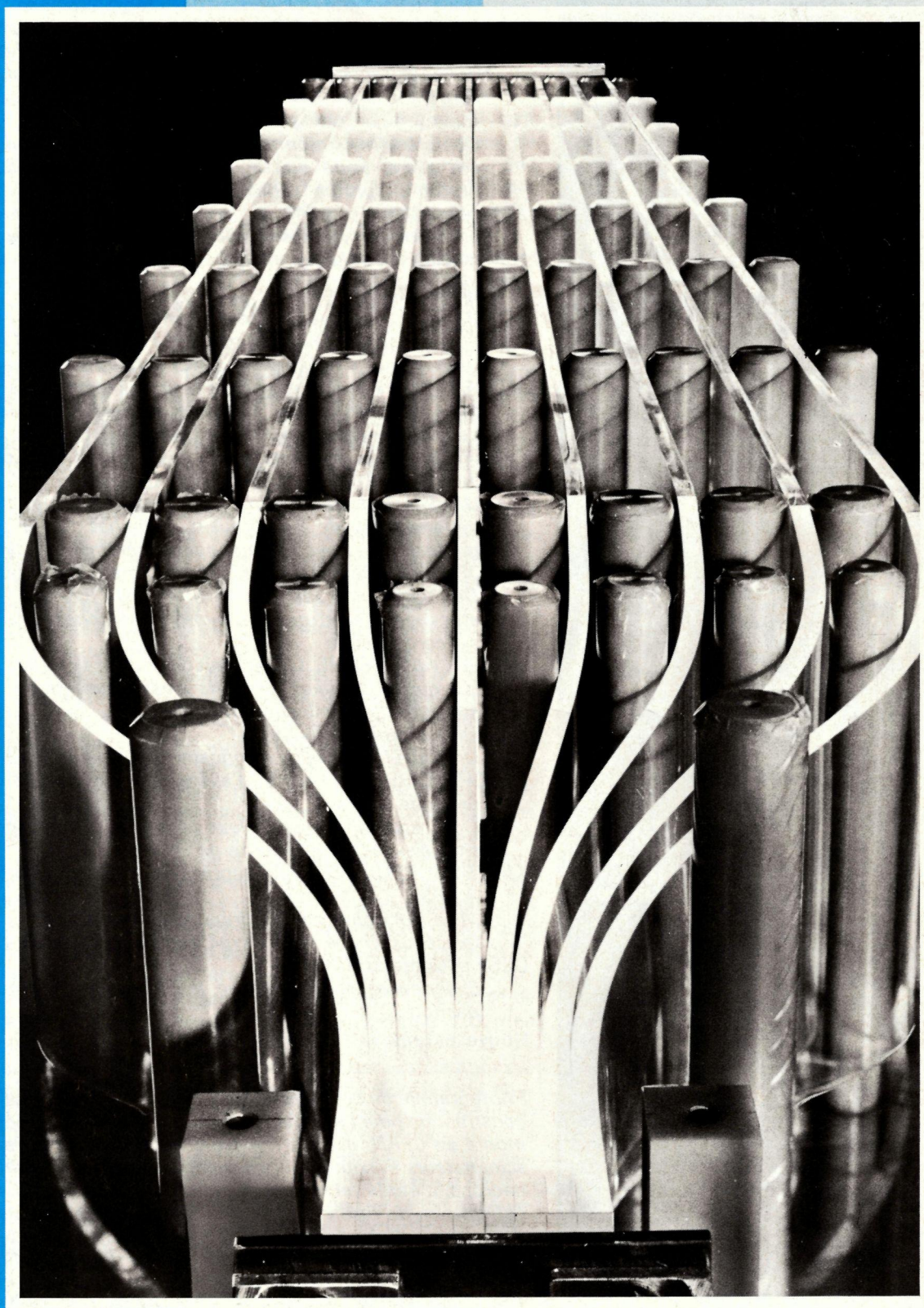




COURRIER CERN, revue de physique des hautes énergies publiée mensuellement en français et en anglais.

Des exemplaires peuvent être obtenus sur demande à :

Allemagne, République fédérale :

I. Schuetz, Mme

DESY, Notkestieg 1, 2 Hamburg 52

Italie :

INFN, Casella Postale 56,

00044 Frascati (Roma)

Royaume-Uni :

Elizabeth Marsh

Rutherford Laboratory, Chilton, Didcot

Oxfordshire OX11 0QX

USA/Canada :

Margaret Pearson

Fermilab, PO Box 500, Batavia

Illinois 60510

Distribution générale :

Marie-Jeanne Blazianu

CERN, 1211 Genève 23, Suisse

Correspondants dans les Laboratoires :

Argonne, Laboratoire national (USA)

Ch.E.W. Ward

Berkeley, Laboratoire Lawrence (USA)

W. Carithers

Brookhaven, Laboratoire national (USA)

P. Wanderer

Cornell, Université (USA)

N. Mistry

Daresbury, Laboratoire (RU)

J. Bailey

DESY, Laboratoire (RFA)

I. Dammann

Fermi, Laboratoire de l'accélérateur national (USA)

R.A. Carrigan

Frascati, Laboratoire national (I)

M. Ghigo

GSI, Société pour l'étude des ions lourds, Darmstadt (RFA)

H. Prange

IEKP, Institut de physique nucléaire expérimentale, Karlsruhe (RFA)

F. Arendt

INFN, Institut national de physique nucléaire (I)

A. Pascolini

IURN, Institut unifié de recherches nucléaires, Doubna (URSS)

V.A. Biryukov

KEK, Laboratoire national (J)

K. Kikuchi

Los Alamos, Laboratoire scientifique (USA)

O.B. van Dyck

Novosibirsk, Institut (URSS)

V. Balakin

Orsay, Laboratoire (F)

J.E. Augustin

Rutherford, Laboratoire (RU)

G. Stapleton

Saclay, Centre d'études nucléaires (F)

A. Zylberstein

SIN Villigen (CH)

G.H. Eaton

Stanford, Centre de l'accélérateur linéaire (USA)

L. Keller

TRIUMF, Laboratoire (Canada)

M.K. Craddock

Rédacteur en chef: Brian Southworth

Rédacteur: Henri-Luc Felder

Annonces: Micheline Falcicola

Imprimé par: Ets Cherix et Filanosa SA, 1260 Nyon, Suisse

Merrill Printing Company
765 North York, Hinsdale,
Illinois 60521, (USA)

Publié par: Organisation européenne pour la recherche nucléaire
CERN, 1211 Genève 23,
Suisse
Tél. (022) 8341 03
Télex 23698

Sommaire

Prévisions des théories de jauge et désintégration du muon	51
<i>Les fructueuses théories de jauge donnent naissance à de nouvelles prédictions qui peuvent être soumises à l'expérience; les premières données recueillies au SIN sur la désintégration des muons concordent avec une de ces prédictions</i>	
La technique de refroidissement de Novosibirsk	52
<i>Complément d'information sur la nouvelle technique d'accélérateur qui ouvre, entre autres, la perspective de collisions de faisceaux proton-antiproton de haute énergie</i>	
25 ^e anniversaire de l'INFN	55
<i>Le point sur les réalisations et les projets de l'«Istituto Nazionale di Fisica Nucleare» (Italie)</i>	
Nouvelles des Laboratoires	
STANFORD: Un exposé pour tous les intéressés	57
<i>Le professeur Panofsky analyse l'activité du SLAC qui a reçu des propositions d'expériences avec l'anneau de stockage PEP</i>	
RUTHERFORD: Filtre polarisé pour neutrons thermiques	58
<i>Mise au point d'une nouvelle technique de production de faisceaux polarisés de neutrons de faible énergie</i>	
CERN: Détection de particules neutres avec des chambres à haute densité / Derniers préparatifs pour Omicron	59
<i>Un détecteur de rayonnement neutre offre des possibilités d'applications dans de nombreuses branches de la physique et de la médecine — Spectromètre pour expériences au synchro-cyclotron</i>	
NOVOSIBIRSK: Recherche sur le rayonnement synchrotronique	63
<i>De nombreux instituts soviétiques utilisent des anneaux de stockage d'électrons pour des recherches avec le rayonnement synchrotronique</i>	
HÆFELY/KARLSRUHE: Générateur de neutrons rapides	64
<i>Un nouvel appareil produira des faisceaux de neutrons destinés surtout à des applications médicales</i>	
Explorateur tomographique	
<i>Un nouvel appareil de diagnostic médical à sondes isotopiques</i>	
LABORATOIRE FERMI: Etat d'avancement du laboratoire des faisceaux de haute intensité	66
<i>Construction d'un complexe pour expériences acceptant des intensités élevées et une énergie de 1000 GeV</i>	
KARLSRUHE: Quadrupôles supraconducteurs pour une expérience avec le SPS	66
<i>Mise au point de quadrupôles à court foyer pour une ligne de faisceaux d'hypérons au synchrotron à protons de 400 GeV du CERN</i>	
DESY: Résultats de Doris	67
<i>Expériences récentes avec les anneaux de stockage d'électrons-positons</i>	
Nouvelles brèves	68

Photographie de couverture: Un des guides-lumière à scintillateurs de 3,4 m en construction pour l'expérience de la collaboration européenne du muon, qui sera monté au CERN, dans le hall Nord du SPS. Il comprend neuf plaques de scintillateurs Plexipop mis au point au CERN et destinées à la détection des hadrons. L'étude technique et la fabrication sont réalisées sous la direction du Laboratoire de Rutherford et de l'Université de Lancaster. D'autres unités comprenant six plaques seront utilisées dans les détecteurs d'électrons/photons. Ils seront montés en groupes, 40 pour la détection des hadrons et 40 pour la détection des électrons/photons, dans un calorimètre de 128 t. (Photo Rutherford)

Prévisions des théories de jauge et désintégration du muon

Dans sa conférence présentée lors de la réunion de la Société américaine de physique, à Chicago, en février, à l'occasion de la remise du Prix Dannie Heinemann de Physique mathématique pour l'année 1977, Steve Weinberg a passé en revue les théories de champs de jauge et leurs implications expérimentales dans diverses régions d'énergie. L'une de ces implications concernant la désintégration du muon a beaucoup retenu l'attention depuis la publication de résultats préliminaires obtenus à l'Institut suisse de physique nucléaire, semblant indiquer que de telles désintégrations ont été observées pour la première fois.

Les théories de jauge résultent des travaux de Weinberg et Abdus Salam, effectués en 1967 et 1968; elles expliquent un grand nombre des caractéristiques observées pour le comportement des particules. Leurs équations fondamentales ont une forme identique pour les interactions faibles et électromagnétiques, de sorte que ces deux types de comportement des particules, apparemment dissemblables, peuvent être expliqués maintenant de la même manière. Les théories ont été renormalisées en 1971 à la suite des travaux de Gérard 't Hooft, Ben Lee et al., et elles ont été étendues en tentant d'y inclure également les interactions fortes.

Elles ont connu un très grand succès dans l'explication des découvertes intervenues récemment: d'abord, l'observation du type à courant neutre de l'interaction faible (au CERN, en 1973), puis la «nouvelle physique» résultant de la découverte de J/ψ à Brookhaven et à Stanford, à la fin de 1974.

Les théories prédisent ce qui devrait être trouvé lorsque des énergies plus élevées seront disponibles. Par exemple, elles établissent les masses des porteurs de la force faible, les bosons vecteurs intermédiaires dont le type chargé, W , aurait une masse de 65 GeV, au lieu d'environ 80 GeV pour le type neutre, Z . La recherche de ces particules est l'une des principales motivations pour la construction d'installations fournissant des énergies plus élevées, telles que des faisceaux en collision proton-antiproton,

qui sont actuellement envisagées. Les théories postulent également l'existence d'un groupe de particules scalaires, dans une région de masse analogue, qui avaient été considérées par Peter Higgs en 1964 et qui sont habituellement appelées bosons de Higgs. Il s'agit d'un prolongement des travaux de Y. Nambu qui en 1960 a fait passer la brisure spontanée de la symétrie du domaine des statistiques à celui de la physique des particules, et des travaux ultérieurs de Jeffrey Goldstone (avec Salam et Weinberg) qui a prévu l'existence de particules sans masse appelées «bosons de Goldstone». Ces bosons n'ont pas encore été observés et Higgs a montré qu'ils ne découleraient pas des idées de Nambu si on utilisait une théorie de jauge et s'il intervenait des particules à spin entier, c'est-à-dire des bosons conjecturés par Higgs et responsables de la brisure spontanée de la symétrie.

Si les bosons de Higgs existent, ils doivent affecter le comportement des particules à toutes les énergies. Toutefois leurs interactions prévues sont encore plus faibles que les interactions faibles normales. Les effets ne seraient observables qu'à très faible échelle et seraient habituellement masqués par les autres interactions plus fortes.

Dans les régions d'énergie actuellement disponibles, trois phénomènes semblent corroborer l'hypothèse des bosons de Higgs. Le premier a été observé à Brookhaven en 1964; il s'agit de la violation de la symétrie charge-parité dans la désintégration du kaon neutre en deux pions. Le niveau (près d'un sur mille) auquel se produit cette brisure de la symétrie peut être expliqué comme étant dû à l'échange de bosons de Higgs (comme T.D. Lee l'avait initialement montré).

Le second phénomène est l'existence d'un moment dipolaire du neutron, c'est-à-dire l'écart de la distribution de la charge électrique dans le neutron par rapport à la symétrie parfaite, qui se situe au niveau d'environ 10^{-24} (comme Ben Lee l'a fait observer en premier). Les expériences effectuées jusqu'à maintenant viennent juste d'atteindre ce niveau de précision mais elles n'ont pas encore révélé

l'existence d'un moment dipolaire. Une expérience actuellement en cours à l'Institut Laue-Langevin de Grenoble pourrait offrir une précision suffisante pour que cet effet soit observé pour la première fois.

Le troisième phénomène est la violation de la conservation du muon. J. D. Bjorken et Steve Weinberg ont calculé que cette brisure pourrait se produire au niveau 10^{-8} (bien que les hypothèses introduites dans les calculs puissent diminuer cette valeur d'un ordre de grandeur). Jusqu'à maintenant le comportement observé des leptons a permis de les classer en deux catégories: «électronique» (l'électron et le neutrino d'électron) ou «muonique» (le muon et le neutrino de muon). S'il y a conservation du muon, celui-ci doit toujours se désintégrer en donnant un neutrino de muon, mais jamais en un électron et un gamma.

Une expérience effectuée au SIN tente d'établir une nouvelle limite inférieure pour l'observation de cette désintégration:

muon $\rightarrow$ électron + gamma

Utilisant l'excellent faisceau de muons disponible auprès du cyclotron de 590 MeV qui fournit 5×10^5 muons positifs à l'arrêt, par seconde, les expérimentateurs ont recherché cette désintégration en employant un détecteur à l'iodure de sodium, de $16 \times 16 \times 24 \text{ cm}^3$, pour détecter les gammas. Les résultats préliminaires semblent mettre en évidence plusieurs événements violant la conservation du muon au niveau de quelques 10^{-8} , proche de la prévision fournie par le calcul basé sur l'existence des bosons de Higgs. L'expérience se poursuit au SIN, avec un système de détection amélioré. Une équipe du cyclotron TRIUMF recherche, elle aussi, cette désintégration. Au moment où nous écrivons ces lignes, on n'a pas encore enregistré d'événement se situant au-dessous du niveau des données du SIN.

Même si la désintégration «interdite» du muon n'apparaît pas au niveau de précision assuré par ces expériences, Steve Weinberg a suffisamment confiance dans les bosons de Higgs pour être persuadé que cette désintégration sera observée un jour.

La technique de refroidissement de Novosibirsk

Vue partielle de l'anneau de stockage NAP-M à l'Institut de physique nucléaire de Novosibirsk dans lequel ont été effectuées les expériences de refroidissement par électrons. La section droite de refroidissement dans laquelle protons et électrons circulent de concert se situe à l'extrémité arrière de l'anneau (les éléments diédriques dévient les électrons vers l'intérieur et vers l'extérieur).

(Photo Novosibirsk)

Dans notre numéro de décembre, nous avons évoqué les nouvelles techniques d'accélération avec refroidissement du faisceau qui peuvent apparaître comme le plus important progrès de la technologie des accélérateurs pour de nombreuses années. Ces techniques se présentent sous deux aspects : refroidissement par électrons à Novosibirsk et refroidissement stochastique au CERN. Nous avons recueilli quelques renseignements supplémentaires sur les travaux de l'équipe de chercheurs de Novosibirsk.

L'idée du refroidissement par électrons a été pour la première fois proposée par Gersh Budker lors de la réunion de Saclay, sur les anneaux de stockage, en 1966. Il étudiait des procédures d'obtention de faisceaux intenses d'antiprotons pour un projet de collision de faisceaux proton-antiproton à 25 GeV, appelé VAPP-NAP. On peut produire un flux raisonnable d'antiprotons à partir d'une cible bombardée par un faisceau de protons d'énergie suffisamment élevée, mais les antiprotons émergents ont des im-

pulsions distribuées sur une large gamme. Une tentative de confinement d'antiprotons dans un anneau d'accélérateur ne permettrait d'en accélérer qu'une faible proportion car la machine ne serait accordée correctement que pour une petite plage d'impulsions.

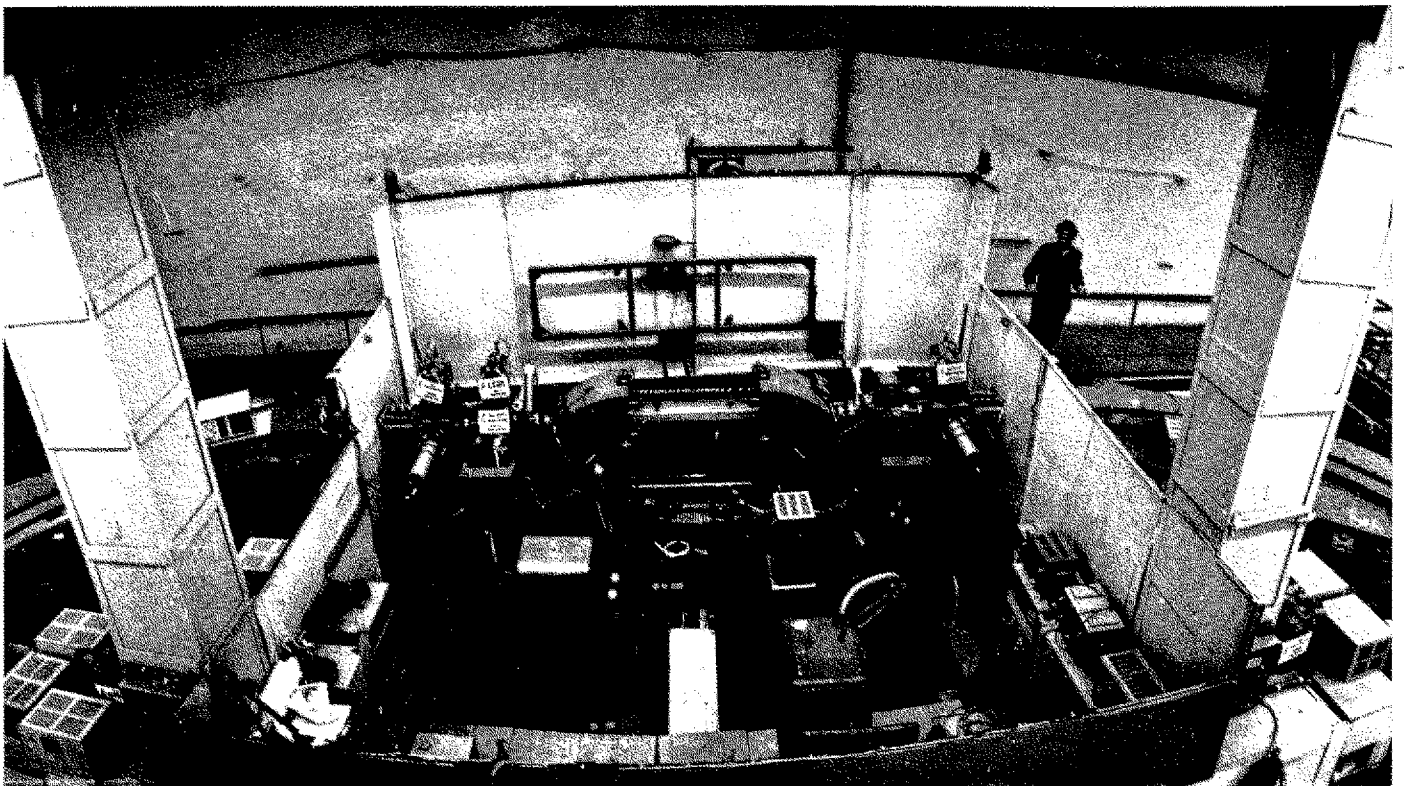
Toutefois, si l'on pouvait regrouper les impulsions des antiprotons autour d'une certaine valeur, l'accélérateur ou l'anneau de stockage pourrait accepter et conserver une plus forte proportion du flux initial, et il serait possible de créer des faisceaux d'antiprotons d'intensité élevée.

L'idée de Budker est de former un faisceau d'électrons accompagnant le faisceau d'antiprotons, circulant dans la même direction et à la même vitesse. Etant donné que les deux types de particules s'entrechoquent, il se produit un échange d'énergie entre elles; si le faisceau d'électrons présente une très faible dispersion en impulsion, cet échange entraîne une réduction de cette dispersion pour les antiprotons. Subissant peut-être l'influence de l'en-

vironnement sibérien, cette technique a été baptisée «refroidissement par électrons». Les électrons refroidissent le «gaz chaud» de particules plus lourdes en absorbant l'énergie excédentaire. La procédure rappelle le mélange de gaz à des températures différentes, conduisant à une température d'équilibre, à ceci près que, dans le système de refroidissement, le gaz d'électrons est extrait et constamment réinjecté à la température souhaitée.

Des expériences ont commencé en 1974 avec un petit anneau de stockage appelé NAP-M (NAP est l'abréviation pour «anneau de stockage d'antiprotons» et M pour «modèle»). La machine est de forme carrée, avec des coins arrondis. Son périmètre est de 47 m et les quatre sections droites ont chacune 7,1 m de long. A la suite d'améliorations ultérieures (achevées en janvier 1976), les champs magnétiques sont maintenant stables à mieux de 10^{-5} près, le vide est meilleur que 5×10^{-10} torr et l'ensemble de l'installation est commandé par ordinateur.

L'une des sections droites est uti-





Des membres de l'équipe de Novosibirsk, fiers de présenter leurs premiers résultats positifs d'une expérience concernant le refroidissement par électrons, effectuée en juin 1974. De gauche à droite: I.N. Meshkov, B.N. Sukhina, D.V. Pastrokov, V. Ponomarenko, V.V. Parchomchuk et N.S. Dikansky. G.I. Budker, A.F. Buluchev, Ya S. Derbenev, V.I. Kononov, V.I. Kydelainen, R.A. Salimov et A.N. Skinsky ont également participé aux expériences.

(Photo Novosibirsk)

lisée pour l'injection d'un faisceau de protons fourni par une machine électrostatique de 1,5 MeV. Le faisceau injecté a une intensité d'environ 0,5 mA par giclée durant 4 μ s; ces impulsions sont stockées de manière à créer un faisceau de protons en orbite dont l'intensité peut atteindre 100 μ A. Une seconde section droite est équipée du système d'accélération HF. Elle permet d'augmenter l'énergie des protons jusqu'à 150 MeV, en 30 s. En fait, la plupart des expériences ont été effectuées à plus basse énergie (65-85 MeV).

Une troisième section droite est utilisée pour l'observation du faisceau. Les dimensions du faisceau de protons sont mesurées à l'aide de trois techniques. Des sondes d'ouverture peuvent être déplacées à travers le faisceau à faible vitesse et des compteurs à scintillation peuvent détecter des protons diffusés sous petit angle sur le bord de la sonde. Une méthode non destructive assez analogue consiste à déplacer rapidement un mince filament de quartz (2-3 μ m) à travers le faisceau et à détecter les protons diffusés. Une troisième méthode prévoit de lancer un jet de vapeur de magnésium à travers l'ouverture de l'enceinte à vide, avec détection et localisation de l'ionisation électronique apparaissant dans la zone irradiée par le faisceau de protons.

Une autre méthode d'observation du faisceau est mise en oeuvre sur les quatre sections droites, le long desquelles le refroidissement est appliqué. Les protons et les électrons peuvent s'associer pour fournir des atomes neutres qui, naturellement, ne sont pas déviés par les champs magnétiques et

qui émergent dans la direction du faisceau de protons sous la forme d'un faisceau d'atomes neutres rapides très bien collimaté (produisant par exemple une tache de moins d'un millimètre de diamètre à quelque 10 m de la section de refroidissement). Ce long bras de levier en fait une méthode sensible pour la mesure des dimensions du faisceau de protons.

L'installation de refroidissement par électrons est équipée d'un canon à électrons capable de fournir des faisceaux d'électrons dont l'énergie atteint 100 keV, avec des intensités allant jusqu'à 1 A. Pour la plupart des expériences, avec des faisceaux de protons de 85 MeV, le canon est exploité à 45 keV avec des intensités proches de 0,8 A. Les électrons déviés sont injectés dans une section droite de l'anneau de stockage et ils y circulent avec les protons sur une longueur de refroidissement d'un mètre. Ils sont alors à nouveau déviés pour être extraits et collectés de sorte que le flux revient au canon. Dans la section droite, un champ solénoïdal contraint les électrons à effectuer de petites spirales autour des lignes de forces longitudinales. Ce champ est stable à mieux que 5×10^{-4} près, et l'énergie des électrons est stable à mieux que 5×10^{-5} près. Cette énergie doit être réglée afin que la différence de vitesse entre les protons et les électrons soit inférieure à 1×10^{-3} avant le refroidissement. Toutefois, le processus d'accordage reste simple: on ajuste l'énergie jusqu'à ce que le refroidissement se manifeste.

Le principal résultat des expériences de refroidissement est le suivant. Un

faisceau de protons de 85 MeV, d'intensité comprise entre 20 et 100 μ A, peut être refroidi par un faisceau de 0,8 A d'électrons de 45 keV en 80 ms, avec obtention d'un diamètre de 0,5 mm, à l'équilibre. Dans le faisceau de protons, la dispersion en énergie est réduite à moins de 10^{-5} et la dispersion angulaire est inférieure à 5×10^{-5} (résultats indiqués par A.N. Skinsky à la Conférence de Tbilissi, en juin 1976).

Les expériences ont étudié la variation de l'effet de refroidissement et de la vitesse de refroidissement lors de modifications des paramètres. Les résultats relatifs à l'amortissement des oscillations bétatroniques, à l'amortissement longitudinal (ou à la dispersion en énergie), aux conditions à l'équilibre pour le faisceau de protons ainsi qu'à sa durée de vie (multipliée par un facteur supérieur à cinq) sont exposés dans la revue «Particle Accelerators», vol. 7, no 4, 1976.

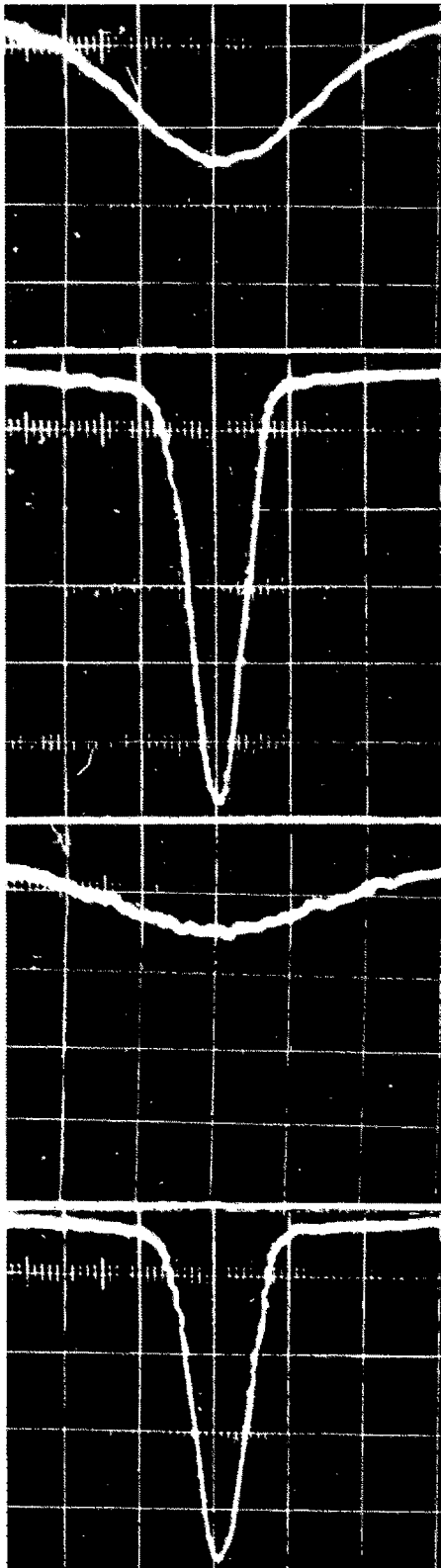
Dans les récentes mesures, la valeur élevée de la vitesse de refroidissement a beaucoup surpris car ce phénomène est beaucoup plus rapide que le laissaient prévoir les équations décrivant son mécanisme. La théorie, assez complexe, a été réétudiée par Ya. S. Derbenev et A.N. Skinsky, introduisant l'influence du champ magnétique longitudinal élevé. Cette révision reste à tester.

