

COURRIER CERN

N°11 VOL 18 NOVEMBRE 197

COURRIER CERN
 Revue de physique des hautes energies
 Redacteurs: Brian Southworth
 Henri-Luc Felder
 Gordon Fraser
 Annonces: Micheline Falciola
 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, Universite (USA)
 N. Mistry
 Daresbury, Laboratoire (RU)
 V. Suller
 DESY, Laboratoire (RFA)
 D. von der Ropp
 Fermi, Laboratoire de l'accelerateur
 national (USA)
 R.A. Carrigan
 KfK, Institut de physique nucleaire
 experimental, Karlsruhe (RFA)
 F. Arendt
 GSI, Societe pour l'etude des ions lourds,
 Darmstadt (RFA)
 H. Prange
 INFN, Institut national de physique
 nucleaire (I)
 M. Gigliarelli Fiumi
 Institut de physique des hautes energies,
 Pekin (Rep. pop. de Chine)
 Tu Tung-sheng
 IURN, Institut unifie de recherches
 nucleaires, 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)
 J. Litt
 Saclay, Centre d'etudes nucleaires (F)
 A. Zylberstein
 SIN Villigen (CH)
 G.H. Eaton
 Stanford, Centre de l'accelerateur lineaire
 (USA)
 L. Keller
 TRIUMF, Laboratoire (Canada)
 M.K. Craddock
 Des exemplaires peuvent etre obtenus sur
 demande a:
 Allemagne, Republique federale:
 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 OX1 1 OQX
 USA/Canada:
 Margaret Pearson
 Fermilab, PO Box 500, Batavia
 Illinois 60510
 Distribution generale:
 Marie-Jeanne Blazianu
 CERN, 1211 Geneve 23, Suisse
 Le COURRIER CERN est publie dix fois par
 an en francais et en anglais. Les articles qu'il
 contient n'expriment pas necessairement
 l'opinion de la Direction du CERN.
 Imprime par: Ets Cherix et Filanosa SA,
 1260 Nyon, Suisse
 Merrill Printing Company
 765 North York, Hinsdale,
 Illinois 60521, (USA)

Publie par:
 Organisation europeenne
 pour la recherche nucleaire CERN,
 1211 Geneve 23, Suisse
 Tel. (022) 83 61 1 1, Telex 23698
 (Tel. COURRIER CERN seul.: (022) 83 41 03)
 USA: Fermi National Accelerator Laboratory
 P.O. Box 500, Batavia, Illinois 60510
 Tel. (312) 8403000, Telex 9102303233

Sommaire

Prix Nobel de physique 1978.	383
<i>Piotr Kapitza, Arno Penzias et Robert Wilson sont cette annee les laureats du Prix Nobel de physique</i>	
Le colloque d'Argonne sur la fusion par ions lourds.	384
<i>Progres realises dans l'etude de systemes d'acceleration d'ions lourds en vue de recherches sur la fusion</i>	
De grandes machines.	389
<i>Reunion de travail de l'ICFA consacree a l'examen des possibilites de realiser de tres grandes machines de plus haute energie</i>	
Nouvelles des Laboratoires	
DESY: Debut des experiences a PETRA.	391
<i>Mise en place de detecteurs autour de la nouvelle machine de DESY</i>	
BROOKHAVEN : Premier coup de pioche pour ISABELLE.	393
<i>Des ceremonies marquent le demarrage du chantier de la machine pour collision de faisceaux a 400 GeV</i>	
CERN: Un parfait exemple de charme / Hypernoyaux / Des champs de 8 Tavec le niobium-etain.	394
<i>Disintegrations de mesons charmes observees dans BEBC / Mise en evidence d'aspects nouveaux des interactions nucleaires / Developpement des techniques employees pour le traitement de nouveaux supraconducteurs</i>	
DARESBUURY: La SRS prendforme.	397
<i>Premiers faisceaux pour la nouvelle source de rayonnement synchrotronique</i>	
Echos de la physique	
La grande unification.	399
<i>Considerations theoriques, mais non vaines, sur la synthese des forces forte et electro-faible</i>	
Nouvelles breves.	401

Photographie de couverture: Le 24 octobre, la designation de Leon Lederman a ete officiellement annoncee pour le poste de directeur du Laboratoire Fermi, a compter du 1^{er} Juin 1979 (voir page 401 J. Sur notre photo, de gauche a droite: Norman Ramsey (president de l'Universities Research Association Inc.), Leon Lederman, Milt White (president du conseil d'administration de l'URA) et Phil Livdahl (directeur interimaire du Laboratoire Fermi). (Photo Laboratoire Fermi)

Prix Nobel de physique 1978

Piotr Kapitza, de l'Institut de Moscou pour les problèmes de physique, a reçu l'un des trois prix Nobel de physique 1978. Cette photo le montre (au centre) avec deux de ses collègues, Vitaly Kaftanov (à droite) et Igor Gol'tvine, lors d'une visite du CERN en 1975.

(Photo CERN 304.9.75)

Le prix Nobel de physique a été attribué cette année d'une part à Piotr Kapitza, de l'Institut de Moscou pour les problèmes de physique, et d'autre part à Arno Penzias et Robert Wilson de la Compagnie des Téléphones Bell (New Jersey), à Kapitza pour ses travaux en physique expérimentale aux basses températures, et à Penzias et Wilson pour des recherches à basses températures d'une autre espèce (la découverte du rayonnement 2,7 K qui remplit la totalité de l'espace).

Kapitza est directeur de l'Institut de Moscou pour les problèmes de physique depuis sa création en 1934. Il avait travaillé auparavant avec Rutherford à Cambridge, à partir de 1921, pour devenir finalement le directeur du nouveau Laboratoire Mond en 1933.

Ses recherches à Cambridge se situaient essentiellement dans le domaine des champs magnétiques forts, mais son attention s'est ensuite portée sur les machines à basse température, et il s'est intéressé au comportement de l'hélium liquide, faisant montre d'une grande maîtrise des techniques expérimentales et d'un don remarquable d'analyse.

Se rappelant l'époque où il se trouvait à Cambridge avec Rutherford, Kapitza a naguère relaté une conversation qu'il avait eue avec son maître lors d'un dîner à Trinity College. «J'exprimai le point de vue que tout bon scientifique devait être nécessairement un peu fou. Rutherford entendit cette remarque et me demanda : « A votre avis, Kapitza, est-ce que je suis également un peu fou ? » — « Oui, professeur », répondis-je. « Et comment allez-vous le prouver ? », me demanda-t-il — « Très simplement », dis-je. « Peut-être vous rappelez-vous qu'il y a quelques jours vous avez parlé d'une lettre reçue des Etats-Unis, d'une grande compagnie américaine. Dans cette lettre, on offrait de vous construire un laboratoire colossal et de vous donner un traitement fabuleux. Vous avez ri de cette offre et refusé de la considérer sérieusement. Je pense que vous conviendrez avec moi que, du point de vue d'une personne normale, vous avez agi à la manière d'un fou ! » Ru-



therford a ri. Il a convenu que j'avais très probablement raison ».

Les travaux de Penzias et Wilson ont permis d'établir un lien important entre la cosmologie (l'étude de l'infiniment grand) et la physique des hautes énergies, qui est l'investigation de la structure de la matière sur la plus petite échelle possible.

Leurs mesures ont été effectuées à 4 GHz (ondes de 7 cm) en 1964-65, à l'aide d'un appareillage construit au Laboratoire Bell, pour les projets de télécommunication par satellite du début des années 1960. Un des aspects de ces projets consistait à optimiser la transmission des messages, en réduisant les signaux parasites reçus par un système à antenne et amplificateur.

Cet appareil comprenait une antenne à pavillon de 6 m d'ouverture, reliée à un amplificateur maser à rubis de 4 GHz. Le signal reçu par l'antenne était comparé à une source normalisée refroidie à l'hélium liquide et maintenue à environ 4 K.

Grâce à ce dispositif, ils ont pu ra-

masser un signal léger mais constant, dont il fut impossible de se débarrasser. Son intensité correspond au rayonnement qu'émettrait un radiateur parfait (« corps noir ») à la température de 2,7 K. En outre, ce signal est isotrope, non polarisé et sans indication de variation saisonnière au cours des neuf mois que dura le recueil des données.

Penzias et Wilson se sont patiemment attachés à éliminer toutes les sources possibles qui auraient pu contribuer à ce signal mystérieux. Une des précautions qu'ils durent prendre fut de chasser des pigeons qui avaient fait leur nid dans l'antenne et de nettoyer l'appareillage de leur fiente !

L'enquête n'était pas encore terminée que les cosmologues s'emparaient de cette nouvelle mesure pour alimenter la discussion sur l'origine de l'univers. Des travaux antérieurs, y compris le fameux document Alpher-Bethe-Gamow de 1948, avaient conduit à la théorie du « grand boum », dans laquelle on suppose que l'univers doit son origine à un cataclysme initial de brève durée mais de grande violence.

Dans ce cas, certaines des radiations les plus intenses de ce proto-cosmos des origines auraient pu survivre, en sorte que les plages les plus lointaines de l'univers ne seraient pas maintenant entièrement vides, mais pourraient avoir une température de quelques degrés au-dessus du zéro absolu. Les observations de Penzias et Wilson confirment en effet que l'espace est chaud.

A en croire les théoriciens, ces signaux sont les restes fossiles du rayonnement intense existant lorsque l'univers était opaque et que l'entassement des particules était un millier de fois supérieur à ce qu'il est aujourd'hui.

A la suite de Penzias et Wilson, de nouvelles mesures, y compris des expériences au-delà de l'atmosphère terrestre pour étudier les ondes ultracourtes, ont démontré que le spectre observé correspondait au rayonnement d'un corps noir.

Ces signaux en bruit de fond sont donc le renseignement le plus ancien que nous ayons jamais reçu, puisqu'il remonte à l'époque où l'univers était un agglomérat de particules libres en équilibre thermique.

Au cours des temps, l'univers s'est progressivement refroidi et les électrons ont commencé à être captés par les protons pour former des atomes. Les particules étant moins nombreuses, le nuage de radiations est entré en expansion, et sa longueur d'ondes s'est modifiée sous l'effet Doppler, pour finalement parvenir au niveau bien modeste détecté pour la première fois par Penzias et Wilson.

Les grandes lignes de l'histoire de l'univers étant ainsi esquissées, les théoriciens peuvent spéculer sur les types de particules qui existaient dans l'équilibre thermique de la «soupe» chaude originelle.

Par exemple, il semble exister un

plafond pour le nombre de types de neutrinos sans masse, existant dans l'univers initial chaud. Il s'ensuit que dans notre tableau en formation des interactions électro-faibles, qui groupent des quarks et des leptons dans une configuration définie, il y aura une limite au nombre des nouvelles variétés de quarks encore à découvrir aux plus hautes énergies.

Grâce à cette liaison entre la cosmologie et la physique des hautes énergies, nous allons pouvoir peut-être commencer, à l'aide des accélérateurs modernes, à entrevoir certains des phénomènes qui se sont produits au moment où l'univers était en formation. S'il en est ainsi, il faut en conclure que les grandes machines pourront nous révéler d'autres secrets que la découverte des structures de la matière.

Avant l'annonce des Prix Nobel, la découverte Penzias-Wilson était déjà considérée comme très importante.

Le colloque d'Argonne sur la fusion par ions lourds

Le troisième colloque de la série des réunions annuelles sur la «fusion inertielle provoquée par des faisceaux d'ions lourds aux énergies de la gamme des GeV» s'est tenu, du 19 au 26 septembre, au Laboratoire national d'Argonne. Les 158 participants venaient pour la plupart des laboratoires, universités et industries des USA, mais quelques représentants européens et japonais étaient également présents. Ils ont discuté des possibilités offertes par des impulsions intenses d'ions lourds de haute énergie en tant que solution la plus efficace pour provoquer l'implosion de pastilles deutérium-tritium fournissant de l'énergie par fusion.

Le colloque poursuivait trois objectifs. Le premier était un examen critique des conceptions proposées pour

des «modules de commande de réacteurs» de 1 MJ, qui ont été préparés à Argonne, Berkeley et Brookhaven. Cette analyse devait également décider de l'intérêt d'une expérience de démonstration utilisant les ions lourds, qui serait réalisée d'après ces conceptions, et de l'augmentation possible de leurs caractéristiques pour les porter à plusieurs MJ. Le Ministère de l'énergie des USA (D.O.E.) espère lancer une telle expérience de démonstration au début de la prochaine décennie.

Un second objectif concernait les échanges d'informations sur les progrès des programmes de fusion par ions lourds qui sont en cours dans les Laboratoires. Le troisième objectif portait sur la diffusion des réflexions actuelles sur la fusion par ions lourds, afin de renforcer le concours offert par l'in-

dustrie et l'université, comme le suggérait un récent document du Ministère de l'énergie.

La fusion par ions lourds est actuellement étudiée à Argonne, Berkeley et Brookhaven. Chaque Laboratoire a élaboré un programme d'expériences et conçu des systèmes accélérateurs pour la commande de grandes centrales à fusion de pastilles. Pour ces dispositifs de commande, on prévoit une énergie totale de 1 MJ avec une puissance de crête de 100 TW dans une impulsion mise en forme. La fréquence de répétition doit être de 1 Hz ou plus et le taux de dépôt de l'énergie est de 20 MJ/g de matériau de la cible.

Jusqu'à maintenant, Argonne a étudié des systèmes utilisant des synchrotrons à cyclage rapide avec des anneaux de stockage. Brookhaven et Ar-

1. Dennis Keefe (à gauche), de Berkeley et
AlMaschke, de Brookhaven.

2. Ron Martin, d'Argonne.

(Photos Argonne)

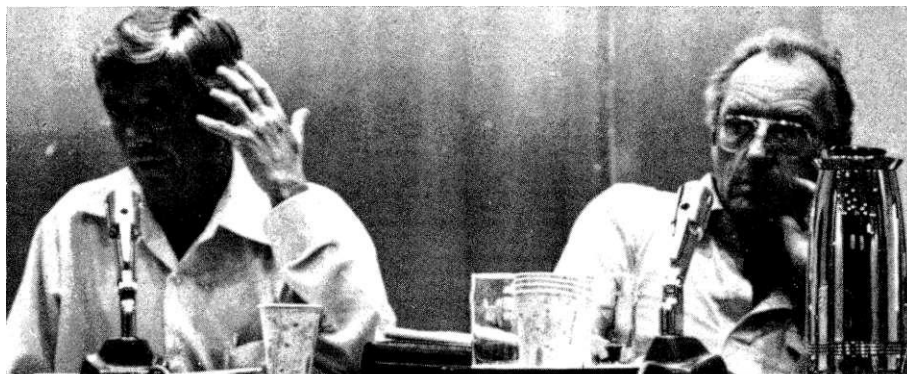
gonne ont conçu des systèmes employant des accélérateurs linéaires HF classiques et des anneaux de stockage. Berkeley s'intéresse à des systèmes utilisant des accélérateurs linéaires à induction. Ces diverses conceptions ont été examinées au colloque.

