avec notices), Chartres, Courville sur Eure, Evreux (notices en cours). A paraître : Saugues, Castellane.

- cartographie thématique : reconstitution du plan de Paris à la fin du XIV^e siècle. Recherches sur la démographie et les ressorts administratifs de la France à la fin de l'ancien régime et du début de l'ère industrielle (en liaison avec le centre de recherches historiques).

Le centre peut exécuter sur contrat, ou après devis, des travaux de conception, exécution et impression cartographiques pour des tiers (laboratoires ou formations du CNRS ou universitaires, chercheurs de toutes disciplines). Parmi ces travaux ont été réalisés en 1976 : plusieurs cartes géologiques, géomorphologiques, géographiques et historiques de thèses, une étude des sites de centrales solaires pour le CNRS, une mise à jour de la carte de l'aridité et des déserts du monde pour l'ONU-UNESCO, plusieurs cartes des langues du monde pour la RCP 171 (inventaire et description des langues du monde), etc...



Détail de la carte géomorphologique au 1:100 000 de la région de St-André-de-L'Eure.

Le centre est habilité à recevoir des chercheurs spécialisés en cartographie. Il se propose par ailleurs d'établir avec les laboratoires CNRS qui le souhaiteraient des contrats d'association qui assureraient entre les participants une coopération scientifique et technique sur des opérations cartographiques déterminées. Parmi les orientations nouvelles que le centre souhaite développer, les principales concernent la télédétection (en liaison avec le laboratoire de géomorphologie de l'EPHE et avec l'ORSTOM) et la cartographie automatique (en collaboration avec l'ERA 214 (centre de recherches régionales de Strasbourg) et l'IGN).

- Séminaires

ER n° 75 - Paris

L'équipe de recherche : « l'expansion du cartésianisme de 1650 à 1675 » a tenu plusieurs séminaires autour des thèmes suivants :

Descartes : la géométrie, l'idée comme code/représentation, mauvais génie et malin génie, « Le voyage du monde » du P. Daniel, les penseurs du début du siècle : Matteo Lopez Bravo en 1616, la métaphysique de Suarez, un et néant chez Gilleul ; des thèmes plus généraux : régions non chrétiennes et récits de voyage, la controverse réformée de 1685, la grandeur chez Nicole ; P. Merenne : les langues artificielles, le voyage d'Italie ; thèmes politiques : Hobbes et l'artifice, spinosisme et philosophie politique, Boisguilbert et Marx.

- Publications

LA n° 129 - Paris

Le laboratoire de slavistique a publié les volumes suivants : Histoire de l'accentuation slave, par Paul Garde, 2 volumes de 520 pages. Le livre des secrets d'Hénoch : texte vieux-slave et traduction française, par André Vaillant, 2ème édition. Bibliographie des œuvres de Zénaïde Hippin, établie par Any Barda (bibliothèque russe de l'institut). Bibliographie des œuvres de Marc Aldanov, établie par D. et H. Critesco, introduction de Marc Slonim. L'enseignement du russe n° 22, avril 1976.

Vue d'ensemble de l'épave de Gien et ses chargements (campagne 1976)



- V^e congrès international d'archéologie sous-marine

LA n° 151 - Aix-en-Provence

L'équipe d'archéologie sous-marine de l'institut d'archéologie méditerranéenne a participé au 5ème congrès international d'archéologie sous-marine organisé par l'institut international d'études ligures qui s'est tenu à Lipari, en Italie, du 26 au 30 juin. Ont été présentés : les résultats de la fouille de l'épave de Gien et en particulier les conclusions concernant la typologie des amphores et le tonnage des navires romains ; une étude d'architecture navale sur l'épave



Étiolles (Eure-et-Loire) - Habitats néolithiques. À droite, amas d'osiers et de ruscus. Au centre, le foyer. À gauche, amas de lames. (cliché V. Tabouret).

découverte dans les fouilles de la Bourne à Marzeille ; des communications sur les épaves de Cavalière et de Port-Vendres II ; les statues en bronze de Riace (originaux grecs du V^e siècle) ; la reconstitution des phases de construction d'un navire punique par l'étude des lettres d'assemblages peintes sur la coque et surtout par celles des traces laissées par le pot de peinture ; la fouille et la restauration de l'épave de Kyrenia. Le film « les amphores de Papus » réalisé par l'équipe de l'IAM a également été présenté.

- La préhistoire en Afrique du Nord LA n° 164 - Aix-en-Provence

Les résultats de recherche du laboratoire d'anthropologie et de préhistoire des pays de la Méditerranée occidentale sont particulièrement sensibles dans la connaissance des industries épipaléolithiques et de leur chronologie. Le capsién surtout a bénéficié de ces recherches ; on doit désormais considérer le capsién typique comme un simple faciès régional, le capsién supérieur est souvent aussi ancien que lui et couvre la période de 7 000 à 4 500 avant J.-C. C'est dire que les phases les plus récentes sont postérieures au début du néolithique dont les caractéristiques techno-économiques apparaissent plus tôt dans les zones non capsiennes du Sahara central et méridional et du littoral méditerranéen.

Ces travaux ont permis également de distinguer dans l'ensemble capsién plusieurs faciès régionaux dont le sétifien est le mieux caractérisé.

Des progrès aussi nets ont été obtenus dans la connaissance des trois grandes civilisations néolithiques de l'Afrique du Nord et du Sahara, le néolithique méditerranéen, le néolithique dit de tradition capsienne et le néolithique saharo-soudanais dont la céramique, apparaissant avant 6000 av. J.-C., est parmi les plus anciennes actuellement connues.

Publications : Gabriel Camps : les civilisations préhistoriques de l'Afrique du Nord et du Sahara (Editions Doin - 1974, Paris). Henriette Camps - Fabre : un gisement capsién de faciès sétifien, Medjez II (El Eulma - Algérie). Editions du CNRS - 1975. Dantio Grebenart : le capsién des régions de Tébessa et d'Ouled Djellal (Algérie). Publications de l'université de Provence, 1976. Actes du colloque d'Aix-en-Provence : l'Épipaléolithique méditerranéen. Editions du CNRS - 1976.

- Les habitats préhistoriques ERA n° 52 - Paris

Les travaux de l'équipe de recherche en ethnologie préhistorique, au cours du trimestre, ont été principalement consacrés aux recherches sur le terrain, travaux dont l'analyse est à faire au cours de l'hiver. La prospection et l'étude des emplacements d'habitats en plein air durant le paléolithique a pris, dans le bassin parisien, un développement croissant et l'équipe se trouve activement engagée dans les fouilles de quatre sites : Verberie, Oise ; Pincevent, Seine-et-Marne ; Marsangy, Yonne ; Etiolles, Essonne. L'intérêt de ces travaux tient pour une part au fait qu'ils intéressent une seule période (le magdalénien supérieur) et donnent une image neuve de la diversité des types d'habitation comme de l'équipement lithique dans une région sur laquelle on ne possédait encore aucune information.

Une mission d'une semaine dans la grotte de Lascaux a permis de compléter la documentation d'un ouvrage d'équipe portant sur des matériaux scientifiques restés inconnus des préhistoriens : intégralité des gravures, traces d'échafaudages, colorants des peintures, moyens d'éclairage, sables décorés, industrie lithique et en particulier éclats de silex

usés par le frottement sur les parois et retrouvés au pied de certaines des gravures qu'ils ont servi à exécuter. L'ouvrage sera remis pour impression dans le courant de l'hiver. Dans une opération conjointe du CNRS et de la télévision suisse romande, un film a été tourné à Pincevent sur les techniques de recherches ethnologiques adaptées à la préhistoire. Un chercheur a poursuivi sa mission d'étude pour le sauvetage des sites archéologiques de Tahiti.

Publications

ERA n° 76 - Paris

Le centre d'étude des processus cognitifs et du langage a fait paraître les numéros 4 et 5 de collection connaissances et langage (Mouton, Paris-La Haye, 1976) : « négation et performance linguistique » par B. de Boysson-Bardies et « fonctionnement de la négation » par N. Bacri.

- Analyse des causes de pauvreté

ERA n° 88 - Paris

Le séminaire d'économie du travail vient d'achever une recherche sur l'ATP consacrée à l'analyse des causes de pauvreté et de la genèse des situations de pauvreté. Cette recherche succède aux travaux antérieurs de l'équipe sur la « genèse médicale des situations de pauvreté » (étude des processus de paupérisation déclenchés par l'accident du travail), dont elle constitue un élargissement. Elle est fondée sur l'observation de familles assistées par les bureaux d'aide sociale de la ville de Paris ou hébergées dans les cités promotionnelles du mouvement « aide à toute détresse ». Le compte-rendu des travaux est publié sous le titre « recensement et typologie des causes de pauvreté de nature collective et individuelle. Etude des associations de causes ».