Au cours des expériences, l'équipe de Novosibirsk a pu également réaliser une manipulation de physique des accélérateurs qui était évoquée depuis longtemps. En augmentant lentement l'énergie du faisceau d'électrons, et en augmentant par paliers les champs des aimants de courbure, il a été possible d'accélérer le faisceau de protons à l'aide du faisceau d'électrons. Ainsi, l'énergie du faisceau de protons a pu être portée de 65 à 85 MeV en 200 s, ce qui correspond à un gain d'énergie de 0,3 eV par tour, sans perte appréciable de particules.

L'intérêt que l'on porte aux techniques de refroidissement est surtout lié aux possibilités de production de faisceaux d'antiprotons de haute énergie ayant des intensités beaucoup plus

Signaux du détecteur d'observation de faisceau par jet de magnésium montrant la distribution verticale des protons du faisceau en orbite dans le NAP-M. L'échelle représente 1 mm par graduation. La trace du haut correspond au faisceau accéléré. La deuxième trace montre que le faisceau se rétrécit tandis que sa densité augmente lorsqu'on met en route le système de refroidissement par électrons (en l'occurrence des électrons de 100 mA). Le faisceau de protons atteint rapidement une dimension d'équilibre d'environ 0,8 mm. Dans la troisième trace, le faisceau de protons a été laissé en orbite pendant environ 2 minutes après l'accélération: sa dispersion est plus grande

que dans la trace du haut. Dans la trace du bas, le système de refroidissement est remis en route et on observe des caractéristiques similaires de faisceau «refroidi».



élevées que celles qui étaient concevables jusqu'alors. Des interactions proton-antiproton à des énergies de plusieurs centaines de GeV ne sauraient manquer de nous faire découvrir de nouveaux phénomènes, et les théories actuelles prévoient que de nombreux événements, encore inobservés, interviendront dans la gamme des énergies d'interaction devenues ainsi disponibles. Des collisions proton-antiproton semblent également offrir une voie comparativement peu coûteuse pour accéder à ces nouveaux domaines de la physique, étant donné que les deux faisceaux pourraient être accélérés dans le même anneau (analogue à un anneau électrons-positons désormais bien classique), alors que le CERN et le Laboratoire Fermi disposent tous les deux d'un anneau de plusieurs centaines de GeV «bon pour le service».

Au CERN une expérience initiale de refroidissement a été autorisée. Elle utilisera l'anneau magnétique de l'expérience g-2 qui sera reconstruit dans le hall qui abritait Gargamelle avant son transfert sur les faisceaux du SPS. Quatre sections droites de 7,5 m seront introduites. Les protons seront fournis par le PS. L'anneau permettra d'étudier le refroidissement stochastique du faisceau de protons avec des impulsions d'environ 2 GeV/c, et le refroidissement par électrons avec des impulsions proches de 0,3 - 0,45 GeV/c (énergies de 50-100 MeV). On pense que l'expérience pourra démarrer à la fin de cette année.

Le Laboratoire Fermi doit construire un anneau au sud-ouest du synchrotron injecteur de 8 GeV, afin d'essayer le refroidissement par électrons. L'anneau pourrait être employé en cet endroit pour le refroidissement d'antiprotons, mais il est également conçu pour permettre une reconfiguration avec installation dans l'anneau de ce synchrotron si le système de manipulation des antiprotons l'exige. L'anneau de refroidissement a une circonférence de 140 m, avec une section droite de 5 m. Il stockera des protons de 200 MeV fournis par le linac, alors qu'un canon à klystron de 110 keV (qui est un modèle dérivé du type utilisé sur

l'anneau de stockage SPEAR à Stanford), produira un faisceau d'électrons d'intensité atteignant 20 A. Il est prévu d'achever pour la fin de l'été la construction du canon à électrons et des aimants.

En Union soviétique, l'équipe de Novosibirsk a étudié la possibilité d'appliquer le refroidissement par électrons dans une installation antiproton du projet UNK (2-5 TeV) actuellement proposé. Les dispositifs de refroidissement devraient permettre d'atteindre des luminosités de l'ordre de $10^{31} \text{ cm}^{-2} \text{ s}^{-1}$ pour des faisceaux en collision proton-antiproton de 2×1000 GeV. D'autres applications de la technique du refroidissement subsistent. Elles mériteront une certaine attention au cours des années à venir.

Pour résumer l'intérêt que suscite la technique du refroidissement par électrons et les possibilités qui en découlent pour les faisceaux en collision proton-antiproton, nous ne saurions mieux faire que citer une des phrases incisives de Bob Wilson, directeur du Laboratoire Fermi: «Si nous, physiciens, sommes suffisamment habiles et réussissons à obtenir des faisceaux en collision, notre esprit par contre restera impuissant face à la manne de résultats obtenus...».

25^e anniversaire de l'INFN

Le présent article a été rédigé à partir des informations fournies par Alessandro Pascolini, le correspondant du COURRIER CERN à l'INFN.

L'Istituto Nazionale di Fisica Nucleare (INFN), en Italie, célèbre son 25^e anniversaire. Une cérémonie s'est tenue à Rome le 15 décembre 1976 au Campidoglio en auguste compagnie : Giovanni Leone (président de la République italienne), F.M. Malfatti (ministre de l'Enseignement), M. Pedini (ministre pour la coordination des recherches scientifiques et technologiques), l'adjoint au maire de Rome, des membres du Parlement, d'autres institutions d'Etat et du corps diplomatique.

Au cours de la cérémonie, Claudio Villi, ancien président de l'INFN (de 1970 à 1975) a rappelé le travail de l'INFN, qui s'est renforcé tant en Italie qu'à l'extérieur, ainsi que son rôle en tant que principale organisation de recherche nationale. Il a mis en lumière les perspectives de la recherche ac-

tuelle dans le domaine de la physique nucléaire et des particules, son incidence sur la culture et ses retombées dans de nombreux autres domaines de la recherche et la technologie.

Dans sa réponse, le ministre de l'Enseignement a souligné l'importance de la politique scientifique de l'INFN qui relève des universités italiennes et leur permet de participer au plus haut niveau aux recherches de physique nucléaire et des particules. Il a assuré que le Gouvernement continuerait d'aider le développement de cette recherche, et les travaux de l'INFN en particulier.

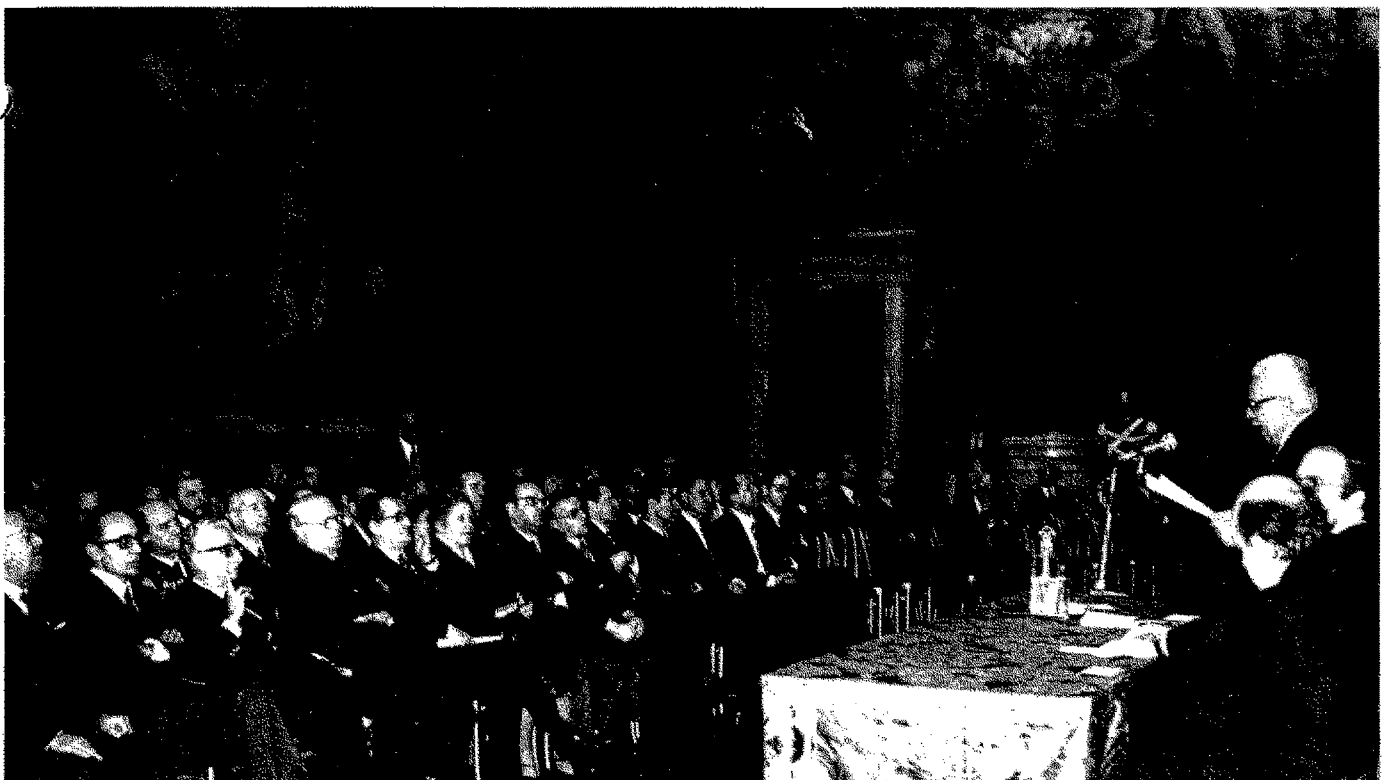
L'INFN a été constitué en 1951 dans le cadre du Conseil italien de la recherche nationale, avec pour mission d'encourager, de coordonner et d'effectuer des recherches expérimentales et théoriques dans le domaine de la physique nucléaire fondamentale, lorsque les groupes universitaires pris isolément n'ont plus été en mesure de faire face à la complexité croissante, tant sur le plan technique que sur celui de l'organisation, de l'expérimentation

Claudio Villi, ancien président de l'INFN, pendant son allocution lors de la cérémonie officielle marquant le 25^e anniversaire de l'INFN dans le cadre magnifique du Campidoglio de Rome. Au premier rang de l'assistance — troisième à partir de la gauche — on reconnaît le président de la République italienne, Giovanni Leone.

(Photo International Press)

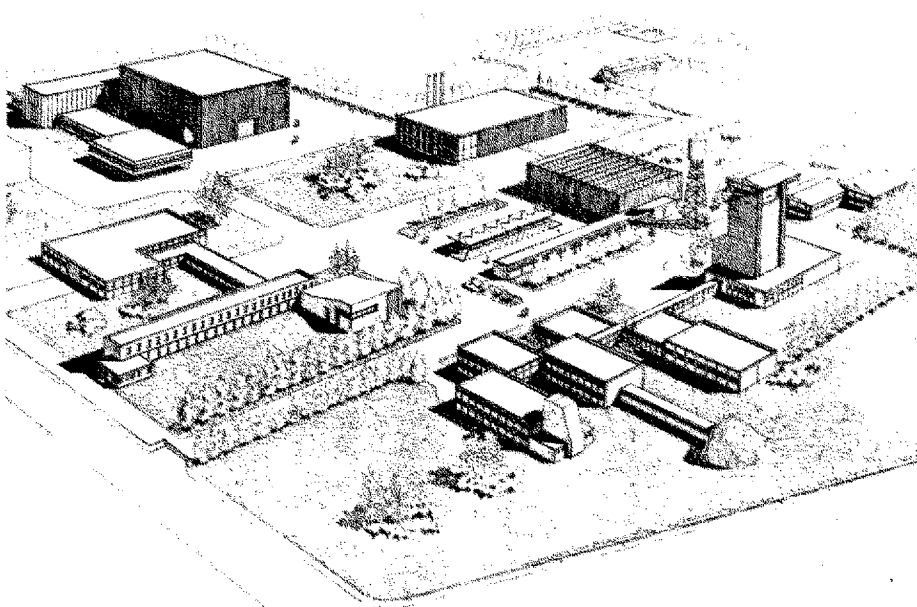
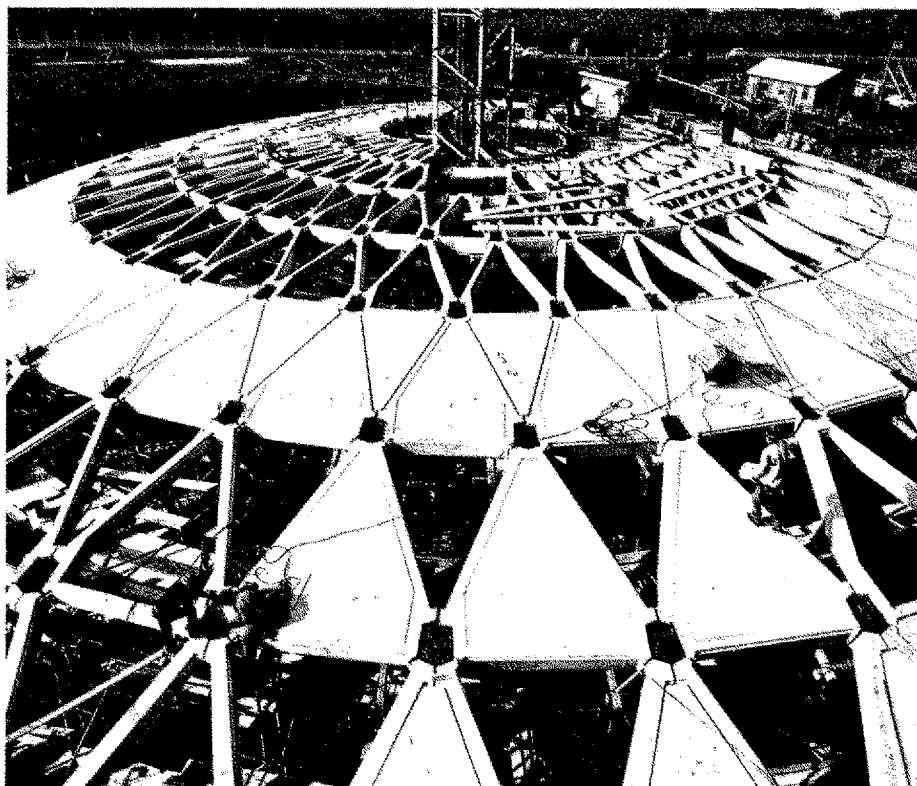
dans ce domaine. Le premier président a été Gilberto Bernardini et c'est sous sa présidence que le Laboratoire national de Frascati (LNF) a été fondé et équipé d'un synchrotron à électrons de 1 GeV.

Au cours du mandat du deuxième président, Edoardo Amaldi (1960-1965), les groupes de l'INFN ont intensifié leurs activités au CERN et ont commencé la construction, au LNF, des anneaux de stockage à intersections électron-positon connus sous le nom d'Adone. Le troisième président a été Giorgio Salvini (1966-1969). En 1967, l'INFN est devenu un Institut de droit public en Italie et a acquis son autonomie par rapport au Comité national pour l'énergie nucléaire (CNEN) auquel il était précédemment incorporé. Le LNF est cependant resté à l'intérieur du CNEN. Au cours de cette même période, les Laboratoires nationaux de Legnaro (LNL Padoue) ont été institués pour la recherche de physique nucléaire dans le cadre d'un accord avec l'Université de Padoue et ont commencé des expériences à Adone.



Photographie prise en 1966 pendant la construction du vaste dôme qui recouvre le bâtiment abritant l'anneau de stockage d'électrons-positons, Adone, à Frascati. Adone a été au cours des dernières années l'un des principaux instruments nationaux de l'INFN.
(Photo CNEN)

Maquette des Laboratori Nazionali di Legnaro à Padoue, un des centres de recherche de l'INFN. Les bâtiments de droite sont déjà occupés et le grand hall, en haut à gauche, abritera un tandem Van de Graaff à ions lourds de 32 MV dont la réalisation entre dans le cadre de l'actuel plan quinquennal de l'INFN.



Au cours des six dernières années, sous la présidence de Claudio Villi, l'INFN s'est vu accorder une complète autonomie et a été pleinement reconnu comme l'organisme public italien chargé de la recherche dans le domaine de la physique nucléaire fondamentale, tant en Italie qu'à l'extérieur. En particulier, l'INFN encourage, coordonne et finance les activités de recherche italiennes menées au CERN.

En 1974, la Commission interministérielle pour la planification économique (CIPE) a décidé de transférer le LNF du CNEN au INFN et approuvé le programme 1974-1978 de l'INFN qui contient des dispositions pour la participation italienne à des expériences au super synchrotron à protons de 400 GeV du CERN (le SPS) et pour la mise au point des installations suivantes : un tandem de 32 MV pour des faisceaux d'ions lourds au LNL, un tandem de 12 MV au nouveau Laboratoire du Sud à Catania, et un faisceau de particules gamma monochromatique polarisé au LNF qui sera produit par l'interaction d'un faisceau laser avec le faisceau d'électrons à Adone.

A l'heure actuelle, l'INFN dispose de dix ensembles de recherche : le Centre national pour l'analyse de photographes (CNAF, Bologne), les deux laboratoires nationaux de Frascati et Legnaro et quatorze sections dans les instituts de physique aux Universités de Turin, Gênes, Milan, Pavie, Padoue, Trieste, Bologne, Florence, Pise, Rome, Naples, Bari, Catania et l'Istituto Superiore di Sanità à Rome.

Les groupes de recherche de l'Université de Messine, de l'Institut polytechnique et de l'École normale sont associés respectivement à la section de Catania, de Turin et de Pise.

Le centre d'activité de l'INFN est à Frascati. L'organe chargé de prendre les décisions est un Conseil composé des directeurs des ensembles de recherche et de représentants du CNR, du CNEN, du personnel et des ministères de tutelle. Le Conseil nomme un bureau exécutif de quatre membres qui collaborent avec le président de l'INFN. Le président est nommé par le gouvernement italien sur avis du Conseil, lequel reçoit lui-même les avis

Nouvelles des Laboratoires

de cinq commissions consultatives (une pour chacun des secteurs de recherche) dont les membres sont élus par les chercheurs.

Le système des sections permet à l'INFN de collaborer le plus étroitement possible avec les universités, d'apporter une contribution importante aux développements de la recherche en physique fondamentale au sein des divers instituts de physique et de favoriser l'enseignement de la physique et plus particulièrement la physique nucléaire fondamentale.

Les crédits directs attribués par le gouvernement italien pour les activités de recherche coordonnées par l'INFN (y compris la contribution au CERN) sont passés de 14,8 milliards de liras en 1970 à 37 milliards de liras en 1976 et s'élèveront à 51 milliards de liras pour 1977.

Actuellement présidé par Alberto Gigli Berzolari, l'INFN commence à élaborer son prochain programme de cinq ans (1979-1983) qui aura pour objectif de contribuer, comme les programmes précédents, au développement économique et culturel de l'Italie.

STANFORD Un exposé pour tous les intéressés

Le 19 janvier, le professeur Panofsky a présenté son rapport habituel au personnel du Centre de l'accélérateur linéaire de Stanford (SLAC). Les informations ci-après sont empruntées en grande partie à cet exposé; il s'y ajoute des renseignements complémentaires sur les propositions d'expériences avec PEP.

La proposition de budget du président Ford pour l'année civile 1978, commençant le 1^{er} octobre (il est souhaité que cette date reste en vigueur sous la nouvelle administration américaine) prévoit une augmentation de 12 % du budget du SLAC par rapport à 1977, dont la majeure partie se trouvera engloutie par les effets de l'inflation, anormalement lourds cette année (environ 10 %) du fait du doublement envisagé de la facture d'énergie électrique. Il restera toutefois une amélioration du budget de quelques pourcents, inversant ainsi la tendance observée au cours des dernières années. La croissance du budget permettra une modeste extension du programme expérimental.

L'anneau de stockage à électrons-positons de 4 GeV (SPEAR) sera utilisé dans une nouvelle série d'expériences en vue d'une étude plus détaillée de la «nouvelle physique» qui se développe depuis la découverte des particules ψ . A la fin de 1976, l'expérience «boule de fer» a été retirée de la zone d'intersection est, et remplacée par l'expérience «DELCO» (voir numéro d'octobre 1976). Le célèbre détecteur, Mark I, qui a permis de découvrir le ψ sera remplacé par un modèle amélioré (Mark II) au cours d'un arrêt de quatre mois de l'accélérateur et de l'anneau de stockage, à partir de juillet. En particulier, la nouvelle gamme de détecteurs développés pour SPEAR offrira des possibilités améliorées pour l'observation de particules neutres émergeant des interactions électron-positon.

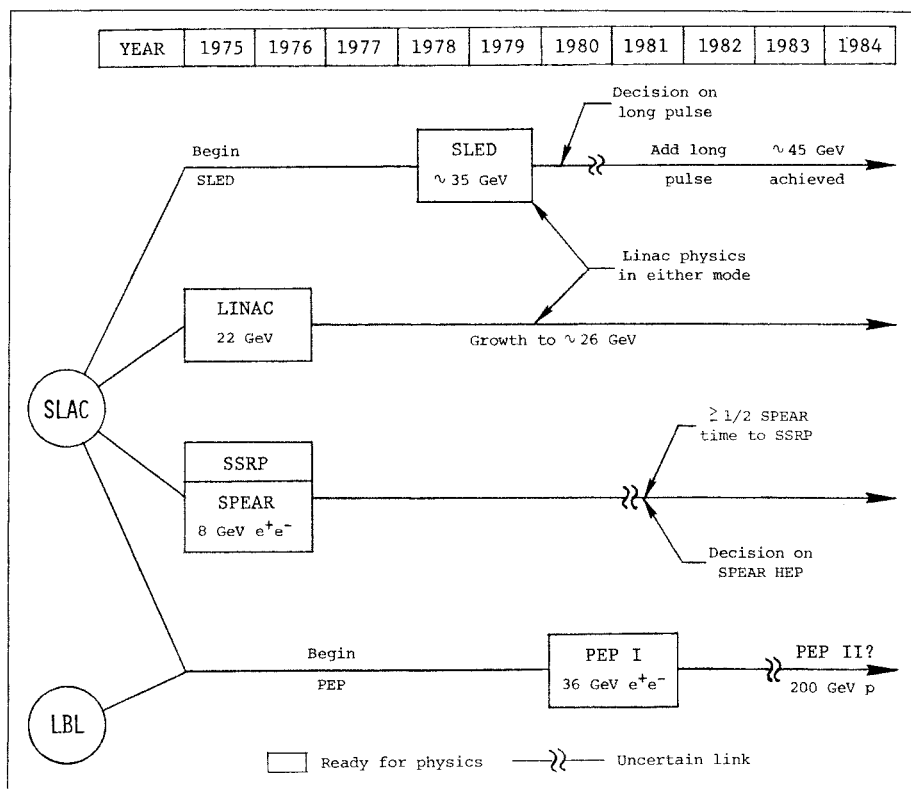
SPEAR accueille également la re-

cherche avec le rayonnement synchrotron du SSRP (Stanford Synchrotron Radiation Project) qui devrait connaître un développement considérable au cours des années à venir. Pour l'année fiscale 1978, le budget du président affecte 2,8 millions de dollars à la réalisation de ce projet, et 2,8 millions de dollars sont proposés pour les deux années suivantes. Un accord provisoire prévoit d'attribuer 50 % du temps de SPEAR à cette recherche, lorsque PEP entrera en service, et on pense installer plusieurs nouvelles sorties de faisceau permettant de conduire de nombreuses expériences supplémentaires.

A l'accélérateur linéaire d'électrons de 22 GeV, le spectromètre solénoïdal à grande ouverture (LASS) est maintenant en exploitation régulière, et il se révèle particulièrement vorace en matière de données. C'est une installation à usage général, et il est présenté de nombreuses propositions d'expériences prévoyant de l'utiliser. L'installation hybride comprenant une chambre à bulles de 1 m à cyclage rapide (dix ou douze cycles par seconde) devrait également être utilisée pour de nombreuses expériences, dans une variété de configurations. Une liste complète d'expériences reste prévue avec les grands spectromètres magnétiques, en particulier avec des faisceaux d'électrons polarisés. Un colloque sur les spectromètres doit étudier l'avenir de ces monstres, véritables chevaux de trait au service du programme expérimental du SLAC, au cours des dix dernières années.

Sur l'accélérateur linéaire lui-même, le projet SLED permettra d'augmenter progressivement l'énergie de crête. Il doit assurer l'injection d'une puissance plus élevée dans le faisceau, au détriment de la longueur de l'impulsion. Il a été construit et essayé plus de quatre-vingts ensembles SLED, et nombre d'entre eux sont installés sur l'accélérateur. Les plans actuels prévoient de porter l'énergie à 35 GeV, mais il sera possible d'aller au-delà si la recherche l'exige.

La construction de l'anneau de stockage à électrons-positons de 18 GeV (PEP) de Berkeley-Stanford commen-



Développement prévu des installations du SLAC (Centre de l'accélérateur linéaire de Stanford): le projet SLED permettra de porter d'environ 22 GeV à quelque 35 GeV l'énergie de crête actuelle de l'accélérateur linéaire d'électrons et même de dépasser cette valeur ultérieurement; l'anneau de stockage électrons-positons SPEAR continuera à alimenter les expériences de physique des hautes énergies ainsi que la recherche sur le rayonnement synchrotronique (SSRP), celle-ci prenant peut-être le pas sur la première vers la fin des années 80. Le projet d'anneau de stockage électrons-positons de 18 GeV (PEP) de Berkeley-Stanford devrait entrer en service en 1980.

les faisceaux de neutrons du réacteur franco-germano-britannique de l'Institut Laue-Langevin de Grenoble. Au cours de cette période, le Laboratoire a largement contribué aux progrès de l'instrumentation dans ce type de recherche (voir notamment le numéro de février 1976). Sa dernière réalisation est la mise au point d'un nouveau type de filtre polarisant pour neutrons thermiques.

L'idée avait été lancée il y a quatre ans dans la section du Laboratoire chargée des recherches avec les faisceaux de neutrons, mais il avait fallu résoudre deux problèmes technologiques avant qu'elle puisse prouver ses possibilités à l'occasion d'essais qui se sont déroulés en janvier. Les neutrons thermiques ayant une longueur d'onde d'environ 1 Å sont fortement absorbés par les noyaux de l'élément samarium; lorsque ces noyaux sont polarisés, ils absorbent de manière préférentielle l'un des deux états de spin des neutrons incidents. Il en résulte une polarisation du faisceau qui traverse le samarium, l'un des états de spin étant largement éliminé.

L'obtention d'un volume de samarium de forme adéquate constituait le premier problème technologique. Ce produit a été préparé, en utilisant 70 % de la production mondiale d'oxyde de samarium à haute teneur isotopique d'Oak Ridge, sous la forme d'un cristal unique constitué par un sel paramagnétique deutéré dans lequel les atomes de samarium servent de dopant. Le cristal ainsi obtenu, doté d'une formule chimique interminable, est connu sous l'abréviation de CSMN.

Le deuxième problème technologique consiste à obtenir une polarisation des noyaux de samarium atteignant environ 80%. A cet effet, le cristal est placé dans la chambre de mélange d'un réfrigérateur à dilution à $^3\text{He}/^4\text{He}$ où il est soumis à une température de 0,016 K et à un champ magnétique de 0,5 T. Comme dans les cibles polarisées traditionnelles employées en physique des hautes énergies, les électrons polarisés des atomes de samarium permettent d'aligner les noyaux et d'obtenir ainsi la polarisation requise.

cera au cours du long arrêt permettant d'installer le détecteur Mark II à SPEAR. Le calendrier de construction a été avancé afin de bénéficier de cet arrêt pour pénétrer dans l'aire d'alignement située à l'extrémité de l'accélérateur et y démarrer le forage de tunnels d'injection. Lorsque ces travaux seront achevés, le reste de la construction de PEP pourra se poursuivre sans interférer avec le programme expérimental des installations existantes.

Les éléments de PEP ne sont pour la plupart qu'au stade de l'élaboration du modèle d'identification. On dispose de modèles d'aimants de courbure, de quadrupôles et d'un klystron de 500 KW en vraie grandeur. Plus d'un quart des enceintes à vide en aluminium extrudé sont arrivées sur le site.

On a reçu neuf propositions d'expériences pour le programme expérimental initial avec PEP. Une équipe Berkeley-SLAC prévoit de rechercher des particules fortement ionisantes (telles que les monopôles magnétiques) en utilisant des feuilles de lexan. Une équipe Argonne-Indiana-Michigan-Northwestern a proposé de construire un spectromètre polyvalent à solénoïde supraconducteur qui serait initialement utilisé pour des mesures de section efficace et pour un examen général d'événements hadroniques. Une équipe Berkeley-UCLA-Yale-Riverside-John Hopkins a proposé un détecteur basé sur la chambre à projection temporelle, afin d'obtenir une excellente reconnaissance des formes. Une équipe Berkeley-SLAC propose de déplacer le détecteur Mark II de SPEAR à PEP, en vue d'une étude générale de

la production de particules. Une équipe SLAC-Wisconsin a proposé un détecteur d'énergie totale du lepton utilisant des calorimètres pour hadrons et leptons, entourant un solénoïde, ainsi qu'un spectromètre toroïdal. Une équipe Santa Cruz-Berkeley-Michigan-SLAC a proposé un système de détection polyvalent, appelé «globe oculaire», construit autour d'une chambre à dards de 2,5 m de diamètre. Une équipe Brown-Cal. Tech.-MIT-SLAC-Stanford a proposé un système de détection polyvalent utilisant un groupe de trois aimants, pouvant explorer la région des petits angles et étudier les processus biphoniques. Une équipe Davis-San Diego-Santa Barbara a proposé un système de détection pour la direction vers l'avant, destiné surtout à l'étude des processus biphoniques.