Actuellement, le D.O.E. prévoit de construire une installation expérimentale de démonstration utilisant les ions lourds (HIDE, heavy ion demonstration experiment) au début d'octobre 1981. HIDE représente l'un des éléments de l'une des conceptions proposées. La construction permettra ainsi de démontrer la crédibilité de l'ensemble du système envisagé.

Depuis la première école d'été sur la fusion par ions lourds (voir numéro de septembre 1976, page 291), les études conceptuelles et les expériences ont permis de formuler des évaluations plus détaillées des divers concepts. Au colloque de 1978, quatre systèmes possibles ont été présentés et, pour se conformer au premier objectif de ce colloque, on a effectué une analyse technique dans des sessions parallèles avec examen de questions liées aux sources d'ions, accélérateurs linéaires à faible vitesse, manipulations de faisceau, transport et focalisation du faisceau, effets du plasma dans la chambre du réacteur, sections efficaces des collisions ioniques et estimations des coûts.

Le second objectif concernant les échanges d'informations a été à l'origine de présentations réalisées le premier jour par chacun des principaux Laboratoires actuellement financés par le D.O.E. (ceux déjà mentionnés et le Laboratoire Lawrence de Livermore, où sont concentrés les travaux sur la conception des pastilles).

Vers la fin du colloque, des sessions plus pédagogiques ont traité de tous les aspects de la fusion par ions lourds, en s'adressant plus spécialement aux observateurs de l'industrie et des universités, conformément au troisième objectif. Ces sessions furent enregistrées sur des bandes de magnétoscope pour permettre une plus large diffusion ; elles seront disponibles en novembre. Le compte rendu écrit sera publié au début de 1979.



1.



2.

Programmes d'expériences dans les laboratoires

Des expériences avec une source et un pré-accélérateur déjà en service ont été effectuées à Brookhaven. Du xénon a été introduit dans une source d'ions du type duoplasmatron et un faisceau a été accéléré à 750 kV dans un pré-accélérateur Cockcroft-Walton. On a procédé à des études préliminaires sur la neutralisation du faisceau, le transport et l'accélération dans une cavité à 16 MHz contenant onze espaces accélérateurs.

L'étude de la focalisation forte de faisceaux d'ions en utilisant un nuage d'électrons piégé (lentille de Gabor) présente un intérêt particulier. De telles lentilles pourraient être utilisées dans la partie terminale de la source afin de l'isoler, par rapport à la colonne, dans la ligne de transport entre le pré-accélérateur et l'accélérateur linéaire, ainsi que dans les sections du début de l'accélérateur linéaire à faible vitesse. Dans toutes ces régions, il faut une fo-

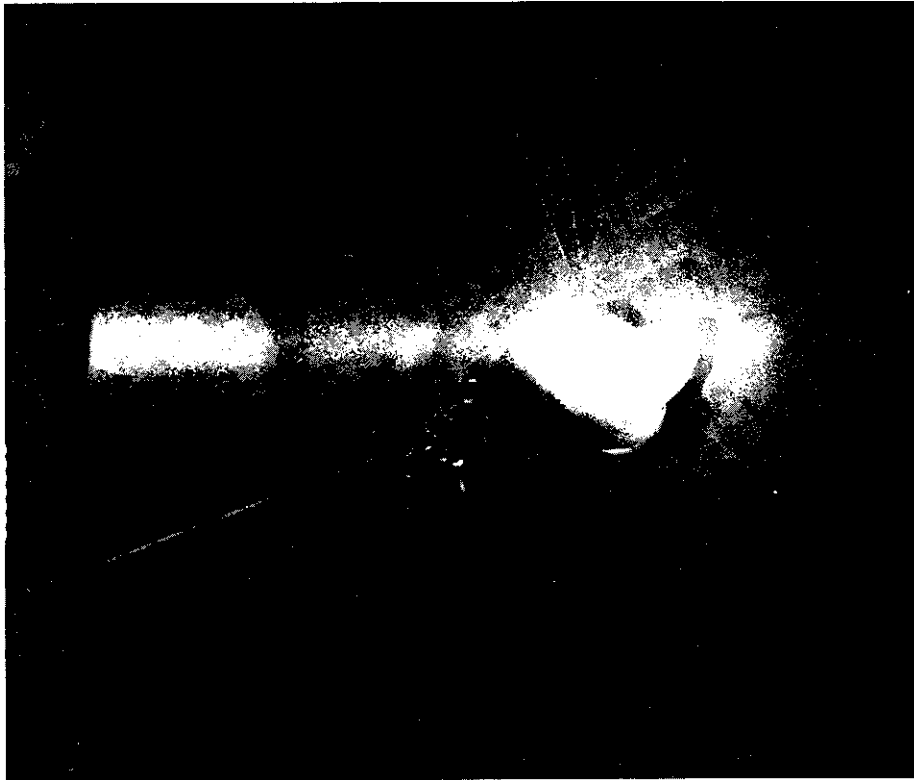
calisation forte pour contrebalancer les forces de défocalisation des faisceaux dans lesquelles la charge d'espace prédomine.

Les travaux à Brookhaven doivent se poursuivre dans un nouveau bâtiment disposant d'un espace adéquat pour un programme à plus long terme. On y construit un pré-accélérateur devant fournir une tension de 400 à 500 kV et une ligne de transmission qui commandera des structures Wideroe à 2 MHz. Des émetteurs industriels sont modifiés pour la commande de cet accélérateur linéaire à 2 MHz.

Argonne a expérimenté une source de xénon à brillance élevée construite par Hughes. Elle est du type décharge de Penning, à extraction de Pierce ; elle fournit 2,5 mA de Xe^{+1} avec une extraction sous 80 kV. Le faisceau a été transporté avec un rendement de 90 % sur une distance de 3 m. Son émittance est d'environ 1 cm mrad (normalisée à 0,001 cm mrad). Cela correspond à une brillance supérieure d'un ordre de grandeur à celle qui est requise pour l'installation de com-

Démonstration à Argonne : un faisceau d'ions de xénon de 1 mA, d'un diamètre de 1 mm et d'une énergie de 80 keV, a été dirigé sur une cible de verre fin placée dans un vide de 10^{-5} ton. Le verre a fondu et s'est vaporisé.

(Photo Argonne)



mande de la fusion par ions lourds, mais l'intensité reste trop faible.

Chez Hughes, un modèle amélioré ayant une seule ouverture de 3 cm de diamètre a fourni 100 mA avec une densité de courant de 15 mA/cm^2 . Aucune mesure d'émittance n'a encore été réalisée avec cette source livrée à Argonne en octobre. Un second modèle est en cours d'adaptation pour produire un faisceau d'ions mercure.

Des modifications d'un Dynamitron ont été achevées; l'appareil a été installé à Argonne et essayé en puissance avec une charge factice. L'alimentation HF en service permettra d'obtenir un courant de 30 mA à 1,5 MV, ce qui représentera l'objectif initial avec des ions xénon. Une colonne pour le Dynamitron doit être installée en novembre. Deux cavités à un seul tube de glissement, de types différents, fonctionnant à 12,5 MHz, sont presque achevées. L'une d'elles équipera un groupeur et l'autre est destinée à la cavité accélératrice initiale. Trois autres cavités ont été commandées afin d'augmenter l'énergie.

Dans des expériences initiales, Berkeley a pu produire un faisceau d'ions césium de 400 mA, sous 200 kV, à partir d'une source à ionisation par contact. Selon le temps de vol, il s'agirait d'ions Cs^{+1} . On cherche à produire 1 A d'ions Cs^{+1} avec une densité de courant de 2 mA/cm^2 . Le faisceau serait accéléré à 2 MeV dans trois tubes de glissement. Cela permettrait d'essayer les accélérateurs à tubes de glissement en tant qu'injecteurs pour un accélérateur linéaire à induction.

A Berkeley, on développe également une source au xénon à plusieurs ouvertures (13 ouvertures de plus de 2,50 cm de diamètre). L'extraction se réalise sous 20 kV et remittance normalisée, mesurée à 1,5 m de la source avec un faisceau ayant une intensité de 40 mA est $0,03 \text{ cm mrad}$. La source a été montée dans la partie terminale d'un Cockcroft-Walton; le faisceau est transporté jusqu'à la colonne à l'aide d'une paire de triplets de quadrupôles. Actuellement, on a atteint un courant de 60 mA à 475 kV; aucune mesure d'émittance n'a encore été effectuée.

Malheureusement, en dépit de ces programmes étendus de recherche et développement, les crédits que le D.O.E. affectera à la fusion par ions lourds au cours du présent exercice seront réduits de 5 millions à environ 3,5 millions de dollars.

Propositions de conceptions pour les accélérateurs d'ions lourds

Quatre propositions de conceptions ont été étudiées au colloque. Elles sont considérées comme des solutions possibles pour la commande d'une centrale à fusion commerciale. Il est prévu de produire des faisceaux d'au moins 1 MJ avec une puissance de crête d'au moins 100 TW sur les cibles avec une fréquence de répétition (combustion des pastilles) d'une fois par seconde ou plus.

La solution retenue par Brookhaven comprend un accélérateur linéaire HF classique avec huit anneaux accumulateurs pour stocker une énergie du faisceau de 10 MJ. Le faisceau est produit sous la forme de deux groupes de chacun quatre faisceaux percutant une cible de 3 mm de diamètre avec une puissance de crête de 200 TW pendant 50 ns. Le système utilise des ions uranium accélérés à 20 GeV; il peut fonctionner à 15 Hz. Par comparaison avec les objectifs plus limités des autres propositions, le projet de Brookhaven correspond véritablement à un prototype de grande centrale commerciale.

On utilise huit sources pour obtenir des faisceaux de 40 mA d'ions U^{+1} , dont chacun est accéléré à travers un pré-accélérateur de 500 kV suivi d'un Wideroe à 2 MHz, pour atteindre 6 MeV. Un courant de 20 mA est prévu à la sortie de chaque unité. A ce stade, les ions sont épluchés pour obtenir des U^{+2} avec un rendement de 50%. Les faisceaux sont combinés par paires dans quatre accélérateurs linéaires Wideroe à 4 MHz. La combinaison des paires de faisceaux se poursuit dans des structures Wideroe à 8 MHz et finalement dans un accélérateur linéaire Alvarez à 48 MHz. Des transitions de fréquence ultérieures se réalisent à 96 et 192 MHz dans d'autres accéléra-

Le Dynamitron a'Argonne, en cours de démontage, révèle le multiplicateur de voltage à accumulation et la vieille source d'ions. Une nouvelle source de xénon est en cours d'installation, qui doit donner des courants de 100 mA.

(Photo Argonne)

teurs Alvarez ; la majeure partie de l'accélération à 20 GeV se réalise dans le dernier de ces accélérateurs.

Le courant atteint alors 160 mA dans des paquets à la fréquence de 16 MHz (en utilisant une zone de stabilité sur douze dans l'accélérateur linéaire à 192 MHz). Ce faisceau est injecté dans un anneau multiplicateur à grand rayon avec une injection sur dix tours fournissant un faisceau en circulation de 1,6 A. Après extraction, les plans horizontal et vertical sont échangés afin de permettre une injection horizontale sur dix tours dans un second anneau multiplicateur dont le rayon est le dixième de celui du premier anneau. L'intensité finale du faisceau en circulation est ainsi portée à 16 A. Le processus est répété huit fois pour accumuler 10 MJ. La compression vers la longueur finale des paquets commence dans les anneaux accumulateurs et elle s'achève dans la ligne de transport vers la cible. Ces anneaux sont répartis en deux groupes de sorte que la cible est percutée par deux groupes de chacun quatre faisceaux.

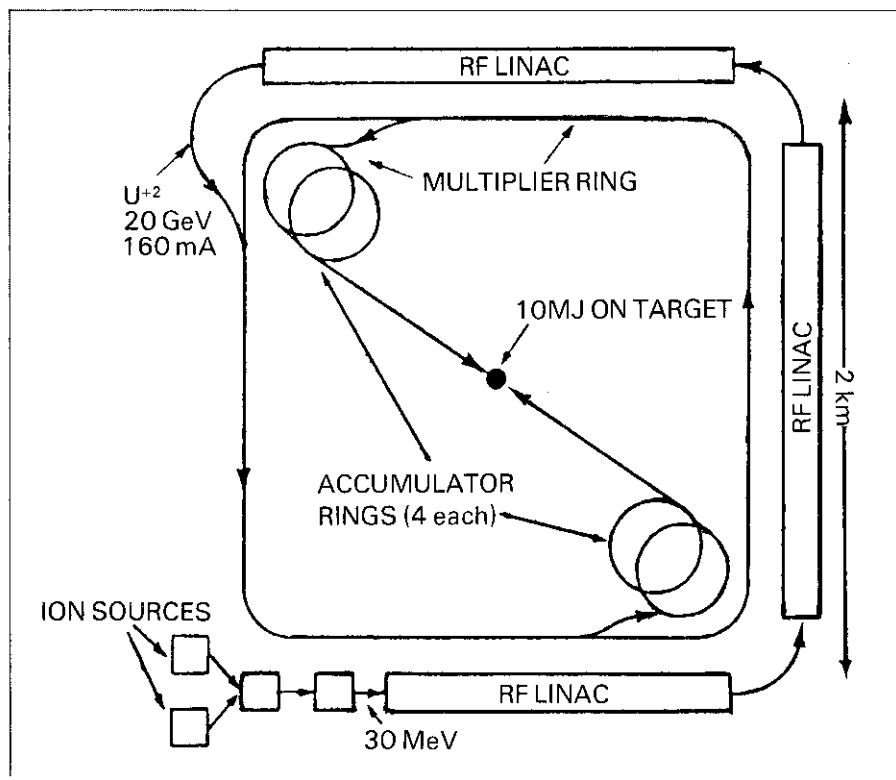
Argonne a présenté HEARTHFIRE 2, un système comprenant un accélérateur linéaire HF classique et des anneaux accumulateurs. On accélère à 20 GeV des ions Hg^{+8} pour obtenir une énergie du faisceau de 1 MJ dans dix-huit anneaux répartis en deux groupes de chacun neuf anneaux. Les dix-huit faisceaux seraient transportés jusqu'à la cible avec une longueur finale des paquets de 6 ns pour obtenir une puissance de crête de 1 60 TW.