L'équipe du séminaire d'économie du travail commence actuellement deux nouvelles recherches. L'une étudiera les causes du recours par les entreprises aux formes particulières d'emploi que constituent l'emploi à temps partiel, l'emploi temporaire (interimaire) ou occasionnel. Elle cherchera à préciser comment ces formes d'emploi s'insèrent dans les stratégies des entreprises, quelles fonctions économiques elles assument, par une série d'interviews de chefs d'entreprises ou de chefs du personnel.

- Journées juridiques

ERA n° 285 - Paris

Dans le cadre des activités du laboratoire de législation comparée, les 12^{èmes} journées juridiques franco-yougoslaves ont lieu à Zagreb et Ljubljana du 23 au 26 octobre. La prise en compte des préoccupations d'environnement dans le domaine de l'urbanisme sera abordée : aspects de droit privé, aspects de droit public, aspects de droit pénal.

D'autre part, à Paris les 3 et 4 décembre aura lieu le 8ème colloque juridique franco-britannique sur la compétence, les pouvoirs et la technique du médiateur : le Parlement et le médiateur ; le médiateur et le juge administratif.

**- Le modèle Régina
ERA n° 511 - Nanterre**

En 1975/1976 le modèle Régina, modèle régional-national de l'économie française, mis en chantier en 1972 est devenu opérationnel au groupe d'analyse macroéconomique appliquée (GAMA). Il s'agit d'un modèle de simulation économique à moyen terme. La France est dans ce modèle divisée en cinq grandes régions et chaque région divisée en trois zones suivant des critères d'urbanisation. Ce modèle a pu donner des premiers résultats pour la préparation du VIIème plan (sensibilité des disparités inter-régionales de développement à un ralentissement de la croissance, incidence de la localisation des activités, etc.).

Le GAMA a également organisé le IIIème colloque international d'économie appliquée tenu en février 1976 à Bruxelles (avec l'aide de la commission des communautés européennes) sur les modèles multinationaux. Les actes du colloque paraîtront en 1977 de même que ceux du IIème colloque (colloque international du CNRS) tenu à Nice en février 1975 sur les modèles régionaux-nationaux et les modèles régionaux.

La publication des travaux du GAMA sur l'élaboration d'un tableau d'échanges interindustriels et interrégionaux de l'économie française interviendra également.

- Publication

ERA n° 575 - Paris

L'équipe de sociologie du loisir et des modèles culturels a fait paraître en octobre aux éditions du Seuil, le tome II de l'enquête menée par M. Dumazedier sur le loisir à Annecy : « Le loisir et la ville ». Tome II : Société éducative et pouvoir culturel.

- Décentralisation industrielle

RCP n° 325 - Paris

Les participants de la RCP se sont réunis le 17 juin à Paris pour effectuer un bilan de l'étude de décentralisation industrielle en vue de son actualisation et de sa publication. Ils ont jeté les bases de l'organisation de l'étude sur la décentralisation du tertiaire. Cette étude sera menée en collaboration avec l'association bureaux-province.

L'autre, consacrée au travail féminin, abordera aussi bien l'intégration des femmes dans l'appareil productif dans sa

dimension historique et dans sa dimension actuelle, que la sensibilité de la main-d'œuvre féminine aux changements structurels et conjoncturels : historique de l'activité féminine, cycle du travail féminin, fonctions féminines dans l'industrie, sensibilité conjoncturelle de l'activité féminine, chômage féminin. Elle recherchera une synthèse des diverses spécificités du travail féminin.

- Astrologie et magie

RCP n° 329 - Paris

Les recherches du laboratoire sur l'histoire et la culture de Harar ont trouvé des moyens nouveaux grâce à la création, dans cette « capitale » de l'Éthiopie musulmane, d'un centre culturel franco-éthiopien qui aura pour siège la prétendue « maison de Rimbaud » (dont une photo figure à la page 36 du n° 20 du Courrier du CNRS). La RCP associe ses études à la vie de ce foyer. De ce coup, les relations avec les principaux centres religieux du Harar - avec la Qādiriyā en particulier - se sont intensifiées, apportant des découvertes plus nombreuses aussi bien en fait de textes classiques arabes que des traditions orales, particulièrement pour l'histoire de l'Éthiopie du sud-est mais encore dans le domaine de l'astrologie et de la magie. Dans une autre direction - celle des cultures oromo et sidamā - la confrontation des données des anciens textes avec les traditions locales a fourni des clartés inattendues sur le passé des populations de l'ouest éthiopien telles que les Wōd-jeh, qu'il faut identifier aux anciens Wād-j (des alentours de la capitale actuelle jusque vers Wolisso (Ghion), et telles que les Ammayā, autrefois illus-

trés par l'histoire de la conquête de l'Abyssinie » de Chihab ed-Din, et toujours bien vivants (quoiqu'oubliés) au Nonno, au nord-ouest de Wolkitte. On a surtout été frappé de leurs liens étroits avec la culture oromo.

Si le culte des « esprits » - des ouqab - guérisseurs, justiciers, oracles, semble en voie de déclin dans l'ensemble de l'Éthiopie chrétienne, il a été curieux de constater que cette extinction des formes païennes avait pour compensation, depuis peu, des résurgences variées déguisées en pratiques chrétiennes propagées par le clerge, tels les tabal ou recours à des eaux « miraculeuses », accompagnés de rites variés. Les dossiers sur la drogue magique et médicale se grossissaient, par la même occasion, d'informations inédites touchant - pour les plus nouvelles - certains miels et certains champignons.

Quant à l'évolution culturelle moderne suscitée par la révolution éthiopienne, le laboratoire en suit les étapes, dans la langue, les idées et les mœurs, en liaison étroite avec les chercheurs du département de recherches de l'université d'Addis Abeba.

- La correspondance d'Emile Zola

RCP n° 360 - St Maurice

Plus de deux cents lettres inédites ont été retrouvées au cours de l'année 1976. L'équipe « édition critique de la correspondance d'Emile Zola » a achevé l'établissement et l'annotation des lettres pour la période 1858-1867, qui fera l'objet du premier volume de la « correspondance » (sur dix volumes prévus). Elle travaille en coopération avec le programme ZOLA de l'université de Toronto.



Laibela : agiter rapoport de la Gionna.

Rencontres

Colloques internationaux du CNRS

9 - 12 juin - Abbaye de Senanque
Colloque international sur la « méthodologie appliquée à l'industrie de l'os préhistorique », organisé par Mme Henriette Camps-Fabrer, maître de recherche au CNRS.

Cinq thèmes avaient été retenus : le premier fut consacré à l'étude analytique de la morphologie des objets en os, le second porta sur l'exploitation des méthodes analytiques et statistiques, l'étude des objets en os constitua le troisième thème tandis que le quatrième et le cinquième se rapportèrent respectivement aux reconstitutions expérimentales et aux comparaisons ethnographiques (Esquimaux). Une séance fut réservée à la 4ème réunion de la commission de nomenclature créée à l'issue du premier colloque. Dans le souci de maintenir un lien personnel et une continuité des recherches, dix groupes de travail ont été constitués et ont retenu le principe d'un prochain colloque dans deux ans.

28 juin - 1er juillet - Autrans

Colloque international sur « les transitions métal-non métal », organisé par M. B.K. Chakraverty, directeur de recherche au CNRS, responsable du groupe de transitions de phase (GR n° 23), de Grenoble. Ce colloque a réuni 130 physiciens du solide pour faire le point des travaux tant théoriques qu'expérimentaux concernant les transitions métal-non métal.

Les principaux sujets abordés ont été les transitions métal-non métal dans les composés des métaux de transitions ou de terres-rares, les rôles joués par les effets de désordre et de corrélation dans la localisation des électrons, les ondes de densité de charge, les fluctuations de valence, la conduction dans les bandes d'impuretés des semi-conducteurs dopés et les bandes d'inversion, etc... Les textes des communications du colloque seront publiés sous la forme d'un numéro spécial du journal de physique.

5 - 9 juillet - Villeurbanne

Colloque international sur « le polychlorure de vinyle », organisé par M. A. Guyot, directeur de recherche au CNRS. Le point important du colloque a été incontestablement l'accent mis sur la morphologie granulaire du polymère, qui est déterminée lors de la polymérisation, et qui subsiste après la mise en œuvre, quoique modifiée par l'histoire thermique du polymère ; cette morphologie particulière détermine la plupart des propriétés utiles du matériau final. Malgré des progrès évidents, notamment en ce qui concerne la définition des termes décrivant cette morphologie, il reste encore beaucoup à faire pour comprendre,

contrôler la formation des particules et des agglomérats, et prévoir les conséquences de leur persistance. Bien que leur résolution soit beaucoup plus avancée, quelques problèmes subsistent en ce qui concerne la structure moléculaire, et en particulier les irrégularités de structure responsables des premières étapes de la dégradation thermique. Un groupe de travail international s'est spontanément constitué, au cours du colloque, pour étudier ces problèmes, notamment en utilisant les mêmes échantillons de polymère, qui seront distribués à chacun des participants du groupe. La dégradation thermique et photochimique reste, semble-t-il, le principal problème du polychlorure de vinyle, si l'on tient compte du fait que la plupart des études de modification chimique avaient pour but d'améliorer la stabilité thermique du polymère. Il est apparu que la compréhension des mécanismes d'action des stabilisants a fait de gros progrès ces dernières années, et a permis de découvrir de nouvelles molécules stabilisantes. Ceci reste cependant limité à la stabilisation vis-à-vis de la chaleur. La stabilisation vis-à-vis de la lumière relève encore du domaine de l'empirisme.