Les propositions seront évaluées par le Comité du programme expérimental qui présentera des recommandations aux directeurs du Laboratoire, en juin. Bien que la mise en service du PEP soit prévue pour 1980, cette longue avance dans la préparation des expériences est nécessaire du fait de la complexité des systèmes exigés pour l'étude d'interactions à des énergies plus élevées.

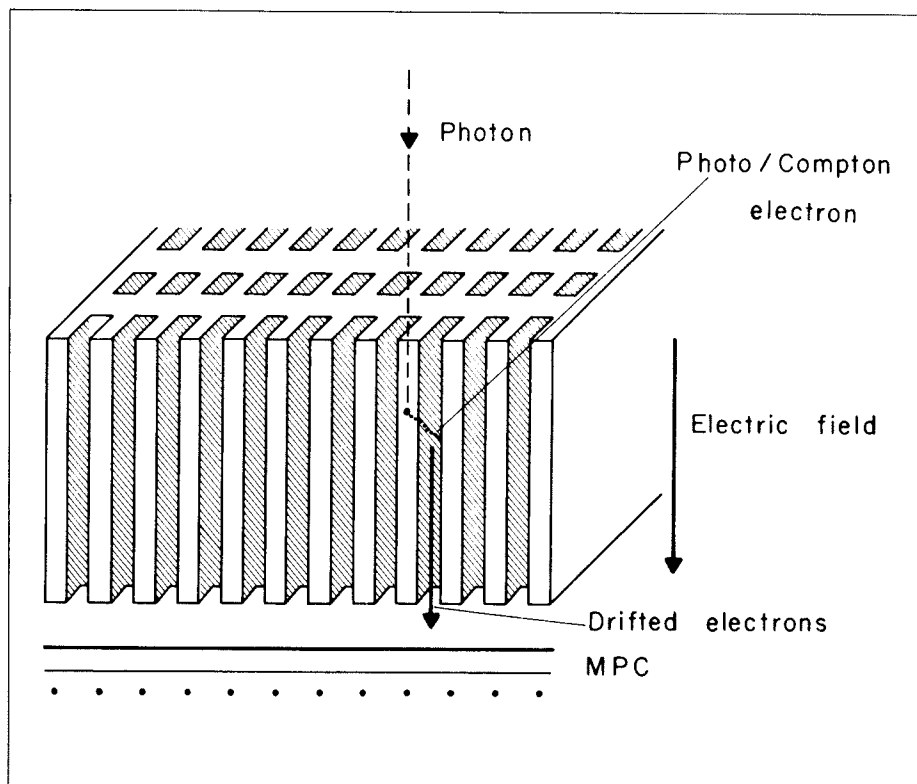
RUTHERFORD

Filtre polarisé pour neutrons thermiques

Le Laboratoire Rutherford centralise depuis de nombreuses années la recherche universitaire britannique avec

Schéma illustrant le principe de fonctionnement du détecteur de particules neutres et indiquant dans ce cas la détection d'un photon en utilisant du plomb comme convertisseur. L'électron produit dans le plomb par le photon passe dans un trou voisin et migre jusqu'au fil correspondant d'une chambre proportionnelle multifils. On obtient des précisions sur la position définie par deux dimensions qui sont équivalentes à l'écartement des trous (environ 1 mm).

Malgré ces complications, cette nouvelle méthode de polarisation des neutrons thermiques possède plusieurs avantages par rapport à la méthode classique fondée sur une diffusion des protons dépendant du spin dans une cible de protons polarisés à pompage par micro-ondes. Les mesures effectuées en janvier avec le filtre en CSMN concordaient avec les prévisions théoriques. Ce filtre ouvre la voie à une nouvelle gamme d'expériences avec des faisceaux de neutrons polarisés de haute intensité.



CERN Détection de particules neutres avec des chambres à haute densité

De nombreuses techniques de détection peuvent être utilisées pour l'observation de particules chargées et leur trace d'ionisation peut être enregistrée de diverses manières. Le rayonnement neutre (neutrons, gammas, rayons X) est plus difficile à saisir, en particulier aux énergies moyennes pour lesquelles il se convertit en des particules chargées de faible énergie, incapables de traverser ultérieurement à la fois les dispositifs de déclenchement et les détecteurs aval. Habituellement, toute l'information requise doit être recueillie dans un volume limité, à l'intérieur d'un seul détecteur.

Ce problème a été étudié par Alan Jeavons en collaboration avec des collègues du CERN et des chercheurs de l'Université de Genève. Ils ont élaboré une technique de détection offrant des possibilités dans une grande variété d'applications en physique des hautes énergies, dans d'autres disciplines scientifiques et en médecine. Elle améliore la résolution spatiale des détecteurs de rayonnement neutre, atteignant ainsi environ 1 mm, et elle peut être adaptée à des configurations différentes pour obtenir des informations supplémentaires.

Le principe de base consiste à ins-

taller un convertisseur de rayonnement neutre suivi d'une région de glissement, devant une chambre proportionnelle. Dans la région de glissement est placé un matériau à haute densité, percé de trous perpendiculaires aux plans de la chambre proportionnelle multifils, et un champ électrique est appliqué dans la même direction. Le rayonnement produit une particule chargée dans le convertisseur, qui sort par l'un des trous les plus proches en produisant des électrons libres par ionisation du gaz présent dans ces orifices. Sous l'influence du champ, ces électrons dérivent vers la chambre proportionnelle, et ils fournissent la position de la particule dans deux dimensions. Le matériau à haute densité empêche la propagation de l'ionisation et peut également agir comme convertisseur. La résolution spatiale est conditionnée par l'espacement des trous dans ce matériau; ce paramètre peut être de l'ordre du millimètre. Afin d'illustrer les diverses adaptations de ce montage de base, nous présentons quelques applications possibles.

Des faisceaux de neutrons de faible énergie sont utilisés dans la cristallographie neutronique pour l'étude de l'état solide. Le détecteur de neutrons diffusés devrait idéalement conserver sa résolution spatiale en présence de neutrons arrivant sous incidence élevée, ce qui n'est pas le cas avec les chambres proportionnelles à gaz habituellement utilisées. Le nouveau détecteur peut être équipé d'une mince feuille de gadolinium présentant une section efficace d'absorption très élevée pour des neutrons thermiques, et

produisant un gamma qui se convertit rapidement en un électron. Celui-ci s'échappe de la feuille, et se déplace dans l'espace de glissement, fournissant avec précision la localisation dans deux dimensions du neutron incident.

Dans le cas d'expériences faisant intervenir des neutrons épithermiques, on peut obtenir des performances virtuellement identiques en remplaçant le gadolinium par du hafnium pour la conversion. En présence de neutrons rapides, on peut employer une matière plastique comme convertisseur fournissant un proton de recul qui provoque une ionisation et permet de localiser le neutron.

Une petite chambre (4 × 4 cm) a été essayée avec des neutrons thermiques à l'Institut Laue-Langevin de Grenoble. On a obtenu un rendement de 22 % (en très bon accord avec la valeur théorique: 21,8 % pour des neutrons de 1,08 Å), avec une résolution spatiale de 1 mm. Il semble possible de réaliser des détecteurs de plus grande surface (1 × 1 m, par exemple).

La gamme des applications possibles pour la détection des rayons X et des gammas est très étendue. Deux chambres expérimentales à gammas ont été construites afin d'étudier l'«imagerie des positons» (pour des expériences décrites ci-dessous). Elles ont une surface de 10 × 10 cm, avec une région de glissement comprenant deux empilements chevauchants de plaques plomb-bismuth, et des feuilles de résine époxy entrelacées. En aval des plaques, une chaîne de résistances produit le champ électrique nécessaire. On a observé de bons rende-

L'une des deux chambres de gammas utilisant le principe du nouveau détecteur. La zone sensible (10×10 cm) est au centre gauche de la chambre. Elle a été utilisée entre autres dans des études d'éventuelles applications médicales. K. Kull (sur la photo) a dirigé la construction minutieuse du détecteur à l'atelier Ouest du CERN.

(Photo CERN 279.10.75)

Un crâne contenant un cône émetteur de positons, placé entre deux chambres de gammas. On a obtenu des informations tridimensionnelles claires sur la position du cône. Pour simuler l'environnement corporel habituel, le crâne a été rempli d'eau mais malheureusement celui-ci était fissuré et fuyait. D'intrépides chercheurs du CERN l'ont alors transporté dans un grand magasin de Genève afin de lui offrir un bonnet de bain...

(Photo CERN 11.7.76)

ments de détection; la résolution spatiale prévue serait de 1 mm.

L'imagerie des positons présente un intérêt en physique de l'état solide et en médecine. Lorsque des positons de faible énergie percutent un solide, ils sont rapidement arrêtés et s'annihilent avec un électron en produisant deux gammas de 0,5 MeV. Si on peut les localiser avec précision, on obtient des informations sur la structure atomique et électronique du solide. Une annihilation électron-positon au repos donnerait deux gammas émergeant «dos à dos», mais étant donné que l'électron est en mouvement, les directions d'émergence font un petit angle entre elles. Des irrégularités de la distribution de gammas peuvent mettre en évidence des défauts dans les plans cristallins et l'énergie des positons peut ainsi être utilisée dans l'étude des astreintes, etc. Dans des matériaux exempts de défauts on peut observer la distribution caractéristique des impulsions des électrons.

Au CERN, on a essayé d'utiliser cette technique pour étudier cette distribu-

tion dans le cuivre, en employant deux chambres à gammas installées à une certaine distance l'une de l'autre, de part et d'autre du cuivre, afin de mesurer les angles des gammas émergents. La distorsion connue de la surface de Fermi due à la structure cristalline du cuivre a été clairement observée.

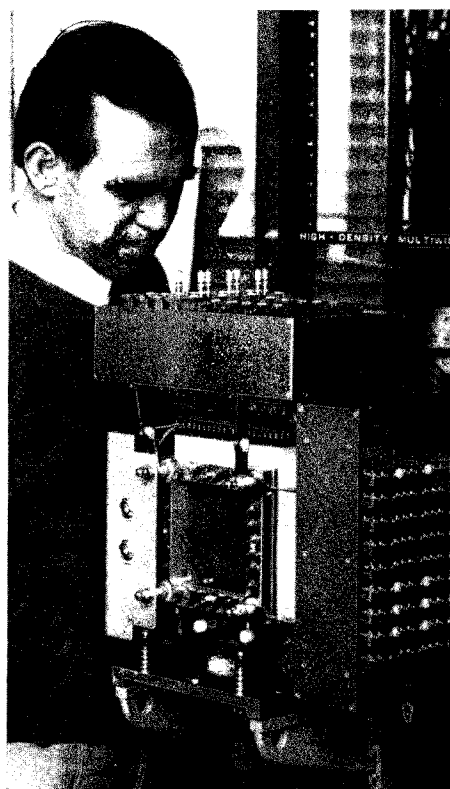
La technique est particulièrement intéressante pour l'étude des alliages étant donné qu'à la différence des autres procédés elle ne dépend pas de la perfection du cristal. Elle apporte également un progrès par rapport aux techniques classiques car elle fournit des informations dans deux dimensions, avec une vitesse d'acquisition des données beaucoup plus élevée. Les deux chambres à gammas ont été transférées à l'Université de Genève en vue de la poursuite de recherches de ce type.

Au préalable, on avait examiné les applications médicales. Un crâne (peut-être celui d'un chef de Groupe impopulaire) a été découvert dans une vasque, au CERN. Un cône en plastique entouré d'un émetteur de positons y a

été inséré et les chambres de gammas ont été installées à proximité des deux faces opposées. L'analyse par ordinateur des directions des gammas émergents a permis de tracer des tomographies (voir l'article sur l'explorateur tomographique). Les coupes effectuées dans le crâne avec un pas de 5 mm ont fourni la localisation du cône émetteur de positons avec une précision de l'ordre du millimètre. L'utilisation de tel émetteurs pour le diagnostic avait été freinée jusqu'à maintenant par l'insuffisance des techniques de détection; cela ne semble plus désormais être le cas.

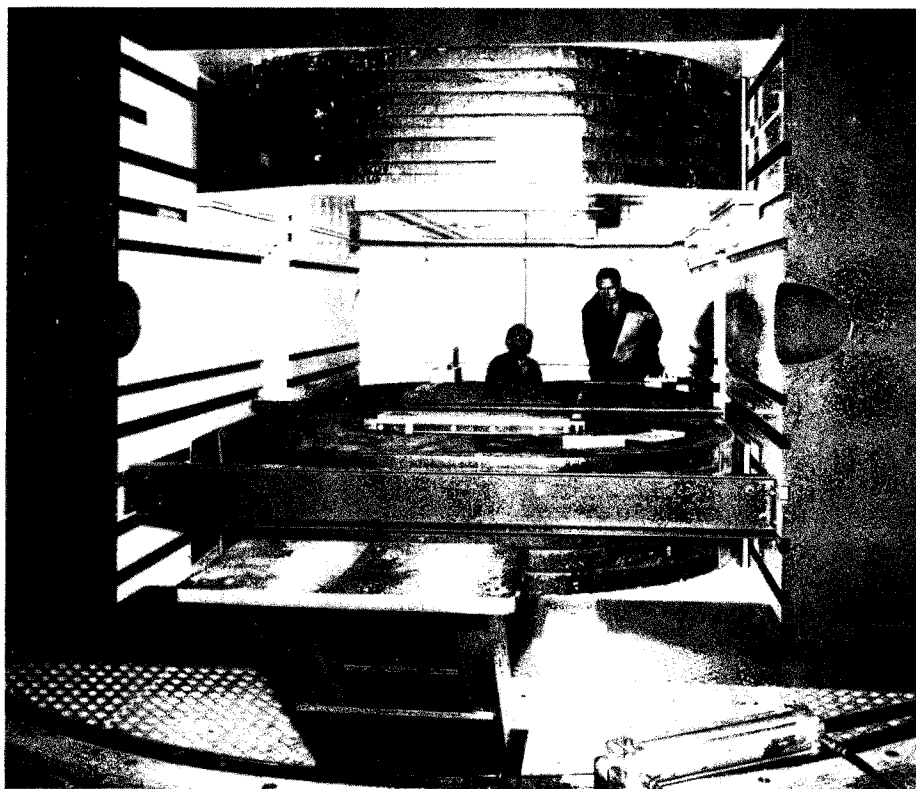
Les médecins rêvent d'explorer le cœur après injection dans le sang d'un isotope émetteur de positons, tel que le carbone, afin d'obtenir une image des artères coronaires. On pourrait alors procéder à une exploration rapide permettant de dépister des réductions de la circulation coronarienne avant que l'infarctus ne se manifeste.

Cette nouvelle technique peut se révéler utile dans d'autres domaines de recherche. Par exemple, la spectroscopie



L'aimant à grande ouverture (prêté par le Laboratoire Rutherford), destiné à Omicron et installé dans le hall Protons du synchro-cyclotron de 600 MeV du CERN. Une «boîte à hélium» contenant des détecteurs glissera dans l'ouverture. En premier plan, on aperçoit la plate-forme qui recevra la boîte pendant que l'on s'occupera des détecteurs. L'aimant peut être orienté à l'aide d'une table tournante afin de recevoir différents faisceaux.

(Photo CERN 41.1.77)



pie Mössbauer faisant intervenir la forte absorption de résonance des gammas pourrait employer avec profit un détecteur de gammas sensible à la position, tout comme l'électrophorèse qui est une chromatographie séparant les ions en solution en les faisant passer à travers un filtre au sein duquel ils présentent des mobilités différentes en présence d'un champ appliqué. Les ions filtrés, recueillis sur une feuille, peuvent être placés devant le détecteur, avec le convertisseur en position normale. Les signaux de la chambre proportionnelle fourniront ensuite une image des distributions d'ions radioactifs sur la feuille.

En physique des hautes énergies, le détecteur pourrait être utilisé pour la détection de gammas d'énergie élevée. Par exemple la gerbe d'électrons produite dans la région de glissement par un gamma de haute énergie pourrait être soumise à une rétrodiffusion dans la direction du gamma incident. Les premiers électrons détectés donneraient des informations sur le point de conversion, avec une

bonne précision. Le nombre total d'électrons permettrait de déterminer l'énergie totale et le «centre de gravité» des électrons détectés fournirait des renseignements sur la direction de la gerbe. Une chambre conçue pour la vérification de ces possibilités a été construite, mais elle n'a pas encore été essayée sur un faisceau de gammas.

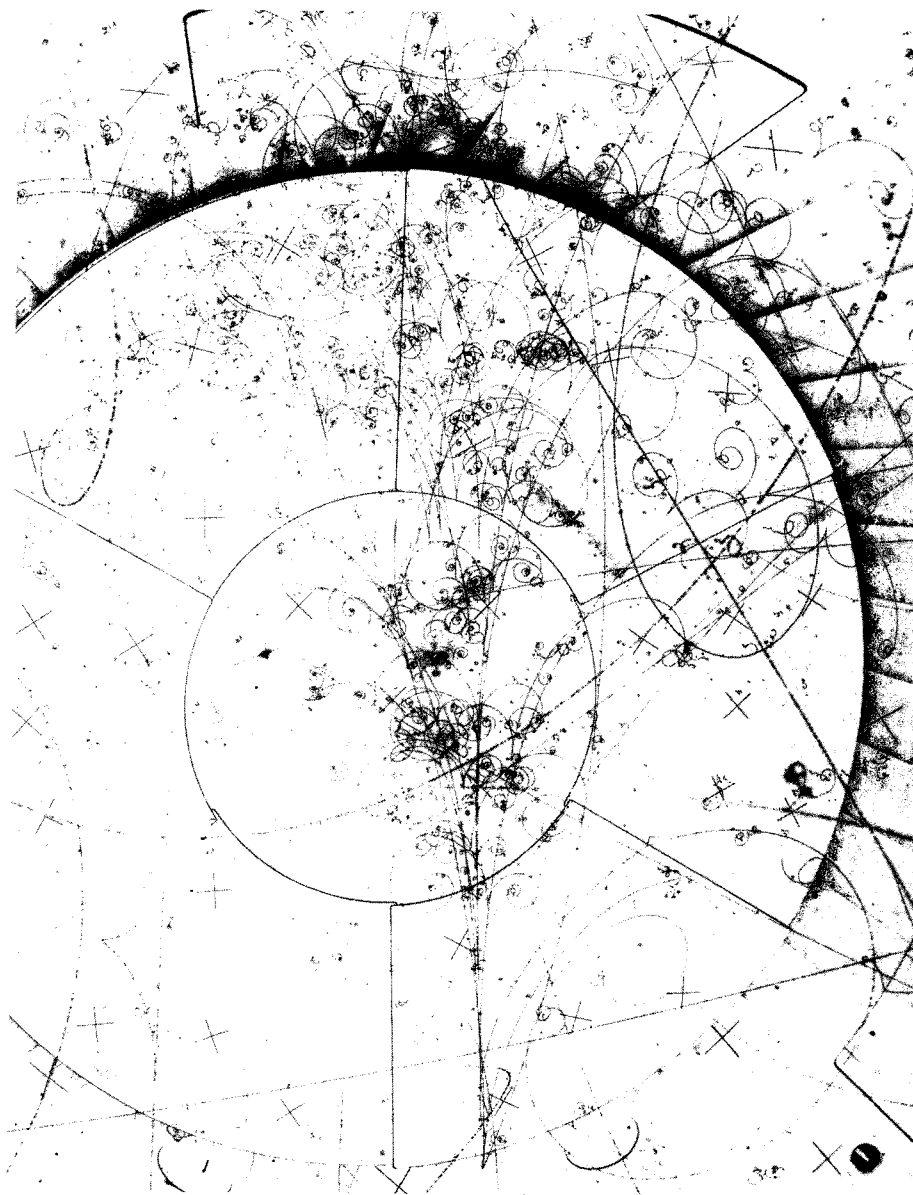
Une idée quelque peu allogène dans le domaine de la physique des particules, que des chercheurs des Laboratoires Bell essaient de mettre en oeuvre, concerne l'observation de neutrinos solaires de faible énergie. Ils pensent que la section efficace dans l'indium doit être relativement élevée, et que de tels neutrinos interagiraient en produisant deux électrons en coïncidence différée. La technique de détection pourrait être appliquée avec de grands ensembles de grilles en indium et le signal correspondant consisterait en un enregistrement de deux électrons dans le même trou (localisant le neutrino à moins d'un millimètre près) avec un décalage de 1 microseconde l'un par rapport à l'autre.

Derniers préparatifs pour Omicron

Le CERN construit actuellement pour son synchro-cyclotron de 600 MeV (le SC) un système de détection polyvalent appelé Omicron. Ce système vise à compléter les possibilités d'expérimentation offertes par les nouvelles «usines à mésons» (Los Alamos, SIN et TRIUMF) en tirant parti des caractéristiques propres au synchro-cyclotron.

Le SC est loin de pouvoir concurrencer les «usines à mésons» du point de vue des intensités de faisceau fournies. En outre, ces usines disposent de spectromètres à bras unique d'une très haute résolution qui permettent certaines expériences de précision hors de portée des instruments qui équipent le SC. Celui-ci se caractérise toutefois par un taux d'utilisation «réel» bien supérieur. En agissant sur les protons qui circulent à la périphérie de la machine alors que le cycle d'accélération suivant est déjà en cours, on peut fournir aux expériences un faisceau continu de particules avec un taux d'utilisation atteignant 82 %, ce qui est excellent pour les expériences de «coïncidence». Le projet Omicron vise à fournir un appareillage souple pour ce type d'expériences. Il sera possible également d'étudier les réactions «vers l'arrière» pour lesquelles les spectromètres à bras unique sont inopérants. Ainsi, le dispositif Omicron, malgré une plus faible intensité des faisceaux et une résolution moindre, complète les moyens d'expérimentation dont disposent les utilisateurs des usines à mésons.

Omicron utilise un aimant à grande ouverture (hauteur de l'entrefer 85 cm, largeur 1 m, longueur 1,8 m) prêté par le Laboratoire Rutherford qui l'utilisait auparavant avec une chambre à bulles à hélium. Les extrémités polaires qui étaient adaptées à une utilisation avec des chambres à bulles et comportaient de ce fait des orifices pour les caméras, ont été modifiées de manière à recevoir un spectromètre; on a utilisé à cet effet l'acier du synchro-cyclotron de Li-



Ce bouquet particulier de particules a été photographié dans BEBC, la chambre à bulles européenne de 3,7 m, lorsqu'elle a été irradiée par des neutrinos de haute énergie produits par le super synchrotron à protons de 400 GeV (le SPS). L'interaction primaire du neutrino se situe au bas de la photographie.

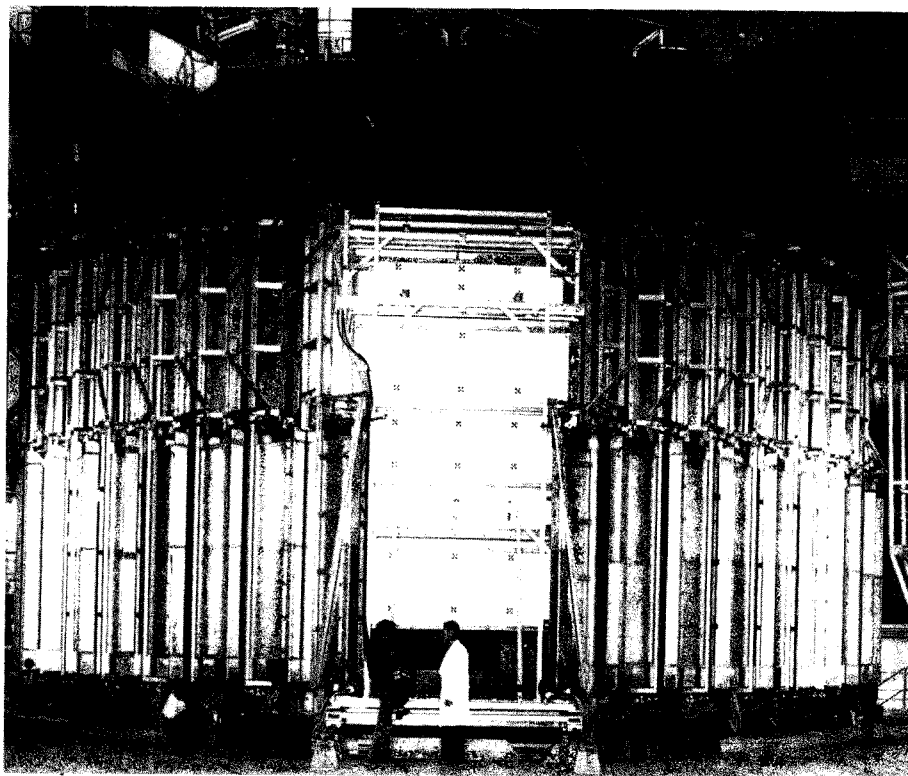
Ci-dessous, l'arrière de BEBC entouré par les rideaux de chambres à fils connus sous le nom d'identificateur externe de muons. L'EMI, dont l'installation décrite dans le numéro d'avril 1976 est achevée, fonctionne de manière satisfaisante. (Photo CERN 374.1.77)

verpool, toujours fidèle au poste. Avec l'alimentation dont on dispose actuellement le champ maximum représente 1 T. L'aimant est placé sur un support tournant afin qu'il puisse diriger les faisceaux dans différentes directions. Pour rendre ces manoeuvres possibles, un dispositif en forme de couronne est placé au centre de la partie supérieure de l'aimant, où il reçoit les circuits de l'alimentation électrique et du refroidissement par eau.

A l'intérieur de l'ouverture, les détecteurs seront logés dans un boîtier rempli d'hélium pour réduire les phénomènes de diffusion multiple qui peuvent être gênants aux basses énergies du synchro-cyclotron. Un dispositif à coussin d'air permet de mettre en place ou de retirer le boîtier, de manière à travailler commodément sur les détecteurs à l'extérieur de l'aimant. Dans un premier stade, le système de détection comprendra des chambres proportionnelles multifils, des compteurs à scintillation et des chambres à dérive.

La première expérience sera consacrée à une étude de diffusion de pions par des noyaux visant à obtenir, pour la première fois, des données sur les diffusions vers l'arrière. Les autres expériences envisageables forment une longue liste: étude de modes de désintégration rares du pion, double échange de charge sous tous les angles, capture radiative, production de pions par des faisceaux de neutrons (pour laquelle on ne dispose actuellement d'aucune donnée), etc.

La collaboration de groupes d'expérimentateurs qui utilisera Omicron est connue sous le sigle commode de COBALT: CERN, Oxford, Birmingham, Amsterdam (IKO-Instituut voor Kernfysisch Onderzoek et Université libre), Ljubljana et Turin. Neil Tanner, d'Oxford, et Tullio Bressani, de Turin, étaient les principaux promoteurs du projet et les travaux du CERN sont placés sous le contrôle d'Ernest Michaelis et Brian Allardyce. L'aimant est maintenant installé dans la salle des protons du synchro-cyclotron. On espère que la première expérience pourra commencer au cours de l'été prochain.



Un groupe de participants à la Conférence sur le rayonnement synchrotronique qui s'est tenue à Novosibirsk en février, photographié dans la salle de commande de l'anneau de stockage à électrons-positons VEPP-3. De gauche à droite: Ian Munroe (Daresbury), E. Perevedentsev (Novosibirsk), Phil Duke (Daresbury), P. Dhez (Orsay) et G. Kulipanov (Novosibirsk).

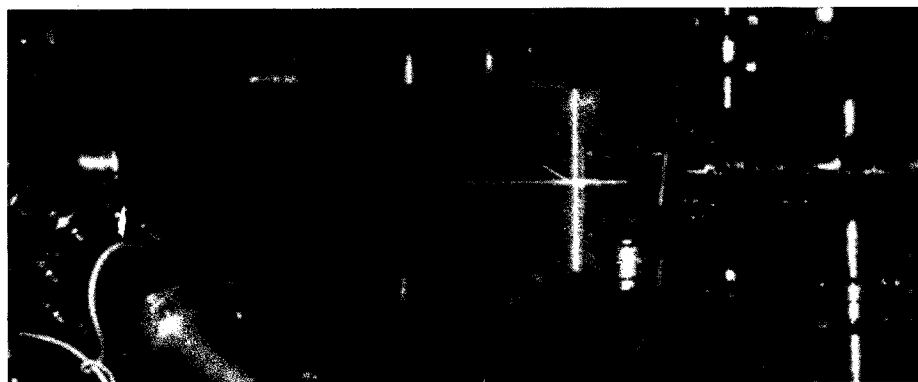
Trace lumineuse du rayonnement synchrotronique émis dans l'atmosphère, à travers une feuille de béryllium, par l'anneau de stockage VEPP-3.
(Photos Novosibirsk)

NOVOSIBIRSK Recherche sur le rayonnement synchrotronique

Du 8 au 10 février s'est tenue à Novosibirsk une «seconde conférence de travail» sur l'emploi du rayonnement synchrotronique émis par les anneaux de stockage de l'Institut de physique nucléaire. Quatre-vingt-dix chercheurs venant de vingt-deux instituts de l'Union soviétique y ont participé, ainsi que des invités français, allemands et anglais.