Deux sources de 50 mA d'ions Hg^{+1} sont utilisées avec une accélération à 1,5 MeV dans des Dynamitrons modifiés. Des groupeurs assurent une capture à 80 % dans des accélérateurs linéaires à 12,5 MHz afin d'obtenir 40 mA dans chacun d'eux. Les ions sont épluchés pour atteindre une charge de +8, à une énergie appropriée proche de 20 MeV, avec un rendement de 20%. Le courant électrique est ainsi augmenté jusqu'à 64 mA et les deux faisceaux sont combinés dans une seule structure Wideroe à 25 MHz. Des transitions vers de plus hautes fréquences réalisées dans des accé-

lérateurs Alvarez fournissent 20 GeV.

La multiplication du courant se réalise dans des dérivations et anneaux avec accumulation à retard qui combinent les faisceaux dans le plan transversal, à raison de quatre à la fois, en utilisant des aimants à septum mince. On prévoit un rendement de transmission de 93 % avec une dilution due à remittance de 1,45 lors de chaque combinaison. On envisage un total de quatre manipulations de ce type, à raison de deux dans chaque plan transversal.

Compte tenu d'un rendement global de 75 %, ce processus fournit un courant de 24 A qui est injecté dans chacun des anneaux accumulateurs. Le faisceau exige alors un dégroupement et un regroupement adiabatiques pour obtenir un seul paquet dans les anneaux accumulateurs. Une compression longitudinale selon un facteur 74 est réalisée par des cavités linéaires à induction à l'extérieur des anneaux ; elle est suivie d'un parcours d'un demi-tour dans un autre anneau pour le transport jusqu'à la cible.



Le système d'Argonne basé sur un synchrotron est HEARTHFIRE 3. Il accélère en 1 s des ions Xe^{+8} à 20 GeV en vue du stockage d'une énergie de faisceau de 1 MJ dans six anneaux accumulateurs. Le choix des ions Xe^{+8} est lié à cet intervalle de temps au cours duquel l'ion possède une couche électronique complète, avec une section efficace d'échange de charge qui doit être inférieure d'un ordre de grandeur à celle des ions xénon moins chargés, ce qui assure des pertes de faisceau ne dépassant pas 10% au cours de l'accumulation.

Le système commence avec deux sources d'ions Xe^{+1} fournissant environ 20 mA. La capture avec un rendement de 50 % se réalise dans des structures spéciales à 12,5 MHz, suivies par des accélérateurs linéaires Wideroe. L'épluchage jusqu'à un état de charge de +8 s'effectue avec un rendement d'environ 20% à 11 MeV; les deux faisceaux sont combinés dans un Wideroe à 25 MHz pour obtenir un faisceau de 30 mA. Des transitions de fréquence ultérieures prennent place dans des accélérateurs Alvarez afin de produire un faisceau de 30 mA d'ions Xe^{+8} à 4,4 GeV avec une structure en paquets à 25 MHz.

On propose une injection sur neuf tours dans un synchrotron à cyclage rapide, avec accélération du faisceau à 20 GeV et transfert dans un anneau regroupeur. Le regroupement sur un nombre harmonique égal à deux s'effectue après que deux impulsions du synchrotron aient été injectées en synchronisme dans l'anneau regroupeur. Seize impulsions provenant de ce

regroupeur sont injectées dans un anneau de stockage. A partir de ces impulsions, deux tours sont injectés dans le plan transversal et huit dans le plan longitudinal ce qui conduit à seize paquets en circulation, regroupés adiabaticquement en deux paquets par anneau dans la moitié des anneaux, et en un paquet par anneau dans l'autre moitié.

Avec seize anneaux de stockage, on obtient ainsi vingt-quatre faisceaux transportés jusqu'à la cible, avec une certaine possibilité de mise en forme des impulsions. Pour remplir chaque anneau, il faut trente-deux impulsions du synchrotron. Avec une fréquence de répétition du synchrotron de 64 i/s, il faut huit synchrotrons pour achever l'accumulation en 1 s. Quatre anneaux regroupeurs sont nécessaires pour réaliser les opérations adiabatiques pendant ce laps de temps.

La solution de Berkeley utilise l'accélérateur linéaire à induction. La source est du type à ionisation par contact; elle produit 4 A (à 2mA/cm^2) d'ions U^{+1} pendant 40 μs . Le faisceau est accéléré à 5 MeV dans une série de tubes de glissement puis épluché pour obtenir des ions U^{+4} avec un rendement de 37,5%, ce qui produit un courant électrique de 6 A. En plus d'une accélération complémentaire à 200 MeV dans des tubes de glissement, le faisceau est également comprimé sur une durée de 4 μs pour obtenir un courant de 60 A en vue de l'injection dans une section de cavité à induction avec noyau en fer.

Le processus de multiplication du courant avec compression et accéléra-

Il existe à présent deux propositions détaillées de systèmes pour l'accélération d'ions lourds de hautes énergies, destiné à produire les pulsations intenses pour la fusion de boulettes de deutérium-tritium :

- 1) le projet de Brookhaven, basé sur des injecteurs alimentant des linacs HF classiques, auxquels font suite un multiplicateur et un accumulateur à anneaux de stockage;
- 2) le projet de Berkeley (à droite), dont la simplicité est attrayante, sous réserve que les linacs d'induction se révèlent capables de prendre en charge des faisceaux d'ions lourds.

tion simultanées du faisceau se poursuit dans la cavité pour produire un faisceau de 1200 A à 8 GeV durant 200 μs . Des cavités à induction avec noyau de ferrite sont ensuite utilisées pour une accélération à 19 GeV et une intensité finale de 3200 A pendant 75 ns.

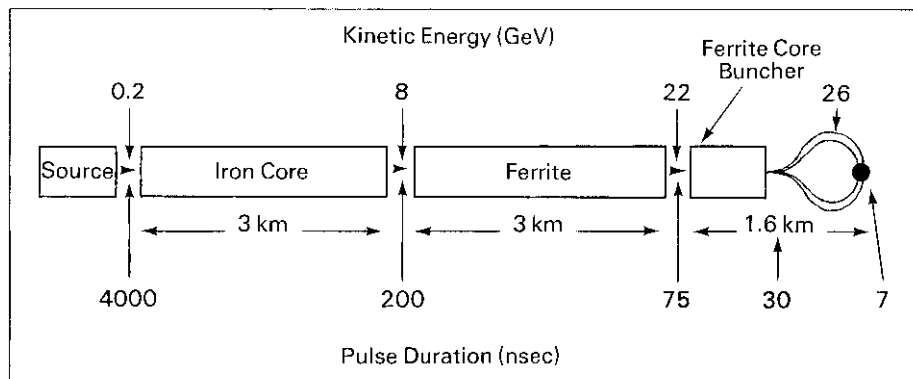
Un étage final de cavités à induction possède un grouper à noyau de ferrite ayant un gradient de 1 MV/m; il assure une compression du faisceau sur une distance de glissement relativement longue, afin d'obtenir une durée finale de 7 ns avec un courant de 34 kA. Toutefois, avant que l'intensité ait atteint cette valeur, le faisceau est divisé en seize parties par des aimants à septum et il est transporté jusqu'à la cible en deux groupes de chacun huit faisceaux de telle sorte que le courant maximal dans l'un quelconque de ces faisceaux est d'environ 2 kA.

Les conclusions du colloque

L'évaluation des solutions réalisée au colloque a été mise au point par un comité de la «conception de référence» et des conclusions sur la faisabilité technique ont été présentées à la session finale du colloque par Lee Teng du Laboratoire Fermi, président de ce comité.

Aucune des études n'a été jugée suffisamment complète pour permettre une comparaison détaillée; de plus, elles ne présentent pas de régime à paramètre commun. Aucune de ces solutions n'est optimisée et les différences concernant de nombreux aspects tiennent plus aux préférences des auteurs qu'à des questions fondamentales. Toutefois, certaines comparaisons ont été élaborées et on a pu formuler des conclusions générales.

On s'est généralement accordé à penser qu'au moins une configuration d'accélérateur, utilisant des accélérateurs linéaires HF classiques avec des anneaux accumulateurs, pouvait satisfaire les spécifications en toute confiance, en se basant sur les connaissances actuelles. Il n'existe pas de différences fondamentales entre les conceptions d'Argonne et de Brookhaven, sauf en matière d'échelle et de



coût. L'estimation de Brookhaven pour son système de commande de 10 MJ est de 800 millions de dollars (le groupe d'analyse des coûts a parlé de 1000 à 1 500 millions au cours du colloque). Pour son système à 1 MJ, Argonne prévoit 360 millions de dollars (de 400 à 500 millions selon ce même groupe d'évaluation des coûts).

L'accélérateur linéaire à induction est intéressant du fait de la simplicité de sa conception. Toutefois, il convient de réserver le jugement car l'accélération d'ions par des accélérateurs linéaires à induction n'a pas encore été démontrée expérimentalement. Des développements considérables sont requis pour amener cette configuration au même niveau de confiance que suscite la solution avec les accélérateurs linéaires classiques. L'estimation des coûts de Berkeley se situe entre 400 et 500 millions de dollars; le groupe d'évaluation des coûts est d'accord avec ce chiffre.

Des systèmes d'accélérateurs basés sur des synchrotrons sont maintenant considérés moins intéressants qu'il y a un an. L'avantage de coût apparent par rapport aux systèmes avec accélérateurs linéaires classiques s'est réduit après que l'on ait reconnu qu'en présence d'un champ élevé il fallait maintenir un facteur de groupement assez faible pour conserver la dispersion en impulsion requise pour une bonne focalisation finale. En conséquence, la limite de charge d'espace se trouve abaissée et il faut utiliser un plus grand nombre de synchrotrons. De plus, il est exigé d'employer un ion spécial (tel que Xe^{28+}) avec une section efficace d'échange de charge nettement plus faible; par ailleurs, les exigences pour le vide et la fréquence de répétition se situent à la limite de la faisabilité technique.

Pour ces raisons, un système accélérateur basé sur des synchrotrons apparaît beaucoup plus difficile à

construire que des systèmes utilisant des accélérateurs linéaires, à moins que soient préalablement réalisées des démonstrations technologiques et des mesures de sections efficaces pour prouver la faisabilité. Argonne a estimé que son système à 1 MJ coûterait 255 millions de dollars; le groupe d'évaluation des coûts n'a pas été en mesure d'analyser cette estimation de manière détaillée.

Résumant les travaux à la fin de la réunion, Terry Godlove du D.O.E. a déclaré: «Ce colloque marque une étape importante dans le programme de fusion avec des ions lourds. Les affirmations de ceux qui sont à l'origine de cette technique, selon lesquelles la technologie actuelle des accélérateurs peut être adaptée et modifiée afin de construire un système de commande pour la fusion inertielle dans la gamme d'énergies convenant pour un réacteur de puissance, sont maintenant largement vérifiées».

De grandes machines

Du 15 au 21 octobre, un colloque sur les possibilités et les limitations des accélérateurs et des détecteurs s'est tenu au Laboratoire Fermi. Il était organisé par le Comité international pour les futurs accélérateurs (ICFA) dans le cadre de ses projets à long terme sur l'avenir de la physique des hautes énergies.

Rappelons que l'ICFA a été créé sous le patronage de l'Union internationale de physique pure et appliquée. Il a pour but de faciliter la rencontre de représentants de diverses régions du monde, qui poursuivent des recherches en physique des hautes énergies, afin de leur permettre de discuter de l'extension de la coopération dans l'utilisation des machines en service ou prévues. A ce titre, l'ICFA sert aussi de table ronde pour le sujet de la participation mondiale à la construction d'un

accélérateur géant (souvent appelé VBA, pour Very Big Accelerator ou très grand accélérateur). Il est évident qu'une telle construction n'est pas envisagée dans un proche avenir et chacune des régions s'intéresse en premier lieu à ses propres projets à court et moyen termes. Toutefois, il appartient à la communauté de la physique des hautes énergies de réfléchir sur les futurs besoins en matière de recherche et d'estimer dans quelle mesure des machines et des systèmes de détection peuvent les satisfaire.

Le colloque du Laboratoire Fermi a été proposé en janvier de cette année lors d'une réunion de l'ICFA au CERN. Il a regroupé une quarantaine de représentants de l'Europe de l'Est et de l'Ouest, du Japon, des USA et de la Chine (présente pour la première fois à une telle réunion).

Des groupes de travail furent créés pour étudier sept questions: accélérateurs de protons (rapporteur: Victor Yarba), faisceaux en collision: proton-proton, proton-antiproton, électron-proton (Eberhard Keil), accélérateurs d'électrons et anneaux de stockage (John Rees), expériences neutrino (Ugo Amaldi), expériences hadroniques (Bob Diebold), expériences leptoniques et photoniques (Barry Barish), détecteurs (Georges Charpak et Bill Willis).

Le groupe Accélérateurs de protons a défini plusieurs paramètres pour une machine ayant une échelle considérée comme appropriée: énergie de 20 TeV, intensité de 10^{13} protons par seconde, champs magnétiques de 10 T en utilisant un supraconducteur à champ élevé, rayon d'environ 12 km, 3200 MJ d'énergie dans le faisceau, puissance exigée d'environ 300 MW. La

nécessité de maintenir les pertes de faisceau au-dessous de 10^{-6} représente la plus grande difficulté qui ait été examinée.

Le premier des groupes étudiant les anneaux de stockage s'est basé sur les paramètres d'un tel synchrotron à protons et il n'a pas décelé de difficultés technologiques sérieuses pour l'addition d'anneaux de stockage. Pour des collisions proton-proton, une luminosité supérieure à $10^{33} \text{ cm}^{-2} \text{ s}^{-1}$ serait obtenue à partir de 6×10^{14} protons, avec un courant de 0,5 A dans 2400 paquets autour des anneaux. Toutefois, on pourrait rencontrer des difficultés expérimentales car chaque collision entre deux paquets de ce type fournirait en moyenne sept interactions qu'il serait malaisé d'interpréter. Des faisceaux non groupés auraient une luminosité restant dans la gamme des 5×10^{32} .

Pour des collisions proton-anti-proton, en se basant sur des hypothèses assez prudentes pour l'accumulation des antiprotons au rythme de 10^{12} par jour et en tenant compte des paramètres du synchrotron à protons, on obtient une luminosité de $2,6 \times 10^{30}$ à 20 TeV par faisceau. Comme dans le cas du SPS du CERN et des machines du Laboratoire Fermi, cela représenterait une solution relativement peu coûteuse pour accéder à des énergies d'interaction plus élevées en utilisant la machine de base. Des dérivations autour des régions d'interaction permettraient une exploitation normale de la machine, indépendante de l'existence de systèmes de détection des faisceaux en collision. Pour des collisions électron-proton, une luminosité de 10^{32} est réalisable avec une énergie des électrons de 140 GeV. La puissance du rayonnement synchrotronique du faisceau d'électrons en circulation est d'environ 100 MW.