Les travaux du colloque ont accordé une large place aux problèmes écologiques soulevés par la toxicité du monomère, et la combustion du polymère. Le premier point a fait l'objet d'une table ronde particulière au cours de laquelle trois spécialistes français, anglais et allemand, ont exposé comment, grâce à une coopération internationale poussée, le problème avait été défini, délimité et enfin résolu, tant en ce qui concerne l'élimination des dernières traces de monomère dans le polymère et les objets finis, notamment ceux destinés à l'emballage alimentaire, qu'en ce qui concerne la diminution de la teneur en monomère dans l'atmosphère des ateliers de synthèse de monomères et de polymérisation, bien en-dessous du seuil de toxicité. On est moins avancé en ce qui concerne les produits de combustion du polymère et la mesure exacte de la toxicité des produits de combustion reste à obtenir. On s'y attache, notamment à l'université de Salt Lake City, dans un centre pluridisciplinaire. Des efforts importants sont effectués pour retenir autant que possible des leur origine les produits toxiques, en particulier l'acide chlorhydrique, et les fumées. Notons ici que la RCP « pyrolyse et combustion des polymères », récemment engagée, permet la participation du CNRS à cet effort. La totalité des matériaux du colloque, conférences, communications et même les discussions, qui ont été intégralement enregistrées, sera publiée dans les périodiques spécialisés de physicochimie des polymères. Il est intéressant de signaler pour terminer que plusieurs universitaires étrangers se sont proposés pour organi-

ser, après un délai de 4 ou 5 ans, un symposium analogue à ce colloque.

5-11 juillet - Rouen et Paris

Colloque international sur les « échanges ioniques transmembranaires chez les végétaux », organisé par le professeur M. Thellier, du laboratoire de nutrition minérale, de Rouen, par M. Ducet, professeur à l'université de Marseille Luminy et M. Heller, professeur à l'université de Paris XII.

Les problèmes abordés ont été les suivants :

- considérations cinétiques et thermodynamiques ; systèmes modèles. L'intérêt relatif des modèles mécanistes (« cinétiques ») ou macroscopiques (« thermodynamique ») a été discuté. Les problèmes posés par le caractère « échangeur d'ions » des parois végétales a commencé ici à être envisagé en détail. De même, l'intervention des forces de pression de turgescence a été étudiée. Des systèmes artificiels ont été présentés.

- couplages métaboliques et autres. Le problème du « couplage » est un des problèmes les plus importants du fonctionnement de la vie. De nouvelles données ont été apportées ici, en particulier sur le fonctionnement des ATPases (qui pose chez les végétaux des problèmes encore bien plus complexes que chez les animaux ou les microorganismes).

- problèmes particuliers des transferts d'anions. Les échanges d'hydroxyle et de nitrate, très peu étudiés jusqu'ici faute d'un isotope radioactif utilisable, ont commencé à être traités de façon précise.

- l'électrophysiologie, qui a été le principal centre d'intérêt des deux colloques précédents, continue à poser des problèmes.

- l'absorption de molécules organiques, qui n'avait pas été abordée dans les colloques précédents, a fait l'objet ici d'une demi-douzaine de communications. On a retrouvé des mécanismes de couplage analogues à ceux que l'on rencontre avec les substances inorganiques.

- les problèmes de « géométrie » de nos systèmes (localisations, aspects moléculaires et structuraux) ont été spécialement étudiés ici. Des méthodes originales ont été décrites pour l'isolement et l'identification de certaines membranes, pour la localisation des ions (utilisation de la sonde électronique, de réactions nucléaires spécifiques ou de la déformation d'un spectre β) et même pour la localisation de certaines activités enzymatiques (ATPases).

- l'intervention des transferts d'ions comme intermédiaires dans le contrôle de divers processus cellulaires (croissance, morphogénèse, etc...) a été assez largement abordée, alors qu'on ne disposait encore que de peu de données sur ces problèmes lors des colloques précédents.

• enfin, les échanges cellulaires, bien évidemment, ne se limitent pas aux échanges des cellules avec le milieu extérieur : à l'intérieur même d'une cellule, il se produit des échanges entre les organites constitutifs de la cellule. L'approche expérimentale de ce problème est extrêmement délicate. Elle avait commencé à être abordée lors des colloques précédents. Elle s'est encore un peu développée à l'occasion de celui-ci.

— Publication

Les actes du colloque international sur l'électricité solaire organisé par le centre national d'études spatiales et le CNRS du 1er au 5 mars 1976 sont disponibles au CNES — 18, avenue Edouard Belin, 31055 Toulouse Cedex.

Colloque associé

7 - 9 septembre — Paris

Le colloque « Novae and related stars » a été organisé en liaison avec l'union astronomique internationale à l'Institut d'astrophysique de Paris par M. Friedjung, chargé de recherche au CNRS. Les novae sont des étoiles dont l'éclat visuel augmente très subitement (dans un temps d'environ un jour), par un facteur de l'ordre de 10^4 . Après un maximum, l'éclat faiblit beaucoup plus lentement, et revient à celui d'avant l'explosion. Une telle explosion est accompagnée par l'éjection de 10^{-4} à 10^{-6} masses solaires de gaz. Toutes ou presque toutes ces étoiles appartiennent à des systèmes binaires. L'interprétation des observations n'est pas facile et la physique de ces processus mal comprise.

Les sessions du colloque étaient consacrées à plusieurs thèmes différents. Au cours de la première sur les novae et étoiles analogues avant l'explosion, des différences entre les novae classiques et les étoiles dénommées « novae naines » ont été relevées. D'autre part, il n'est pas complètement sûr que l'étoile chaude du système binaire, responsable de l'explosion, soit une naine blanche.

Les modèles qui rendent compte de ce qui se passe pendant une éruption, ont été discutés pendant la seconde session. Il semble que le meilleur modèle soit celui selon lequel la plus grande partie de la masse éjectée le soit près du maximum de la lumière, mais avec une éjection qui continue après et est souvent responsable pendant des mois du spectre continu. La condensation de poussières dans le gaz éjecté a été examinée ainsi que les oscillations des vitesses radiales de raies d'hélium d'un nova, liées peut-être à la période du système binaire.

On a montré, pendant une autre session, que l'étude du stade nébulaire (quand les conditions dans le gaz éjecté commencent à ressembler à celles d'une nébuleuse), donne des résultats intéressants. Deux sources auraient ionisé l'enveloppe

éjectée de la nova HR Delphini, en 1969, une de ces sources pourrait être le compagnon de l'étoile responsable de l'explosion, chauffé par celle-ci. Les études des abondances des éléments pendant le stade nébulaire, révèlent une forte surabondance de l'azote (facteur ≈ 100) et des moindres surabondances de l'oxygène (5 - 10) et de l'hélium (≈ 2). Il y a eu néanmoins des difficultés d'interprétation et des désaccords. Des sources temporaires de rayons X ont aussi été comparées aux novae, pendant cette même session.

Un débat a été consacré à la nova V 1500 Cygni 1975. Parmi les problèmes discutés : le modèle pour son enveloppe éjectée, la nature des variations (période de 0,14 jours) et la question : l'étoile est-elle simple ou binaire ?

Pendant la session sur les théories des causes des éruptions, la question a été posée de savoir s'il était nécessaire d'avoir des surabondances de carbone, azote et oxygène pour susciter un emballement thermonucléaire et donc une explosion. Il ne semble pas que cela soit nécessaire, pour une nova « lente » au moins. L'explosion peut laisser un reste avec une luminosité près de la limite

Le CNRS s'est plus particulièrement consacré au premier grand thème : « Les hommes ». — Dans cette salle, des textes, des photographies, des cartes, et des schémas ou objets illustrant le patrimoine culturel, le peuplement, les activités traditionnelles et la santé. Ainsi ont été commentées les légendes de Kuwae et du héros Roy Mata qui font partie de la mythologie des Nouvelles-Hébrides où des fouilles archéologiques ont permis de vérifier l'authenticité de ces événements rapportés par la tradition orale. On a pu voir également des structures d'habitat pré-européennes en Polynésie française : les marae, monuments destinés aux cérémonies socio-religieuses, ou des tombeaux anciens à Mayotte, signe de l'implantation d'une civilisation musulmane.

Les panneaux réservés au peuplement ont illustré les nombreuses migrations vers la Guyane, l'histoire du peuplement de la Réunion au XIX^e siècle et au début du XX^e ; la coexistence d'un habitat ancien et d'une urbanisation récente à la Martinique ; les mouvements migratoires, l'urbanisation et la croissance démographique actuelle en Océanie (2,5 à 3 % par an).