En Union soviétique, cet Institut de Novosibirsk est le centre principal pour les expériences avec le rayonnement synchrotronique. Dès l'époque de la construction des premiers anneaux de stockage à électrons de Novosibirsk (VEPP-1 et VEPP-2), Gersh Budker avait attiré l'attention sur leurs possibilités originales en tant que source de rayonnement sur une plage de fréquences étendue. Des recherches utilisant ce rayonnement ont commencé en juillet 1973 après que l'anneau de stockage VEPP-3 (énergie de crête de 2,2 GeV par faisceau) ait été équipé d'une fenêtre pour la sortie du rayonnement synchrotronique. Elles ont porté sur l'analyse structurale par rayons X (Institut d'énergie atomique de Moscou).

Au début de 1974, l'Institut de chimie minérale de Novosibirsk a lancé des études de spectres de rayons X sur l'anneau de stockage VEPP-2. Le nombre de groupes expérimentaux a ensuite rapidement augmenté, et actuellement quinze groupes (environ 65 chercheurs) issus de divers instituts de l'Union soviétique (Novosibirsk, Moscou, Pushchino, Leningrad, Uzhgorod et Tomsk) participent aux recherches. Toutes les expériences exigeant un rayonnement ultraviolet dans le vide et des rayons X mous sont effectuées sur l'anneau de stockage VEPP-2M (énergie du faisceau : 0,67 GeV) et celles qui demandent des rayons X plus durs sont réalisées sur l'anneau de stockage VEPP-3. Les programmes de recherche sont dirigés par A.N. Skrinsky.



Les principaux paramètres des anneaux de stockage conditionnant leur qualité en tant que sources de rayonnement synchrotronique sont les suivants. VEPP-2M a une énergie de 0,67 GeV, un rayon de 1,22 m, une fréquence de révolution de 16,7 MHz, une intensité de 100 mA, des dimensions transversales du faisceau de $1,9 \times 0,12 \text{ mm}^2$, une longueur des paquets de 5 cm et une durée de vie du faisceau de 0,5 à 10 heures. VEPP-3 a une énergie de 2,2 GeV, un rayon de 6,15 m, une fréquence de révolution de 4,03 MHz, une intensité de 100 mA, des dimensions transversales du faisceau de $1,5 \times 0,15 \text{ mm}^2$, une longueur des paquets de 20 cm et une durée de faisceau de 2 à 100 heures. Les caractéristiques du faisceau de rayonnement synchrotronique émis par les anneaux de stockage qui conditionnent les qualités des sources de rayonnement pour le «consommateur» sont les suivantes. VEPP-2M possède trois ou quatre canaux de 2 m de long, un spectre utile de 6 à 3000 Å et un éclairement énergétique (photons·cm⁻²·s⁻¹) de $0,2 \text{ à } 2 \times 10^{16} \Delta\lambda/\lambda$, avec une brillance de la source (photons·cm⁻²·stéradian⁻¹·s⁻¹) de $1 \text{ à } 5 \times 10^{23} \Delta\lambda/\lambda$. VEPP-3 a de un à trois canaux de 2,5 m de long, un spectre utile de 0,5 à 6 Å, un éclairement énergétique de $0,1 \text{ à } 2 \times 10^{17}$ et une brillance de $2 \text{ à } 8 \times 10^{23}$.

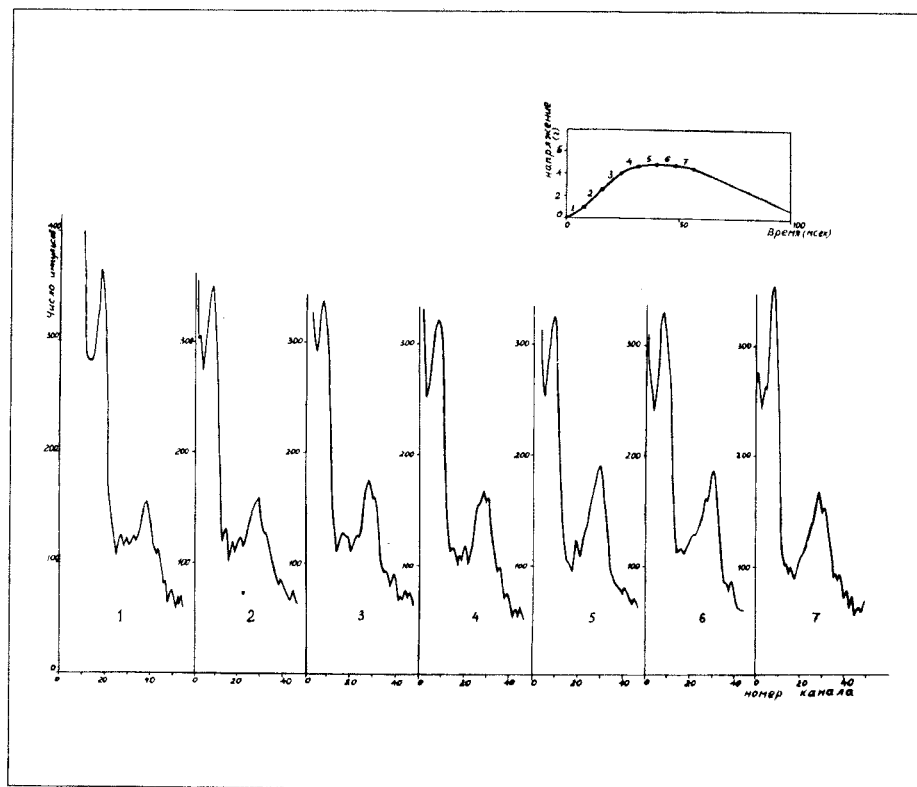
Les canaux se caractérisent par leur faible longueur qui assure même sans focalisation une densité de quantas élevée dans la région où est installé l'appareillage expérimental. L'Institut de physique nucléaire participe à la

préparation de diverses expériences en fournissant un appareillage moderne, des systèmes de commande par ordinateur, et en assurant l'automatisation des expériences, le développement et la fabrication des détecteurs, des spectromètres, etc. Nous présentons ci-après quelques exemples d'équipements fabriqués dans les laboratoires de V.A. Sidorov et A.G. Khabakhpashev :

1. Un détecteur à 4000 canaux pour les rayons X, travaillant en mode bidimensionnel, a été construit à la fin de 1974. Les données sont fournies par les deux plans de cathodes d'une chambre proportionnelle. Un algorithme numérique à haute vitesse est utilisé pour calculer en 1 µs le temps de transit, avec une résolution temporelle de 100 ns et une révolution spatiale de 2 mm. Les données sont transmises à un ordinateur M-6000. Au début de 1977, un détecteur à 16 000 canaux a été achevé.

2. Une chambre proportionnelle à une seule coordonnée pour l'enregistrement de quantas d'énergie de 5 à 20 MeV a été utilisée dans diverses expériences depuis 1975. Elle a un rendement de 100 %, une résolution spatiale pouvant atteindre 0,1 mm, avec des vitesses d'acquisition de données élevées (jusqu'à 2×10^5 par seconde). Le détecteur fonctionne en ligne avec un ordinateur M-6000.

3. Un spectromètre de rayons X de précision, exploité avec un ordinateur «Odra-1325», est utilisé depuis 1975 dans des expériences de détermination de la structure fine de spectres d'absorption. Le spectromètre comprend



un monochromateur commandé par ordinateur, ayant une précision angulaire de lecture de 3 s d'arc, ainsi qu'un détecteur (photomultiplicateur, détecteur à semiconducteur, chambre proportionnelle ou chambre à ionisation), en ligne avec l'ordinateur. Les données traitées peuvent être affichées sous forme graphique.

Le rayonnement synchrotronique est actuellement utilisé à l'Institut pour l'analyse structurale par rayons X, la spectroscopie X et ultraviolette, la topographie par rayons X, l'analyse par traceurs, la roentgenomicroscopie et la lithographie. Les trois exemples ci-après précisent le niveau des travaux expérimentaux. Des biologistes de l'Institut de physique biologique de Pushchino et des physiciens de Novosibirsk collaborent à des expériences de diffraction aux petits angles pour l'étude de la dynamique du tissu musculaire vivant. Un système de détection spécial a permis d'enregistrer les premiers films (temps d'exposition: 8 ms) à partir de radiographies de ce tissu et d'observer les modifications du muscle au cours des diverses phases de la contraction. La première expérience a permis de superposer les données concernant 100 contractions musculaires.

Des expériences d'analyse spectrale par rayons X ont été effectuées par l'Institut de chimie minérale de Novosibirsk dans la région 50-200 Å en utilisant un spectromètre sous incidence rasante à réseau de diffraction concave, ayant une résolution de 0,05 angström. Des études ont été réalisées dans la limite d'absorption L_{II-III} de

molécules à deux ou trois atomes. La résolution élevée due à la brillance de la source a permis d'observer la structure vibrationnelle des états de Rydberg.

Les propriétés optiques de semiconducteurs tels que As_2S_3 ont été étudiées par l'Institut d'automatisme et d'électrométrie de Novosibirsk. Il est apparu que l'indice de réfraction peut varier d'environ 0,1 (pour un rayonnement à 6300 Å) ce qui permet d'obtenir un contraste de phase supérieur à 2π pour un film de 5 à 10 μm . Grâce à la résolution élevée, on a pu par projection au contact d'un échantillon obtenir une image à contraste de phase ayant une résolution spatiale meilleure que 0,5 μm (en utilisant une grille de nickel, à maille de 30 μm et rubans de 7 μm d'épaisseur).

HAEFELY/KARLSRUHE Générateur de neutrons rapides

Des applications médicales de faisceaux accélérés se poursuivent avec divers types de particules. Dans l'article précédent sur les recherches à Saclay, on a analysé les possibilités des ions d'hélium et des ions lourds. Plusieurs centres, tels que l'Hôpital Hammersmith et la Laboratoire Fermi s'intéressent surtout à l'emploi des neutrons. Une nouvelle machine pour la production de neutrons rapides a été commercialisée par la société Haefely à la suite des travaux de l'Institut de recherche nucléaire appliquée de la Ge-

Mesures de contractions musculaires (muscle coutumier de la grenouille) effectuées par rayons X sous de petits angles lors d'une expérience avec l'installation pour l'étude du rayonnement synchrotronique de l'anneau de stockage VEPP-3. Les valeurs ont été mesurées à des intervalles de 8 ms. Les possibilités actuelles de la recherche sur le rayonnement synchrotronique, du point de vue de l'intensité et de la rapidité de saisie des données, permettent d'étudier des organismes vivants.

sellschaft für Kernforschung (GFK), à Karlsruhe.

K.A. Schmidt a inventé un tube à neutrons scellé, de puissance élevée, appelé KARIN (Karlsruhe Intense Neutron Generator), qui accélère un faisceau mixte d'ions de deutérium et de tritium en utilisant un accélérateur très compact, de 250 kV, construit en faisant appel à des techniques de pointe pour les tubes à vide, et fonctionnant sous ultravide. Issu d'une source d'ions dans laquelle on maintient une décharge dans les gaz à basse pression et que l'on alimente à l'aide d'un réservoir de tritium associé au tube, le faisceau est dirigé sur une électrode-cible revêtue d'une mince couche de tritio-deutérium de scandium. Des neutrons de 14 MeV sont fournis par les réactions de fusion deutérium-tritium qui se produisent.

Par rapport aux accélérateurs classiques, l'emploi d'un faisceau mixte réduit le rendement neutronique mais il permet de recharger la cible en tritium, ce qui augmente la durée de vie de cette cible, de sorte que le débit de neutrons ne diminue pas exponentiellement avec le temps mais reste presque constant. Par exemple, on peut obtenir une vie de 700 à 1000 h avant que le rendement neutronique diminue de 30 %. Les paramètres d'exploitation correspondent à un courant ionique de 150 mA à 200 keV (énergie du faisceau de 30 kW) fournissant $6,5 \times 10^{12}$ n/s. Le générateur produit des doses de rayonnement atteignant 20 rad/mn à une distance de 85 cm.

Le tube est inséré dans un blindage entourant la tête de la source qui absorbe tous les neutrons qui ne sont pas émis dans la direction du malade. Ce blindage est formé de couches d'acier, de polyéthylène imprégné de carbure de bore et de plomb. La tête de la source pèse environ 8,5 t. Elle peut être déplacée selon une trajectoire circulaire afin d'irradier la zone de la tumeur sous différents angles. La commande du générateur et le contrôle du débit de dose sont très simples; l'exploitation est aussi facile que celles des équipements classiques à rayons X.

A la suite des recherches de Karlsruhe, le Centre de recherches alle-

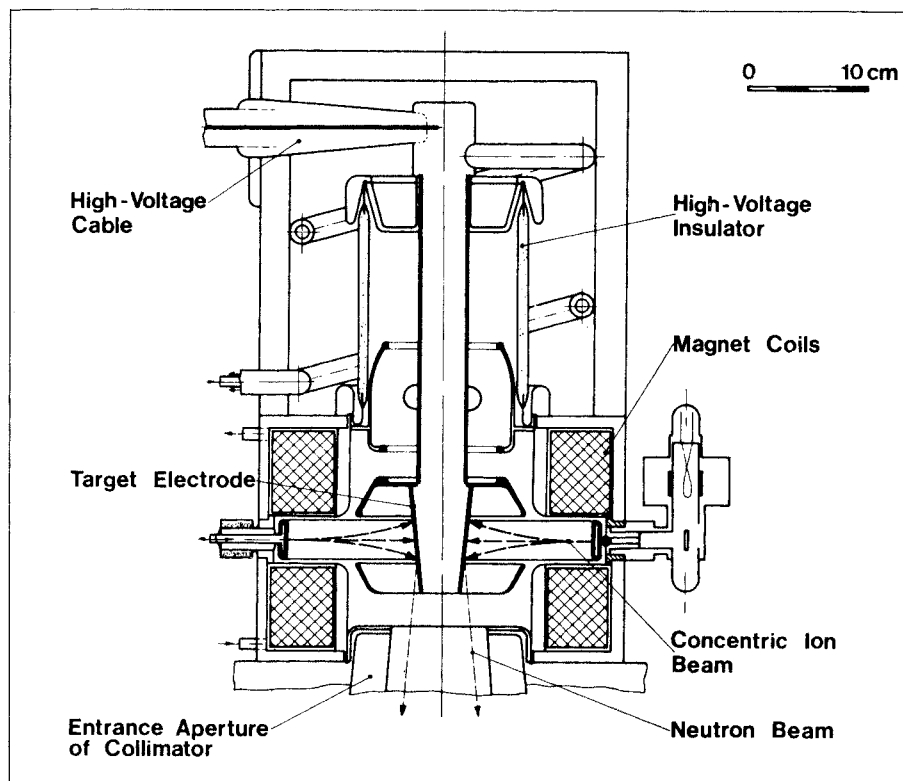


Schéma de KARIN, le tube générateur de faisceau intense de neutrons développé à Karlsruhe. Un faisceau d'ions de deutérium et de tritium est accéléré et percute une cible pour produire des réactions de fusion, dans des conditions telles que le tube produise plus de 5×10^{12} n/s à 14 MeV.

Le générateur de neutrons commercialisé par Hæfely pour l'emploi dans le traitement du cancer par des neutrons rapides. Le tube générateur est entouré par un blindage de la tête de la source qui absorbe les neutrons ne se dirigeant pas vers le malade. Le générateur peut être entraîné en rotation autour du malade afin de réaliser des irradiations dans plusieurs directions.

(Photo Hæfely)

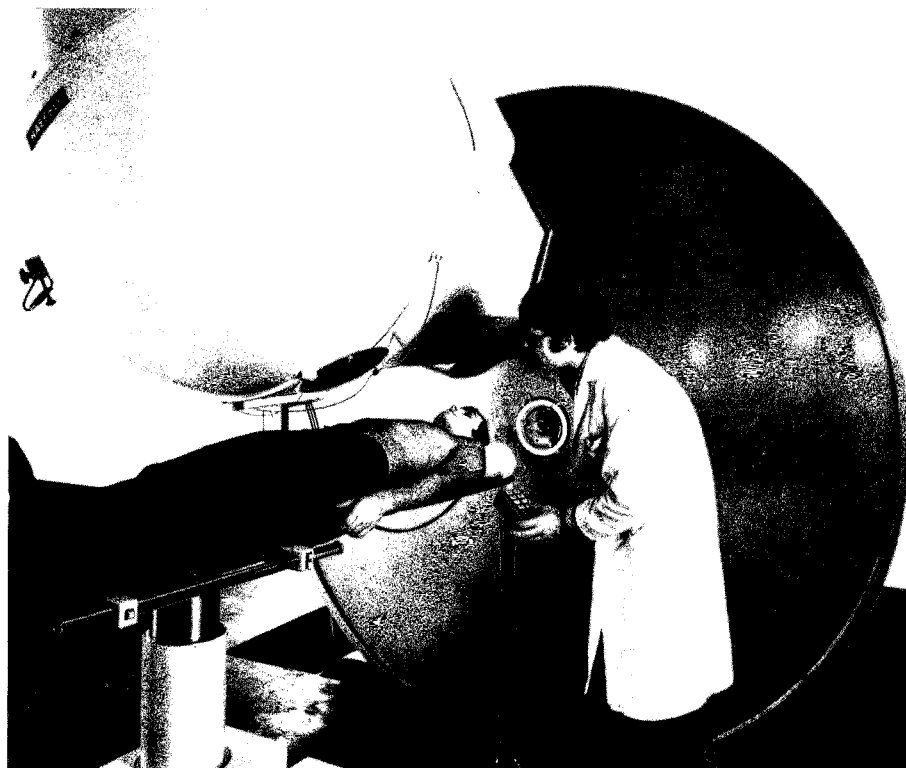
L'explorateur à rayons X détecte les anomalies en mesurant les variations de la transmission des rayons X à travers le corps, tandis que le nouvel explorateur tomographique les détecte en mesurant les variations de la radioactivité émise par des isotopes injectés dans le corps. Comme son prédécesseur à rayons X, l'explorateur tomographique pivote autour de la région intéressante et peut, par des calculs électroniques, donner des renseignements sur des tranches de la région considérée (d'où son nom, tiré du grec «tomos» - tranche).

De nombreux diagnostics peuvent être réalisés selon les deux techniques, mais il est des cas où l'une l'emporte sur l'autre. C'est ainsi que l'explorateur EMI peut déceler des lésions qui ne seront pas révélées par l'explorateur tomographique tandis que ce dernier peut détecter certains types de tumeurs qui échappent aux rayons X. L'idéal consisterait à appliquer les deux méthodes.

L'explorateur tomographique comprend deux détecteurs situés de part et d'autre du patient et qui, en se déplaçant autour de lui, peuvent détecter les radiations sous différents angles. Un ordinateur alimente un écran de visualisation sur lequel apparaissent en couleurs les variations de la radioactivité provenant de la région explorée. Cette exploration dure normalement entre 4 et 7 mn.

L'étude technique de l'explorateur tomographique a été entreprise à l'Aberdeen Royal Infirmary par W. Keyes; on doit sa mise au point à Anthony Bernard et Paul Bradstock de la Société J. & P. Engineering. Anthony Bernard a déclaré : « Pour la fabrication d'appareils médicaux très élaborés, comme l'explorateur tomographique, nous attachons un grand prix à l'expérience acquise dans les centres de recherche en physique tels que le CERN. L'explorateur tomographique est un exemple des retombées de la recherche moderne en physique dans d'autres domaines de la vie. »

Le premier appareil de série a subi des essais à l'Hôpital de Tübingen (Allemagne fédérale); il est maintenant installé à l'Hôpital cantonal de Zurich.



mand sur le cancer d'Heidelberg a entrepris de développer un modèle pour emploi clinique et il a également mis au point le système de contrôle de rayonnement. Ce prototype a été installé à Heidelberg en août 1976 et des essais cliniques du traitement du cancer par des neutrons rapides ont commencé. Hæfely dispose de la licence de fabrication de tubes générateurs KARIN devant être utilisés dans les hôpitaux, pour l'analyse par activation, et dans d'autres applications pour la recherche et l'industrie.

Explorateur tomographique

A la fin de janvier, la Société J. & P. Engineering, Reading (Royaume-Uni), a annoncé la mise sur le marché du premier explorateur tomographique à isotopes pour le diagnostic médical. Voilà qui ajoute une nouvelle technique de diagnostic apparentée à celle de l'explorateur à rayons X EMI, dont l'usage s'est généralisé au cours des dernières années.



L'explorateur tomographique est utilisé pour étudier une éventuelle tumeur au cerveau. L'expérience acquise après un millier de tels examens montre que cet explorateur peut confirmer des lésions restant équivoques à la suite d'autres investigations et permet de discriminer entre des artefacts cérébraux et des hématomes subduraux et extraduraux.

(Photo J. & P. Engineering)

La première commande émane de l'Hôpital d'Essen (Allemagne fédérale) et la société espère que le prix relativement faible de cet explorateur tomographique - 65 000 livres sterling - lui ouvrira de vastes débouchés dans le domaine du diagnostic médical.

LABORATOIRE FERMI Etat d'avancement du laboratoire des faisceaux de haute intensité

La construction du laboratoire des faisceaux de haute intensité progresse rapidement dans le secteur Ouest de la zone des protons du Laboratoire Fermi. Ce laboratoire permettra d'effectuer des recherches avec des faisceaux de pions et autres particules de haute intensité et ultérieurement des faisceaux de 1000 GeV issus du doubleur-économiseur d'énergie. Depuis le premier

coup de pioche, au milieu de l'été de 1976, 240 mètres de tunnel de faisceaux et un hall d'expérimentation de 70m de long ont été achevés. Brad Cox, chef du département Protons, qui a dirigé l'étude et la construction de ce nouveau laboratoire, espère que la phase de construction prendra fin au début de l'été. A l'heure actuelle, on procède à l'installation de 3000t de blindage d'acier dans la zone des cibles.

Les aimants supraconducteurs et les systèmes de réfrigération par l'hélium destinés à l'installation de transport de faisceaux dans le laboratoire sont à l'étude au département des protons. Les aimants supraconducteurs prendront une importance toute particulière puisqu'il s'agira de transporter des faisceaux de 1000 GeV. L'installation du premier de ces aimants aura lieu à la fin de l'été et un système de transport de faisceaux de 400 GeV devrait être en place pour l'été de 1978, date à laquelle devraient commencer les premières expériences. Il sera alors possible d'extraire des faisceaux de

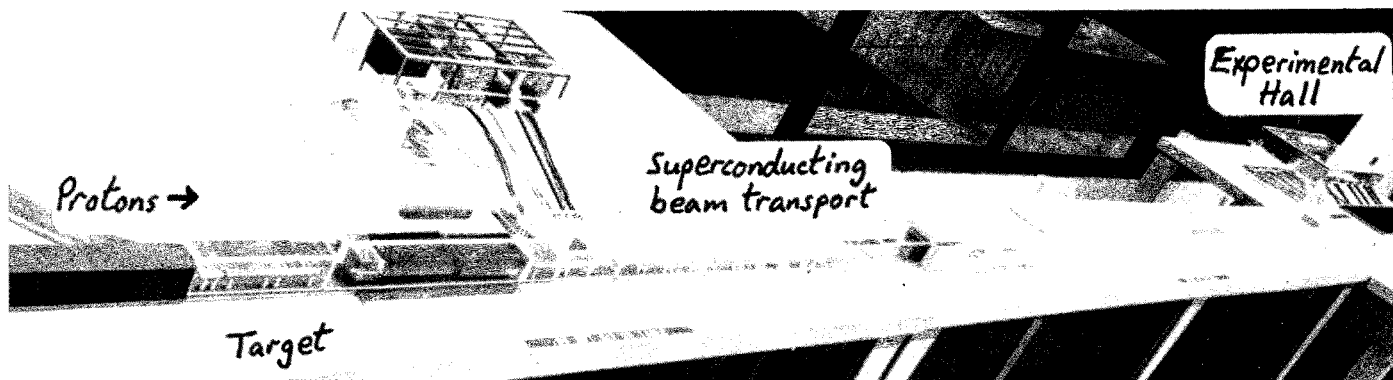
particules neutres et chargées sous émergence nulle depuis la cible des protons. Des faisceaux de particules chargées de haute intensité (atteignant 10^{10} pions par 10^{13} protons sur la cible) seront acheminés par le système de transport de faisceaux à correction par sextupôle. En outre, il est prévu d'effectuer dans ce nouveau laboratoire des expériences avec des faisceaux d'électrons et d'antiprotons à haute intensité et de haute qualité.

KARLSRUHE Quadrupôles supraconducteurs pour une expérience avec le SPS

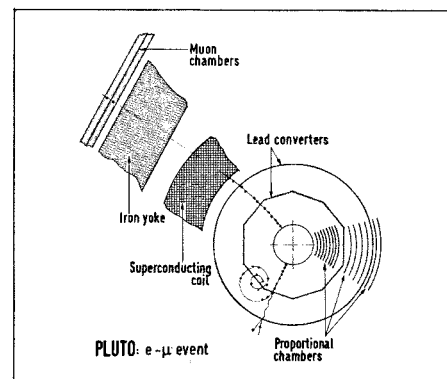
En 1974, le CERN et les Laboratoires de la collaboration GESSS (Karlsruhe, Rutherford et Saclay) ont décidé de ne pas poursuivre le développement d'aimants supraconducteurs pulsés destinés au SPS, et de se consacrer à

Ce modèle du laboratoire de faisceau de haute intensité, actuellement en construction dans la Zone des protons est exposé dans le « gratte-ciel » du Laboratoire Fermi. Le faisceau de protons entrant par la gauche frappera une cible fortement blindée et des faisceaux secondaires pourront être extraits sous émergence nulle et envoyés dans un hall d'expériences souterrain au moyen d'un système de transport de faisceau composé d'aimants supraconducteurs.

(Photo Laboratoire Fermi)



Événement électron-muon observé dans le détecteur PLUTO associé aux anneaux de stockage DORIS à DESY. Ces événements ont apporté une importante preuve supplémentaire de l'existence des leptons lourds.



l'étude d'autres projets du CERN pour lesquels des aimants supraconducteurs étaient intéressants. Dans le cadre du GESSS (Groupe pour l'étude de systèmes supraconducteurs européens), il fut décidé que Karlsruhe construirait et installerait deux aimants quadrupolaires pour l'expérience WA2 qui étudie les désintégrations leptoniques d'hypérons.

Deux quadrupôles sont nécessaires dans la ligne de faisceau afin d'adapter les caractéristiques du faisceau d'hypérons, issu d'une cible bombardée par le faisceau de protons primaires, à l'acceptance du spectromètre de l'expérience. Du fait des courts temps de vie des hypérons, la longueur de leurs trajectoires doit être maintenue très faible, et ceci exige l'emploi d'aimants supraconducteurs à champ élevé, chaque fois que cela est possible. En évitant d'utiliser des cornes polaires en acier, on peut construire des quadrupôles focalisant les hypérons jusqu'à 150 GeV/c avec un gradient de champ maximal de 160 T/m, sur la totalité de la longueur des aimants, soit 1,4 et 1,1 m. L'ouverture utile a 3 cm de diamètre et le cercle de gorge est à la température de l'hélium liquide.

Chaque aimant possède quatre bobines avec 288 spires supraconductrices. La section transversale de chaque bobine forme un bloc rectangulaire dont la position est choisie de manière à minimiser les distorsions du champ dans l'ouverture utile. Les bobines sont montées sur un tube support central servant de référence mécanique. Les forces radiales sont encaissées par des anneaux d'aluminium qui sont frettés sur l'ensemble de la bobine et les aimants sont montés par fretage dans les culasses cylindriques en acier qui doivent confiner le champ magnétique.

Une accommodation considérable a été observée au cours des essais et il a fallu environ 200 transitions à l'état normal pour obtenir l'intensité critique exigée pour le modèle court. Le nombre de transitions est proportionnel à la longueur des aimants et d'autres études se poursuivent pour vérifier l'hypothèse selon laquelle l'accommodation serait surtout due aux pro-

priétés métallurgiques du conducteur lui-même plutôt qu'à son environnement thermique ou mécanique. Les deux aimants ont subi une accommodation jusqu'à la limite pour le modèle court et ils sont exploités avec une intensité égale à 90% de la valeur critique.

La conception compacte des aimants et des cryostats a permis de maintenir à 24 cm le diamètre extérieur (à la température ambiante) des parties terminales qui peuvent ainsi glisser entre les bobines des aimants dipolaires normaux, contigus. De cette manière, la longueur effective exigée pour la polarisation du faisceau est inférieure à 2 m.