Le groupe électron-positon est parvenu à une conclusion intéressante. Il a examiné une idée avancée sous diverses formes pendant plusieurs années concernant les collisions de faisceaux fournis par des accélérateurs linéaires. Le problème a toujours porté sur la production ou la conservation d'une quantité suffisante de positons.

Au colloque du Laboratoire Fermi, Burt Richter souhaitait tester l'idée de «l'évacuation» des positons et de l'utilisation des électrons provenant d'un paquet en collision pour régénérer des positons. Cela semble réalisable avec des énergies supérieures à 100 GeV.

Lors de l'étude de la contraction de ces faisceaux, Richter s'est préoccupé d'un phénomène qu'il a baptisé «beamstrahlung» (rayonnement du faisceau). Un électron émet un rayonnement synchrotronique lorsqu'il traverse le champ électromagnétique d'un aimant et il en fait de même lorsqu'il traverse le champ électromagnétique d'un paquet de positons (et inversement, pour les positons soumis à l'effet d'un paquet d'électrons). Ce rayonnement augmente avec l'énergie du faisceau.

Le phénomène a été analysé dans l'étude du LEP, au CERN, mais cette analyse a été abandonnée dès qu'il fut montré que l'émergence de rayons X durs hors de la région de croisement des faisceaux ne perturberait pas les expériences ou le faisceau. Au colloque du Laboratoire Fermi, le groupe a approfondi l'analyse; il s'est demandé à partir de quelle énergie l'augmentation de la dispersion en énergie du faisceau, due au «beamstrahlung», deviendrait gênante. La conclusion, peut-être un peu pessimiste, est la suivante : du fait du «beamstrahlung», les énergies d'anneaux de stockage électron-positon avec quelques paquets seulement sont limitées à des valeurs inférieures à 180 GeV.

Les groupes analysant les expériences ont abouti à certaines conclusions. Des expériences neutrino pourraient être réalisées avec des systèmes de détection d'un gabarit guère plus élevé que celui des systèmes actuels. Les faisceaux seraient très longs (30 km pour 10 TeV), mais un blindage de terre serait adéquat du fait du rayonnement de freinage du muon. Des recherches avec les photons seraient réalisables, mais difficiles. La physique hadronique verrait le coût proportionnel des faisceaux décroître avec l'énergie, compte tenu de la variation selon la racine carrée de l'impulsion.

On pense que des systèmes de détection pourraient s'adapter aux problèmes qui se posent dans une gamme d'énergies plus élevées où l'identification des particules serait en général plus facile. La résolution spatiale aura sans doute alors été portée jusqu'à 10-20 μm dans des systèmes de détection pouvant accepter des intensités très élevées. La calorimétrie devrait également être satisfaisante, avec des précisions d'environ 1 % dans la gamme des 10 TeV.

Une réunion de l'ICFA s'est tenue à la fin du colloque. John Adams, directeur général exécutif du CERN, a été élu président pour une autre année et l'on a décidé d'organiser un autre colloque dans un an, dans la région genevoise.

Nouvelles des Laboratoires

Le système de détection PLUTO, dont la renommée est liée à des expériences effectuées avec l'anneau de stockage DORIS, est ici mis en place dans sa configuration modifiée à PETRA. Tous les systèmes de détection de PETRA peuvent être installés en une semaine.

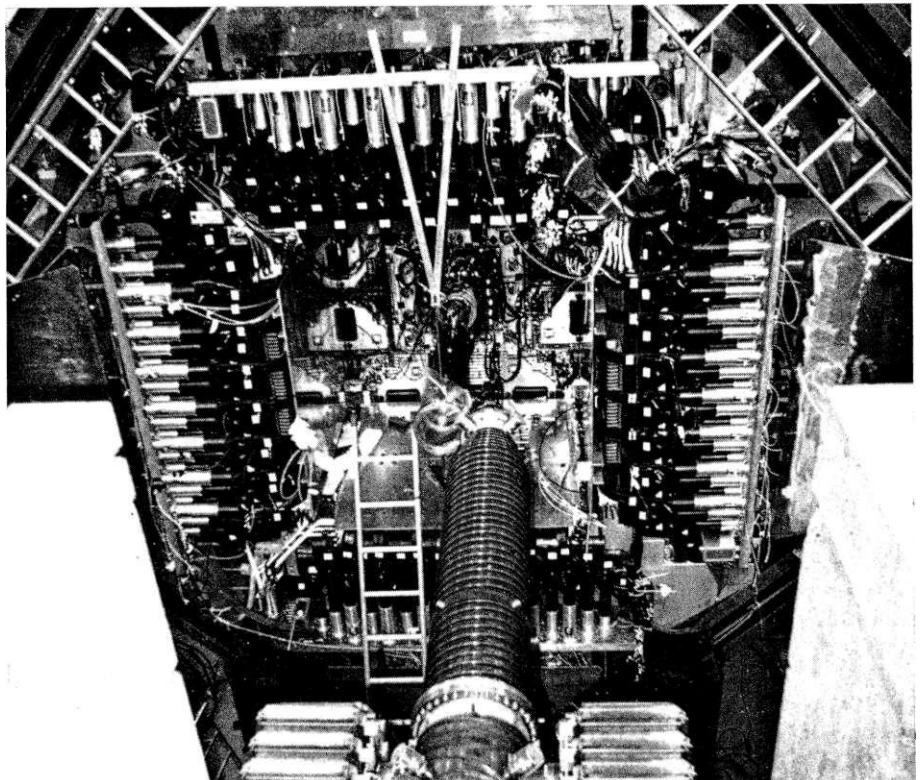
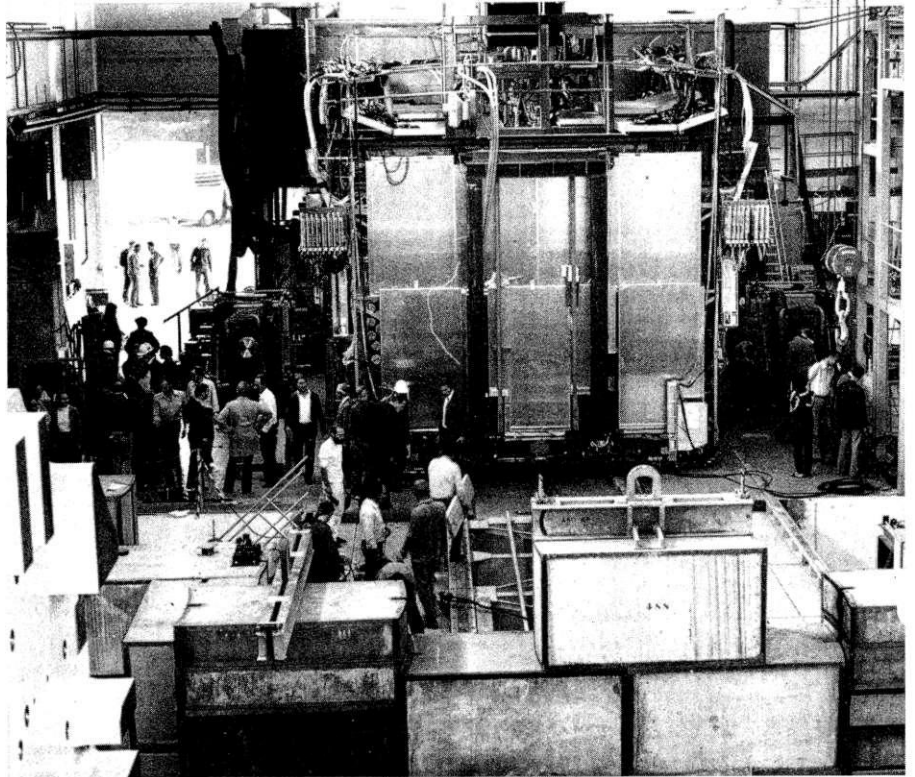
(Photo DESY)

DESY Début des expériences à PETRA

Deux grandes réalisations menées à bien au cours de la première période de développement de la machine, période qui a pris fin le 9 octobre, illustrent les progrès accomplis dans la mise en service de PETRA, l'anneau de stockage d'électrons-positons du Laboratoire DESY. Peu après une brève période d'arrêt en août pour l'installation des cavités, un faisceau d'électrons a été accéléré sans perte à 11 GeV. Au milieu de septembre, on a mesuré une luminosité de $2 \times 10^{29} \text{ cm}^{-2} \text{ s}^{-1}$ (soit environ 1/4 de la valeur nominale) et une durée de vie du faisceau d'environ 2 h. On pense atteindre ultérieurement une durée de vie de 4 h.

Cette vigoureuse impulsion donnée par le groupe « machine » de PETRA a contraint les expérimentateurs à avancer leurs échéances et à installer leurs détecteurs dans les régions d'interaction au cours du récent arrêt de deux semaines (en octobre). Le début des expériences était initialement prévu pour l'été 1979 !

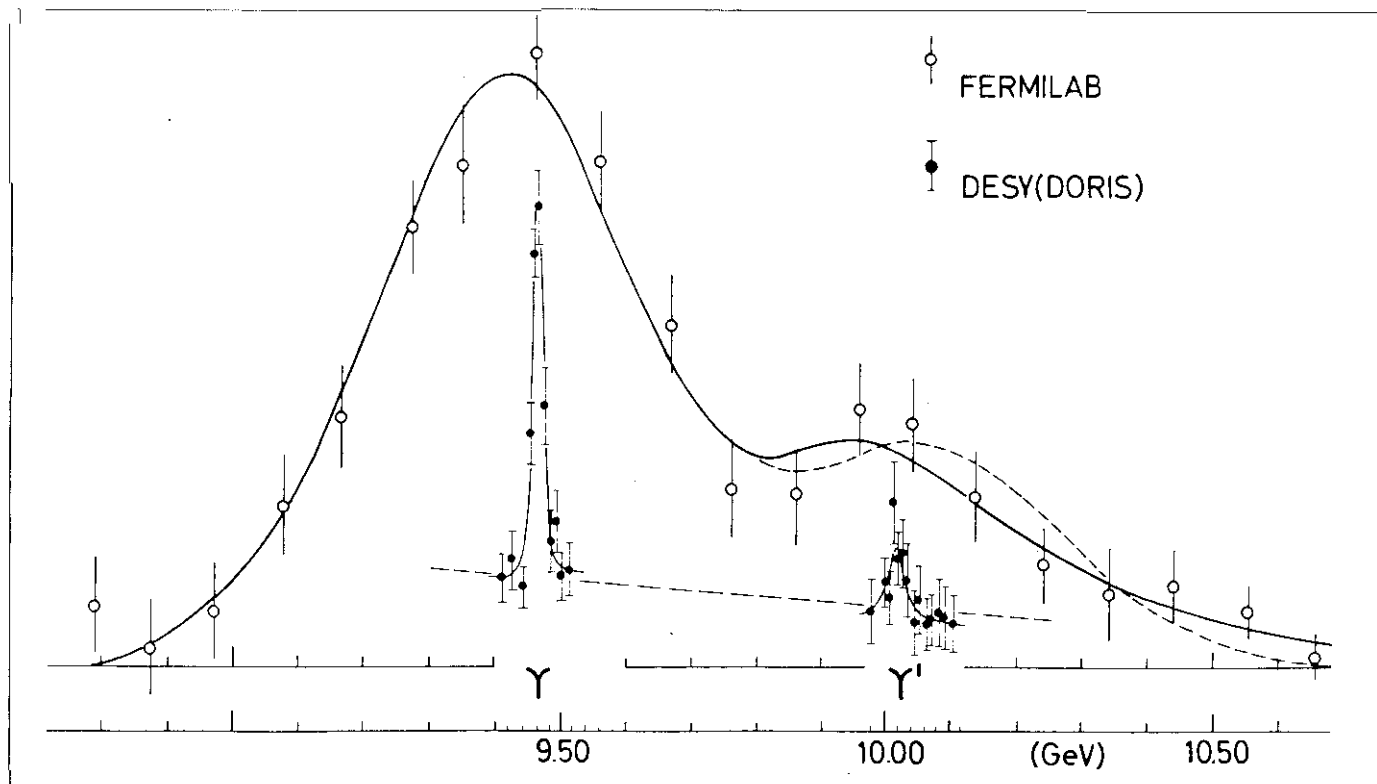
Le détecteur PLUTO, qui a été transféré de DORIS à PETRA dans le courant de l'été, a subi des modifications; il s'agit notamment de l'agrandissement du filtre de muons et de l'adjonction d'un détecteur de particules émises vers l'avant. Tous les éléments ont été vérifiés au cours d'essais approfondis avec des rayons cosmiques. Deux autres groupes (MARK J et TASSO) ont décidé de transporter leurs détecteurs dans l'anneau de PETRA en octobre dernier. Bien que ces détecteurs ne soient pas encore complets, leur installation est à ce point avancée que les principaux éléments peuvent être vérifiés avec des faisceaux en circulation et des résultats de physique peuvent



Le système de détection MARKJ, maintenant installé à PETRA, tel qu'il apparaît autour du tube de faisceau.

(Photo DESY)

Comparaison des données sur les résonances upsilon recueillies lors des expériences au Laboratoire Fermi, où ces particules furent découvertes, avec celles recueillies sur l'anneau de stockage DORIS. On notera que les signaux provenant de l'annihilation électron-positon sont beaucoup plus nets.



même être obtenus si une luminosité suffisante est disponible.

L'expérience MARK J est réalisée en collaboration par Aix-la-Chapelle - DESY - MIT - Amsterdam - Pékin.

Le détecteur est destiné à mesurer R (et de ce fait à rechercher de nouvelles particules) et les asymétries muoniques et hadroniques résultant des effets de l'interaction faible. Il comprend 10 plans de compteurs qui sélectionnent la hauteur de l'impulsion provoquée par les hadrons et les muons ainsi que des chambres à migration qui mesurent les trajectoires des muons dans du fer magnétisé. Pour pouvoir étudier les asymétries avec une précision de 1 %, le détecteur est conçu pour pivoter dans les angles polaires θ (de 180°) et ϕ (de 90°).