Inauguration de l'exposition « La France des quatre coins du monde ».

d'Eddington. Donc la pression du rayonnement pourrait accélérer le gaz pendant des mois et produire un vent continu de gaz éjecté.

La dernière session a été consacrée à une discussion libre sur les travaux à entreprendre dans l'avenir. Peut-on établir des liens entre les travaux des observateurs et ceux des théoriciens ? Il semble que ces liens ne soient pas encore très solides...

Exposition

24 septembre - 10 octobre — Paris

A l'occasion de l'exposition « La France des 4 coins du monde » — organisée à l'initiative du Secrétariat d'Etat aux départements et territoires d'Outre-Mer — au Palais des Congrès, plusieurs organismes de recherche comme le CNRS, l'ORSTOM et l'INRA ont présenté leurs activités dans les DOM-TOM. Trois grands thèmes ont été développés : les hommes, les ressources biologiques et l'exploration du milieu environnant.

La pêche à Mayotte, l'orpaillage en Guyane ou des objets artisanaux des Indiens Wayana de Guyane ont occupé la partie réservée aux « activités traditionnelles ».

La santé dans les DOM-TOM constitue un problème très important. Dans ces régions, des maladies tropicales affectent la majeure partie de la population, comme la filariose de Bancroft, la paludisme, la dengue, la fièvre jaune transmise par les insectes, et la schistosomose à la Guadeloupe par les mollusques. Bilharziose, salmonelles, ciguatera, arbovirus, peste font l'objet de recherches intensives dans les instituts Pasteur des DOM-TOM. La lutte contre les maladies se fait sur de nombreux fronts : dépistage, mise en évidence de l'agent pathogène et de son vecteur, écologie, lutte contre le vecteur (traitement chimique, lutte biologique, hygiène), traitement de la maladie, vaccination, hygiène de l'alimentation et du milieu ont été successivement évoqués.

A L'AFFICHE - A L'AFFICHE - A L'AFFICHE - A L'A

Au jour le jour

2 - 3 novembre - Slough (Grande-Bretagne)

Réunion du comité de direction de la société EISCAT (sondeur à diffusion incohérente).

15 - 18 novembre - Paris

A la suite du réveil de l'activité du volcan de la Soufrière de la Guadeloupe, le CNRS a décidé de réunir une commission d'experts internationaux en géophysique, géochimie et géologie, chargée de donner un avis sur le programme scientifique de surveillance du volcan, sa mise en œuvre, les résultats obtenus.

A la suite de ce colloque scientifique, la commission déposera un rapport auprès de la Direction générale du CNRS.

Le Dr. Frank Press, membre de l'académie des sciences des Etats-Unis et président du département « sciences de la terre » du Massachusetts institute of technology (MIT) présidera cette commission. Il sera assisté des :

Dr. Aramaki, Earthquake Research Institute de Tokyo (Japon) ; Dr. Gasparini, Istituto di Fisica Terrestre di Naples (Italie) ; Dr. Sigvaldason, Nordie Volcanological Institute de Reykjavik (Islande) ; Dr. Barberi, directeur de l'institut de pétrographie de Pise (Italie) ; Dr. Fisk, Smithsonian Institution «w-Observatory - department of mineral sciences - Washington (Etats-Unis) ; M. Coulon, directeur général honoraire du CNRS, professeur honoraire à l'institut de physique du globe ; M. Claude Guillemain, directeur du service géologique national du BRGM.

19 novembre - Paris

Réunion du comité mixte CNRS-Science research council de Grande-Bretagne.

La vie des laboratoires

- Journées d'étude

RCP n° 443 - Strasbourg

Des séances d'études sur le thème « le concept de système en biologie » organisées par la RCP « fondement des sciences », auront lieu à Strasbourg aux mois de novembre et décembre.

Principaux thèmes abordés : l'organisme comme système hiérarchisé ; l'ontogénèse du système organique ; la notion de système dans les organismes unicellulaires ; le système nerveux est-il un système ? ; la notion de système en écologie ; la théorie du système autonome.

- Stage d'étude du système adrénergique ER n° 96 - Lyon

L'équipe de recherche CNRS sur les « catécholamines » organise, avec le concours du SETAR, un stage d'étude qui se tiendra à Lyon du 15 au 26 novembre 1976.

Ce stage s'adresse principalement à des

chercheurs universitaires, ingénieurs, techniciens des secteurs public et privé s'intéressant à la physiologie et à la biochimie.

Le programme comprend 8 heures de conférences et 13 demi-journées de travaux pratiques, destinées à enseigner les méthodes d'extraction et de dosage des catécholamines et de leurs dérivés dans les milieux biologiques (plasma, urines, tissus).

Les personnes intéressées par ce stage sont priées de s'adresser à : Mme L. Peyrin - Laboratoire de physiologie - UER médicale Grange Blanche - 8, avenue Rockefeller - 69373 Lyon Cedex 2 - tél. 75.81.14 poste 361

Séjour de longue durée de personnalités scientifiques étrangères

- Séjour au laboratoire de biologie physico-chimique et moléculaire (LA n° 217), de Villeneuve-d'Ascq, de Mme Teresa Sawicka, professeur adjoint à l'institut de biochimie et de biophysique de l'académie des sciences polonaises, jusqu'au mois d'avril 1977. Elle étudiera notamment la spécificité de transfert des glycosyltransférases.

- Séjour pour un an au centre de recherche sur les solides à organisation cristalline imparfaite, d'Orléans, de M. Cirillo, professeur assistant à l'université de Wisconsin à Milwaukee. Il étudiera les mouvements protoniques dans les bronzes de molybdène.

- Séjour au laboratoire de physico-chimie des solides et des hautes températures (ERA n° 263), de Toulouse, de Mme El Sheltawi, professeur à l'université du Caire, pour une durée de 4 mois à partir du 15 septembre, en vue d'étudier la physico-chimie des phosphates, et du docteur Dykes (London hospital medical college) à partir du 15 septembre pour une durée de 3 mois, en vue d'étudier la fixation du radio-strontium par les tissus calcifiés.

- Séjour pour un an au centre de paléontologie stratigraphique (LA 11), de Villeurbanne, du professeur Wim van den Bold, de l'université de Bâton Rouge, Louisiane, Etats-Unis (LSU). Le professeur van den Bold est spécialiste de micropaléontologie et s'intéresse particulièrement aux ostracodes. Il participera à l'étude de la stratigraphie et de la biostratigraphie du néogène du sud-est de la France et tentera d'établir des corrélations entre les Caraïbes et le bassin rhodanien.

- Séjour pour un an au centre de recherches sur les macromolécules, de Strasbourg, du professeur Otto Vogl de l'univer-

verité du Massachusetts, en qualité de professeur associé à l'université Louis Pasteur.

- Séjour à l'institut d'astrophysique, de Paris, jusqu'au mois de janvier de M. Gérard de Vaucouleurs, professeur d'astronomie à l'université du Texas.

- Séjour au sein du groupe de chimie théorique (ERA n° 430), de Montrouge, du professeur W. Kutzeinig, de l'université de la Ruhr (Bochum, RFA), en qualité de professeur associé.

- Séjour au centre de physique théorique de Marseille : de MM. O. Brattelli (Z.I.F. Bielefeld) jusqu'au mois de juin 1977, W. Franklin (Imperial College-Londres) jusqu'au 1er octobre 1977, et E. Pfister (Z.I.F. Bielefeld) du 1er janvier 1977 au 1er janvier 1978.

- Séjour pour un an dans le département de biologie moléculaire de l'institut de chimie biologique et centre de neurochimie de Strasbourg, des professeurs Arnold Caplan de la Case Western university, Cleveland, Etats-Unis, et John Richardson de l'Indiana university, Bloomington, Etats-Unis.

- Séjour pour un an au centre d'étude des processus cognitifs et du langage (ERA 76), de Paris, de M. Peter W. Carey. Ses recherches en psycholinguistique portent plus particulièrement sur la compréhension des phrases (sémantique des phrases négatives).

- Séjour d'un an au laboratoire d'enzymologie de Gif-sur-Yvette de M. H.P. Erickson, professeur au centre médical universitaire Duke à Durham, Caroline du Nord, Etats-Unis, spécialiste de la microscopie électronique à haute résolution - théorie, développement et application, et en particulier, de l'analyse et la reconstruction des images par diffraction optique et ordinateur, et de M. Jacobs, chercheur au King's college de Londres, Grande-Bretagne, spécialiste de la biochimie des microtubules. Ils collaboreront au sein de la RCP n° 386 à l'étude des structures et fonctions des microtubules.

- Séjour d'un an des professeurs L. Austin de Monash-University Clayton Victoria (Australie) et R. Pieringer de Temple University-Philadelphia (USA) qui passent leur année sabbatique au centre de neurochimie de Strasbourg.

- Séjour de quatre mois au centre de neurochimie de Strasbourg, des professeurs J. Churchich de l'université de Tennessee, Knoxville, Etats-Unis et L.E. Mc Coy de l'université d'Alberta, Edmonton, Alberta, Canada.