Les frigoporteurs proviennent de réservoirs de 500 l d'hélium et d'azote liquides, et leur remplissage régulier est la seule opération nécessaire au cours de l'exploitation des aimants. A la suite de leur mise en service en novembre 1976, les quadrupôles ont fonctionné en continu, 500 l d'hélium liquide fourni par des lignes de transfert d'environ 14 m de long sont suffisants pour une exploitation de 60 h.

DESY Résultats de DORIS

Les résultats fournis par les deux spectromètres PLUTO et DASP exploités avec les anneaux de stockage d'électron-positon DORIS ont été communiqués à la Conférence de Coral Gable en janvier et à la réunion de l'American Physical Society à Chicago, en février.

Le résultat le plus intéressant a été obtenu avec PLUTO: il s'agit d'une preuve réelle de l'existence de leptons lourds (voir aussi page 68). PLUTO a étudié les événements à deux branches en l'absence de toute autre particule aux énergies comprises entre 4 et 5 GeV. Une particule émise dans un grand angle solide (43% de 4π) a été identifiée: il s'agit d'un muon, la probabilité de confusion avec un hadron étant faible (moins de 3%). Il semble que la seule manière d'expliquer cette catégorie d'événements résultant de

cette réaction consiste à supposer une interaction au cours de laquelle l'électron et le positon produisent une paire de leptons lourds qui se désintègrent ensuite en leptons connus. La section efficace de production présente un seuil aux environs de 4 GeV ce qui indique pour le lepton une masse d'environ 2 GeV. Si cette interprétation est correcte, certains événements à deux branches devraient contenir un électron et non un muon et, de fait, environ 24 événements purs muon-électron ont été observés. Le spectre de l'électron répond bien (selon les statistiques encore peu abondantes) à l'observation escomptée d'un lepton lourd ayant un rapport de branchement d'environ 20% pour chaque désintégration leptonique.

Le spectre de l'électron diffère considérablement du spectre de l'électron plus mou qui a été observé l'an passé lors de désintégrations de mésons charmés. Une preuve supplémentaire infirmant l'explication par les désintégrations charmées est fournie par les événements muon-électron à plusieurs branches. Dans le cadre des désintégrations charmées, on s'attend à obtenir un nombre relativement élevé de tels événements produits par des désintégrations de kaons qui devraient accompagner l'émission de leptons, mais le nombre observé est beaucoup trop faible.

Les résultats obtenus avec PLUTO et DASP permettent d'ajouter de nouveaux volets au tableau du charme. La théorie prédit que le quark charmé se désintègre de préférence en un quark étrange de sorte que des kaons devraient être produits en abondance lors des désintégrations de mésons charmés. Un seuil dans la production de kaons a maintenant été détecté simultanément dans PLUTO (pour les kaons neutres) et dans DASP (pour les kaons chargés). On a par ailleurs découvert une anomalie remarquable — au niveau du pic de 4,4 GeV, le taux de production est relativement faible ce qui semble difficile à expliquer compte tenu des théories actuelles.

Des études théoriques récentes ont spéculé sur l'existence de molécules de charmonium composées de deux

Nouvelles brèves

paires de quark-antiquark charmés. Si cette existence se confirmait, un mode de désintégration particulier entraînant une réorganisation des quatre quarks («annihilation du charme») produirait environ 10% de particules J/psi. PLUTO a mesuré la production inclusive de J/psi à 4,4 GeV et permis d'observer un rendement inférieur à 4×10^{-3} qui nuit fortement à l'idée des molécules de charmonium.

D'autres résultats intéressants concernant les états de charmonium ont été obtenus avec PLUTO. Une analyse d'événements donnant deux γ et un J/psi à 3,7 GeV a apporté une nouvelle confirmation de l'état intermédiaire de 3,454 GeV qui n'a pas été observé lors de désintégrations hadroniques. Quelques désintégrations supplémentaires en J/psi et un γ ont maintenant été enregistrées. D'autres données recueillies avec DASP sur la désintégration J/psi en trois gamma fournissent des renseignements de trois ordres: l'existence de l'état X(2,8 GeV) a été confirmée, la largeur totale de la désintégration des trois photons est compatible avec la charge 2/3 des quarks (mais non pas avec la charge entière), les rapports de branchement pour $J/\psi \rightarrow \pi\gamma, \eta\gamma, \eta'\gamma$ se sont établis à 1 : 11 : 30. Les spectres inclusifs des pions, kaons et antiprotons séparés compris entre 3,5 et 5 GeV font apparaître une invariance d'échelle avec l'énergie aux grandes impulsions tandis qu'aux impulsions faibles la section efficace augmente avec l'énergie. Il s'ensuit que l'augmentation de la section efficace totale aux énergies plus élevées est liée à des événements de haute multiplicité.

Il semble de plus en plus évident que la gamme des énergies comprises entre 4 et 9 GeV est un domaine de recherche extrêmement riche et le Conseil scientifique de DESY a recommandé le 1er mars que DORIS continue d'être exploité pour la physique des particules pendant encore de nombreuses années et que toute réduction de son utilisation après la mise en service de PETRA soit évitée autant que possible.

Choses et autres

Le texte du film «La clé de l'Univers» — émission TV produite par Nigel Calder et Alec Nisbett sur la nouvelle physique — a été édité par la BBC au prix de 5,95 livres sterling.

Le condenseur et les moteurs du prototype de réfrigérateur satellite du doubleur — économiseur d'énergie du Laboratoire Fermi ont été essayés avec succès à la fin de janvier. Vingt-quatre groupes de ce type seront répartis autour de l'anneau de l'accélérateur pour refroidir les aimants supraconducteurs alimentés en hélium liquide à partir d'une installation centrale.

L'installation de traitement du cancer du Laboratoire Fermi accueille actuellement 45 patients dont 38 ont déjà été irradiés avec des faisceaux de neutrons. L'installation reçoit ces faisceaux de l'accélérateur linéaire pendant environ 60 h par semaine, un tiers de ce temps étant consacré au traitement des patients.

Un rapport officieux intitulé «Faisceaux dans les laboratoires de physique des hautes énergies des Etats-Unis» a été publié à Brookhaven (BNL 22160). Il indique les paramètres des lignes de faisceaux en fonctionnement ou prévues dans un proche avenir à Argonne, Brookhaven, Cornell, Laboratoire Fermi et SLAC.

Le numéro de février du «SLAC Beam Line» a publié, sous la signature de Herman Winick, un mémoire complet et facile à lire de la recherche sur le rayonnement synchrotronique.

Les actes de la réunion de travail d'été DUMAND, qui s'est tenue en septembre 1976 à Honolulu, sont maintenant disponibles au département de physique du Laboratoire Fermi (BP 500, Batavia, Illinois, 60510) au prix de 15,5 dollars par courrier normal, 17,50 dollars par avion pour l'Europe, 24 dollars par avion pour l'URSS et l'Extrême-Orient. Cette réunion a été consacrée aux

systèmes de détection sous-marine des interactions neutrino et muonique aux énergies supérieures à 10 TeV.

La particule U n'est plus tout à fait une inconnue

Les nouveaux résultats obtenus avec SPEAR, l'anneau de stockage électron-positon de Stanford, viennent à l'appui de la thèse basée sur de précédentes expériences suivant laquelle il existe un lepton lourd d'une masse d'environ 1,9 GeV. Deux blocs absorbeurs en béton encadrant plusieurs détecteurs de muons ont été ajoutés au célèbre détecteur magnétique qui a fourni la première indication de l'existence de leptons lourds. Les signaux de muons ont ainsi été améliorés et des données supplémentaires ont été recueillies dans trois intervalles d'énergie. Dans chacun de ces intervalles, il a été observé des signaux de muon anormal ne pouvant recevoir aucune explication de type classique.

Les renseignements précédemment obtenus avaient été fournis par des événements à électrons et à muons pouvant résulter de la désintégration de leptons nommés U^+ , U^- ($U = \text{unknown} = \text{inconnu}$). Les tout derniers résultats viennent donner du poids à cette interprétation (voir en p. 67 des informations concernant les anneaux de stockage DORIS à DESY et qui traitent de la même matière). A un moment où une grande partie des résultats des recherches de physique semblent converger, avec «l'odeur d'une nouvelle et grandiose synthèse dans l'air» (suivant l'expression de Gell-Mann), la particule U a un effet aussi agaçant qu'un petit pois (nous devrions dire une «Perl») sous un matelas. Elle pourrait être une indication pour la spectroscopie des leptons et pour leur structure qui n'a pas été prévue dans cette grandiose synthèse. Martin Perl a accéléré la première analyse des leptons lourds et G.J. Feldman, à la tête d'un groupe SLAC-Berkeley, a apporté de nouvelles informations.

Le système Quest qui permet de dessiner et de fabriquer automatiquement les plaques de circuits imprimés.

(Photo CERN 107.12.76)

L'avenir du ZGS

Les informations actuelles semblent indiquer que le synchrotron à gradient nul (ZGS) à Argonne restera en service jusqu'à la fin de 1979, comme recommandé par l'étude sur le ZGS de 1976, de manière à permettre de continuer les recherches avec des faisceaux de protons polarisés de haute énergie, qui sont l'apanage de cette machine. Les autres équipements utilisés pour le programme de recherche seront probablement fermés au cours de cette année. Parmi ceux-ci, figure la chambre à bulles de 3,60 m (12 pieds) actuellement utilisée avec une cible à traces visibles. Certains groupes européens qui effectuaient en collaboration des expériences avec ce type de cible participent maintenant au programme du CERN avec BEBC, la chambre à bulles de 3,70 m; les autres groupes collaborent à une dernière expérience prévoyant 500 000 photographies, avec un mélange de 45% de néon et d'hydrogène entourant la cible et des antiprotons de 4,1 GeV/c. Cette expérience a commencé en mars après une période de fonctionnement avec des antiprotons à l'arrêt pour des groupes japonais.

Circuits imprimés

La grande quantité de matériel électronique utilisé au CERN impose une conception et une réalisation massives de cartes à circuits imprimés. Trois systèmes pour la numérisation et le tracé de l'implantation de cartes à circuits imprimés ont été acquis et, après une période de rodage qui dure depuis mai de l'année dernière (tant pour les systèmes eux-mêmes que pour les opérateurs), ils sont maintenant en service dans les divisions ISR, SPS et Traitement des données. Ils réduisent de moitié le temps nécessaire pour produire des masters de cartes à circuits imprimés, car il n'est plus nécessaire d'utiliser des rubans adhésifs, et permettent une plus grande densité de lignes sur la carte. Chaque système comprend une table de numérisation, un télétype, un

ordinateur NOVA, un traceur à plume, un perforateur et un phototraceur. Le concepteur installé à la table de numérisation peut dialoguer avec le système d'une manière souple. Deux bandes peuvent sortir de l'ordinateur: l'une peut être utilisée pour produire le master de la carte à circuit imprimé et l'autre pour guider une machine automatique pour le perçage des trous dans la carte. Ces systèmes, maintenant en service, ont accéléré et amélioré la production de cartes à circuit imprimé. Des renseignements complémentaires peuvent être obtenus, par exemple, auprès de G. Leroy, Division ISR.

ISABELLE

Le projet d'anneaux de stockage proton-proton de 200 GeV (ISABELLE) à Brookhaven reçoit actuellement de l'ERDA une deuxième tranche de crédits (construction, établissement du programme et étude technique) pour continuer l'analyse approfondie de ce projet. Une nouvelle proposition comportant un remaniement de la maille de l'aimant permettant de disposer de six régions d'intersection doit être soumise en avril. La prochaine étape importante dans la mise au point des aimants supraconducteurs sera la construction d'une demi-cellule constituée de deux aimants de déflexion et d'un quadripôle destinés à fonctionner ensemble. Cette demi-cellule sera montée dans l'ancien bâtiment du Cosmotron où a été assemblé un modèle de tronçon du tunnel d'ISABELLE. Les préparatifs en

vue de la fabrication industrielle de la tresse et des bobines supraconductrices sont bien avancés. Jim Sanford, qui dirige le projet, a commencé à faire paraître au début de cette année un bulletin d'information «ISABELLE newsletter» pour renseigner d'une manière générale sur l'avancement du projet et entre autres, sur les préparatifs du programme d'expérimentation.

Nouvelles de TRIUMF

Le Comité exécutif des utilisateurs du cyclotron TRIUMF pour 1977 est composé des membres suivants: M.D. Hasinoff (président), J.M. Poutissou (président adjoint), P. Kitching, P.L. Walden et A.W. Stetz. On espère obtenir un faisceau de protons de 100 μ A dans TRIUMF d'ici la fin de cette année. L'adjonction d'un séparateur d'isotopes en ligne au cyclotron a été approuvée et l'on examine la possibilité de faire venir l'installation TRISTAN qui se trouve actuellement au réacteur Ames dans l'Iowa. Elle serait montée dans un nouveau bâtiment à côté de l'actuel hall d'expérimentation principal. La mise en service est escomptée pour septembre 1978.

Éléments superlourds: les preuves s'estompent

Au mois de juin de l'année dernière, un groupe d'Oak Ridge avait présenté une preuve de l'existence des éléments «superlourds» 116 et 126 qui se fondaient sur des spectres de rayonnement



1. J.B. Adams.
2. H. Schopper.



1.

X émis par des inclusions présentes dans des cristaux de monazite. Depuis lors, plusieurs laboratoires ont procédé à des expériences pour tenter, sans succès, de reproduire ces résultats. Un groupe d'Oak Ridge a publié récemment des résultats qui semblent démentir entièrement les découvertes initiales. Ce groupe employait un rayonnement synchrotronique monochromatique, fourni par l'anneau de stockage SPEAR de Stanford, pour stimuler l'émission de rayons X dans des cristaux de monazite identiques à ceux qui avaient donné les résultats précédents. Cette méthode est bien plus sensible que la stimulation des protons utilisée pour la première expérience. Or on n'a pu déceler aucune émission de rayons X caractéristique de la présence probable de noyaux d'éléments super-lourds. L'expérience aurait dû permettre de détecter de pareils noyaux pour des concentrations ne dépassant pas 5×10^9 atomes par inclusion, alors que les données précédentes suggéraient des concentrations de 2×10^{11} .

Personnalités

Le 3 mars, John Adams, directeur général exécutif du CERN, a reçu la médaille Faraday de l'Institut britannique des ingénieurs électriciens pour « sa contribution exceptionnelle à l'étude et à la construction d'accélérateurs de particules de haute énergie ». John Adams a dirigé l'équipe chargée de construire le synchrotron à protons de 28 GeV du CERN (PS) qui a atteint son énergie nominale en 1959 et qui était alors la première machine de ce type en service ainsi que l'équipe qui a réalisé le super synchrotron à protons de 400 GeV du CERN (SPS) dont les premiers faisceaux ont été fournis l'année dernière.

L'état major du Laboratoire Fermi se modifie : Tim Toohig a succédé à Charles Brown en qualité de chef du laboratoire des mésons. Peter Koehler a remplacé Frank Nezzrick à la tête du département de physique, où il a

comme adjoint Ed. Blesser. Dick Carrigan est devenu chef-adjoint de la division de la recherche.

Une fondation a été créée à la mémoire du professeur J.G. Rutherglen, de l'Université de Glasgow, décédé en août dernier dans un accident de la circulation à Genève, alors qu'il était au CERN pour préparer une expérience avec le SPS. La fondation aura pour but de décerner un prix à un étudiant diplômé en physique des hautes énergies. Les souscriptions peuvent être adressées à K.M. Smith, Department of Natural Philosophy, University of Glasgow.

Torlief Ericson de la Division Théorie du CERN, l'un des théoriciens les plus connus dans le domaine de la physique nucléaire, a reçu le titre de docteur honoris causa de l'Université de Lund (Suède).

Le comité du programme d'expériences chargé d'examiner les expériences envisagées pour le projet d'anneaux de stockage PEP de Berkeley et Stanford, comprend désormais les membres suivants : Carl Albright, Karl Berkelman, Owen Chamberlain, Norman Christ, Jim Cronin, Fred Gilman, David Leith, John Peoples, Nick Samios, Frank Sciulli, S.J. Stuart Smith, Mahiko Suzuki, Bob Tripp, Paul Tsai, Bob Walker et Gerry Fischer, secrétaire. Le comité soumettra d'ici le moins de juin des recommandations au sujet des premières expériences.

Herwig Schopper, président du directoire de DESY, a été élu le 17 février à la présidence de l'AGF, où il succède à K.H. Beckurts. La « Arbeitsgemeinschaft der Grossforschungseinrichtungen » (Association des grands centres de recherche) a été fondée en 1970 par dix centres allemands afin de coordonner les recherches menées dans divers domaines. Les douze centres actuels déploient leur activité dans de nombreux secteurs.



2.

L'ECFA se penche sur les futurs accélérateurs

A la fin de février, l'ECFA a organisé à DESY, au cours d'un long week-end, un séminaire sur les projets possibles en matière de futurs accélérateurs. Environ 80 physiciens ont pris part aux travaux. Carlo Rubbia s'est attaché à l'utilisation de protons et d'antiprotons avec le SPS et Björn Wiik à l'emploi d'électrons et de protons avec ce même accélérateur, tandis que Giorgio Salvini et Burt Richter ont exposé l'intérêt scientifique d'un grand anneau de stockage à électrons-positons d'environ 2×100 GeV. Dans son discours de clôture, Guy von Dardel, président de l'ECFA, s'est attaché à présenter sous un jour optimiste la question des futurs accélérateurs. Il a rappelé qu'il y a deux ans environ, PETRA n'avait pas dépassé le stade du projet, alors que le tunnel de cet accélérateur entoure maintenant les bâtiments du Laboratoire DESY. Il a souligné que si des miracles étaient encore possibles à Harnburg, ils le seraient aussi au CERN.

Séminaire d'été sur les projets d'anneaux de collisions du Laboratoire Fermi

Un séminaire d'été sur les aspects des projets d'anneaux de collisions du Laboratoire Fermi se tiendra à Aspen (Colorado) du 27 juin au 15 juillet 1977. D'une durée de trois semaines, il sera consacré à la fois aux interactions proton-proton et aux interactions antiproton-proton. La possibilité d'utiliser le faisceau du doubleur-économiseur d'énergie et celui de l'anneau principal pour des collisions proton-proton sera étudiée, de même que le recours à l'anneau principal (ou, dans un dernier stade, au doubleur-économiseur d'énergie) pour des collisions antiproton-proton.

Le séminaire a pour but d'étudier la conception des régions d'intersection et des zones d'expérimentation, les techniques en vue d'obtenir une luminosité élevée, les systèmes de

Senior nuclear structure experimentalist

APPLICATIONS ARE INVITED FOR THE POST OF SENIOR NUCLEAR STRUCTURE EXPERIMENTALIST AT THE DARESBURY LABORATORY.

The duties of the post, which is in the Nuclear Structure Division of the Laboratory, will be to manage the research programme of the 30 million volt tandem electrostatic accelerator at present under construction. The work will cover the organisation and administration of the programme of experiments, and the provision of the equipment and facilities necessary to support the programme, in liaison with the University Groups carrying out research on the accelerator. The person appointed will be head of a group of some 20 scientific and other staff, and in addition the responsibilities will cover the work of staff from other Divisions supporting the experimental programme.

The successful candidate, who will be expected to be an active collaborator in the research undertaken on the accelerator, will be a physicist having considerable experience in the field of nuclear structure physics with a wide knowledge of the current areas of interest and the techniques applicable to the field. A knowledge of related fields, such as atomic physics and radio chemistry, would be an advantage.

Starting salary will be assessed according to qualifications and experience, and is expected to be within the scale £8650 to £9798. The superannuation scheme is non-contributory.

Applicants should write to the Director and provide details of qualifications and experience.

Reference Number: DL/588.

Closing date: 15th April 1977.

Science Research Council
Daresbury Laboratory

Science Research Council
Daresbury Laboratory
Daresbury
Warrington WA 4 4AD



UNIVERSITE CATHOLIQUE
DE LOUVAIN

Le Département de Physique de l'U.C.L. (Belgique) recherche pour le programme d'études expérimentales de sa Division Physique nucléaire un

PROFESSEUR INVITÉ

ou un

ATTACHÉ DE RECHERCHE

qualifié dans l'un des domaines suivants: spectroscopie nucléaire sur faisceau, physique des ions lourds, recherche sur les problèmes à quelques nucléons, étude des processus à interaction faible, physique des énergies intermédiaires.

Le poste est à pourvoir en septembre 1977 pour une durée d'un an.

Les candidatures doivent comporter un curriculum vitae ainsi qu'une description de l'expérience professionnelle et des travaux publiés et mentionner les noms des deux répondants. Elles seront adressées avant le 15 avril 1977 au

Professeur J. Vervier, Chef du Département de Physique, Université Catholique de Louvain, 2, Chemin du Cyclotron, B-1348 Louvain-la-Neuve, Belgique,

auprès duquel les candidats pourront obtenir de plus amples renseignements sur le poste et la Division concernée.

détection envisageables et les objectifs de la recherche. Des groupes de travail seront constitués pour étudier ces différents domaines, ainsi que toute autre question jugée digne d'intérêt. Les participants seront normalement pris en charge par leur institut d'origine et leur nombre devra être restreint en raison des installations limitées disponibles. Les personnes intéressées sont priées de s'adresser dès que possible à Jim Walker du Département collisions de faisceaux du Laboratoire Fermi, en précisant le domaine qui les intéresse.

Allocution de Sam Ting à Stockholm

Sur demande, nous publions ici la traduction de l'allocution prononcée par Sam Ting à Stockholm et reproduite dans sa version originale en page 21 de notre dernier numéro — page sur laquelle, malgré l'absence accidentelle de la légende, on pouvait reconnaître Sam Ting et Burt Richter, tous deux prix Nobel de physique 1976.

Vos Majestés, Vos Altesses royales, Mesdames et Messieurs,

Le professeur Burton Richter et moi-même souhaitons remercier la Fondation Nobel et l'Académie royale des Sciences de la haute distinction qui nous a été décernée.

Ayant été élevé dans l'ancienne Chine, j'aimerais saisir l'occasion qui m'est offerte d'attirer l'attention des jeunes étudiants des nations en voie de développement sur l'importance de l'expérimentation.

Selon un ancien proverbe chinois: «celui qui travaille avec son esprit commande à celui qui travaille avec sa main». Pareilles idées rétrogrades font beaucoup de mal à la jeunesse des pays en voie de développement. En partie à cause de cette conception, nombre d'étudiants de ces pays sont attirés par les études théoriques et évitent l'expérimentation.

J'espère que le prix Nobel qui m'est décerné éveillera chez les étudiants des nations en voie de développement suffisamment d'intérêt pour qu'ils accordent à l'expérimentation toute l'importance qui lui est due.

Baryonium

Une équipe Institut Max-Planck Heidelberg/Université de Heidelberg/CERN a étudié l'interaction proton-antiproton et a recueilli des données tendant à prouver l'existence d'une résonance étroite près de 2 GeV qui pourrait être un exemple d'un baryonium. De tels systèmes sont bien connus pour les leptons: l'électron et le positon peuvent vivre ensemble pendant une courte durée en orbite

l'un de l'autre dans le système appelé «positonium». Plus récemment, la famille psi a été interprétée comme étant un système quark charmé-antiquark charmé dans les divers états d'énergie du «charmonium». Par analogie à ces systèmes, la résonance proton-antiproton a été appelée «baryonium».

Des données tendant à prouver l'existence d'une telle résonance dans cette région d'énergie ont déjà été recueillies au cours de deux autres expériences. Celle effectuée au PS du CERN a utilisé un faisceau d'antiprotons envoyé sur une cible d'hydrogène liquide. On a observé une résonance étroite tant dans la diffusion élastique de l'antiproton que dans la désintégration en mésons chargés. Les bonnes résolutions du système de détection ont permis de déterminer la résonance avec précision: $505 \pm 15 \text{ MeV}/c$, ce qui correspond à une énergie dans le centre de masse de $1939 \pm 3 \text{ MeV}$. Sa largeur est inférieure à 4 MeV.

Les physiciens du quark interprètent le baryonium comme un système diquark-diantiquark. La largeur étroite peut résulter de la mystérieuse règle de Zweig. Les physiciens nucléaires interprètent le baryonium comme un système proton-antiproton lié à une force nucléaire.

NOW AVAILABLE FROM PERGAMON PRESS

Antinucleon-Nucleon Interactions

Proceedings of the International Symposium held in Wenner-Gren Center, Stockholm, July 1976

Edited by

G. EKSPONG, *Institute of Physics, University of Stockholm, Stockholm and CERN, Geneva, Switzerland*

S. NILSSON, *Institute of Physics, University of Stockholm, Stockholm*

AN INDISPENSABLE WORK OF REFERENCE TO ALL POSTGRADUATES AND RESEARCH WORKERS IN PARTICLE PHYSICS AND HIGH ENERGY PHYSICS

Over eighty participants from twenty one countries attended the symposium. The proceedings contain the latest experimental results and theoretical interpretations in the field of interaction between antinucleons and nucleons. Low, medium and high energy processes are covered. The role of quarks and duality arguments are discussed in order to reach a deeper understanding of the reaction processes, and particular attention is given to threshold phenomena. The possibility of bulk antimatter existing in the universe is also considered. The eight review articles listed below are of particular importance.

Fifty-eight contributions are presented under the following subject headings:

Threshold and other Low Energy Phenomena
Low Energy Annihilation
Anti-matter in the universe
High Energy Annihilation
High Energy Non-Annihilation
Future facilities

Of particular importance are the eight review articles:

T.O.E. ERICSON (*CERN*): Low Energy Interactions
E. EISENHANDLER (*London*): Antiproton formation Experiments
J.G. RUSHBROOKE (*Cambridge, UK*): High Energy Antinucleon - Nucleon Annihilation Interactions
J.R. FRY (*Liverpool*): Quasi-Annihilation Physics at Medium Energies
S. NILSSON (*Stockholm*): High Energy Antinucleon-Nucleon Non-Annihilation Interactions
G.F. CHEW (*Berkeley*): States of Baryonium within the Hadron Family
H.I. MIETTINEN (*Stanford*): Progress in Antiproton Physics
H. ALFVEN (*Stockholm*): Is the Universe Matter-Antimatter symmetric?

ISBN 0 08 021515 7 US\$40.00 £22.00
560pp 498 illus
Wenner-Gren International Symposium Series, Volume 29

NEW JOURNAL

NUCLEAR TRACK DETECTION

The International Interdisciplinary Journal for the Rapid Publication of Original Research Communications and Survey Articles Dealing with the Principles, Methods and Applications of Solid State Nuclear Track Detection and Related Fields

Editor-in-Chief: **S.A. DURRANI**, *Department of Physics, University of Birmingham, P.O. Box 363, England*

Some papers to appear in forthcoming issues

A statistical model for track formation, by A. ALI
Etched-track kinetics in isotopic detectors by S.A. DURRANI
Cosmic-ray tracks in meteorites, by R.K. BULL

Subscription Information FREE SPECIMEN COPY AVAILABLE ON REQUEST
For one year (1977) US\$55.00
For two years (1977/78) US\$104.50
Prices include postage and insurance
Individual subscription (1977) US\$25.00



Pergamon Press

Headington Hill Hall, Oxford OX3 0BW, England
Fairview Park, Elmsford, New York 10523, USA

564

PROGRAMME D'ENSEIGNEMENT ACADÉMIQUE DU CERN (1976-1977)

Ce programme de cours est organisé chaque année par le Comité de l'Enseignement Académique.

3e Trimestre :

26 & 28 avril, 3, 5, 10 & 12 mai	Introduction to integral transforms, par K.S. Kölbig (CERN)
7, 8 & 9 juin	Aspects of programming, par J. Larmouth (University of Salford)
15, 16 & 17 juin	The use of radio-tracer and nuclear reaction techniques in physical metallurgy, par P. Lacombe (University of Paris XI, Orsay)
21, 22 & 23 juin	World energy prospects, par R.J. Eden (Cavendish Laboratory, Cambridge)

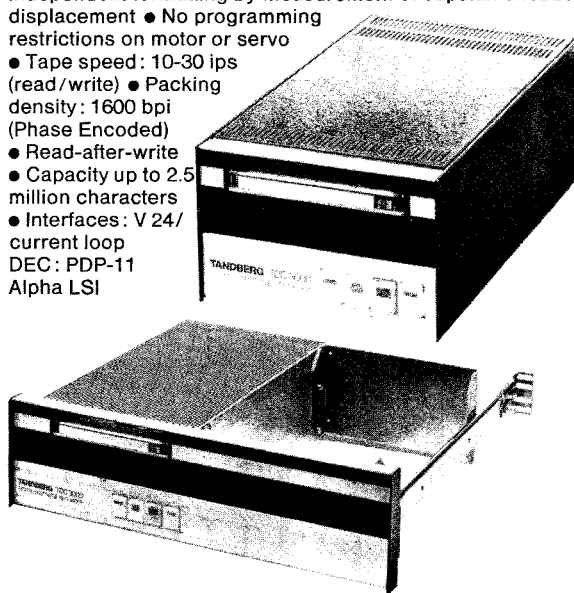
Ces cours, donnés en anglais, ont lieu à 11 h. 00.