TASSO (Two Arm Spectrometer SOlénoid, solénoïde spectrométrique à deux bras) est en construction par une collaboration Aix-la-Chapelle - Bonn - DESY - Hambourg - Imperial College Loqdrès - Oxford - Rutherford - Weizmann Institute et Wisconsin. Il comprend un détecteur magnétique 4 n

plus deux bras de spectromètre. Un solénoïde à parois minces fournit un champ de 0,5 T parallèle à l'axe du faisceau. La direction et les impulsions des particules chargées sont mesurées par des chambres proportionnelles et une chambre à migration de grand volume. Le repérage des particules dans la région de basse énergie s'effectue par des compteurs de temps de vol disposés à l'intérieur du solénoïde tandis que les bras du spectromètre assurent l'identification jusqu'aux impulsions les plus élevées à l'aide de compteurs Tchénenkov — un rempli d'aérogel ($n = 1,02$) et deux normaux à gaz sous pression. Les photons et les électrons sont repérés et leurs énergies mesurées dans des compteurs de gerbe à argon liquide. Les bras du spectromètre ainsi que les principaux compteurs à argon liquide n'ont pas encore été installés.

Lorsque les premières expériences ont été approuvées par le Comité de la recherche de PETRA, dont les membres viennent de toute l'Europe, il a été décidé que tous les détecteurs seraient

conçus de manière à pouvoir être transportés dans une autre région d'interaction en l'espace d'une semaine. En conséquence, toutes les expériences sont montées sur rails et, dans certains cas, des charges dépassant 1000 tonnes sont déplacées à la vitesse raisonnable de quelques centimètres à la minute. C'est grâce à cette mobilité qu'il a été possible d'installer trois expériences au cours de la période d'arrêt de deux semaines.

Au cours de la période de fonctionnement qui prendra fin à Noël, la priorité sera donnée au développement de la machine, l'objectif principal étant d'essayer l'optique de l'anneau aux énergies élevées et d'optimiser la luminosité. Si des périodes d'expériences sont prévues, l'énergie du faisceau sera très probablement de l'ordre de 5 GeV et les propriétés des résonances upsilon pourront être étudiées. Si au-dessus de l'upsilon (9,45) et de l'upsilon prime (10,02), qui ont déjà été observés dans l'anneau de stockage DORIS à DESY (voir numéro de septembre, page 298), il existe un upsilon

seconde, les trois expériences seront en mesure de le détecter.

On est frappé de voir combien les signaux de l'upsilon se détachent plus nettement du fond continu, lorsqu'ils résultent d'une annihilation électrons-positons, que s'ils sont détectés dans des spectromètres classiques au voisinage des accélérateurs. A PETRA, les signaux devraient devenir encore plus prononcés en raison de la dispersion en énergie plus faible dans les faisceaux.

BROOKHAVEN Premier coup de pioche pour ISABELLE

Le 27 octobre, le premier coup de pioche marquant le début de la construction des anneaux de stockage proton-proton de 400 GeV (ISABELLE) a été donné au cours d'une cérémonie au Laboratoire de Brookhaven (BNL).

Ont pris la parole à cette occasion: Jerome Ambro et John Wydler (membres du Congrès des USA), Dale Myers (sous-secrétaire d'Etat à l'énergie), Michael Zeller (président du groupe d'étude de la physique des hautes énergies au sein de l'organisation des utilisateurs du BNL), Gerald Tape (président des Associated Universities Inc.) et George Vineyard (directeur de Brookhaven). Jim Sanford (directeur du projet ISABELLE) et Bill Wallenmeyer (directeur de la division de physique des hautes énergies au Department of Energy à Washington) ont mis en place le premier pilier géodésique.

Octobre fut, pour plusieurs raisons, un bon mois pour le projet ISABELLE. En effet, tandis qu'un aimant dipolaire supraconducteur atteignait 5 T, le Congrès américain de son côté approuvait, pour l'exercice 1979, un crédit de 23 millions de dollars pour la construction de la machine.

L'étude technique initiale d'ISABELLE prévoyait des collisions de faisceaux de protons d'une énergie de l'ordre de 200 GeV. Il fallait pour cela que les aimants de courbure supraconducteurs produisent un champ de crête de 4 T. A un stade ultérieur, l'énergie maximale a été augmentée à 400 GeV et le champ de crête requis dans les anneaux a dû être porté à 5 T, ce qui pousse le supraconducteur en niobium-titane aux limites du raisonnable. Au début d'octobre, le premier aimant conçu pour atteindre 5 T a dépassé cette valeur.

Le crédit de 23 millions de dollars, octroyé par le Congrès, servira à financer la construction d'un tiers de l'anneau souterrain et de l'un des halls d'expériences (le hall «grand angle» voisin des deux points d'injection dans les anneaux). Des éléments permettant de construire une centaine d'aimants seront assemblés dans le hall qui abritait jadis le Cosmotron.

Cérémonie d'inauguration du chantier d'ISABELLE, le 27 octobre. De gauche à droite, le député Jérôme Ambro, le sous-secrétaire d'Etat au Département de l'énergie Dale D. Myers et Gerald F. Tape, président des Universités associées S.A., posent la première borne géodésique d'ISABELLE.

(Photo Brookhaven)



CERN Un parfait exemple de charme

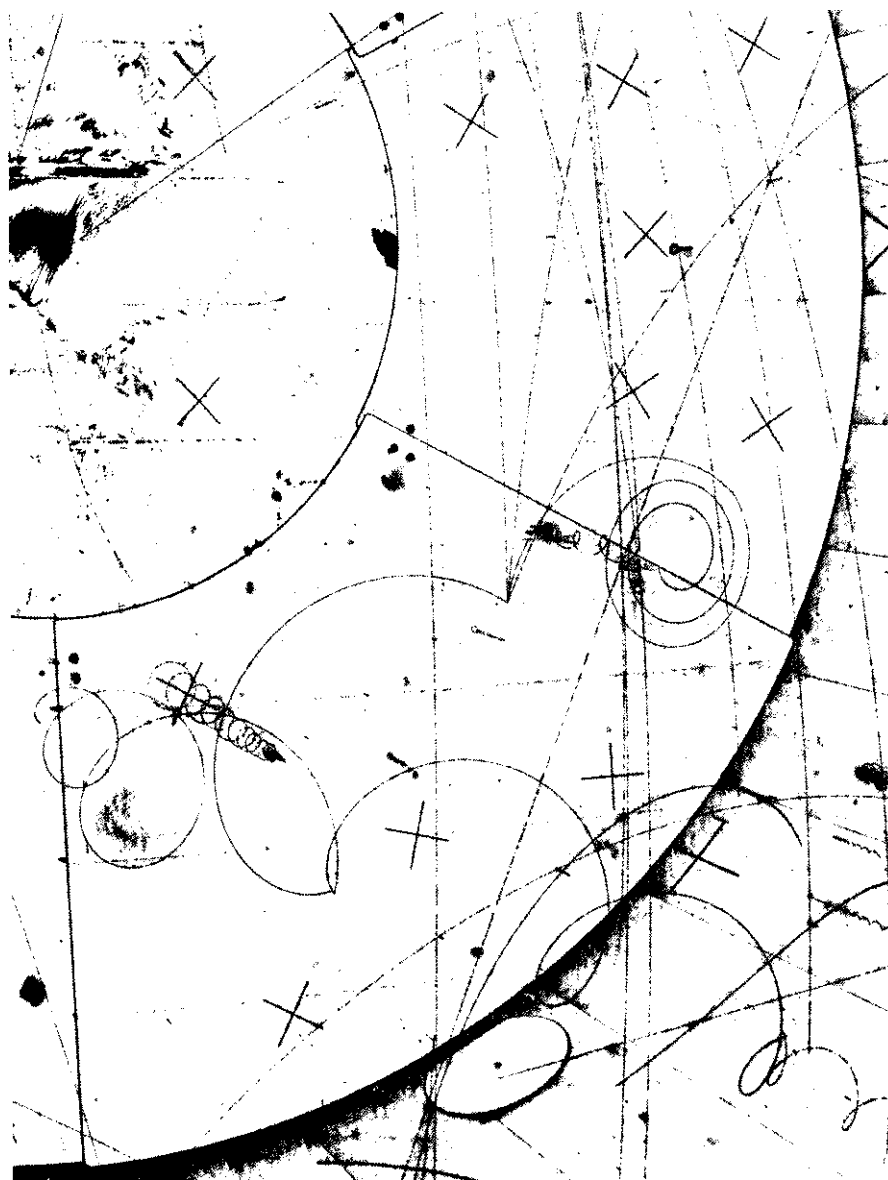
Lors d'une expérience avec la chambre à bulles BEBC remplie d'hydrogène et exposée au faisceau de neutrinos à large bande du SPS, une collaboration Aix-la-Chapelle-Bonn-CERN-Munich-Oxford a découvert un événement qui constitue un exemple formel de production et de désintégration de mésons charmés.

Au lieu d'une mesure du niveau de la production de charme par une analyse des muons et/ou des électrons produits, l'expérience avec BEBC avait reçu comme objectif la recherche d'exemples formels de production et de désintégration de charme avec une identification maximum de toutes les particules.

L'événement est un parfait exemple de production de charme avec désintégration ultérieure et il correspond également à la première observation formelle d'une telle production au CERN. Dans la réaction de base, le neutrino incident heurte un proton en produisant un muon négatif et un méson charmé excité, le D^{*+} . Le muon est identifié lorsqu'il heurte simultanément les deux plans de l'identificateur externe de muons (EMI) de BEBC. Le D^{*+} initial se désintègre très rapidement avec production d'un méson charmé plus léger (le D^0) et d'un pion. Ce D^0 disparaît à son tour pour donner un kaon et un pion.

Bien qu'aucun des deux mésons charmés ne soit visible sur la photographie en raison d'une durée de vie trop courte, toutes les autres particules issues du vertex de production initial et des désintégrations ultérieures, étant porteuses d'une charge électrique, donnent des traces observables.

Il n'est pas nécessaire d'inclure d'autres particules neutres invisibles et les mesures donnent par conséquent des informations très fiables sur la cinématique de la chaîne de désintégration. On obtient ainsi les masses des mésons charmés D^{*+} et D^0 et leur différence de masse s'établit à 145 MeV,



en conformité avec les mesures effectuées au SLAC.

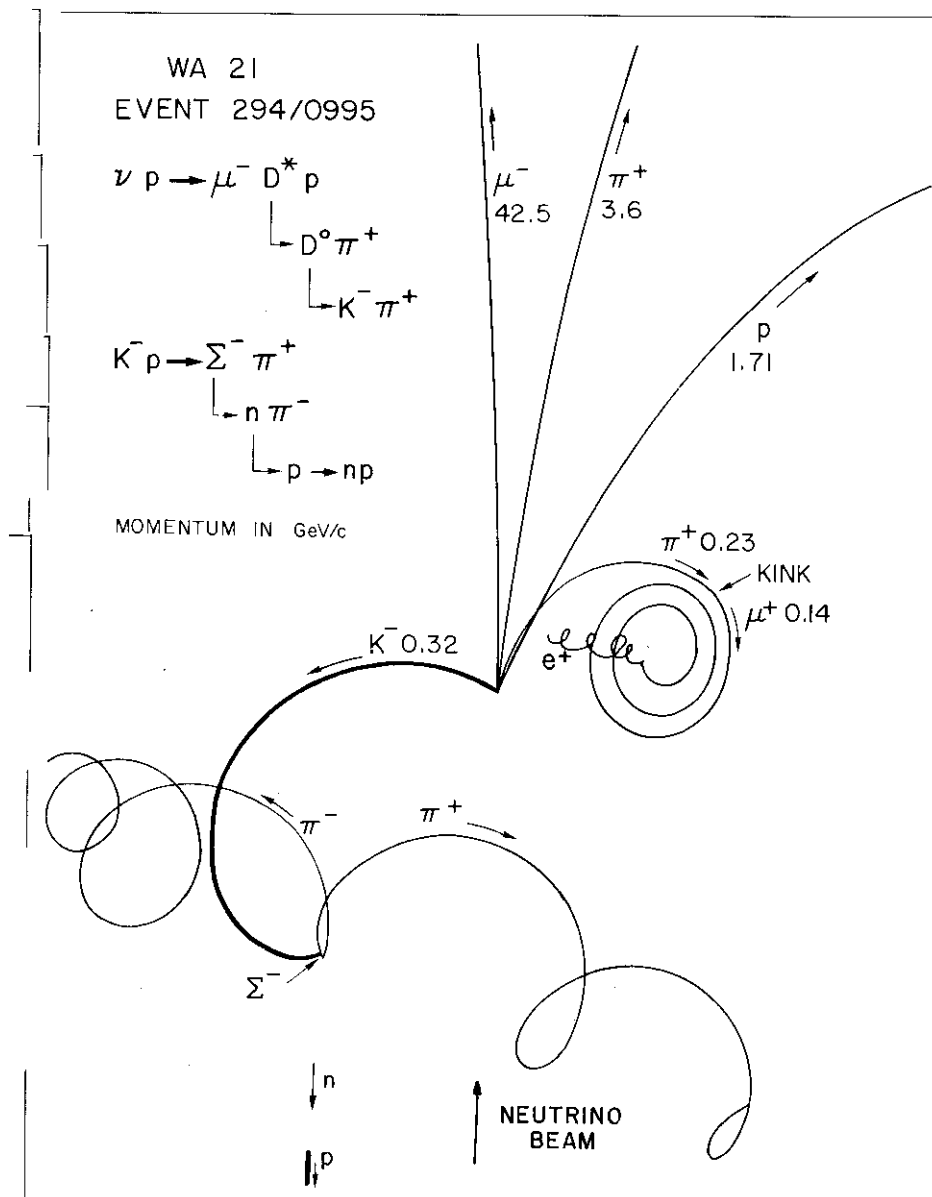
Sur la photographie un effet esthétique est produit par le kaon négatif issu de la désintégration du D^0 qui suit une trajectoire incurvée sous l'effet du champ magnétique avant de s'arrêter et d'interagir avec un proton. Cette interaction produit un sigma et un pion qui doivent émerger dans des directions rigoureusement opposées pour conserver l'impulsion.

Exemple classique de production de charme que le groupe Aix-la-Chapelle-Bonn-CERN - Munich-Oxford a observé dans des interactions neutrino dans la chambre à bulles BEBC. Si la courte durée de vie des deux mésons charmés empêche leur observation directe, toutes les autres particules issues du vertex et des désintégrations subséquentes sont chargées et donnent des traces visibles. On obtient ainsi une indication très sûre concernant la cinématique de la chaîne de désintégration.

Après avoir parcouru environ 1 cm, le sigma se désintègre en un neutron et un pion et, pour compléter le tableau, le neutron invisible heurte un proton qui recule et produit l'amorce de trace visible au bas de la photographie.