Colloques

2 - 3 décembre - Toulouse

Dans le cadre de l'ATP « pharmacologie

A L'AFFICHE - A L'AFFICHE - A L'AFFICHE - A L'A

des substances anticancéreuses et immunomodulatrices », le laboratoire de pharmacologie et de toxicologie fondamentale organise un colloque qui réunira les chercheurs désireux de participer au lancement de cette ATP.

Rencontres

Colloques internationaux du CNRS

2 - 5 novembre - Marseille

« Systèmes transporteurs d'électrons chez les micro-organismes », organisé par le professeur J. Senez, directeur du laboratoire de chimie bactérienne, de Marseille.

18 - 20 novembre - Paris

« Le capital dans la fonction de production », organisé par le professeur J. de Baudt, responsable de l'équipe de recherche sur le capital et les fonctions de production (ER n° 128) de Nanterre.

7 - 10 décembre - Ivry

« Ecologie et géologie de l'Himalaya », organisé par M. C. Jest, maître de recherche au CNRS, responsable de la RCP n° 253 : « recherches sur l'écologie et la géologie de l'Himalaya central ».

Tables rondes du CNRS

4 - 5 novembre - Sévres

« La réplication du DNA dans les cellules eucaryotes », colloque associé organisé par Mme de Recondo, maître de recherche au CNRS.

22 - 27 novembre - Gif-sur-Yvette

« Modèles micro-économiques », colloque bilatéral France-Etats-Unis, organisé par M. Courbis, professeur à l'université de Paris X.

26 - 28 novembre - Paris

« Jaurès et la classe ouvrière », table ronde organisée par Mme Réberrioux, vice-présidente de la société d'études jaurésiennes.

13 - 17 décembre - Nancy

« Régulation et induction des enzymes du métabolisme des médicaments », table ronde organisée par M. Siest, professeur à l'université de Nancy I.

Expositions

16 - 19 novembre - Montpellier

Participation de la banque des connaissances et des techniques à l'exposition sur les matériaux et technologies pour la micro-électronique, organisée par la société française du vide.

20 novembre - avril 1977 - Paris

Participation du CNRS à l'exposition

intitulée « 100 ans d'astrophysique », organisée à l'occasion du centenaire de l'observatoire de Meudon.

Novembre - juin - Paris

Participation du CNRS à l'exposition sur « l'origine de l'homme » organisée par le laboratoire d'anthropologie et le laboratoire de préhistoire du musée national d'histoire naturelle du musée de l'homme. Cette exposition retrace l'histoire des soixante-dix derniers millions d'années qui ont vu émerger l'homme.

6 - 10 décembre - Paris

Participation du CNRS à la 66ème exposition de physique.

Manifestations scientifiques

27 septembre - 1er novembre - Montpellier

Conférence d'experts concernant les pays riverains de la Méditerranée organisée à l'initiative du comité français du programme MAB (l'homme et la biosphère).

3-5 novembre - Paris et Gif-sur-Yvette

Congrès sur le « panorama de la nouveauté informatique en France », organisé par l'association française pour la cybernétique économique et technique (AFCET). Pour tous renseignements, s'adresser au secrétariat de l'AFCET : 156, boulevard Péroire - 75017 Paris - tél. 766.19.24.

5 - 14 novembre - Paris

Premières rencontres internationales de l'audio-visuel scientifiques, organisées par le service d'étude, de recherche, de réalisation et de diffusion de documents audio-visuels (SERDDAV), du CNRS. Cette manifestation comprendra notamment :

- un colloque international sur l'audio-visuel et la connaissance de la science.
- le premier festival de l'émission scientifique de télévision.
- les journées internationales du film scientifique.
- une rétrospective « cent ans de cinéma scientifique ».

La réunion d'une telle manifestation correspond à la nécessité de faire connaître les techniques audio-visuelles dans le monde de la recherche et, par ailleurs, de favoriser la diffusion de la recherche par les moyens audio-visuels. Elle constitue la suite logique du colloque sur « la science et l'image, l'image en mouvement : techniques et moyens », organisé à Thonon du 2 au 8 octobre par le SERDDAV.

8-10 novembre - Ecully

XIII^e congrès d'aérodynamique appliquée sur les « progrès récents des métho-

des de calcul des écoulements turbulents », organisé par l'association astronautique et aéronautique de France. Pour tous renseignements, s'adresser à M. l'Ingénieur Carrière, ONERA, 25 à 39, avenue de la division Leclerc, 92320 Châtillon.

15 - 16 novembre - Strasbourg

Colloque sur l'administration de la recherche, organisé par le CNRS. Le but de ce colloque est de définir un programme de formation des administrateurs de la recherche.

23 novembre - Paris

Réunion du groupe français des argiles sur le thème : sols, argiles et pollutions. Pour tous renseignements, s'adresser au laboratoire de chimie minérale, 3, rue Alfred Werner, 68093 Mulhouse Cédex.

8 - 10 décembre - Ecully

Journées mathématiques sur les perturbations singulières et la théorie de la couche limite, organisées sous le patronage de la société mathématique de France et le CNRS. Pour tous renseignements, s'adresser à M. Gay, laboratoire de mécanique des fluides - 36, route de Dardilly - 69130 Ecully - tél. 33.27.00.

8 - 10 décembre - Villeurbanne

Journées d'étude sur la caractérisation de solides non cristallins, organisées par M. Mackowski de l'Institut de physique nucléaire de Villeurbanne et M. Martelet de l'école centrale de Lyon.

Thèmes de ces journées : méthodes thermiques et mécaniques ; méthodes optiques et acoustiques ; méthodes électriques. Pour tous renseignements, s'adresser à M. Mackowski, service de chimie nucléaire, Institut de physique nucléaire - 43, boulevard du 11 Novembre 1918 - 69621 Villeurbanne - tél. 52.07.04.

15 - 16 janvier 1977 - Orléans

Symposium de la société de chimie biologique sur « la daunorubicine et ses dérivés : propriétés chimiques et physico-chimiques ; applications thérapeutiques », organisé par Mme G. Aubel-Sadron, maître de recherche au CNRS. Pour tous renseignements, s'adresser au centre de biophysique moléculaire - Avenue de la recherche scientifique - 45045 Orléans Cédex - tél. 63.10.04.

22 - 25 mars 1977 - Toulouse

Journées d'informatique médicale, organisées par l'Institut de recherche d'informatique et d'automatique (IRIA). Thèmes de ces journées : méthodologie et décision médicales ; intérêt et conditions de la portabilité des systèmes ; structure et méthodes de développement d'un système de soins ; qu'attendre des micro-

processus en médecine et en biologie chimique ? Que valent les données médicales ? Les problèmes de santé publique... Pour tous renseignements, s'adresser à l'IRIA, Domaine de Voluceau - Rocquencourt - B.P. n° 105 - 78150 Le Chesnay - tél. 954.90.20

20 - 22 avril 1977 - Grenoble
Jème congrès international de l'électrostatique organisé par la société de chimie industrielle et l'association nationale pour la recherche technique. Thèmes du congrès : recherche fondamentale ; génération des charges électrostatiques, applications ; problèmes de sécurité-prévention. Pour tous renseignements, s'adresser à la société de chimie industrielle - 28, rue Saint-Dominique - 75007 Paris.

Avril 1977 - Paris
II^e colloque de linguistique russe organisé par l'institut national d'études slaves sur le thème suivant : les apports de la linguistique moderne à la description du russe et à son enseignement. Pour tous renseignements, s'adresser à l'institut national d'études slaves - 9, rue Michelet - 75006 Paris - tél. 326.50.89

7 - 10 mars 1978 - Toulouse
Deuxième biennale géoexpo, patronnée par l'association des géologues du sud-ouest. Elle présente un ensemble de moyens très divers convergant vers un but commun : les sciences de la terre. Dans le cadre de l'exposition, est organisé un colloque technique portant sur les thèmes suivants : géologie et prospection minière et pétrolière, géophysique et géochimie, sondages et forages, géoéconomie, exploitation de mines et carrières, travaux souterrains, minéralogie, matériel et techniques de laboratoires. Pour tous renseignements, s'adresser à M. André Vandenberghe, Géoexpo, 1, rue des fleurs - 31000 Toulouse.

7 - 10 mars 1978 - Paris
Congrès international sur la contribution des calculateurs électroniques au

développement du génie chimique et de la chimie industrielle organisé par le groupe de travail « programmes de calcul de routine et emploi des calculateurs électroniques en génie chimique » de la fédération européenne du génie chimique et le groupe « informatique et automatique en chimie industrielle » de la société de chimie industrielle. Pour tous renseignements, s'adresser au secrétariat du comité scientifique, société de chimie industrielle, 28, rue St-Dominique - 75007 Paris.