Service de l'Enseignement
CERN, 1211 Genève 23
Téléphone : 022/83 28 44

TANDBERG Data Products

Digital Cartridge Recorder TDC 3000

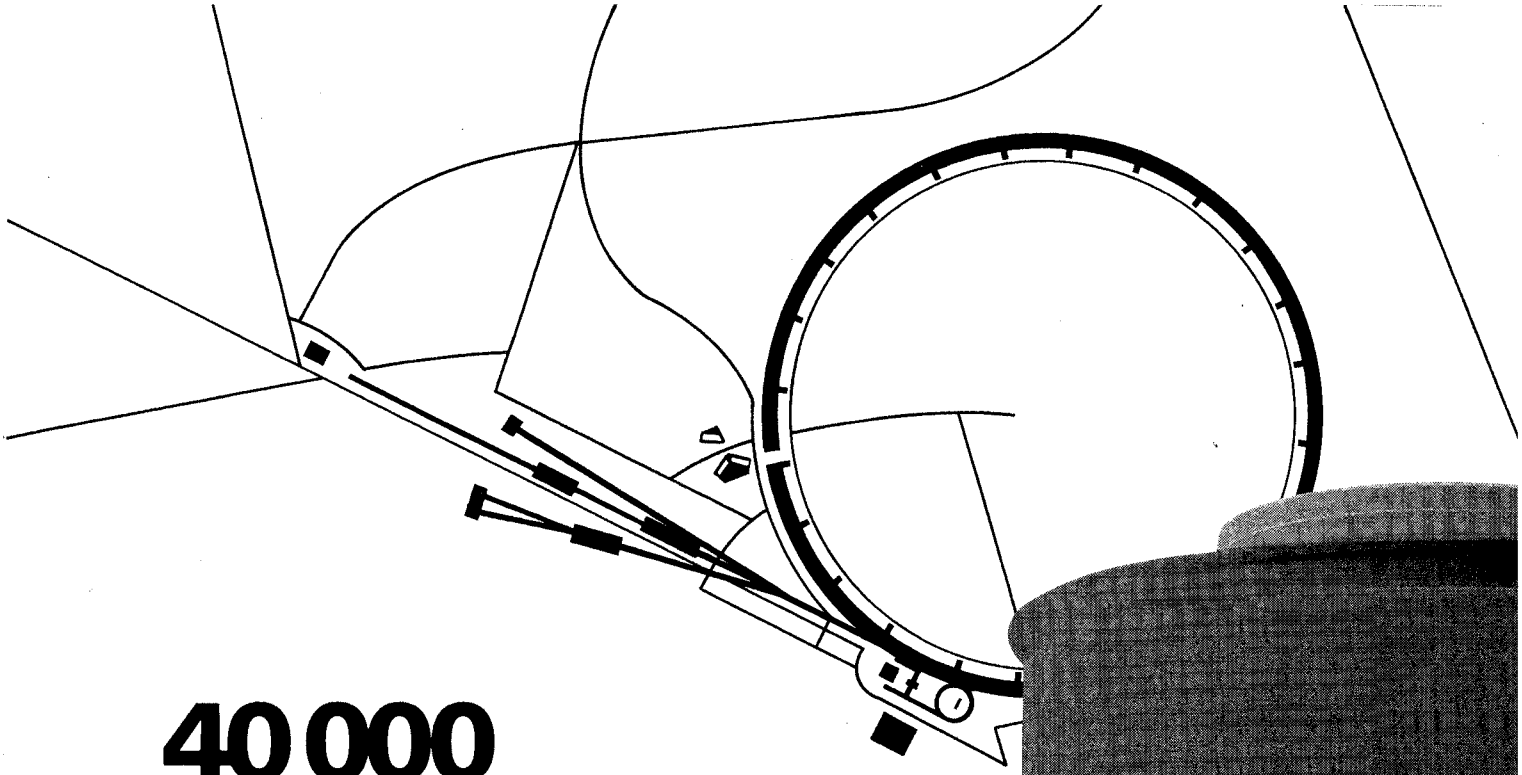
- Data medium: DC 300 A Data Cartridge • Comply with ANSI/ECMA/ISO-Standards • Cartridge easy to insert, yet very positive locking in place • Automatic Load Point search
- Controlled cartridge ejection by electrical signal • Speed-independent formatting by measurement of capstan encoder displacement • No programming restrictions on motor or servo
- Tape speed: 10-30 ips (read/write) • Packing density: 1600 bpi (Phase Encoded)
- Read-after-write • Capacity up to 2.5 million characters
- Interfaces: V 24/ current loop DEC: PDP-11 Alpha LSI



Bellikonstrasse 218
CH-8968 Mutschellen

**STOLZ
AG**

Tel. 057 54655
Telex 54070



40 000 heures de service au FNAL.

L'EIMAC 8959 — l'un des membres de la famille 4CW100 000E de tubes de puissance à grilles — a atteint 43 000 heures de fonctionnement dans le programme de l'accélérateur du Fermi National Accelerator Laboratory, à Batavia, Illinois.

Dans cet accélérateur annulaire de haute énergie sont utilisés 72 EIMAC 8959, soit 36 comme modulateurs et 36 comme amplificateurs HF. Les tubes sont soumis à des essais à 120 kW à 53 MHz avant leur utilisation dans l'accélérateur.

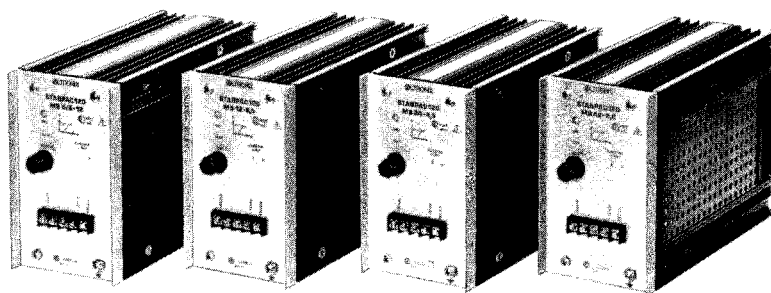
La remarquable combinaison de l'excellent programme technique du FNAL et des possibilités des tubes de puissance EIMAC permet aujourd'hui de nouvelles découvertes au coeur même de l'atome dans les programmes de physique expérimentale.

L'Y-676, un modèle de la série 4CW100 000E destiné à la commutation, est utilisé dans le monde à cette fin ainsi que pour la régulation dans les programmes de recherche sur la fusion.

Pour de plus amples renseignements, veuillez prendre contact avec VARIAN, EIMAC Division, 301 Industrial Way, San Carlos, California 94070, téléphone (415) 592-1221, ou vous mettre en rapport avec un des bureaux de vente (plus de trente dans le monde) du Varian Electron Device Group.



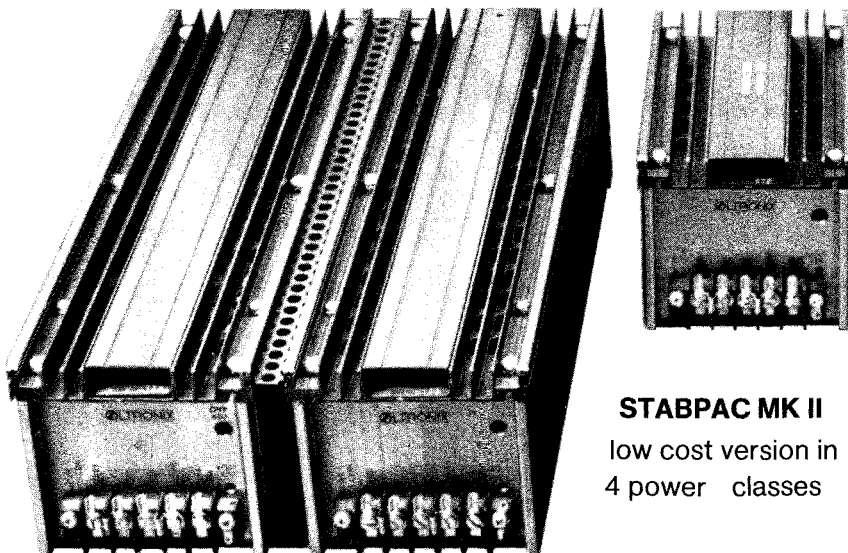
Most of the CERN engineers know the blue **OLTRONIX** modular power supplies.



STABPAC MK III high performance line in 8 power families

Excellent Watt/Litre ratio due to consequent use of heat dissipators as case parts. High efficiency due to a modern circuit design. OLTRONIX modules are in Watt/Litre ratio and efficiency very close to the switched power supplies without having their disadvantages of price and noise.

Take power per litre, power per price, add the excellent performances such as remote sensing, external programming, OVP, OTP etc. then you see that OLTRONIX is always a step ahead.



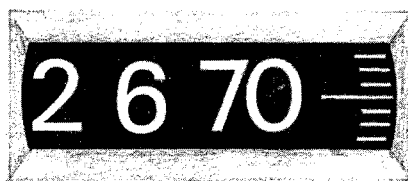
STABPAC MK II
low cost version in 4 power classes

For further details please contact: **MEGEX ELECTRONICS AG**, CH-8902 Urdorf/ZH, Industriezone Nord, Phone 01/734 4171

If you compare...

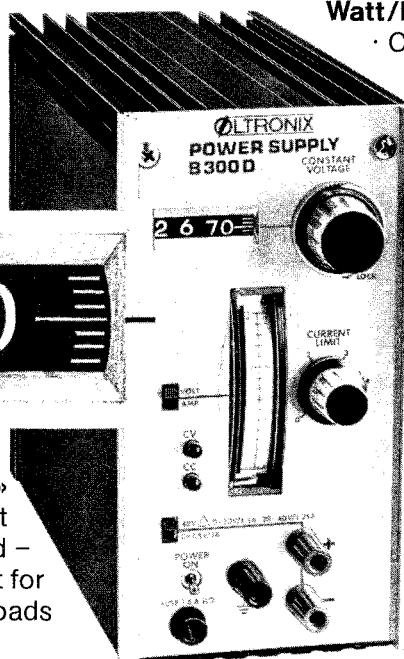
Digital Display

- 10-turn precision potentiometer
- Adjustment accuracy: 0.3%!
- Replaces additional voltmeter



«Power-Boost»

Handles almost 100% transient overload – Excellent for pulsating loads



Watt/Liter Power Ratio

- Cooling sections incorporated in housing yield optimum volume/power ratio

Superior Control Characteristics

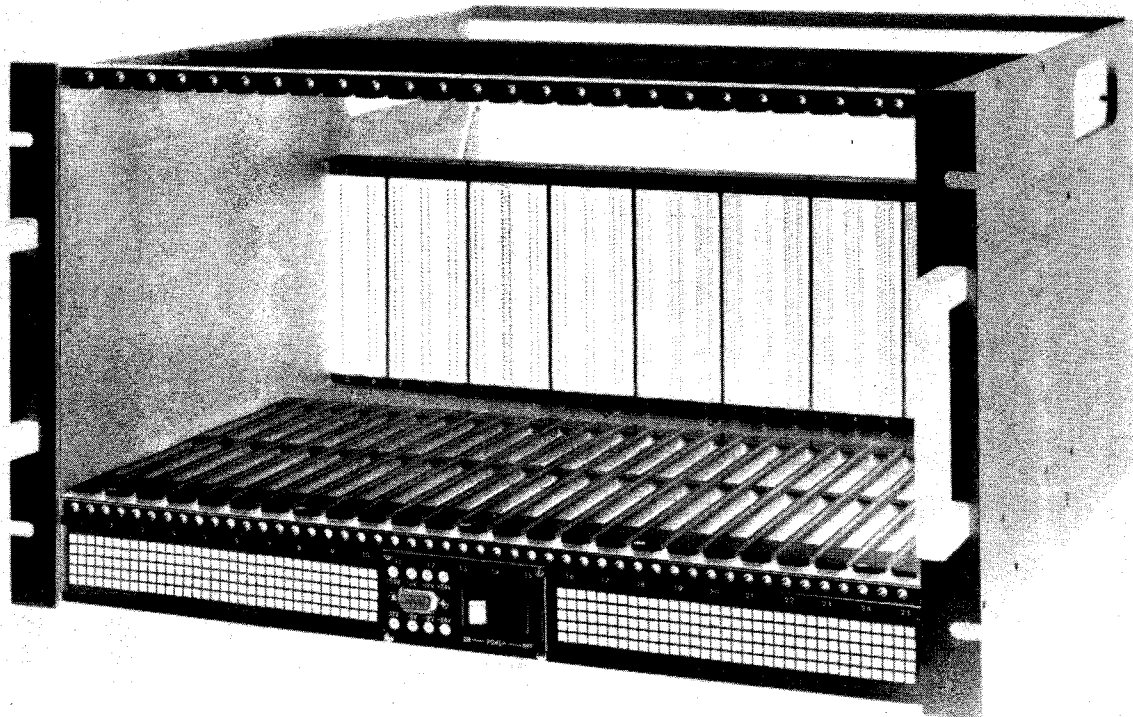
- Due to automatic control system decentralization with the aid of discrete Zener references and operational amplifier – no integrated stabilization circuits – improved noise voltage and drift values.

Output: 0–7,5 V/3 A (5 A)*
0–17 V/1,5 A (2,5 A)
17–40 V/1,25 A (2,1 A)
* Power-Boost Output Current

OLTRONIX LABOR AG, Rüschiistrasse 21, CH-2502 Biel, Phone 032/238103, Telex 34637

Our R/D group in Biel offers local cooperation for special electronics, which may later be produced in other member countries.

...your only choice is **OLTRONIX**



Powered CAMAC Crates

- ★ 25-station with cast aluminium guide rails
- ★ Low insertion force
- ★ Over current protection—all lines
- ★ Over voltage protection—6V line
- ★ Thermally protected
- ★ Built-in power indicator, monitor and ON/OFF switch
- ★ Triple fan blower unit

9071/1 Medium Power—200 Watt
 $\pm 6V$ 25A, $\pm 24V$ 5A
 200V 50mA, 117V 0.5A ac [Illustrated above]

9071/1—HP High Power—300 Watt
 $\pm 6V$ 32A, $\pm 24V$ 6A
 200V 100mA, 117V 0.5A ac

Also available:

9070/1 Basic Unpowered Crate

9001 Separate 19 inch rack Power Unit

Providing:

+ 6V 20A, —6V 5A, $\pm 24V$ 5A



NUCLEAR
 ENTERPRISES
 S.A.

25 Chemin François Lehmann, 1218 Grand Saconnex, Genève Tel. [022] 98 16 61/62 Telex 289066.

NUCLEAR ENTERPRISES LTD., Bath Road, Beenham, Reading, RG7 5PR. ENGLAND Tel.
 073-521 2121 Telex 848 475 Cables—Devisotope Woolhampton.

NUCLEAR ENTERPRISES GmbH Schwanthalerstrasse 74, 8 München 2, Germany Telephone 53-62-23
 Telex 529938



LABEN MAGNUM 9000

multi-channel
analyser

8192 channels,
simultaneous input-output,
microprocessor system for data evaluation
and fully programmable operation cycle,
CAMAC compatible through 5380 interface
together with our NIM-standard nuclear electronics,
fast and linear,
and our semiconductor detectors
for multi-parametric systems, for nuclear spectrometry
and wherever you need a powerful and flexible m.c.a.

GRUPPO
MONTEDISON



MONTEDEL - LABEN Division

Via Bassini 15 - 20133 - MILANO, ITALY / Telephone: 23.65.551
Cable address: LABEN- MILANO / Telex: 33451

Leitgeb - l'électronique universelle!

Les condensateurs électrolytiques aluminium Rubycon avec propriétés dominantes.

Par leur conception, ils peuvent être utilisés dans l'électronique en général et dans les applications industrielles. Les connexions soudées de chaque côté assurent des contacts parfaits et une sécurité de fonctionnement accrue. Gamme de températures étendue.

Série TT: exécution axiale.

Plage de tensions:

6,3 V à 450 V

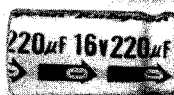
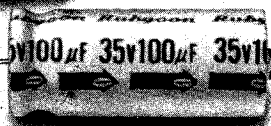
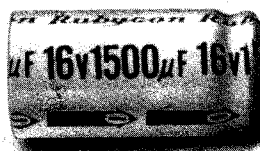
Gamme de capacités: 0,47 μ F à 4700 μ F

Série TW: exécution Plug-In pour montage vertical sur les circuits imprimés.

Plage de tensions: 6,3 V à 350 V

Gamme de capacités: 0,47 μ F à 4700 μ F

A la demande, des exécutions spéciales peuvent être disponibles. Demandez notre documentation détaillée ou téléphonez nous tout simplement.



Indication importante: pour de petites quantités, adressez vous de préférence à la firme Distrelec SA, Forchstrasse 280, 8029 Zurich, Téléphone 01/ 55 44 55

D. Leitgeb SA
8600 Dubendorf, Ueberlandstr. 199
Tél. 01/8201545, Télex 55547



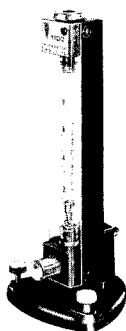
Ing. D. Leitgeb SA
1100 Vienne, Favoritenstr. 146/1/7
Tél. 0222/62 52 52, Télex 13 596

Débitmètres

GEC-Elliott, Rotameter Works, Croydon

Appareils calibrés et non calibrés pour liquides et gaz

livrables ex stock Zurich



type 1100

Vannes à pointeau

en acier inox
au chrome 4421
et chrome-nickel-molybdène 4436

Armatures Phönix

vannes d'arrêt et de réglage

Hofer

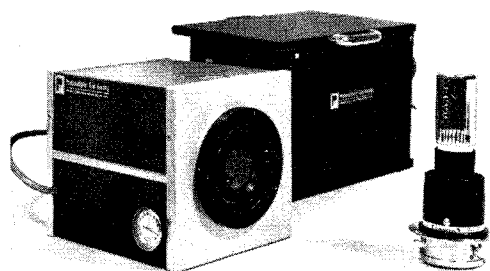
technique à haute pression

Demandez la documentation auprès de

WISAG
vorm. WISMER AG

Oerlikonerstrasse 88
tél. 01/46 40 40
8057 Zurich

PLUG-IN -50°C PMT/VIDICON



The "SOME LIKE IT COLDER" folks have done it again with a Carnot Cycle refrigerated chamber. PMT Cooler (Model TE-149) accepts any 2" or smaller end-window tube. Vidicon version (TE-150) accepts most popular 1" or smaller tubes.

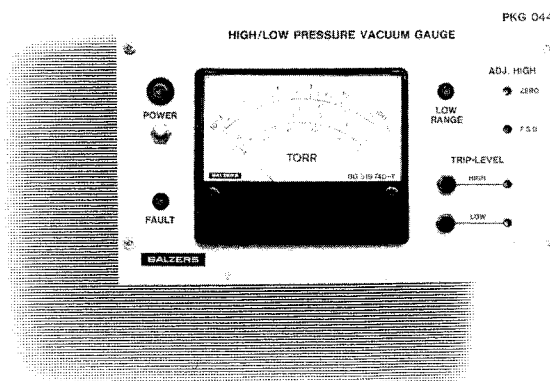
Complete system includes: Electrostatic/Magnetic Shield extending 1/2 cathode dia. in front of cathode; double-pane, evacuated Window Cell plus Window Heater for frost and dew-free light path to photocathode; hermetically sealed housing and flexible coolant line (5' std). TE-149 has interchangeable tube socket assembly. For Performance and Prices Call (617) 774-3250 or Write:



Products for Research, Inc.

78 Holten Street • Danvers, Mass. 01923
CABLE: PHOTOCOOL TELEX: 94-0287

Appareils de mesure de vide également pour la technique nucléaire



Les appareils de mesure de vide standard BALZERS conviennent à la mesure précise et reproductible de pressions. Cependant, les exigences particulières de la technique nucléaire requièrent la mise en œuvre d'appareils spéciaux. BALZERS possède l'expérience nécessaire et – fait prouvé par un grand nombre de références – également la confiance de sa clientèle.

En voici quelques exemples prouvant la compétence de BALZERS en ce domaine:

- Jauges, fiches et câbles résistants à la radiation
- Mesure de pressions totales extrêmement basses (jusqu'à 10^{-12} mbar)
- Mesure de pressions partielles/analyses de pressions résiduelles (spectromètre de

masse quadripolaire, télécommande, etc.)

- Jauges fonctionnant dans d'importants champs magnétiques (30 kGauss)
- Câbles à grande longueur (p.ex. 700 m)

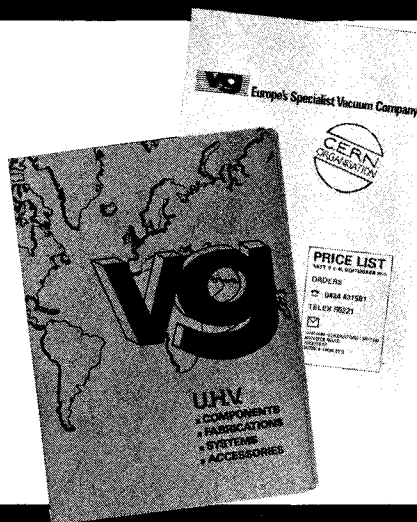
BALZERS

BALZERS AKTIENGESELLSCHAFT für Hochvakuumtechnik und Dünne Schichten
FL-9496 Balzers, Fürstentum Liechtenstein

Profitez de l'expérience – choisissez BALZERS comme partenaire!

BG 800 083 PF DN 7074

NOUVELLES IMPORTANTES POUR TOUS LES UTILISANTS DE VIDE



LA GAMME COMPLETE D'APPAREIL ET SERVICE
TECHNIQUE POUR ULTRA-VIDE DE VACUUM
GENERATORS EST DIRECTEMENTE DISPONIBLE
DE LEUR USINE A HASTINGS ANGLETERRE.

Pour recevoir votre copie du catalogue/manual et tarif
special pour CERN.

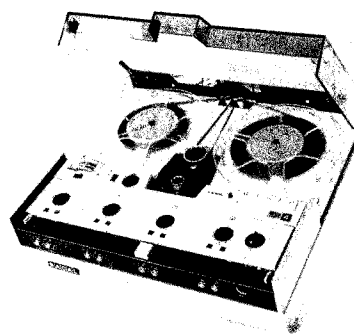
TELEPHONEZ OU ECRIVEZ A

Peter Sales,
VACUUM GENERATORS LIMITED
MENZIES ROAD, HASTINGS, SUSSEX TN34 1YQ. ENGLAND
TELEPHONE: 0424 431581 TELEX: 95221

information Dewald Electronic

Racal Thermionic Instrumentation Recorders

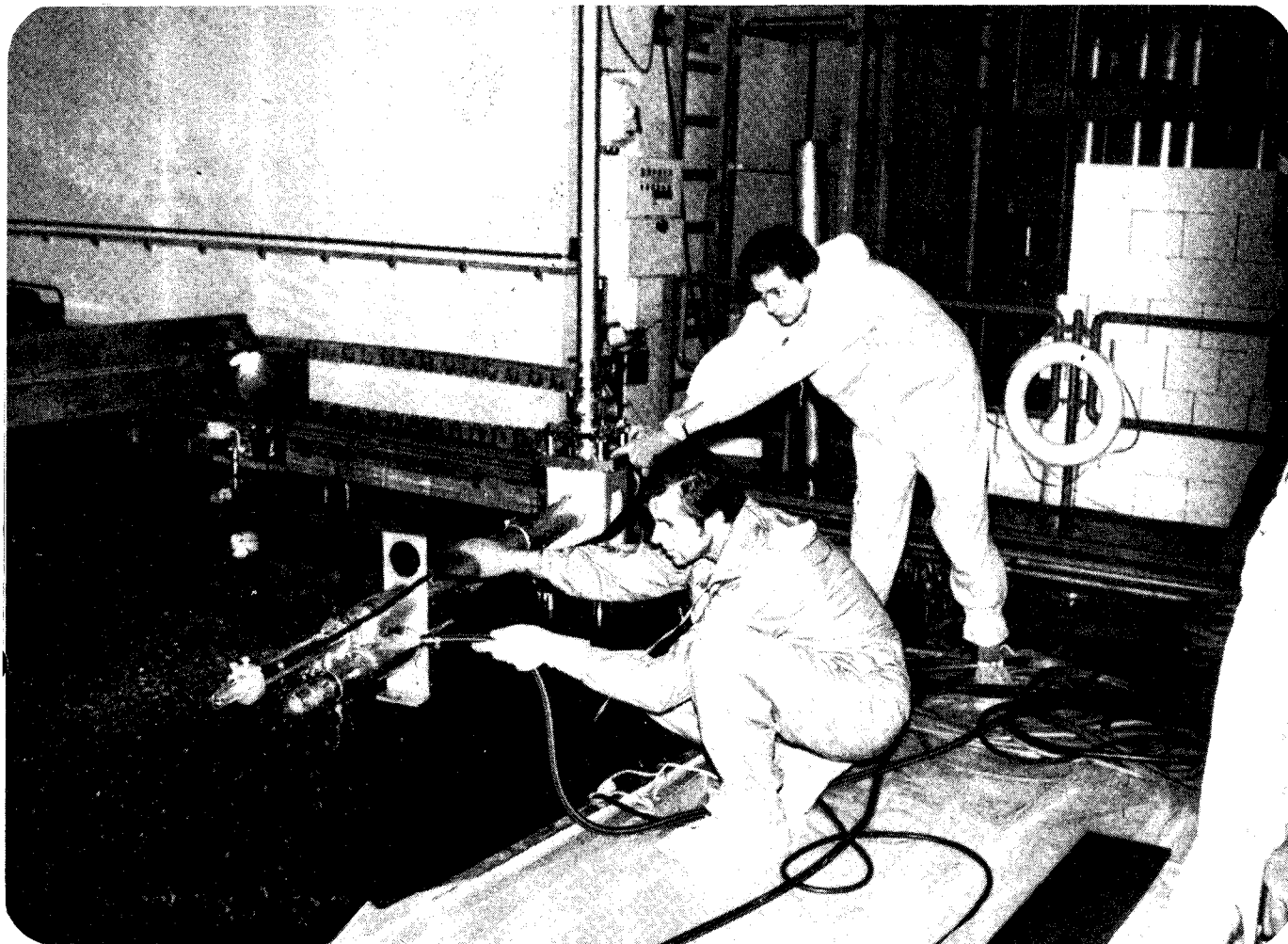
Better you know them!



Store 4 / Store 7 / Store 14 (IRIG Standard)

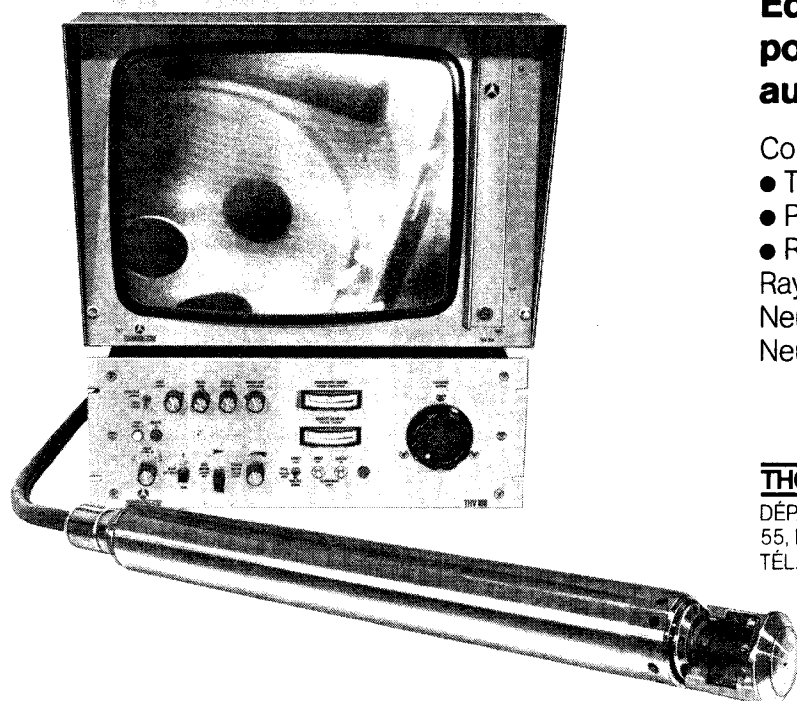
- FM recording up to 20 kHz; 4 or 7 channels
- Direct recording up to 300 kHz
- Seven speeds, bi-directional recording
- Tachometer or "off tape" servo speed control
- Only six moving parts
- Unique monitoring and calibration facilities
- Fully portable AC/DC operation
- Remote control
- Ask for demonstration!

Dewald AG Seestrasse 561 Tel. 01 45 13 00
8038 Zürich Telex 52012



En milieu radioactif une gamme de caméras de télévision spécialement adaptées pour :

Contrôler • Surveiller • Intervenir



Equipement de télévision pour investigation au cœur des réacteurs nucléaires.

Conditions d'utilisation :

- Température : 225 °C (437 °F)
- Pression : 45 bars
- Rayonnement : (Doses intégrées)

Rayons γ : $5,10^8$ R

Neutrons thermiques : $3,10^{14}$

Neutrons rapides : $3,10^{15}$



THOMSON-CSF

DÉPARTEMENT AUDIOVISUEL

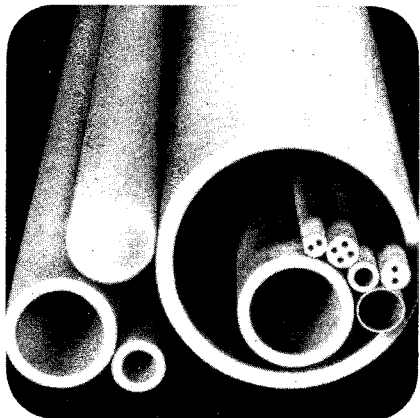
55, RUE EDGAR QUINET / 92240 MALAKOFF / FRANCE

TÉL. : (1) 65711.10

Degussa

CAPILLAIRES, TUBES, MATÉRIEL DE LABORATOIRE...