On observe également que le pion lent positif issu de la désintégration charmée se désintègre en vol en émettant un muon positif et un neutrino. La trace comporte une déformation très significative à l'endroit où est produit le

Explication de l'événement avec production de charme observé dans BEBC. Outre la production et la désintégration de mésons charmés, la photographie montre un kaon négatif s'arrêtant et réagissant avec un proton et les conséquences de l'interaction sont des plus intéressantes. Il est également possible de suivre la désintégration faible d'un pion positif, le point de désintégration et l'émission d'un neutrino étant mis en évidence par un coude très net dans la spirale.



neutrino, invisible par ailleurs. Le muon positif continue sa spirale avant de s'arrêter en donnant un positon.

Quoique la durée de vie des particules charmées semble exclure la possibilité de traces observables dans des chambres à bulles, leurs produits de désintégration peuvent être étudiés en détail dans des expériences avec ces équipements. Les physiciens peuvent ainsi compléter leur connaissance de la spectroscopie des particules char-

mées acquise jusqu'à présent grâce aux machines à électrons-positons du SLAC et de DESY.

Etant donné le grand nombre d'informations contenues dans ce premier événement de production de particules charmées dans BEBC, la collaboration qui travaille sur cette chambre espère que le reste des 285 000 photographies apportera d'importantes révélations sur la spectroscopie des mésons et des baryons charmés.

Hypernoyaux

Des expériences menées au CERN avec des hypernoyaux ont mis en évidence un comportement remarquablement simple dans l'interaction entre particules lambda et noyaux. Si les résultats ne sont pas encore entièrement expliqués, ils ont cependant pu fournir une indication supplémentaire dans la recherche visant à comprendre les forces nucléaires dans le détail.

Il se forme des hypernoyaux lorsque les nucléons ordinaires des noyaux atomiques sont transformés en particules plus lourdes (hypérons) par le bombardement d'une cible avec un faisceau de kaons de faible énergie. L'étude de ces noyaux artificiels complète la connaissance du comportement des particules que nous avons acquise par les expériences sur la diffusion.

Parmi les hypérons apparaissant couramment, seule la particule lambda électriquement neutre et de spin une demi, qui a une masse de 1115 MeV, est stable par rapport aux interactions fortes. Etant le plus léger baryon porteur d'étrangeté et seulement un peu plus lourd que le nucléon, le lambda ne peut se désintégrer en un nucléon et un kaon par interaction forte conservant l'étrangeté.

Au lieu de cela, le lambda libre se désintègre faiblement avec une durée de vie $2,6 \times 10^{-10}$ s, en violant l'étrangeté et en produisant un nucléon et un pion. Dans la matière nucléaire, la présence de nucléons rend possible une autre désintégration, dans laquelle un lambda et un nucléon se désintègrent faiblement en deux nucléons. C'est en fait cette désintégration qui détermine la durée de vie des hypernoyaux à particule lambda, qui est suffisamment longue (environ 2×10^{-10} s) pour permettre l'étude de leurs propriétés fortes et électromagnétiques.

L'interaction lambda-noyau est comparable en force à celle entre nucléon et noyau. On pouvait s'attendre que le lambda, qui a un spin de $1/2$ mais est dépourvu de charge électrique, aurait dans un noyau un comportement fort semblable à celui d'un neutron,

n'eût été le fait que le lambda est porteur d'étrangeté. Aussi l'étude des hypernucleux fournit-elle d'importantes informations sur les propriétés d'étrangeté de l'interaction forte.

Dans une série d'expériences au CERN, un groupe Heidelberg-Saclay-Strasbourg a utilisé un faisceau de kaons négatifs de faible énergie (environ 700 MeV) provenant du synchrotron à protons de 28 GeV. Il a détecté au cours de ces expériences des transitions où le nucléon percuté, lorsqu'il était transformé en un lambda, passait en outre à un autre niveau d'énergie nucléaire. Ces résultats ont montré que l'interaction lambda-noyau peut prendre une forme particulièrement simple où le lambda semble se comporter comme une particule sans spin.

Avec des faisceaux de kaons de faible énergie (généralement moins de 1 GeV, l'énergie de recul de la particule lambda formée à partir d'un nucléon percuté est inférieure au mouvement Fermi des nucléons séparés. Cela signifie que le lambda tendra à rester au même niveau d'énergie que le nucléon géniteur. Ces transitions sont dites «sans recul».

Par ailleurs, d'autres interactions sont possibles dans lesquelles le nucléon percuté reçoit une impulsion suffisante pour amener le lambda à un autre niveau d'énergie dans le noyau. La probabilité de telles réactions appelées «quasi libres» augmente avec l'énergie des kaons incidents.

Le but des premières expériences du groupe Heidelberg-Saclay-Strasbourg, qui a utilisé des faisceaux de kaons négatifs de 715 MeV envoyés sur des cibles de carbone-12 et d'oxygène-16,

était d'étudier la structure fine d'hypernoyaux formés dans des transitions sans recul et de rechercher des transitions quasi libres, qui n'avaient jamais été étudiées auparavant dans le détail. Dans ces expériences, le taux de production d'hypernoyaux a été presque cent fois plus élevé que lors des recherches antérieures.

Outre la paire dominante de transitions sans recul, le spectre de l'oxygène a mis en évidence un autre doublet qui a les propriétés attendues de transitions quasi libres où le lambda tombe à un niveau d'énergie inférieur avec un moment angulaire différent.

Un fait est remarquable: la différence d'énergie dans ces doublets est la même pour les transitions sans recul et les transitions quasi libres, ce qui semble indiquer que l'interaction spin-orbite ne change pas avec le moment angulaire.

Ce fait contraste avec l'interaction nucléon-noyau, dans laquelle l'effet spin-orbite est le plus important.

Les résultats de recherches menées avec un faisceau de kaons négatifs de

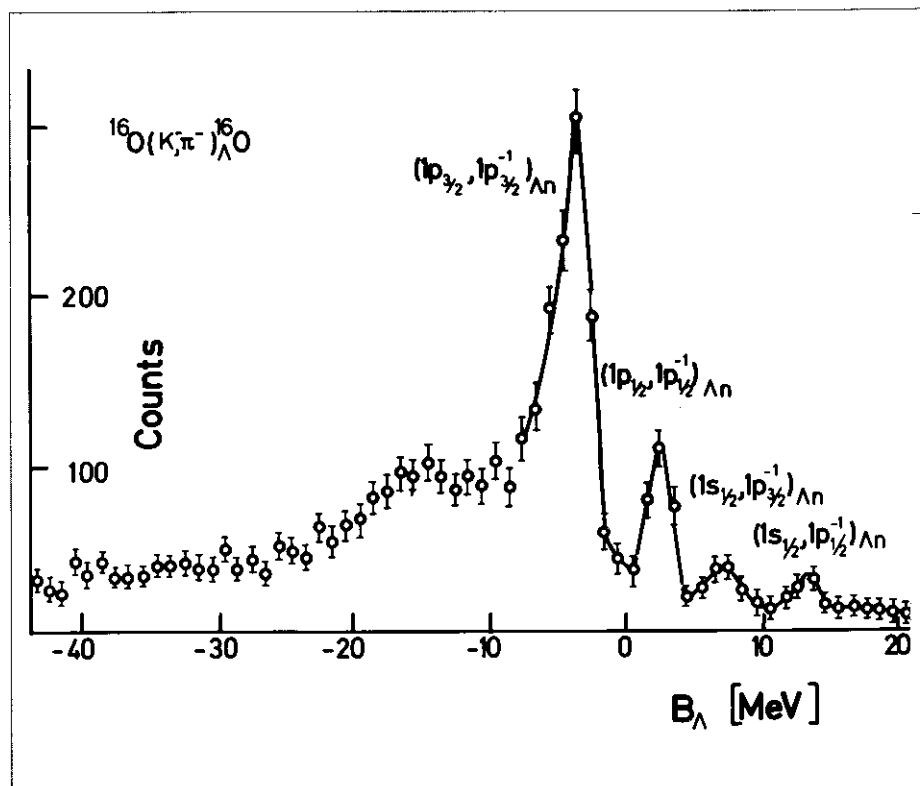
790 MeV et du calcium-40, ainsi que du soufre-32, font aussi apparaître un couplage minimal spin-orbite; ils montrent également que la différence entre niveaux d'énergie voisins semble être à peu près constante. On pourrait en somme dire de la force lambda-noyau qu'elle est un potentiel indépendant du spin et comparable à celui d'un simple oscillateur harmonique.

La force spin-orbite joue un rôle important en physique nucléaire et intervient dans maints aspects saillants du comportement du noyau. Toutefois, on n'a pas encore entièrement expliqué son origine, ni son action remarquable sur les nucléons.

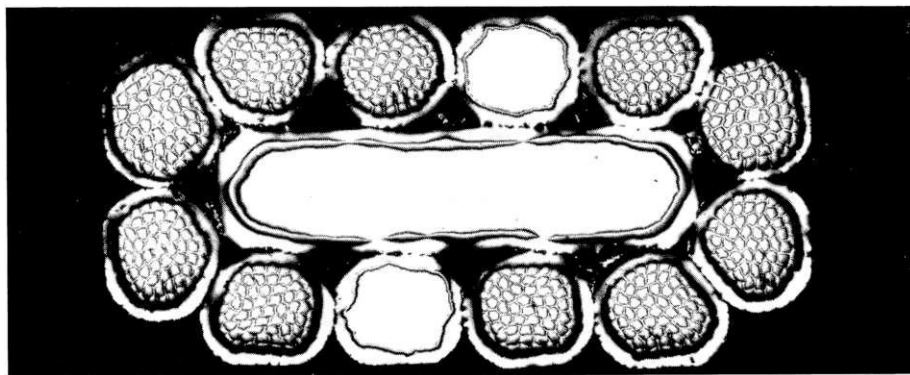
Des champs de 8 T avec le niobium-étain

On sait depuis de nombreuses années que l'alliage niobium-étain présente, comme supraconducteur, de grands avantages sur l'alliage «classique» niobium-titane: il a une température

Spectres obtenus par le groupe Heidelberg-Saclay-Strasbourg qui étudie au CERN la production d'hypernoyaux avec des faisceaux de kaons de faible énergie envoyés sur de l'oxygène-16. B est l'énergie de liaison des particules lambda dans les hypernoyaux. Les deux grands pics indiquent les cas où l'hyperon produit reste au même niveau d'énergie que le nucléon frappé, tandis que les plus petites bosses correspondent aux transitions où le lambda tombe à un niveau d'énergie inférieur. C'est la première fois que ces transitions ont été détectées; elles ont permis de recueillir des données surprenantes sur l'interaction lambda-noyau.



Le conducteur utilisé dans le solénoïde supraconducteur niobium-étain qui a créé un champ de 8,8 T lors d'essais au CERN. Le conducteur a une section de 1,1 x 2,2 mm. Les parties en blanc sur la photo sont du cuivre ; il y a dix torons de filaments en niobium-étain dans une matrice de bronze.



de transition beaucoup plus élevée (1,8 K) avant de perdre sa propriété de supraconductivité et peut supporter des courants extrêmement forts même avec des champs intenses (10^7 A/cm² à 10 T).

Malheureusement, ses propriétés métallurgiques sont beaucoup moins favorables et c'est pourquoi le niobium-titane a été jusqu'à présent l'alliage préféré dans presque toutes les applications. Le niobium-étain est très fragile et les allongements relatifs inférieurs à 1 % sont suffisants pour briser les filaments. Il est donc difficile de le produire dans les configurations exigées pour les bobines magnétiques.

Des techniques particulières ont été employées pour surmonter cette difficulté. La première utilise des filaments de niobium entourés de bronze (cuivre-étain) pour la formation des bobines et une réaction produite ensuite à haute température provoque la diffusion de l'étain dans le niobium, donnant ainsi l'alliage voulu. Cette technique a notamment été développée par le groupe Rutherford-Harwell qui a réalisé, il y a quelques années, un solénoïde créant des champs de 10 T sans utiliser une forte densité de courant (voir numéro d'octobre 1974, page 349). L'autre technique consiste à utiliser du niobium dans du cuivre enrobé d'étain et à provoquer une réaction dans la tresse déjà formée, de façon à obtenir l'alliage par diffusion de l'étain dans le niobium. Les chercheurs de Brookhaven ont été les pionniers de cette technique et ont récemment mis sous tension un aimant dipolaire supraconducteur niobium-étain.

Depuis deux ans, une petite équipe du CERN mène également des recherches dans ce domaine et a appliqué la technique du bronze au cuivre stabilisé, en essayant de mettre au point des aimants supraconducteurs avec de fins filaments niobium-étain, qui créeraient des champs pouvant atteindre 8 T avec des densités de courant dépassant 300 A/mm². Cette équipe a travaillé avec les deux firmes IMI et Vacuumschmelze, en ce qui concerne le supraconducteur, et avec Isolawerke et Quartz & Silice pour l'isolation.

L'isolation est un problème délicat en raison de la très grande différence de température entre réaction à 1000 K et fonctionnement à 4 K. On l'a réalisée en entourant le conducteur d'une gaine en verre au quartz d'une épaisseur de 0,2 mm, préalablement imprégnée de paraffine (qui est retirée après la mise en place de l'isolation, pendant la réaction du supraconducteur). Ensuite, l'enroulement a été imprégné de résine époxy.

Selon les derniers résultats obtenus avec un solénoïde (diamètre intérieur 26 mm, diamètre extérieur 92 mm, longueur 53 mm) dont le conducteur avait une section de 1,1 x 2,2 mm, le champ fourni a été supérieur à 8,8 T avec 350 A/mm², ce qui est un comportement dépassant les prévisions. Ces résultats, concernant des modèles courts, ont été obtenus sans accommodation. La bobine pouvait être utilisée jusqu'à 7 T en 60 s environ.

Des connaissances nouvelles ont été ainsi acquises sur le traitement du supraconducteur fragile, ainsi que sur l'isolation et les connexions d'amenée

du courant aux enroulements. Le solénoïde d'essai avait de nombreuses caractéristiques communes avec les grands aimants supraconducteurs. Les résultats représentent une autre étape vers l'emploi d'alliages niobium-étain dans des aimants, pour obtenir des champs dans la gamme des 8 T.

DARESBUURY La SRS prend forme

Depuis 1975, une source de rayonnement synchrotronique (SRS) spécialisée est en construction au Laboratoire de Daresbury où elle remplacera les installations de recherche sur le rayonnement synchrotronique qui ont cessé toute activité lors de la fermeture, en 1977, du synchrotron à électrons de 5 GeV (NINA).