Divers

Le groupe d'études structure - Activité (GESA) tiendra sa septième réunion (GESA XII) du 10 au 14 mai 1977 à Toulon. Ce groupe a pour but d'établir des échanges scientifiques en vue d'enrichir la formation des chercheurs et de contribuer au progrès de chimie thérapeutique et de la pharmacologie. Pour tous renseignements, s'adresser à : M. Ripa, INSERM U98 - 17, rue du Fer-à-Moulin - 75005 Paris - tél. 337.66.39

Prix

Un prix de 10 000 F a été créé par l'association des œuvres de l'ordre de Saint Jean de Jérusalem pour encourager les recherches dans la lutte contre la leucémie.

Toute recherche ayant trait à la pathologie, la biologie, ou la thérapie de la leucémie, publiée au cours de l'année 1976 dans un journal scientifique, pourra être présentée pour ce prix.

Seules les recherches effectuées dans un centre de recherche français seront retenues par le jury. la langue et le lieu de publication n'interviendront pas.

Les dossiers de candidature contenant la publication scientifique en deux exemplaires et un bref curriculum vitae du candidat, devront parvenir au secrétariat

de l'association des œuvres de l'ordre de Saint Jean de Jérusalem, 22, rue Murillo - 75008 Paris, avant le 31 décembre 1976.

Le jury, formé exclusivement de médecins et de chercheurs scientifiques, et présidé par le professeur Robert Debré, membre de l'Institut, rendra publique sa décision avant le 1er mars 1977.

Prix Nicolas Appert 1977

Le prix Nicolas Appert est destiné à récompenser un travail original rédigé en langue française, non encore publié dans la presse scientifique ou technique. Cette étude doit intéresser directement ou indirectement nos connaissances sur les aliments conservés par la chaleur, notamment par le procédé de l'appertisation, dans un ou plusieurs de leurs aspects : nutritionnels, hygiéniques, diététiques, socio-économiques, éducatifs, etc.

La dotation de ce prix, qui ne peut être partagée, est de 7 000 F.

Le jury est composé des personnalités scientifiques suivantes : M. Astier-Dumas, C. Boudene, H. Bour, M. Derot, H. Gounelle de Pontanel, président, M. Hasselmann, J. Mirouze, F.J. Traissac, J. Vigne.

Les travaux dactylographiés doivent être envoyés en trois exemplaires, avant le 1er mars de chaque année, au secrétariat général du prix Nicolas Appert / Madame le Docteur M. Astier-Dumas - Comité médical et scientifique Georges Ley - 5, rue Paul Cézanne - 75008 Paris.

Dernière heure

Vient de paraître

1976 - Image des sciences de la terre, de l'océan et de l'espace (supplément au n° 20 du courrier du CNRS - prix 12 F) - l'Observatoire de Haute-Provence (prix 12 F)

- une brochure sur les laboratoires, services propres et formations de recherche - 1976,

Les sanctions de la contrefaçon en France

Les chercheurs dont les résultats sont susceptibles de donner lieu à des inventions connaissent déjà les problèmes posés par le dépôt des brevets et les avantages qui peuvent en résulter.

Si le brevet permet de consacrer un travail de recherche en lui donnant une date certaine, il est surtout un titre juridique qui confère à son titulaire un monopole temporaire d'exploitation (20 ans en France).

Ce monopole a pour but de permettre à l'inventeur de recueillir les fruits de son effort intellectuel et financier. Sous ses aspects positifs le brevet a donc une fonction économique en facilitant l'exploitation de l'invention qui peut s'effectuer par l'inventeur lui-même ou bien par l'octroi de licences à des entreprises bien placées pour garantir le succès de cette exploitation. Il est clair que la protection donnée par la présence du brevet rassure l'entreprise sur la rentabilité de ses propres investissements et détermine souvent le succès.

Encore faut-il que cette protection du monopole soit réelle et efficace. Pour ce faire trois conditions doivent être remplies :

- il faut un brevet valable, c'est-à-dire aux termes même de la loi du 2 janvier 1968, une invention nouvelle, impliquant une activité inventive et susceptible d'une application industrielle.
- il faut avoir la faculté de faire la « police » du brevet, c'est-à-dire de constater la contrefaçon. Si celle-ci peut se constater sur le produit, la chose est simple. S'il s'agit d'un procédé une preuve concrète peut être plus difficile à apporter.
- il faut pouvoir empêcher quiconque qui n'aurait pas l'accord de l'inventeur de copier et d'exploiter l'invention, c'est-à-dire de contrefaire.

C'est ce dernier aspect que nous allons examiner en présentant les sanctions auxquelles s'expose le contrefacteur.

Si, au terme d'un progrès mené victorieusement par le breveté, le contrefacteur se voit condamné, deux types de sanctions peuvent être prises par les tribunaux à son encontre : des sanctions pénales et des sanctions civiles, qui le cas échéant sont cumulables.

Les sanctions pénales

L'article 52 de la loi du 2 janvier 1968 précise que la contrefaçon constitue un délit qui peut être puni d'une amende de 2 000 à 15 000 F. En cas de récidive un emprisonnement de deux à six mois peut être prononcé à l'encontre du contrefacteur.

Les sanctions civiles

Les sanctions civiles ont pour objet essentiel de réparer le préjudice subi par le breveté. Quelles sont ces sanctions ? Elle sont de deux sortes :

- celles qui doivent réparer le préjudice déjà subi par le breveté au moment de la condamnation : les dommages et intérêts, puis la publication.
- celles qui ont pour but d'empêcher la poursuite de la contrefaçon : l'astreinte et la confiscation.

Les dommages et intérêts

Les dommages et intérêts doivent selon un grand principe correspondre au préjudice effectivement subi par le breveté. Or, celui-ci, titulaire d'un monopole sur l'invention, a, en tout cas, droit à « une

redevance » pour l'usage illicite qui a été commis par le contrefacteur. Le calcul de ce dommage s'effectue donc par référence à ce qu'aurait dû être une redevance de licence dans l'hypothèse où le breveté aurait été d'accord pour octroyer un droit d'exploitation à son contrefacteur.

Mais il peut y avoir beaucoup plus si le breveté exploite lui-même son invention ou a déjà un licencié qui est intervenu au procès pour voir également réparé son propre préjudice.

En effet il est évident que le contrefacteur a fait une concurrence illicite au breveté ou à son licencié de sorte que ceux-ci ont subi un manque à gagner : il faut donc leur restituer le bénéfice sur les ventes ainsi manquées.

Il va de soi que l'évaluation pose des problèmes importants et parfois difficiles que les tribunaux confient généralement à des experts. En effet il faut d'abord examiner si effectivement le breveté ou son licencié auraient eu la capacité technique et commerciale pour vendre à la place du contrefacteur. Il faut aussi déterminer si la marge bénéficiaire à considérer est une marge nette ou brute suivant que le breveté aurait eu, ou non, des frais fixes supplémentaires à exposer pour vendre à la place du contrefacteur.

Il faut encore voir si l'objet (ou le procédé) breveté porte sur une partie ou au contraire sur la totalité de ce qui est vendu. A cet égard la jurisprudence admet que si la partie brevetée est une fraction de ce qui est vendu mais est liée au reste de manière à faire un « tout commercial » l'assiette du calcul doit porter sur le tout.

DU CÔTÉ DE L'ANVAR - DU CÔTÉ DE L'ANVAR

La redevance indemnité et le gain manqué par le breveté ou son licencié peuvent correspondre à des sommes importantes susceptibles de faire reculer les contrefacteurs. Néanmoins, le délit de contrefaçon se prescrit par trois ans, c'est-à-dire que les faits antérieurs à trois ans avant le commencement de la procédure ne peuvent être pris en considération.

Enfin le contrefacteur peut aussi être obligé de payer les frais de procès engagés par le breveté.

La publication

C'est la forme moderne de la mise au pilori. Le jugement de condamnation est publié sur des journaux aux frais du contrefacteur. Cette mesure a pour but de réparer le droit moral du breveté mais aussi de signaler à la clientèle le véritable titulaire des droits de l'invention.

L'astreinte

Il s'agit d'obliger le contrefacteur à cesser la contrefaçon dans l'hypothèse où il passerait outre à la condamnation. L'astreinte est une somme fixe qui doit être versée au breveté pour tout fait nouveau de contrefaçon. Son montant est fixé à un niveau assez élevé pour avoir un caractère dissuasif ; elle devra en tout état de cause être supérieure au bénéfice.

La confiscation

L'article 57 de la loi sur les brevets prévoit la confiscation des objets reconnus contrefaits et, le cas échéant, celle des instruments ou ustensiles spécialement destinés à leur fabrication. Généralement ces objets confisqués et les moyens destinés spécialement à leur production sont remis au breveté lui-même.

Cette rapide fresque des sanctions auxquelles s'expose le contrefacteur montre combien le brevet peut être, par la crainte qu'il inspire, un moyen puissant au service de la valorisation de la recherche.

Cependant, il est juste de dire que le contrefacteur n'est pas nécessairement de mauvaise foi. Tout industriel peut avoir un jour la désagréable surprise de constater qu'il empiète sur les droits d'un breveté qu'il ignorait. C'est pourquoi beaucoup de litiges en la matière ne vont pas jusqu'au procès et trouvent une issue dans un arrangement négocié.