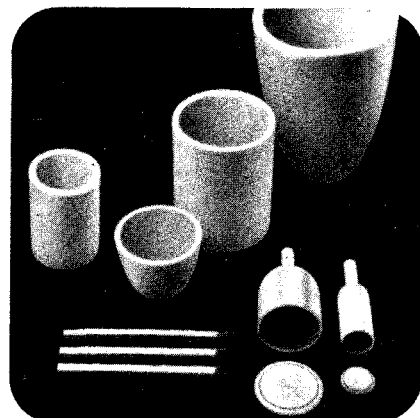
en DEGUSSIT®, le matériau à toute épreuve



Capillaires, tubes ouverts ou fermés – pour protéger et isoler les thermocouples ou autres capteurs.

Creusets, caisses à recuire, nacelles et baguettes – pour porter au rouge et fondre métaux ou verres, pour volatiliser métaux et sels, pour produire en creuset des monocristaux, etc.

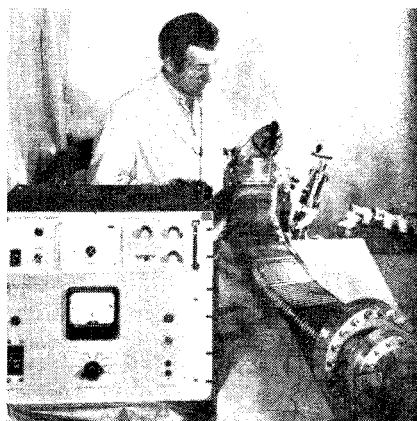
Demandez la documentation appropriée et consultez nos spécialistes en ces matières.



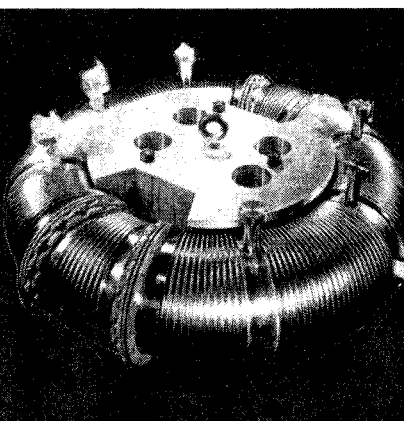
Degussa (Suisse) SA

Case postale 2050 – 8040 Zurich – Tél. 01-54 39 00 – Télex 57 946

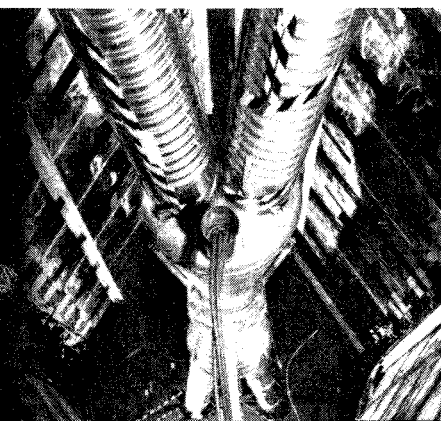
VACUUM VESSELS FOR WORLD NUCLEAR RESEARCH



*Vacuum chamber for S.R.S.
Booster Synchrotron at
S.R.C. Daresbury Laboratory*



*Tokamak for TOSCA
experiment at U.K.A.E.A.
Culham Laboratory*



*Beam tubes for I.S.R. facility
at CERN, Geneva*

**WHETHER COMPLETE
VACUUM VESSELS FOR
TOKAMAKS OR FOR
RESEARCH FACILITIES,
AVICA HAS THE CAPABILITY
AND EXPERTISE**

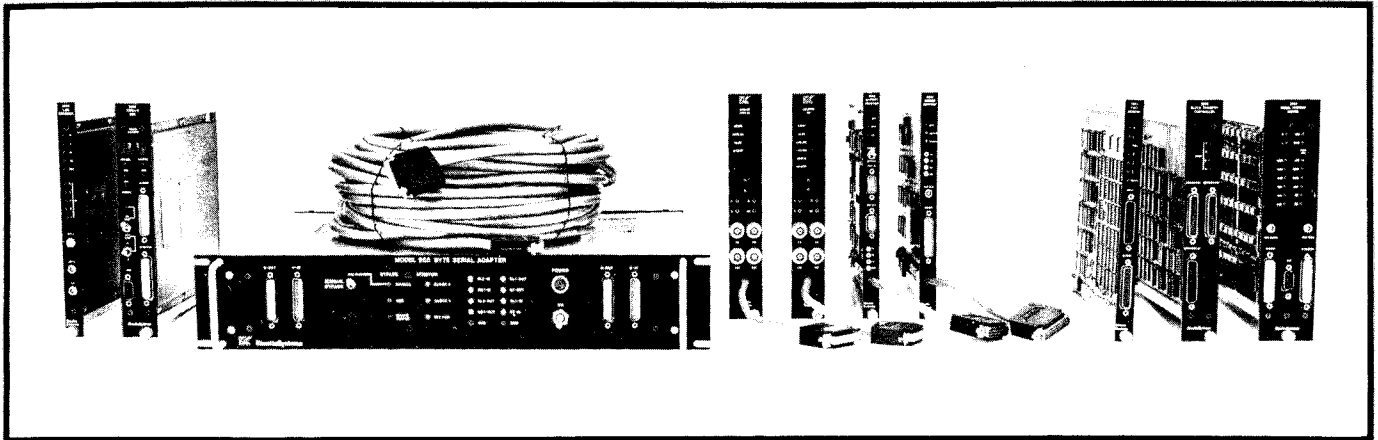
AVICA

GROUP OF COMPANIES

Avica Equipment Ltd.,
Mark Road, Hemel Hempstead,
Hertfordshire, HP2 7DQ.
Telephone: Hemel Hempstead 64711
Telex: 82256

Avica International
BP147 Principauté de Monaco
Telephone: (93) 30-09-39
Telex: 469 771 MC

Meet Our Serial CAMAC Family . . .



KEY TO PRODUCTS (left to right):

1. Model 3924 LAM Encoder
Provides many features in LAM-driven systems.
2. Model 3952 Type L-2 Serial Crate Controller (SCC)
Used in each remote crate.
3. Model SHR-100 Serial Highway Cable with Return Path
One of our many types of serial highway cables.
4. Model 958 Byte-serial U-Port Adapter
Provides bypass and isolation for byte-serial use.
5. Model 3930 Bit-serial U-Port Adapter
Used with a serial driver in dual-loop systems.
6. Model 3931 Bit-serial U-Port Adapter
Used with a serial crate controller in dual-loop systems.
7. Model 3932 Bit-serial U-Port Adapter
Provides isolation, bypass and loop collapse (SD & SCC).
8. Model 3934 Modem Adapter
Allows SCC's to be many kilometers apart via modems.
9. Model 3841 FIFO
Provides 256-word command and data buffer for the 3992.
10. Model 3993 Block Transfer
Provides block transfer control for the 3992.
11. Model 3992 Serial Highway Driver
Can be used alone or with the 3841 and 3993.

The use of Type L-2 serial crate controllers with an associated serial driver allows up to 62 remote CAMAC crates to be separated by great distances with a simple data path between them. This data path can be adapted to a wide variety of transmission media. Whether your need is relatively simple (a single serial driver and crate controller) or more complex (a multi-crate system requiring U-port adapters for transformer isolation, bypass and loop collapse), our engineers can provide you with application assistance.

KineticSystems is the leading manufacturer of serial CAMAC equipment. Our Model 3952 L-2 SCC has been approved by CERN and is in general use there. Our serial components are being used by laboratories throughout the world. We have helped customers solve high-noise transmission problems, establish laser and fiber optic serial highway links, and operate serial crates inside pressurized high-voltage chambers. Our serial equipment is being used in industry to control N/C drills in an airplane factory, operate furnaces in an aluminum rolling mill, monitor temperatures in a steel plant, test railroad locomotives, as well as many other industrial applications.

We manufacture a broad line of CAMAC modules and accessories including serial components, digital and analog interfaces, CRT display drivers, counters, scalars, crate controllers, and microcomputers. We can fill your needs for single modules, groups of modules or complete systems. Please contact us for additional information.

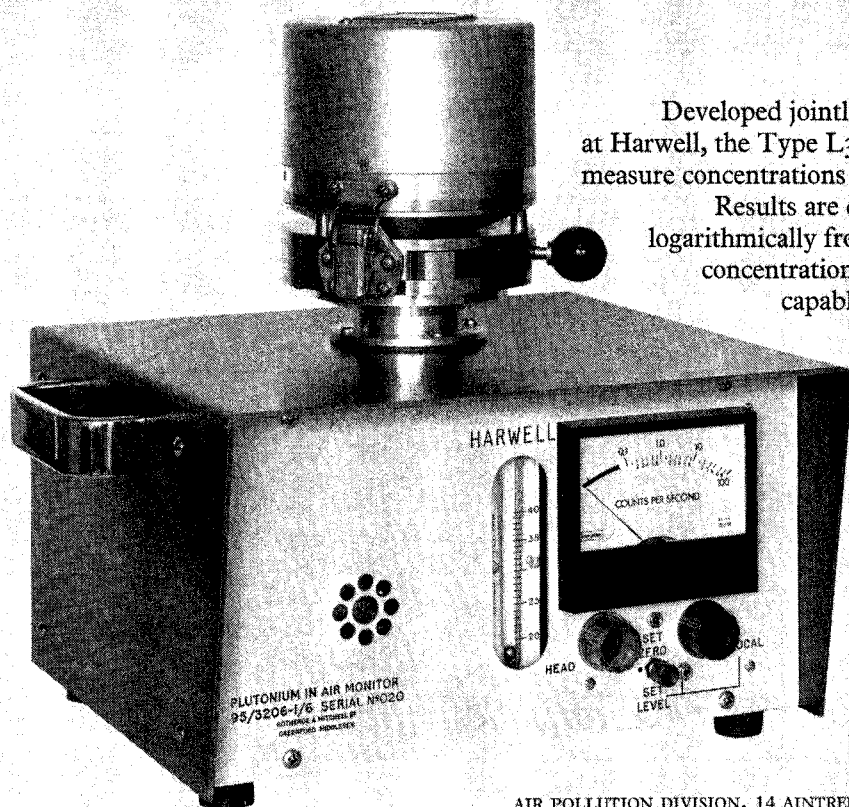


KineticSystems International S.A.

2 Chemin de Tavernay * 1218 GENEVE, SUISSE * Tel. (022) 98 25 82/3 * Telex 23 429

KineticSystems Corporation * 11 Maryknoll Drive * Lockport, Illinois 60441 * Tel. 815 838 0005 * TWX 910 638 2831

Plutonium-in-Air Monitor



Developed jointly with the UK Atomic Energy Authority at Harwell, the Type L3206 Monitor was designed to detect and measure concentrations of airborne particulate plutonium.

Results are displayed on a meter calibrated logarithmically from 4 to 4,000 maximum permissible concentration hours (mpc-hr). The instrument is capable of discriminating against radon gas that is naturally present in the atmosphere.

Self-contained and weighing less than 16kg, the L3206 is available either as a single portable unit or as a multi-channel unit.

Visit us on the 26th and 27th April at our exposition at the Palais des Congrès, Paris in conference room No.34, (coinciding with the 4th Congress of the International Radio Protective Association). We will be showing a wide range of nuclear monitoring and dust sampling equipment.

Rotheroe & Mitchell Ltd

AIR POLLUTION DIVISION, 14 AINTREE ROAD, GREENFORD, MIDDLESEX, UB6 7LJ, ENGLAND
TELEPHONE: 01-997 2238 TELEX: 934159 AIRSAMP GRNFRD

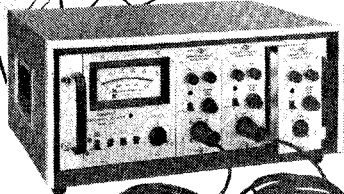
ELECTROSTATIC FIELD & SURFACE POTENTIAL MEASUREMENT

with Instruments by

MONROE ELECTRONIC, INC.

Model 230B The Model 230B STAT-ARC is a stable, reliable, battery operated electrostatic fieldmeter for use in detecting electrostatic charge accumulation. It features a small probe, removable from the hand held indicator, which fits into tight spots and may be located up to two feet away from the operator for safety near dangerous operating machinery. This instrument is non-radioactive and all solid state. It also provides a recorder output for continuous monitoring.

\$475



MODEL 166 ISOPROBE® The Model 166 is a multi-channel electrostatic voltmeter which can measure the SURFACE POTENTIAL of charged materials in the range from ± 1 to ± 2000 volts. It can measure surface charge distribution with resolution of better than 0.1" diameter spots. It features drift free performance with accuracy better than 0.05%. Measurements can be made on insulators, semiconductors or even conductive and metallic surfaces. SEND TODAY for Catalog showing many instruments for electrostatic measurement.



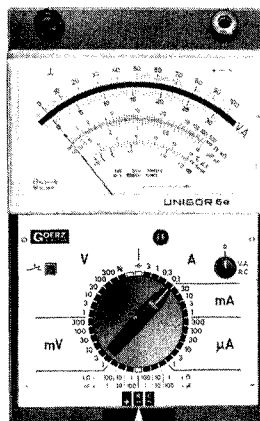
MONROE ELECTRONICS, INC.

100 Housel Ave., Lyndonville, N.Y. 14098

UNIGOR® 6e

qualité éprouvée

Nouveau: prix réduit Fr.s. 920.—



81 calibres:
 $\approx 1 \text{ mV} - 3 \text{ V} : 1 \text{ M}\Omega/\text{V}$
 $10 \text{ V} - 1000 \text{ V} : 10 \text{ M}\Omega$
 $1 \mu\text{A} - 3 \text{ A}$
 $R 0,2 \Omega \dots 50 \text{ M}\Omega$
 $C 50 \text{ pF} \dots 2000 \mu\text{F}$
 $\text{dB} -70 \dots +50 \text{ dB}$
 $\Delta T 18/180^\circ \text{C}$

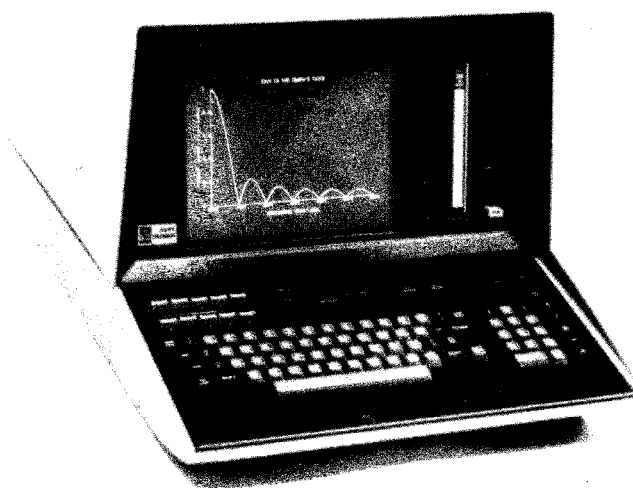
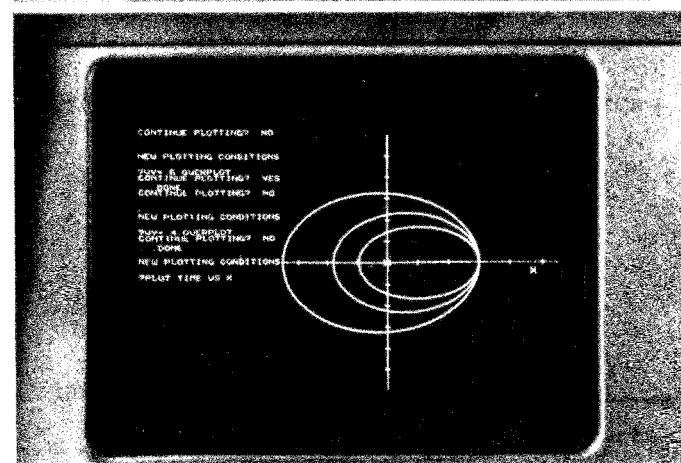
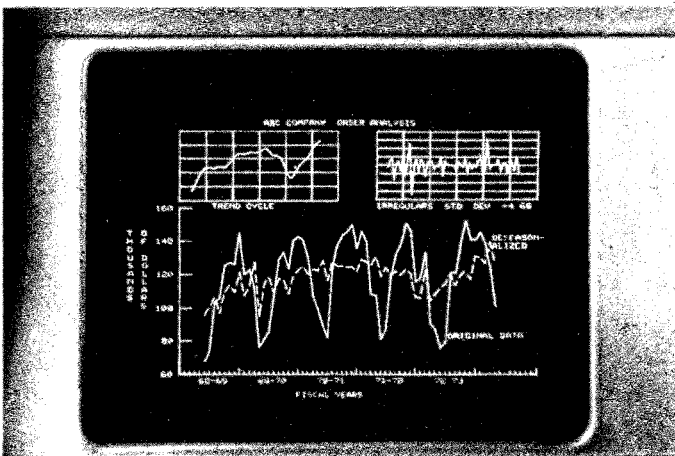
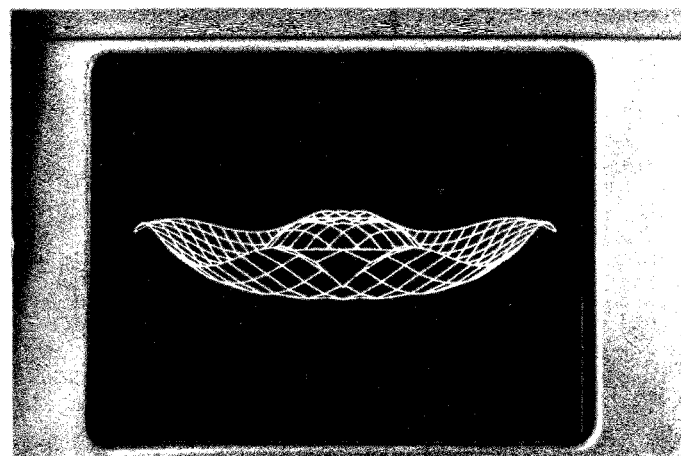
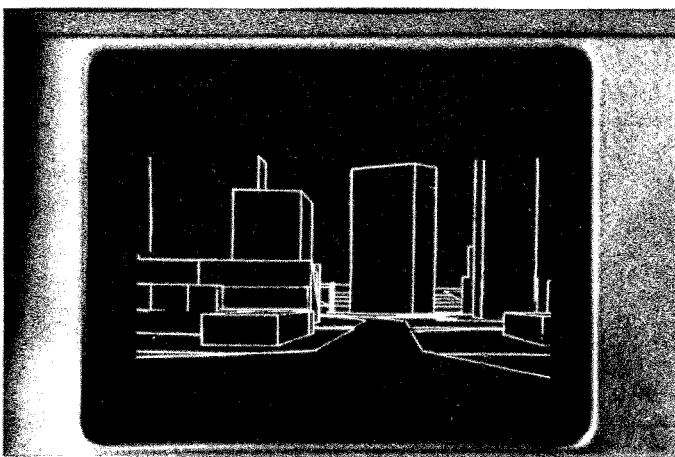
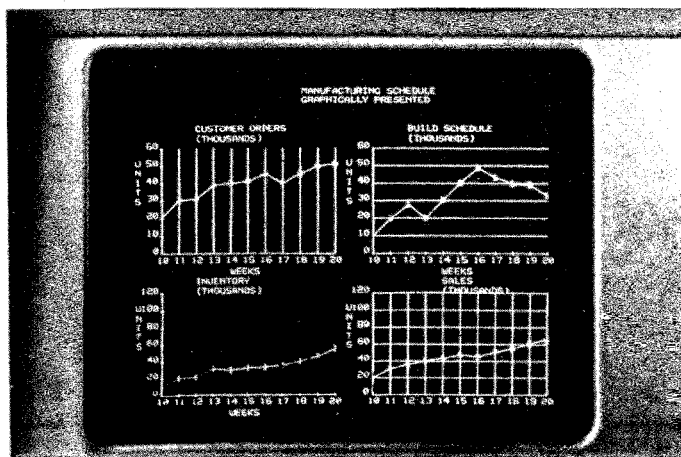
- précision 1%, échelle $\approx$, A, V
- ampli transistorisé sans drift
- deux bornes seulement
- mouvement robuste antichocs suspendu sur bande
- protection étendue contre les surcharges pour tous les calibres
- mesure de R et C (même électrolytiques) sans tension externe
- nombreux accessoires

BBC GOERZ

Demandez la liste C-1.16

AG FÜR MESSAPPARATE

3013 Bern • Schläflistrasse 17 • Tel. 031 - 42 15 06



WE CAN VISUALISE YOUR PROBLEMS

The 4051 Graphic Computing System stands alone: a desk-top unit that offers so many possibilities for a reasonable price.

In medicine, finance, research and engineering, among others, the 4051 offers you personal computing power for all forms of statistics, forecasting, planning

and calculating. Use it as a:

- BASIC Language Computer.
- Calculator.
- Intelligent terminal in a time-sharing environment.
- Heart of a measurement system.

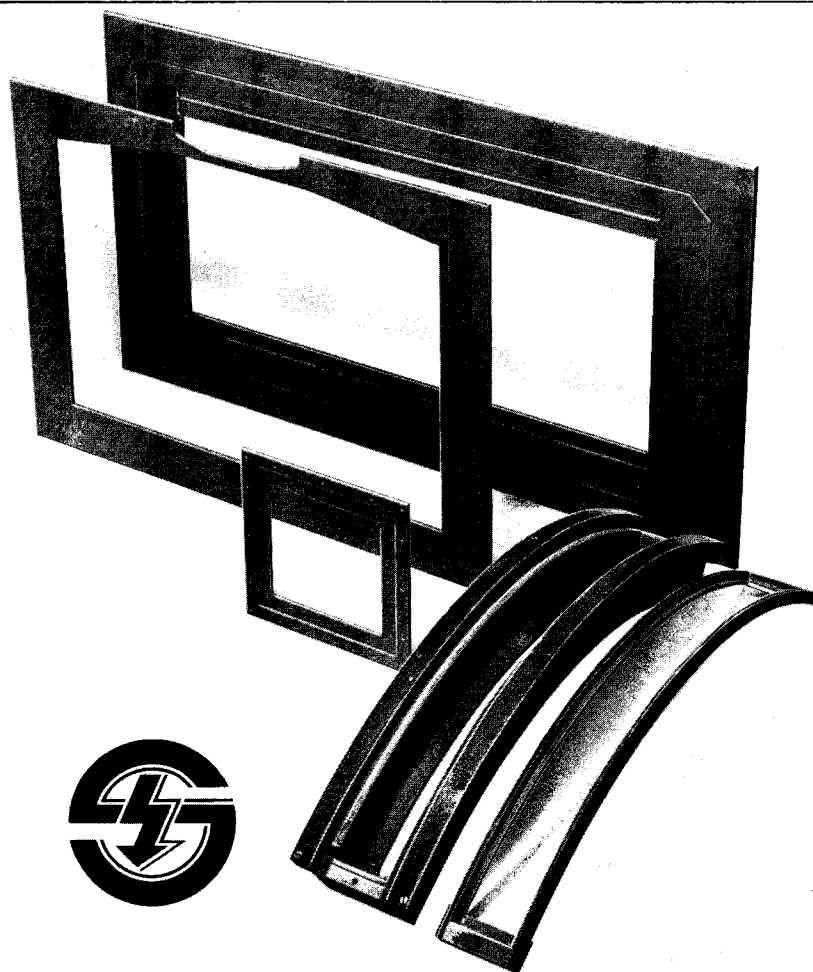
For more information on how the 4051 could work for you, just

fill in the reader service card.

Write or phone Tektronix International AG Gubelstr. 11 6300-Zug Tel. (042) 219192



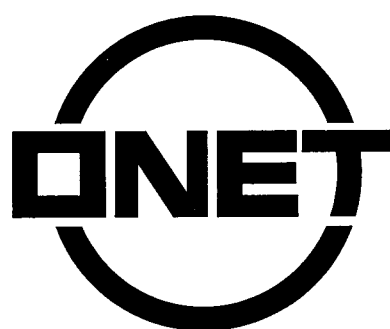
TEKTRONIX®



Stesalit résout vos problèmes individuels de construction en fibre de verre — pour la science et la technique.

Cadres pour
chambres proportionnelles
chambres étincelles
chambres à dérive
boîtes pour compteurs Cerenkov
assistance en recherche
spécial et médical.

Stesalit AG
Kunststoffwerk
CH - 4249 Zullwil SO
Telefon 061 80 06 01
Telex 63182



Un groupe de niveau européen dans la prestation de services

Nettoyage industriel
Nettoyage d'ateliers, bureaux, laboratoires, cliniques
Hygiène, désinfection, désinsectisation, dératisation
Manutentions

Office nouveau du nettoyage ONET

13008 - MARSEILLE	12 bis, boulevard Pèbre	tél. (91) 73 28 50
75 - PARIS	4 et 6, rue du Buisson - Saint-Louis - X ^e	tél. (1) 208 15 57
GENÈVE	55/57, rue Prévost-Martin	tél. (022) 20 68 48
74 - ANNECY	6, avenue de Mandallaz	tél. (50) 51 46 41
01 - SAINT-GENIS	Route de Gex - z.i. BP 25	tél. (50) 41 12 07

Fournisseur du CERN à Genève, du CEA à Marcoule, Pierrelatte, Cadarache, La Hague, de l'ONU et de l'UIT à Genève.

SAPHMO-STEL



THOMSON-CSF

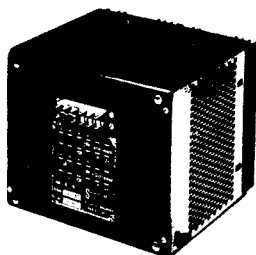
économies

d'énergie
d'argent

de temps

**conception
+ étude
+ dessin +
fabrication**

Saphymo-stel
a créé pour vous
une gamme complète d'
alimentations



Saphymo-stel

APPAREILLAGES ÉLECTRONIQUES
ALIMENTATIONS STABILISÉES

29, avenue Carnot - 91302 MASSY
Tél. 920.84.71 - Télex : TESAFI 204 780 F

RPI 951-4A

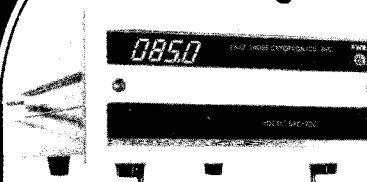
LAKE SHORE CRYOTRONICS

is

**The
Answer**

**For all of your
CRYOGENIC NEEDS!**

New!



**Full Range Digital
Cryogenic Thermometers
Models DRC-7 & DRC-70**

- 1 to 400K Range
- Recorder Output & Optional BCD Output
- Optional 10 Sensor Input
- Interchangeable Sensors
- Solid State Construction & Reliability
- Model DRC-7: 1K Resolution
- Model DRC-70: 0.1K Resolution

The DRC-7 & DRC-70 offer for the first time, full range temperature indication from 1 to 400 Kelvin with completely interchangeable sensors.

The optional BCD output allows one to incorporate these instruments into data acquisition systems where the number of sensors can range from one to several hundred sensors.

The standard recorder output allows one to continuously record temperature as a function of virtually any variable.

The unique design and the use of the proven DT-500 Silicon Diode sensor make the DRC-7 & DRC-70 the obvious choice for both routine or special lab requirements.