Un programme de recherche très ambitieux utilisant le rayonnement synchrotronique produit accessoirement par NINA avait été mis au point. A l'heure actuelle le Royaume-Uni est dépourvu de source, de sorte que maints utilisateurs antérieurs sont répartis dans les divers centres de recherche sur le rayonnement synchrotronique en Europe et aux USA. Leur retour est prévu pour 1980 lors de l'entrée en service de la SRS qui sera la première source de haute énergie entièrement consacrée à la production du rayonnement synchrotronique.

Le nouvel anneau de stockage d'électrons de 2 GeV est conçu pour emmagasiner ultérieurement un faisceau d'une intensité de 1 A; toutefois, dans les premiers temps, une moitié seulement de la puissance HF sera installée et l'intensité sera limitée au tiers environ de la valeur précitée. Le rayonnement produit dans les aimants de courbure de 1,2 T aura une longueur d'onde caractéristique de 3,9 Å et le spectre devrait pouvoir être exploité jusqu'à 1 Å, permettant ainsi des expériences dans la gamme de l'ultraviolet, de l'ultraviolet lointain et des rayons X mous. Il est également prévu d'installer deux aimants supraconducteurs de réduction locale de la courbure de l'orbite (wiggler) de 5 T pour étendre le

Vue du synchrotron injecteur du SRS montrant l'enceinte à vide en métal et les aimants à fonctions combinées. La section droite au premier plan comprend un aimant de déflexion rapide pour l'extraction du faisceau.

(Photo Dares bury)

spectre aux rayons X durs. Un de ces « wlgglers » est en construction.

Les exigences des utilisateurs du rayonnement synchrotronique ont été largement prises en compte dans l'étude technique de l'anneau de stockage. Une maille FODO permet une exploitation satisfaisante du rayonnement et des faisceaux peuvent être extraits sans encombre sous grand angle. On a retenu une fréquence HF de 500 MHz pour obtenir des paquets d'électrons très courts car l'utilisation de brèves giclées de rayonnement présente un grand intérêt.

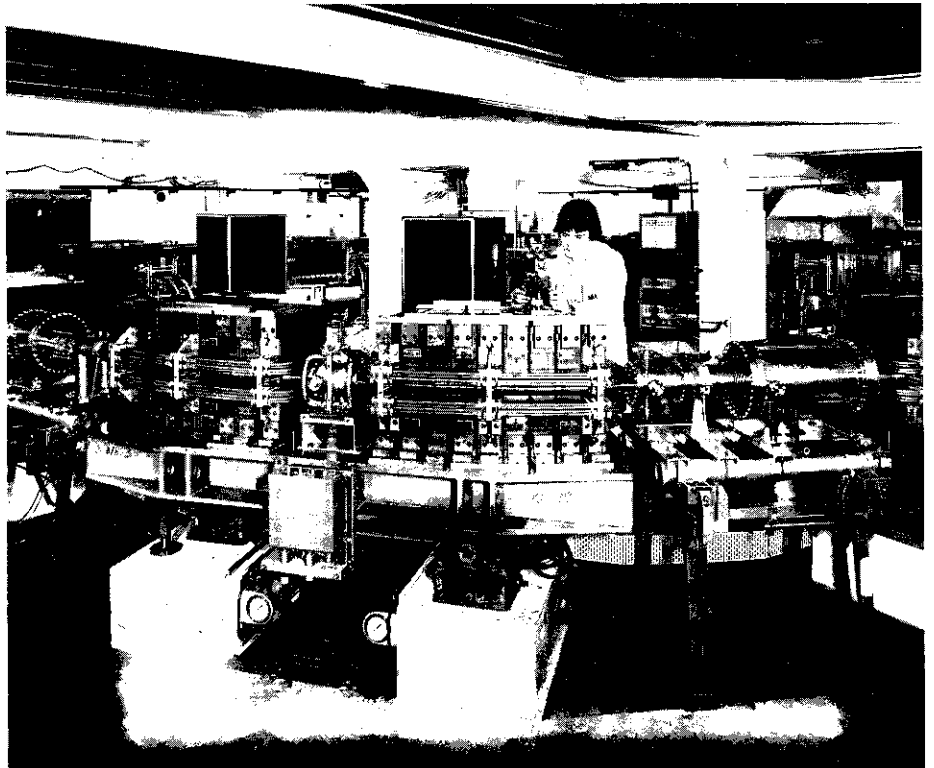
L'anneau de stockage et la zone d'expériences qui l'entoure s'intégreront sans difficulté dans le hall « intérieur » qui abritait autrefois les alimentations des aimants de NINA et HF. Les travaux de construction sont déjà bien avancés dans le hall intérieur et l'admission en service de l'installation est prévue pour avril 1980. Des prototypes de la cavité HF et tous les aimants ont été construits et mesurés; les grandes pièces d'équipement sont maintenant en cours de fabrication.

Une étape importante a été franchie le 10 octobre, lorsque les accélérateurs d'injection dans l'anneau de stockage, à savoir un accélérateur linéaire d'électrons de 15 MeV qui alimente un synchrotron injecteur de 600 MeV ont accéléré pour la première fois un faisceau. Ce synchrotron injecteur, terminé au cours de l'été, est une machine à fonctions combinées d'un rayon moyen de 5 mètres.

L'accélération a lieu à 10 Hz, soit à la valeur maximale à laquelle l'accumulation peut se produire dans l'anneau de stockage à l'énergie d'injection. Le champ magnétique cyclique produit des courants de Foucault dans la chambre à vide métallique mais l'accélération du faisceau n'a suscité aucune difficulté.

Cette photographie a été prise à Stanford le 10 octobre, jour où fut achevé le percement du tunnel de PEP, l'anneau de stockage électron-positon,

(Photo Joe Faust)



Echos de la physique

La grande unification

Dans son discours de clôture de la Conférence de Stanford sur les accélérateurs de 1974, Murray Gell-Mann déclarait: « Nous observons les signes annonciateurs d'une nouvelle grande synthèse ». Aujourd'hui, quatre ans après la Conférence, les théories fondées sur les notions de symétrie ont fait de nouveaux progrès. La chromodynamique quantique devient une théorie des interactions intra-hadroniques et le « modèle de Weinberg-Salam » est presque prêt à figurer dans les manuels en tant que modèle unifié des interactions faibles et électromagnétiques, de sorte que les signes annonciateurs de 1974 ont sans doute envahi tout le plateau de la scène !

L'idée maîtresse de la chromodynamique quantique (QCD) est que si les forces qui lient les quarks entre eux sont fortes dans des régions relativement étendues de l'espace-temps (par exemple dans l'aire d'un nucléon isolé), elles « s'affaiblissent » à mesure que les dimensions de la région d'espace-temps de l'interaction diminuent. C'est cette variation de l'ampleur des forces liant les quarks qui ouvre la porte à de nouveaux progrès.

Cela signifie que les forces qui interviennent lorsque des leptons de haute énergie surgissent des profondeurs des hadrons sont bien plus simples qu'on ne le jugeait possible auparavant. Les interactions fortes ont toujours été associées à une encombrante force de couplage qui empêchait tout progrès quantitatif.

Cette simplicité nouvelle permet d'utiliser les techniques de la théorie des perturbations adaptées à l'électrodynamique quantique dans de nouveaux domaines de la physique et elle donne également de bonnes prédictions (voir numéro d'octobre, page 335).

La variation de l'intensité de la force inter-quarks signifie également que jusqu'à un niveau d'énergie extrêmement élevé, ces composants de la force « forte » peuvent devenir comparables, en intensité, aux effets électro-faibles. Il existe donc peut-être une sy-

métrie plus étendue, englobant à la fois le domaine des interactions fortes et celui des interactions électro-faibles.

Dans la théorie électro-faible classique, certains des degrés de liberté du modèle de symétrie idéal sont « gelés », de sorte qu'une partie de la symétrie est détruite. On dit que la symétrie est « spontanément brisée ». Quoiqu'il reste des vestiges de la symétrie complète, les interactions faibles et électro-magnétiques apparaissent comme correspondant à des forces différentes.

De la même manière, une symétrie plus vaste, qui décrirait à la fois les effets forts et électro-faibles, pourrait être brisée spontanément en un élément fort et un élément électro-faible. Outre qu'elle est particulièrement élégante, puisqu'elle permet une unification grandiose de trois domaines de forces apparemment très différents, cette idée est également à l'origine d'importants résultats quantitatifs que le maintien de théories distinctes pour les interactions fortes et électro-faibles ne permet pas d'obtenir.

La théorie classique des interactions électro-faibles dite de Weinberg-Salam comporte un paramètre libre: l'angle de mélange. Ce paramètre donne une description théorique du boson intermédiaire, considéré comme étant à l'origine des interactions faibles à courant neutre, en déterminant sa masse et ses forces de couplage.

Ce paramètre fixe également les modalités selon lesquelles les phénomènes bien connus de l'électromagnétisme s'insèrent dans la théorie plus vaste des interactions électro-faibles. Cet angle de mélange est un paramètre libre qui ne peut normalement être déterminé que sur des bases expérimentales.

Toutefois, l'application de principes de symétrie supplémentaires introduit des relations entre les forces de couplage des symétries composantes qui décrivent les forces individuelles et permet de calculer l'angle de mélange. Il existe plusieurs candidats pour cette grande symétrie, mais les résultats de différents calculs donnent des valeurs

acceptables pour l'angle de mélange.

Le fait qu'une idée aussi révolutionnaire donne des résultats qui concordent assez bien avec les expériences constitue sans nul doute un élément encourageant.

Dans la théorie de la grande symétrie, les particules de base sont des constituants ponctuels, les quarks et les leptons. Bien que ces particules aient des propriétés entièrement différentes dans les domaines des interactions fortes et électro-faibles qui nous sont familiers, la théorie de la grande symétrie les regroupe sous la forme de multiplets communs.

Si la symétrie était exacte, les masses des quarks et des leptons seraient identiques. Toutefois, la violation de la symétrie a pour effet de décaler les masses des particules. Puisque les masses des leptons sont connues avec une bonne précision, l'application des techniques du groupe de renormalisation (voir numéro de septembre, page 304) permet de calculer le spectre de masse des quarks.

Les calculs concordent avec les seuils observés pour la production de quarks lourds de charge $-1/3$, tels que le quark étrange et le nouveau quark lourd responsable des états ϵ .

Ces calculs semblent donner les meilleurs résultats avec six, ou au plus huit saveurs de quarks. C'est là un résultat intéressant, puisque six est le nombre minimum de quarks requis pour intégrer, de manière naturelle, la violation CP dans la théorie et qu'il est également en conformité avec les notions cosmologiques sur le nombre permis de différents neutrinos dépourvus de masse.

Toute théorie « de jauge » d'un champ de force entraîne naturellement l'existence de bosons vecteurs (spin 1, parité négative), par lesquels cette force s'exerce : photons pour l'électromagnétisme, bosons intermédiaires pour les interactions faibles et gluons pour les forces inter-quarks. Jusqu'à présent, le photon est la seule particule de ce type dont l'existence soit bien établie et l'avenir immédiat de la QCD et de la théorie électro-faible est fonction de la découverte des preuves de l'existence de leurs bosons vecteurs.

Des éléments du matériel de la nouvelle installation de calcul électronique du Laboratoire Fermi sont hissés jusqu'au huitième étage du bâtiment central du Laboratoire où ils seront installés. Le système est constitué de trois puissants ordinateurs CDC CYBER 1 75 pourvus d'un ensemble d'équipements périphériques. La mise en service a débuté en novembre et selon les prévisions, la pleine capacité de l'installation sera utilisable au printemps de 1979.

(Photo Laboratoire Fermi)

L'introduction d'une grande symétrie de jauge, qui unifierait toutes les autres forces agissant sur les particules, produit à son tour une force qui lui est propre. Ce nouveau champ aurait lui aussi sa propre série de bosons responsables d'interactions entre les particules de base, qui sont les leptons et les quarks.

Cette force n'opérerait pas de différenciation entre les quarks et les leptons et convertirait les quarks en leptons et inversement. Cette «transmutabilité» des quarks se manifesterait sous la forme d'une instabilité des hadrons et la nouvelle force s'appliquerait de la même manière à tous les hadrons, y compris au proton, particule normalement stable. Si la conservation du nombre baryonique est bien ancrée dans nos conceptions, il n'existe pas de principe fondamental énonçant que le proton doit être absolument stable.

Pour que les forces forte et électro-faible soient nettement séparées aux énergies actuellement accessibles, il faut que leur point de rencontre se situe à un niveau d'énergie extrêmement élevé. Cela suppose que les bosons de la grande symétrie soient très lourds, de l'ordre de 10^{14} à 10^{16} GeV par exemple, et la force résultante très faible.

Même si cette force «hyperfaible» était masquée par d'autres effets dans la désintégration de la plupart des hadrons, le proton resterait instable, ou plus précisément quasi instable. Des méthodes peuvent être appliquées pour restituer au proton sa stabilité, mais elles tendent à détruire l'intérêt général du modèle.

L'histoire de la physique moderne compte d'innombrables tentatives en vue d'unifier les différents champs de force. Parmi les efforts les plus marquants figurent ceux d'Einstein et de Weyl au début de ce siècle, qui n'eurent pas la chance, comme nous, d'avoir de nouvelles lumières sur la possibilité d'une synthèse électro-faible.