Jean-Claude COMBALDIEU
Chef du département des
accords industriels à l'ANVAR
Expert près la cour de cassation

Périodiques du CNRS : mai - septembre 1976

Economie de l'énergie
Revue française de sociologie
Annales de géophysique
Revue Française de sociologie
Archives des sciences physiologiques

N° 3/1976
Vol. XVI : 1975 (suppl.)
Tome 32 : fasc. 1/1976
Vol. XVII : fasc. 1/1976
Vol. 28 : N° 4/1974

Annales de la nutrition
et de l'alimentation
Protistologie
Annales de géophysique
Revue de l'Est

Vol. 28 : N° 5/1976
Tome XII : fasc. 2/1976
Tome 32 : fasc. 1/1976
fasc. 1/1976

Ouvrages parus aux Editions du CNRS : juin - septembre 1976

Mathématiques

- Les méthodes mathématiques de la théorie quantique des champs (colloque international n° 248)

Géologie et paléontologie

- Lesque stratigraphique internationale - Vol. VI - fascicule fin - Australie par M. Fisher
- Carte géologique de l'ouest du Népal au 1:500 000^e et indice par Jean-Marcel Remy
- Microplancton des alpes cristallines du Beauvais (carniers de micropaléontologie n° 2, 1976) par J.C. Foucher

Biologie cellulaire

- Origine et expression de la diversité des anticorps - aspects moléculaires et cellulaires (colloque international n° 253) publié dans les annales d'immunologie

Psychophysiology et psychologie

- Simulation et étude différentielle de la résolution de problèmes par Guy Karmas (monographies françaises de psychologie n° 37)
- L'objet pictural de Malraux à Duchamp par Jean-Pierre Charpy

Biologie animale

- Les grenouilles du sous-genre *psa* du *Necol*, famille ranidae, genre *psa* par Alain Dubois (collection « cahiers népalais » - documents n° 6)

Anthropologie, préhistoire, ethnologie

- Croissance des Algériens de l'enfance à l'âge adulte par Marie-Claude Chemin et Françoise Damoulin
- La préhistoire française. Tome I : Les civilisations paléolithiques et mésolithiques (publié sous la direction de Henry de Lumley) - Tome II : Les civilisations néolithiques et protohistoriques (publié sous la direction de Jean Guilaine)
- Le défilé de l'Anze de Villedieu (Yonne) (IX^e supplément à Gallia-préhistoire) par Claude et Daniel Mordant et Jean-Yves Frépart

Géographie

- Télédétection et environnement tropical (n° 25 des brevets et documents de géographie tropicale du centre d'études de géographie tropicale)
- Les techniques d'analyse granulométrique (fasc. 1 - tome IX des « mémoires et documents » - réimpression par F. Varyer
- Bibliographie géographique internationale - Tome 80 - 1974

Sciences économiques

- Économie et population du sud tunisien par Mamoud Sekiani
- Essai de reconstruction et de généralisation de la théorie pure du commerce international par Antoine Soupeyran

Linguistique générale

- Œuvres de Julien Belin (collection « le chœur des muses » - Les lutrinés)

Études linguistiques et littéraires françaises, langues et civilisations classiques

- Atlas linguistique et ethnographique du centre - Tome II par Pierrette Dutailleur
- Antiquités africaines - Tome IX

Langues et civilisations orientales

- Répertoire analytique des cylindres orientaux par Françoise Gigard. Vol. 1 : Répertoire analytique - Vol. 2 : Code - Vol. 3 : Commentaire
- Les Arabes par leurs archives (XVI^e-XX^e siècles (colloque international n° 255)

Antiquités nationales et histoire médiévale

- Écritures et civilisations par Colette Gint
- Gallia Tome 34, 1976 - fascicule 1

Histoire moderne et contemporaine

- Bibliographie annuelle de l'histoire de France - Tome XXX - 1975
- Tables du journal « Le Temps » - Tome VII

Histoire des sciences

- Sach Camut et Essai de la thermodynamique

Ouvrages parus avec le concours du CNRS : mai - août 1976

Éditeurs

Biologie animale
Société herpétologique
de France

Association d'acridologie

Auteurs

Extrait du bulletin
de la société
zoologique de France

Association
d'acridologie

Titres des ouvrages

Comptes-rendus du XI^e congrès européen d'Herpétologie
(Toulouse, 1 au 6 septembre 1975)

ACRIDA Tome V - fascicule 2

E - BIBLIOGRAPHIE - BIBLIOGRAPHIE - BIBLIOGRA

Thérapeutique expérimentale, pharmacologie

L'expansion scientifique
française
15, rue St-Benoît
75278 Paris Cedex 5

Pathologie Moléculaire
Volume 23

Hémostasie et thrombose - décembre 1978
(supplément)

Anthropologie, préhistoire, ethnologie

Muséum national d'histoire naturelle

Institut d'ethnologie

Archives et documents - Micro-édition

Bibliothèque Américain
Flammarion

Simon Ayache

Racismes Thistorien

Maison neuve-Larousse

Roseline
Doucet-Lesbault

Terre natale - Terre d'exil

Mouton

Dory Camara

Grands de la parole - Essai sur la condition et le rôle des
Griots dans la société Malinké

Sociologie et démographie

Mouton

Jean-Noël Berben

Les hommes et la peste en France et dans les pays européens
et méditerranéens - Tome II - Les hommes face à la peste

Centre français d'études
sociologiques - Nacis

Serge Bonnet

L'homme du fer - Mineurs de fer et ouvriers sidérurgistes -
territoires 1800-1930

E.J. Brill - Leiden

Gilbert
Grand-Guillaume

Reethma - l'évolution d'une Médina

Géographie

Centre de géographie
appliquée

Jean-Pierre Blanc

La bouche du Niger (Mali) - Cartes géomorphologiques
et notes - Petit d'aménagement

Sciences économiques

Librairie Oros

Tihomir
J. Markovitch

Les industries laitières de Colbert à la révolution

Éditions Cujas

Rapports et débats
de la conférence
Paris-Caen
25-27 mai 1971
Publié sous la
direction d'E.M.
Cassan et P. Salin

Les politiques de stabilisation dans des économies
interdépendantes

Éditions Economica

Philippe Aydelot

Dynamique spatiale et développement inégal

Éditions Cujas

René Prud'Homme

Les comptes économiques de ville - Compléments du colloque
tenu à Villeneuve d'Ascq les 24, 25 et 26 mai 1973

Éditions médicales et
universitaires

Béatrice Majum
d'Intignano

Les investissements hospitaliers

Sciences juridiques et politiques

Librairie techniques

Orssées par les soins
de Alerte
Salvator-Véronèse

Typos analytiques et systématiques de la revue internationale
de droit comparé

Éditions A. Pedone

Jean-Louis Balens
Christian Coulon
Jean-Marc Gestel

Autonomie locale et intégration nationale au Sénégal -
Série Afrique Noire - 5

Éditions A. Pedone

Jean-Benoît Marie

La commission des droits de l'homme de l'O.N.U.

Éditions A. Pedone

Jacques Lagrove
Guy Lard
Lise Moulin-Chazel
Jacques Pélard

Les militants politiques dans trois partis français (parti
communiste, parti socialiste, union des démocrates
pour la République)

Faculté de droit et sciences
politiques de Saint-Maur
Université Paris-Val-de-Marne
(Paris XII)

Marguerite
Boulin-Saint
Gérard-Saint
André Vandenberghe

Bibliographie en langue française d'histoire du droit

Linguistique générale

Éditions les belles lettres

Annales littéraires
de l'université
de Besançon

Juan Montalvo en France - Actes du Colloque de Besançon

Seif

Semard Murray
Hagge

La phonie du français chez les trilingues TWI

Seif

Jean Derive

Collecte et traduction des littératures orales - 18

Institut d'études slaves

Paul Gerte

Histoire de l'accumulation - Tome I et II

BIBLIOGRAPHIE - BIBLIOGRAPHIE - BIBLIOGRAPHIE

Etudes linguistiques et littéraires françaises

Librairie Klincksieck

Actes du colloque de Sennbruck 22-24 février 1974 publiés par Bernard Bray, Jochen Schlobach, Jean Varloot

La correspondance littéraire de Grimm et de Meisner (1754-1813)

Librairie Klincksieck

Jean-Claude Bouvier

Les poètes provençaux de la Orlème - Étude de géographie phonétique

Université de Toulouse - le mirail

Dennis Philip Institut d'études méditerranéennes

Belagueres - Bathmale - Bino

Langues et civilisations classiques

Éditions les belles lettres

G. Roux

Deiphetes sur Oreste et ses Oeuvres

Publications de la Sorbonne

Joseph Van Haelst

Catalogue des papyrus littéraires Juifs et Chrétiens

Éditions les belles lettres et Eugène Belin

Introduction, texte et traduction par Maurice Laroche

Les Bacchantes d'Euripide

Langues et civilisations orientales

Publications orientalistes de France

Francine Hérail

Bibliographie des ouvrages récents en langues occidentales concernant le Japon

Éditions E.J. Brill - Leiden

Classées par J.J.P. Kuiper

Toung Pao - Archives concernant l'histoire, les langues, la géographie, l'ethnographie et les arts de l'Asie orientale

Librairie orientale Paul Geuthner

Traduit et traduit par Hamit Umut

Archives royales de Mari - Textes administratifs de l'époque des Sargons - Textes coniformes de Mari - Tome III

Antiquités nationales et histoire médiévale

Éditions les belles lettres

Index par Paul Gauthier

Anne Commenge Alouade

A.M.Q./C.N.R.S.