*For details and literature write,
call, or telex*



**LAKE SHORE
CRYOTRONICS, INC.**

9631 Sandrock Rd., Eden, N.Y. 14507
(716) 992-3411

Telex 91-396 CRYOTRON EDNE

*Contact us direct,
or our representatives*

Overseas Representatives

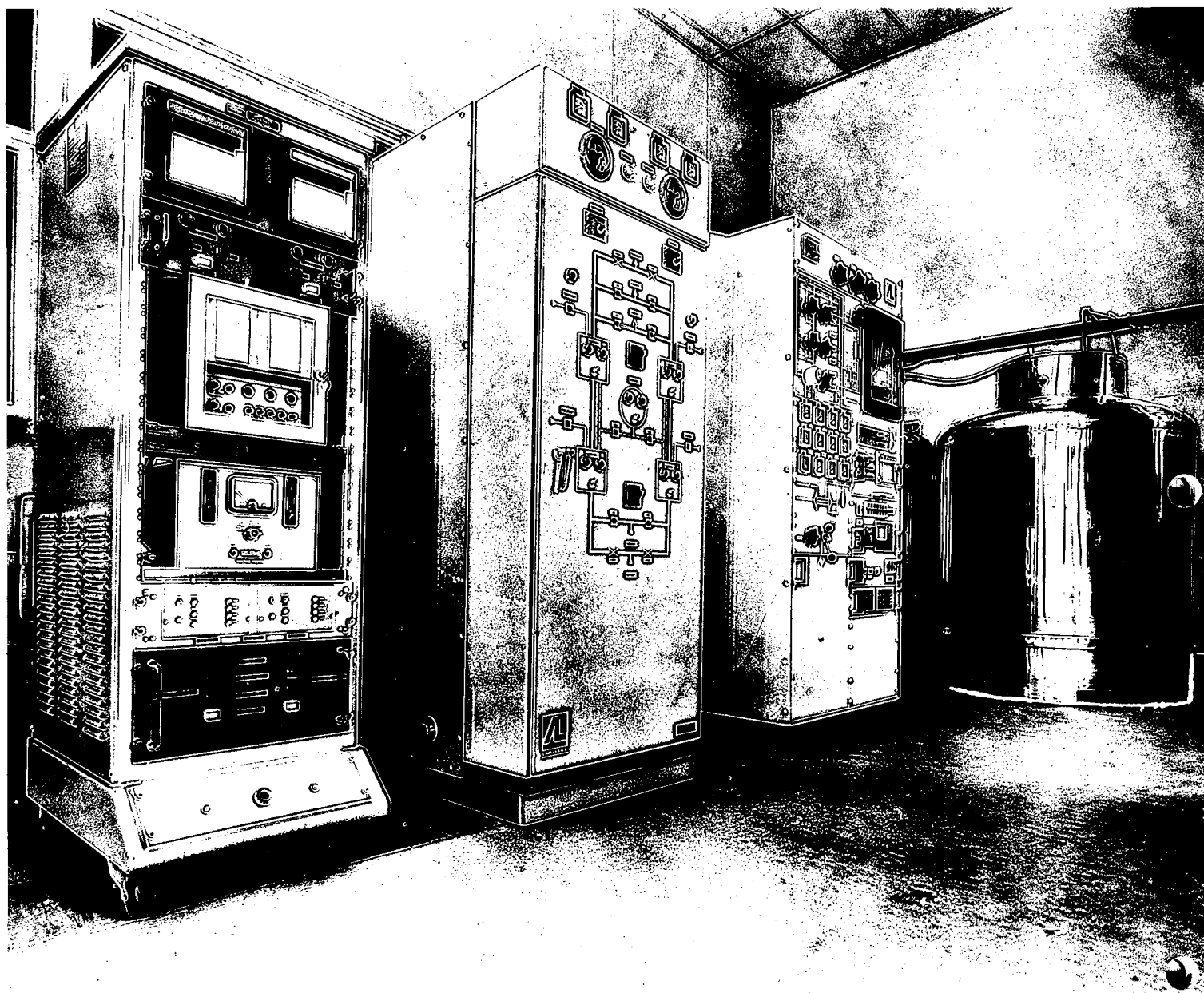
United Kingdom,
Ireland & Holland
CRYOPHYSICS LTD.
Thor Works - Henley Road
Berinsfield, Oxon. England
(865) 340, 257 Telex: 83474

West Germany
East Germany, & Austria
CRYOPHYSICS GMBH
Bützbacher Str. 6
61 Darmstadt, W. Germany
(6151) 76051 Telex: 419594

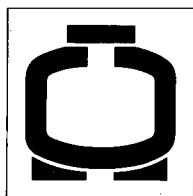
France, Belgium,
& Scandinavia
CRYOPHYSICS SA
3, rue Antoine Coypel
78 Versailles, France
(1) 950, 85, 78 or 951, 03, 71
Telex: 681096

Switzerland, Italy,
Eastern Europe other than
E. Germany, Israel and
the Middle East, N. Africa,
Spain, Portugal,
Greece and Turkey
CRYOPHYSICS SA
39 rue Rothschild
1202 Geneva, Switzerland
(22) 32, 95, 20 Telex: 23484

L'AIR LIQUIDE

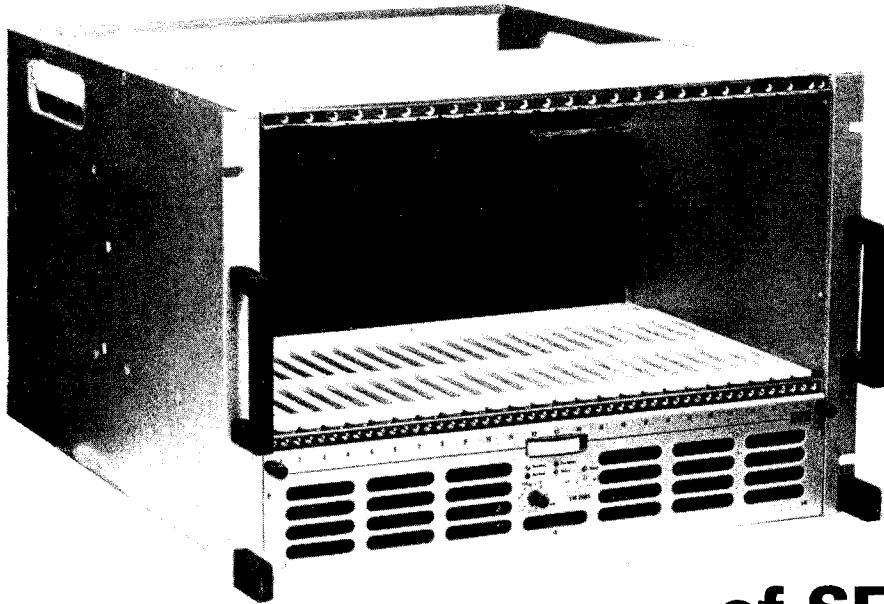


PREMIER CONSTRUCTEUR EUROPEEN
DE MATERIEL CRYOGENIQUE



division matériel cryogénique

57, avenue Carnot 94500 Champigny/M. France
Tél: 880.80.80 - Télex : AL CH 230884 F



**over 100 of these
high-power units
now in service!**

**when you need a
safe 500 watts in
difficult working
conditions, check
the performance
of SEN powered crates**

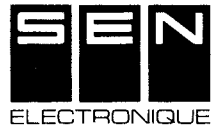
**SEN
ELECTRONIQUE**

**GENEVA
ZÜRICH
HAMBURG
MUNICH**

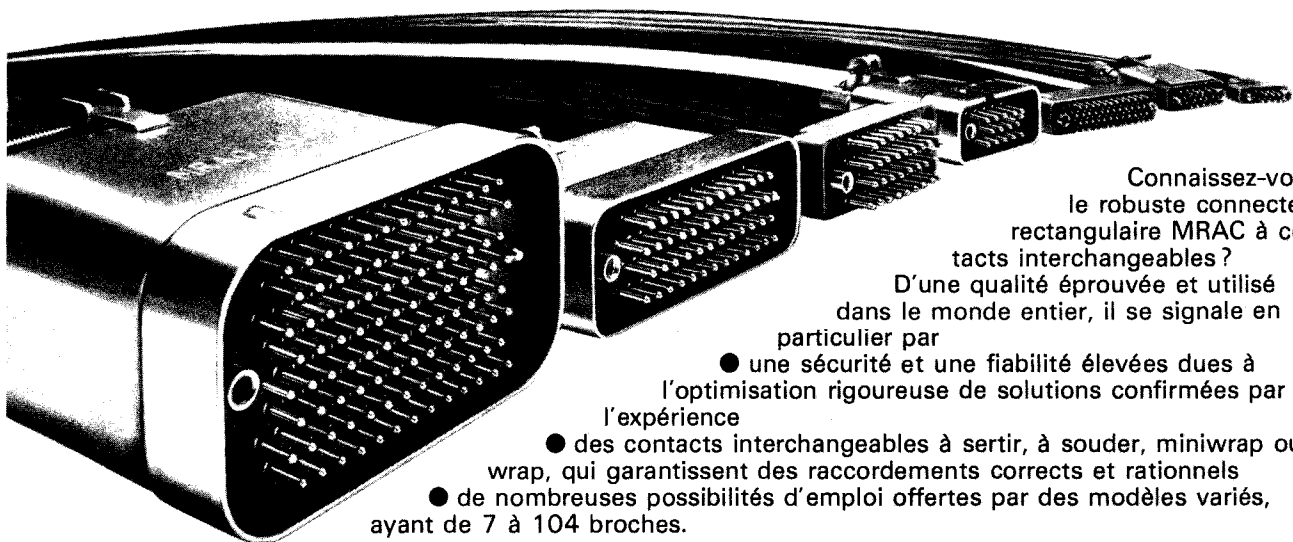
Case Postale 39
Austrasse 4
Postfach 223
Radspielerstr. 8

CH 1211 Genève 13
CH 8604 Volketswil
D 2000 Wedel
D 8000 München 81

tel (022) 44 29 40 tlx 23359 ch
tel (01) 945 5103 tlx 58257 ch
tel 04103 6282 tlx 2189 548 d
tel 089 916710 tlx 529167 d



Connecteurs à broches "MRAC" de LITTON une technique évoluée au service de la sécurité



Connaissez-vous
le robuste connecteur
rectangulaire MRAC à con-
tacts interchangeables?

D'une qualité éprouvée et utilisé
dans le monde entier, il se signale en
particulier par

- une sécurité et une fiabilité élevées dues à
l'optimisation rigoureuse de solutions confirmées par
l'expérience
- des contacts interchangeables à sertir, à souder, miniwrap ou
wrap, qui garantissent des raccordements corrects et rationnels
- de nombreuses possibilités d'emploi offertes par des modèles variés,
ayant de 7 à 104 broches.

N'hésitez pas à demander notre documentation détaillée, qui concerne égale-
ment les très nombreux autres types de connecteurs de la gamme LITTON.

Faites le meilleur choix — choisissez MRAC

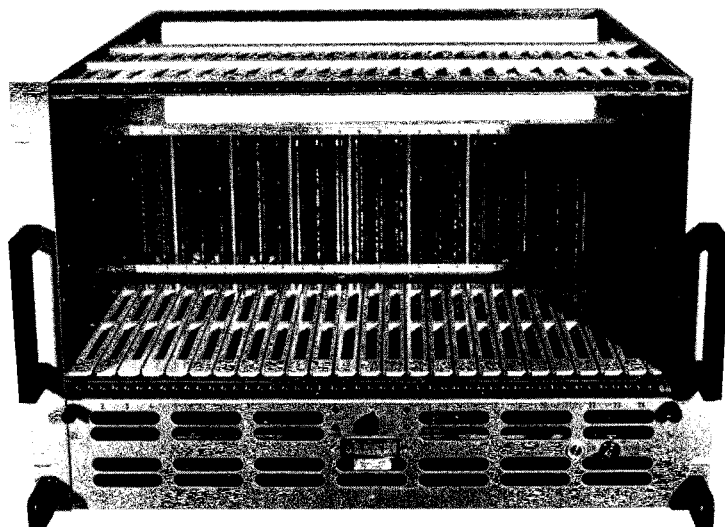


LITTON PRECISION PRODUCTS

Gubelstrasse 28, 8050 Zürich, Telefon 01 48 35 44
Telex 54905

**WES**

KARL WEHRMANN SPALDINGSTR. 74 2000 HAMBURG 1 TEL. 040/24 15 11 TLX 2163043

CAMAC**TEAM****CAMAC-CRATES 200-500 W**

- CERN COMPATIBLE, PLUGABLE POWER BOX
- PLUGABLE FAN UNIT
- DISPLAY SHOWS: STATUS, FAN FAILURE, OVERLOAD, OVERHEAT
- CURRENT/VOLTAGE DISPLAY
- SHORT CIRCUIT PROTECTION
- COMPUTER MONITORING PLUG
- THREE 500 W-VERSIONS

For detailed technical and price information please contact WES and ask for catalog 9/76

WES-CAMAC-TEAM

CANBERRA-STOLZ AG Bellikoner Str. 218 CH-8967 Widen-Mutschellen

represented in Switzerland by

Telefon 057540 48 Telex 54070

Angst+Pfister

**VOUS PRÉSENTE UN EXTRAIT DE SON PROGRAMME DE VENTE****● MATIÈRES PLASTIQUES**

Lubriflon-PTFE, Ertalon, Ertacetal, Eltflon pour applications électroniques

● POLYPLATE PROCESSING

Condensateurs, cônes d'antennes, substrates

● TUYAUX FLEXIBLES

pour basse, moyenne et haute pression, types spéciaux avec capacité de résistance aux radiations — fluide eau déminéralisée

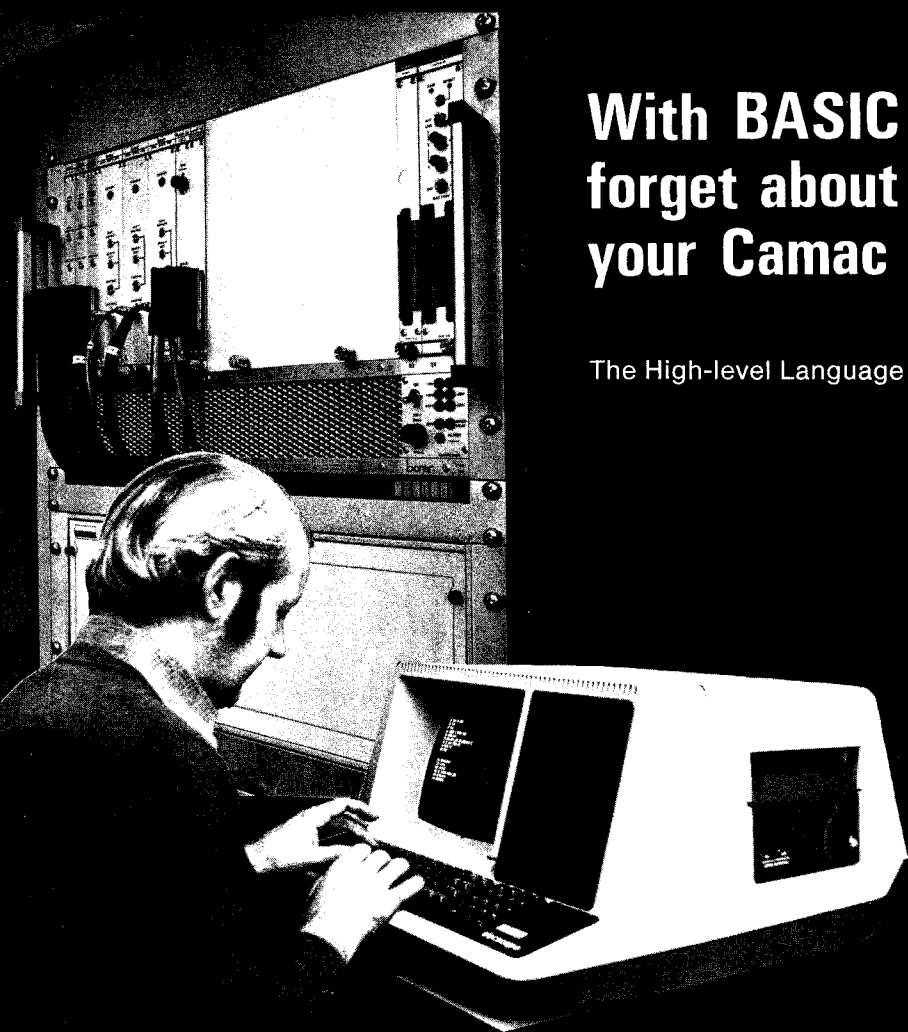
● ÉLÉMENTS DE TRANSMISSION

Accouplements élastiques, variateurs de vitesse, transmission par courroies trapézoïdales et dentées, etc.

● JOINTS D'ÉTANCHÉITÉ

standard ou sur plans en tous matériaux

1219 GENÈVE-LE LIGNON
ROUTE DU BOIS-DES-FRÈRES 52-54TÉL.: 022/96 42 11
TÉLEX: 22 675 APG



With BASIC & MACAMAC you can forget about computers and program your Camac system directly.

The High-level Language Problem-orientated Macamac-Basic offers:

- Real-time operation with interrupt handling
- Prom resident package (8k bytes) = no loading errors
- 24-bit arithmetic, trigonometric and logic functions
- Nested routines
- Callable assembler sub-routines for higher speed
- Extensive error message library for easy programming
- Full use of stand-alone operating system

borer

4500 SOLOTHURN 2
tel: 065/31 11 31

SWITZERLAND
telex: 34228

Production suisse de pièces en céramique Al₂O₃

Satisfaisant aux applications microtechniques en électronique et en mécanique

specer

- Usinage optimal assuré par des moyens de haute précision, selon nécessité
- Métallisation par sérigraphie, vernissage, au trempé
- Joints métal-céramique
- Prototypes, petites séries, réalisables par découpe au laser



LES FABRIQUES D'ASSORTIMENTS RÉUNIES SA

Pour adresse: Les Pâquerettes SA
CH-2416 Les Brenets Téléphone 039 32 13 13

**NEW
in
CAMAC**

32-input voltage monitor



LeCroy's new Model 2232 Differential ADC is designed to permit economical, high-resolution voltage analysis without the burden of non-standard interfacing or the overhead of excessive rack space consumption. Offering 32 independent channels of 12-bit voltage monitoring in a single-width CAMAC module, it provides plug-in compatibility with any existing standard CAMAC readout system while occupying only a single station in the crate.

THE 2232 FEATURES:

- **High sensitivity:** 12 bits or 0.025% resolution.
- **Differential inputs:** eliminate 50-60 cycle and other common mode noise.
- **Bipolar or monopolar operation:** covering a standard 10-volt range.
- **Two digitizing modes:** Continuous Scan or Single Shot.
- **Asynchronous readout:** any channel can be read at any time.
- **High density:** 32 channels in a single-width module.
- **Low cost:** approximately \$30.00 per channel.

The Model 2232 finds useful application in the monitoring of power supply voltages, magnet currents, temperature or pressure transducers, and in a variety of other situations where computer-compatible high-resolution measuring of dc voltages is desired. Call or write for details.

LeCroy
RESEARCH SYSTEMS

LeCROY RESEARCH SYSTEMS CORP.; 700 S. Main; Spring Valley, N.Y. 10977, U.S.A.; (914) 425-2000; TWX: 710-577-2832 • LeCROY RESEARCH SYSTEMS/FAR WEST; 1 First St.; Los Altos, Cal. 94022 • LeCROY RESEARCH SYSTEMS SA; 81 Avenue Louis-Casali; 1216 Cointrin-Geneva, Switzerland • LeCROY RESEARCH SYSTEMS LTD.; 74 High Street; Wheatley, Oxfordshire OX9 1XP, U.K. • LeCROY RESEARCH SYSTEMS G.m.b.H.; Treitschkestrasse 3; 6900 Heidelberg; W. Germany.

E. LOTTI S.A.

PLUS DE 5000 PRODUITS EN STOCK

Réactifs MERCK

Scintillateurs CIBA-GEIGY

Produits

- de recherches VENTRON-ALFA
- pour purification des eaux (NaBH₄) VENTRON
- pour recherche électronique et nucléaire ESPI
- biologiques GIBCO
- chimiques purs

Responsable: M. F. RIONDEL, ingénieur chimiste

8, RUE BAYLON, 1227 CAROUGE
TÉLÉPHONE 42 57 66 / 42 57 65
TÉLEX: 289 382 LOTI. CH.

EUROVAN



SAUVIN, SCHMIDT S.A.

Déménagements (membre EUROVAN)

Service fret avion (agent IATA)

Camionnage officiel CFF

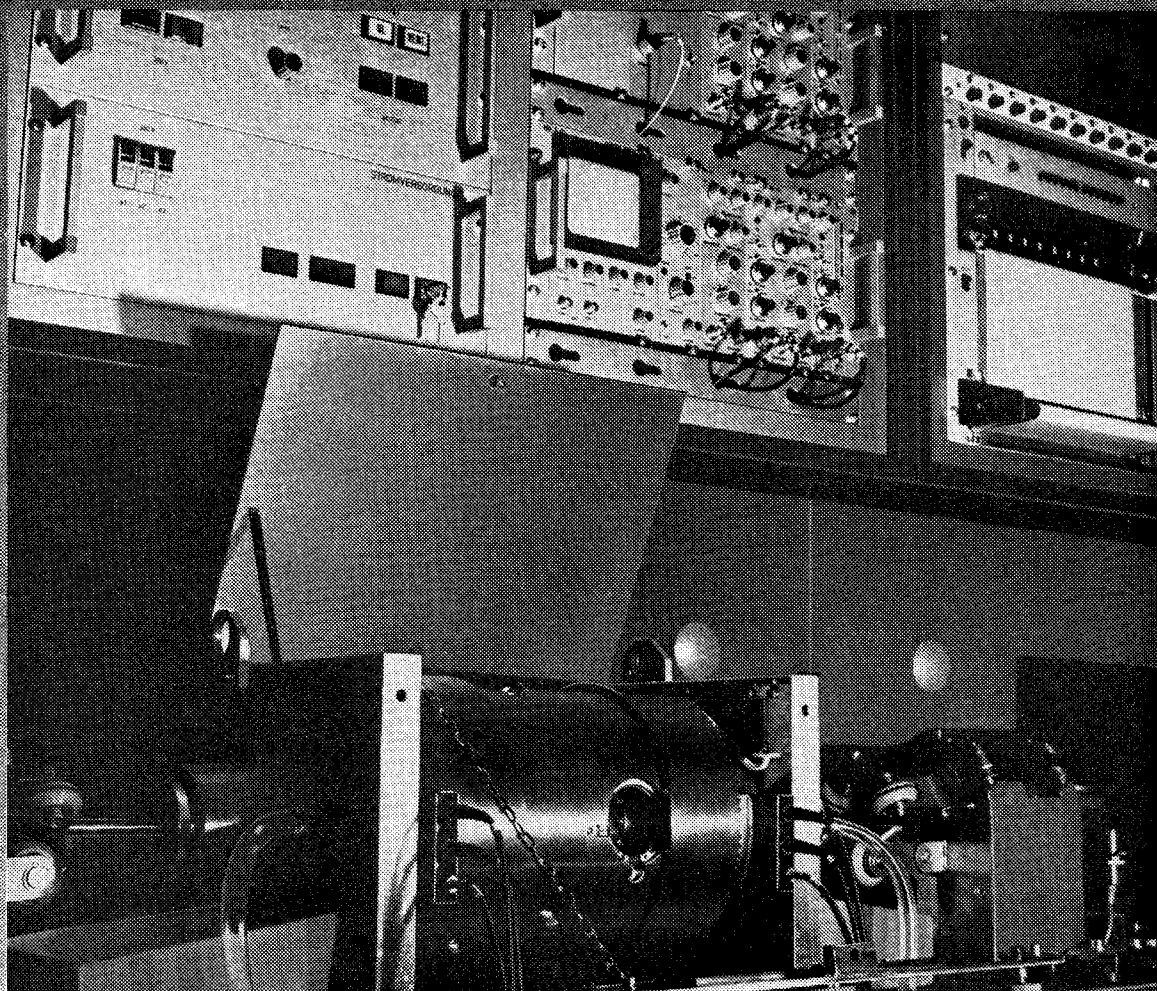
Transports lourds

Transports spéciaux

GENÈVE

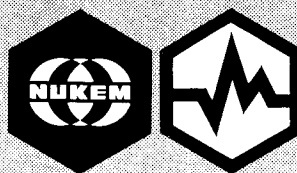
Gare de La Praille — Tél. (022) 43 80 00

Confidence is good- control is better.



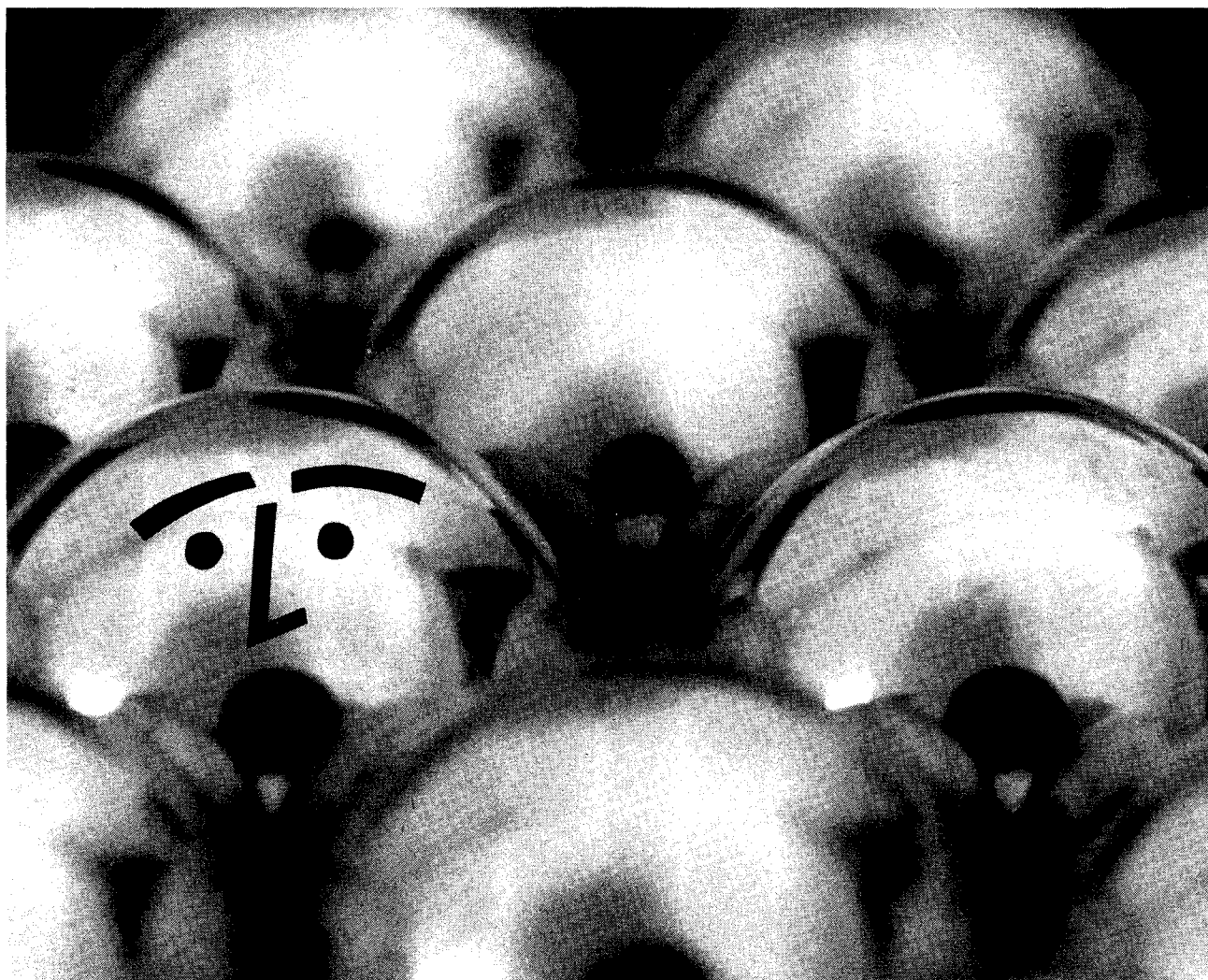
The stringent and, to a great extent, new quality demands made by the nuclear industry require reliable measuring and testing devices of topmost accuracy. For this, NUKEM has developed its own measuring, testing and control systems, transferring the reactor-technique know-how to the nondestructive testing. Take, for example, the ROTA 40 DIM ultrasonic tube-testing equipment, suitable for dimensional control of quality tubes. Thanks to the modular construction of the electronics employed, it can be made

to meet individual test requirements and, in addition, be upgraded to become a fully automatic system with go/no-go sorting facility, with or without a processor. Our delivery programme also features installations for the testing of tubes with diameters ranging till 220 mm. All installations are equipped with the new NIM-technique plug-in units. The plug-in system is modular, has a superior mechanical stability, is space saving and is being used all over the world. **We help you improve your quality assurance.**



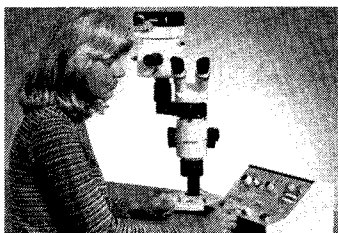
NUKEM GmbH · P.O. Box 110080 · D-6450 Hanau 11 · Telephone (06181) 500-1 · Telex 4184 113 nukm d

La véritable physionomie des objets les plus fins!



Saisissez une image conforme à l'original!

Les éléments de montage que l'on prenait facilement dans la main pour les observer, ont été miniaturisés; il est difficile de les analyser à l'œil nu. Comme par le passé, ils sont pourtant responsables du bon fonctionnement, de la fiabilité et de la réussite



les traces d'usage seront mis en fiche, les maquettes d'exécution seront répertoriées et les modifications et divergences seront contrôlées par comparaison de ces éléments de montage. Wild Heerbrugg distribue non seulement l'assortiment le plus important de microscopes stéréoscopiques, mais aussi les équipements complets qui conviennent à ces travaux. Demandez le prospectus M1 183.

Documentation sur la microphotographie

Envoyer ce coupon à Wild Heerbrugg S.A.,
CH-9435 Heerbrugg/Suisse

Nom _____

Adress _____

CC 3/77



commerciale. Comment les identifier, les caractériser et les contrôler? C'est sous le microscope stéréoscopique Wild qu'ils montrent leur physionomie véritable, en trois dimensions. On saisit cet instant précis pour fixer sur la pellicule, l'aspect réel au moyen de chambres microphotographiques et d'un micro-photoautomate raffiné. Les défauts ou

Wild Heerbrugg SA
CH-9435 Heerbrugg/Suisse

WILD
HEERBRUGG