Louis Grodecki

Les vitraux de Saint-Denis

Librairie Klincksieck

Albert Minot

Chroniques de J. Froissant

Éditions de Boccard

Travaux écrits sous les auspices de la ville de Lyon

Notes d'épigraphie et d'archéologie lyonnaises

Éditions de Boccard

Table ronde tenue à Coimbra (Portugal) les 26-28-27 mars 1975

À propos des céramiques de Coimbra

École française de Rome

Pierre Gassault et Nicole Götteri

Innocent VI (1352-1362) Lettres secrètes et curiales

Histoire moderne et contemporaine

Librairie Klincksieck

Jacques Seibert

Les ateliers de rebailleurs lyonnais aux XVI^e et XVII^e siècles Étude historique et artistique

Presses universitaires de Grenoble

Sous la direction de Jean Sigard

Dictionnaire des journalistes (1600-1789)

Philosophie, épistémologie, histoire des sciences

Librairie philosophique J. Vrin

XVI^e colloque international de Tübingen

Platon et Aristote à la Renaissance

Librairie Klincksieck

Centre de philologie et de littératures romanes

Tome I - Linguistique - philologie - stylistique

Éditions Aubier Montaigne

Édition, traduction et notes par Jean-Louis Vellard-Baron

Tome II - Études littéraires

Éditions Aubier Montaigne

Traduction, présentation, notes par P.J. Labarrière et Gwendoline Jarczyk

HÉGEL - Science de la logique

Histoire moderne et contemporaine

Éditions A. A. J. Picard

Françoise Lehoucq

Le cadre de vie des Médecins parisiens aux XVI^e et XVII^e siècles

BIBLIOGRAPHIE - BIBLIOGRAPHIE - BIBLIOGRAPH

Rectificatif - Dans le précédent numéro (n° 21) trois erreurs se sont glissées :

- Page 77, sous la rubrique « linguistique générale », il faut lire : Editions Jean Faviard - St-Sulpice de Favières, au lieu de : Dunod.

- Page 80, sous la rubrique « anthropologie », Revue Asie du Sud-Est et monde Insulindien, il faut lire : Revue ASEM, bureau 714, Maison des sciences de l'homme, 54, boulevard Raspail, 75006 Paris, au lieu de : Librairie de la Nouvelle Faculté.

- Page 81, sous la rubrique « sciences économiques », Mondes en développement, il faut lire : Institut des sciences mathématiques et économiques appliquées (ISMEA) au lieu de : Editions techniques et économiques.

A New Journal available in January 1977

à paraître en Janvier 1977

NOUVEAU JOURNAL DE CHIMIE

an interdisciplinary journal

copublished by the CNRS (Centre National de la Recherche Scientifique) and Gauthier-Villars

EDITOR - COMITÉ DE RÉDACTION - HERAUSGEBER

J.M. Comte (Orsay) - G. Kahn (Orsay) - L. Salem (Orsay) - J. Comansuene (CNRS)

EDITORIAL BOARD - COMITÉ DE LECTURE - MITHERAUSGEBER - 1977-1981

H. Bartsch (Imperial College)
H. Bessis (Strasbourg)
J.A. Berke (Yale)
J.B. Benisek (Marseille)
M. Boudart (Strasbourg)
J.L. Bruneau (Strasbourg)
S. Brice (Paris)
W.H. Dahlen (Bonn)
P. Day (Oxford)
P. de Razo (London, Ontario)
P. Deslongchamps (Strasbourg)
J. Dupuy (Orsay)
L. Eyring (Lund)
M.A. El-Sayed (UCL)
G. Ertl (Munich)
E.D. Fischer (Munich)
W.H. Flyvare (Oslo)
W. Fukui (Kyoto)

F. Gault (Strasbourg)
L. Ghuys (Lund)
B. Glinberg (Munich)
Z. Grubisic (Warsaw)
K.B. Gily (Cm. Tech.)
M. Green (Oxford)
P. Hagermuller (Strasbourg)
H. Haken (Tübingen)
L. Helling (Lund)
E. Heller (Basel)
G. Herberg (Orsay)
R. Hultman (Cm. Tech.)
J. Janda (Basel)
H. Kagan (Orsay)
M. Karpus (Orsay)
A.M. Kuznetsov (Moscow)
E. Lasker (Orsay)
J.M. Lehn (Strasbourg)

R.U. Lemstra (Strasbourg)
J. Madsen (Strasbourg)
J. Metzger (Marseille)
W.H. Miller (Bonn)
G. Modane (Paris)
C. Moras (Strasbourg)
E. Nardone (Columbia)
D. O'Brien (Strasbourg)
A. Plesch (Bonn)
R. Plesch (Bonn)
R. Plesch (Bonn)
G. Porter (London)
I. Prigogine (Strasbourg)
S. Pullman (Paris)
G. Quinkert (Frankfurt)
A. Raman (Orsay)
J. Riess (Nied)

J.D. Roberts (Cal. Tech.)
R. Rosen (Paris)
C. Ruckenstein (Strasbourg)
J.M. Szwarc (Paris)
K.F. Schaefer (Bonn)
K. Siegel (Columbia)
M. Simons (Munich)
D. Stern (Columbia)
R.L. Turek (Columbia)
R. Ugo (Milan)
A. Valleron (Strasbourg)
R. Weiss (Strasbourg)
G. Wilke (Munich)
G. Williams (Imperial College)
S.B. Wilson (Harvard)
S.B. Woodward (Harvard)

EDITORIAL SECRETARY - SECRÉTAIRE DE RÉDACTION - REDAKTION : Mrs. C. Lombroso

Papers submitted to *Nouveau Journal de Chimie* should contribute by their quality to the development of chemistry as a whole. The papers should be of interest to more than one field of chemistry, and such papers will be given strong priority for publication in the journal. All fields of chemistry will be covered.

It is hoped that in due course the *Nouveau Journal de Chimie* will become the first European journal of chemistry, with European sponsorship and a European Group of Editors. It is also hoped that it will then become part of a national system of European primary publications in chemistry.

Six issues of the *Nouveau Journal de Chimie* will appear in 1977, it is due to become a monthly journal as of January 1st, 1978.

Full research papers and short communications will be considered for publication. The *Nouveau Journal de Chimie* will also publish a page of news items and of letters to the Editors on important topics of special interest to the chemical public. Manuscripts can be submitted in English, French or German. They should be preceded by a short abstract in English.

There is no page charge for publication.

Errors will be noted on rapid publication.

Manuscripts and correspondence should be sent to : *Secrétariat de Rédaction - Nouveau Journal de Chimie*, 88c 490 - Université Paris-Sud - 91405 Orsay (France).

Annual Subscription Rates 1977: France: 170 Francs - Foreign Countries: 300 Francs

Subscription should be sent to *Le Centre des Revues - S.P. 118 - 92104 Montrouix Cedex - France*

Les articles soumis pour publication au *Nouveau Journal de Chimie* doivent contribuer par leur qualité au développement de la chimie dans son ensemble. Ils doivent intéresser plus d'un domaine de la chimie et de tels articles auront une priorité marquée pour la publication dans la revue. Tous les domaines de la chimie seront couverts.

Nous espérons vivement transformer cette publication aussi rapidement que possible en un journal européen de chimie. Nous allons étudier la possibilité que le *Nouveau Journal de Chimie* devienne partie d'un système national de publications complémentaires dans le domaine de la chimie.

Seu número do jornal sairá em 1977. A publicação tornará-se mensal a partir de Janeiro 1978.

O *Nouveau Journal de Chimie* publicará artigos, as comunicações e as cartas dos leitores e das notícias concernentes o conjunto da comunidade.

Os artigos serão redigidos em inglês, francês ou alemão e serão precedidos d'un court résumé en anglais.

Os erros de impressão serão notados e não haverá taxa de publicação.

Os esforços serão feitos para a publicação rápida.

Les manuscrits et la correspondance seront envoyés au *Secrétariat de Rédaction - Nouveau Journal de Chimie*, 88c 490 - Université Paris-Sud - 91405 Orsay

Les demandes d'abonnement doivent être faites à *Le Centre des Revues - S.P. 118 - 92104 Montrouix Cedex - France*

LE COURRIER DU CNRS N° 22 - OCTOBRE 1976 - Directeur de Publication : René Audé

C.P.A.D. 303 - Réalisation ALLPRINT - 8, rue Antoine Chantoin - 75014 Paris