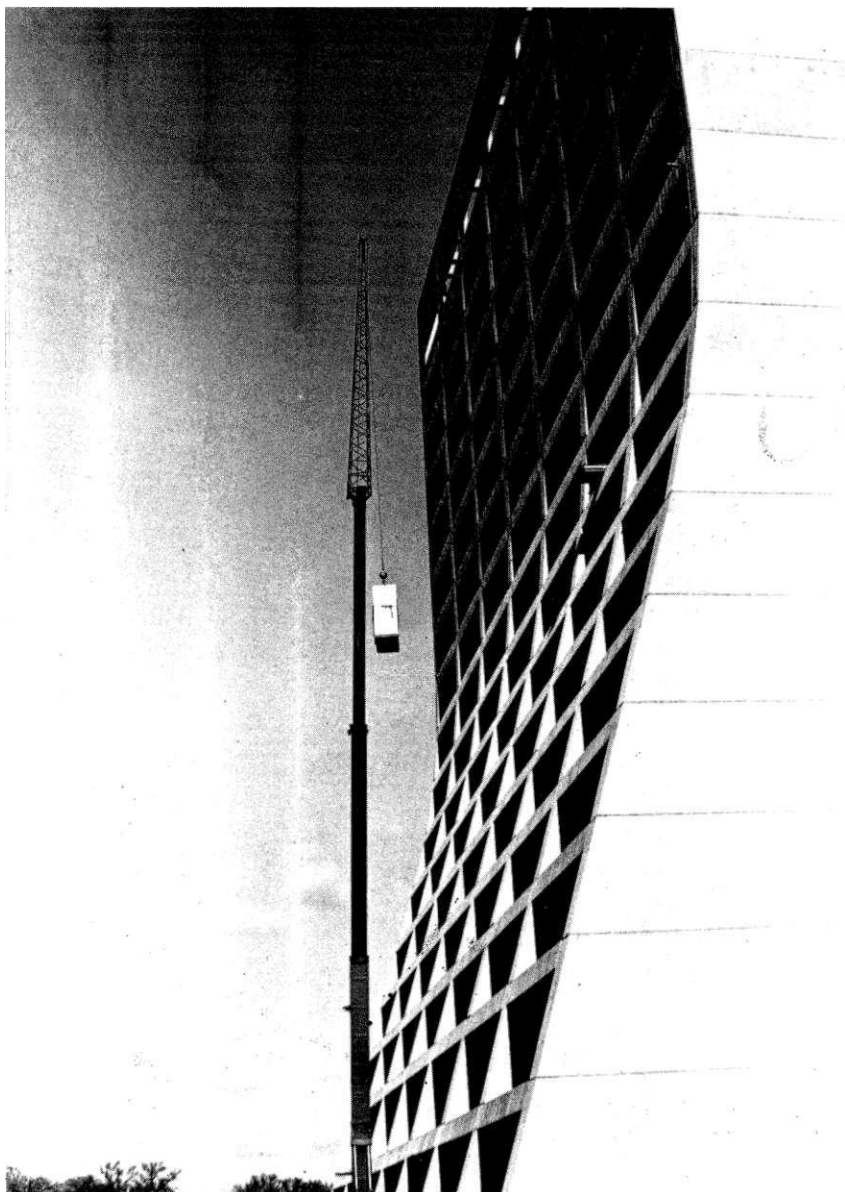
Les succès de la théorie électro-faible ont permis de réenvisager le problème de la grande unification. La plupart des efforts visent à établir une symétrie d'ensemble minimum qui

engloberait les différentes symétries requises par les forces forte et électro-faible. D'autres tentatives aboutissent à proposer différentes séries de particules, peut-être encore plus «fondamentales» que les quarks et les leptons.

Conformément à certaines esquisses d'unification, on est autorisé à attendre de nouveaux phénomènes de la génération prochaine d'accélérateurs de particules.

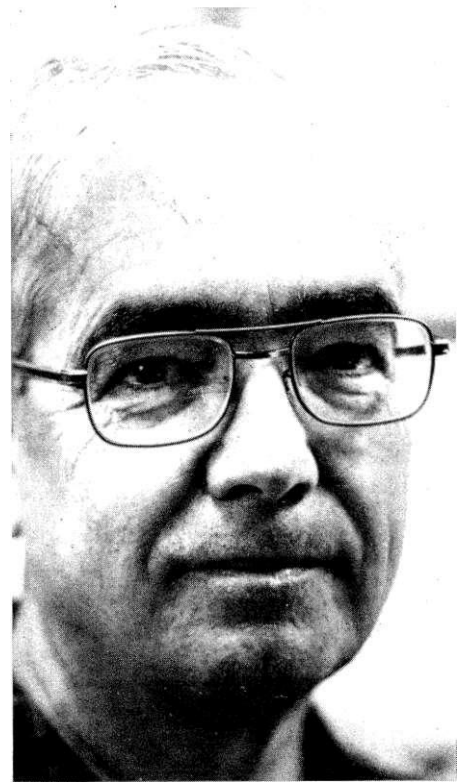
Seul l'avenir dira si les efforts ac-

tuels sont prématurés. Toutefois, comme l'ont souligné Howard Georgi et Sheldon Glashow, qui furent parmi les premiers à tenter de nouveau cette unification, «il se peut que nos hypothèses soient fausses et nos spéculations gratuites, mais l'originalité et la simplicité du modèle constituent déjà des raisons suffisantes de la prendre au sérieux».



Nouvelles brèves

Bill Fowler.



Laboratoire Fermi: directeur désigné

Le 24 octobre, Norman Ramsey (président de Universities Research Association Inc.) et John Deutch (directeur de Energy Research, D.O.E.) ont annoncé officiellement la nomination de Léon Lederman en tant que directeur du Laboratoire de l'accélérateur national Fermi. Léon Lederman, dont la nomination était un secret notoire depuis quelques mois, prendra ses fonctions à temps complet le 1^{er} juin 1979 (en raison d'engagements antérieurs auprès de l'Université Columbia). Entre-temps, il participera à toutes les grandes décisions de principe au Laboratoire Fermi, en collaboration avec Phil Livdahl, le directeur par intérim. Léon Lederman jouit d'une grande réputation dans le monde de la physique des hautes énergies, lia participé aux découvertes de la non-conservation de la parité, de deux neutrinos et de la particule upsilon. Il sait également parler de son sujet avec

élégance et esprit (pour s'en convaincre, il n'est que de relire son autobiographie apocryphe dans le numéro d'octobre 1977, page 337). Tous nos vœux l'accompagnent dans la tâche exaltante et nouvelle pour lui de conduire le Laboratoire Fermi.

Personnalités

Depuis le 1^{er} octobre, le duplicateur d'énergie du Laboratoire Fermi est passé de la phase des recherches et réalisations à la phase de construction. Pour construire les aimants supraconducteurs qui donneront dans le duplicateur des faisceaux de protons de 1000 GeV, une nouvelle division intitulée «aimants du duplicateur d'énergie» a été constituée sous la direction de Bill Fowler, Dick Lundy étant son adjoint. Alvin Tollestrup est le sous-directeur chargé du développement des aimants supraconducteurs. Don Young a été nommé chef adjoint de la division de l'accélérateur.

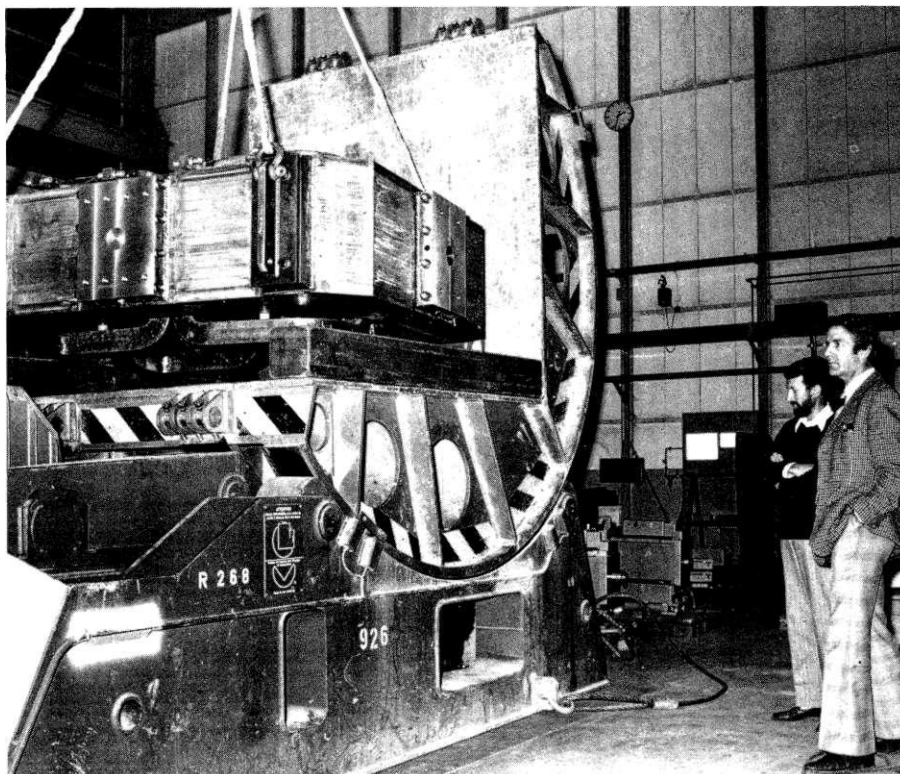
A la suite des élections du groupe de discussion des hautes énergies de l'Organisation des utilisateurs de Brookhaven, la composition du comité exécutif de cet organe est le suivant: Michael Zeller — Yale (président), Paul Grannis — Stony Brook, Mark Sakitt — Brookhaven, Al Mann — Pennsylvania, Myron Good — Stony Brook, James Bensinger — Brandeis, Alan Carroll — Brookhaven.

R.R. Wilson, ancien directeur du Laboratoire Fermi conservera une activité au Laboratoire, dans le cadre d'une nomination conjointe avec l'Université de Chicago où il est titulaire de la chaire Peter B. Ritzma. Bob Wilson est «physicien de liaison» dans la nouvelle division des aimants du duplicateur d'énergie.

On apprend que Harold Agnew quittera le 1^{er} mars 1979 son poste de directeur du Laboratoire scientifique de Los Alamos. Il se trouve à la direction de Los Alamos depuis 1970, année où il succéda à Norris Bradbury qui avait remplacé lui-même Robert Oppenheimer.

Roy Billinge (à droite) et Colin Johnson, du groupe Accumulateur d'antiprotons (AA) du CERN, examinent le prototype d'aimant quadrupolaire à large ouverture pour l'anneau AA, que l'on prépare actuellement pour des mesures d'essai. Ce monstre de 14 tonnes est le quadrupôle du CERN ayant la plus grande ouverture (80 x 30 cm), et il a été construit dans les ateliers du CERN. Après la prise de mesures sur ce prototype, des contrats seront passés pour la fabrication des neuf grands quadrupôles destinés à l'anneau AA.

(Photo CERN 401.10.78)



Visites récentes au CERN:

1. Une délégation de scientifiques de la République de Chine, le 16 octobre.
2. Le Conseil suédois de la recherche, le 24 octobre.
3. Le Conseil de DESY, le 25 octobre.

(Photos CERN)



1.



2.



3.

Le Prix de l'American Chemical Society (ACS) pour les applications nucléaires de la chimie a été décerné pour l'année 1979 à Raymond Davis, de Brookhaven. Ce prix, qui sera remis en avril prochain lors de la réunion de l'ACS à Honolulu, rend hommage aux travaux d'avant-garde de Raymond Davis dans le domaine de l'étude des neutrinos solaires par des méthodes chimiques.

Hommages à Bernard Gregory

Deux brochures ont été publiées en l'honneur de Bernard Gregory, décédé à la fin de l'année dernière. L'une, intitulée « Bernard Gregory 1919-1977 » et réalisée au CERN, rassemble les hommages prononcés lors d'une réunion organisée à sa mémoire le 27 février (voir n° de mars, page 84) par Charles Peyrou, John Adams et Louis Leprince-Ringuet. Pour l'obtenir, s'adresser à Danielle Métraï, Groupe

publications, CERN, 1211 Genève 23 (Suisse).

La seconde brochure (« Hommage à Bernard Gregory »), publiée par l'Ecole polytechnique, est disponible auprès de Patrick Fleury, LPNHE, Ecole polytechnique, 91 128 Palaiseau (France). Elle regroupe les allocutions, prononcées lors de la réunion du 23 mai, de Pierre Aigrain, André Astier, Hubert Curien, Patrick Fleury, André Giraud, Louis Leprince-Ringuet, Xavier de Nazelle, Jean Teillac et Ionel Solomon.

Unité mobile de dépistage

Une unité médicale mobile, destinée à mesurer les concentrations d'éléments chimiques dangereux dans les tissus, a été réalisée par Ken Ellis et David Vartsky, du département médical de Brookhaven, à l'aide de détecteurs de rayons gamma et d'une technique d'absorption des neutrons.

A titre d'exemple significatif des possibilités de cette unité, elle est actuellement dépêchée à une fonderie de zinc et une raffinerie de cadmium à Denver, Colorado, pour l'examen des travailleurs industriels exposés à la contamination par le cadmium.

Le cadmium, hautement toxique, se concentre en particulier dans le foie et les reins et peut entraîner de l'emphyseme et une pression sanguine élevée. Ses utilisations industrielles sont multiples (traitements anti-rouille, placage ou galvanisation, fabrication de batteries, ampoules électriques, peintures et pigments, soudure, etc.), en sorte qu'il est utile de pouvoir dépister les concentrations de cet élément dans les tissus du personnel travaillant dans ces usines.

L'installation de Brookhaven utilise une source de plutonium et de béryllium-238 pour la production d'un faisceau collimaté de neutrons, servant à irradier les organes intéressés. Le flux des neutrons est fondamentalement constant en fonction du temps, en sorte que la concentration de cadmium peut être estimée d'après la capture des neutrons par les noyaux de

7. Bill Reay établissant le record de l'épreuve d'endurance à bicyclette autour de l'anneau du Laboratoire Fermi.

2. John Cumalat (à gauche) et George Luste ont remporté cette année l'épreuve de canoë disputée sur le canal de l'anneau.

(Photos Laboratoire Fermi)

cadmium, ce qui s'accompagne de l'émission de rayons gamma. Les détecteurs de gamma sont placés à proximité du corps.

Il est probable que la technique pourra être étendue, par exemple à la mesure de concentrations totales d'azote et de mercure dans le corps.

Exploits sportifs au Laboratoire Fermi

Les 6,5 km que totalise la circonférence du grand anneau du Laboratoire Fermi est une tentation pour les gens actifs, puisque le chemin de ronde de l'anneau semble être l'une des plus grandes pistes circulaires du monde. Des centaines de personnes ont navigué autour du tunnel pendant la construction de l'accélérateur. Il y a cinq ans, une course annuelle de canoë fut organisée le long des réservoirs de refroidissement de l'anneau. Le chemin qui suit l'anneau sert pour le cross. En septembre fut instituée la première sortie à bicyclette. Les virées en canoë et en bicyclette progressent, comme les protons, dans le sens dextrogyre autour de l'anneau.

C'est Bill Reay, de l'Etat de l'Ohio, un utilisateur du Laboratoire Fermi, qui a établi le record d'endurance à bicyclette. Il a parcouru vingt fois le périmètre de l'anneau, en trois heures et demie, à la moyenne de 37 kilomètres à l'heure. Sa tentative fut interrompue par la pluie. Il n'existe aucun record de vitesse pour un seul tour de l'anneau, mais les cyclistes avertis suggèrent qu'on doit pouvoir le faire en huit minutes.

La course annuelle en canoë est tout autant une épreuve de portage que de payage. Il faut dix-huit portages pour tourner les petites digues de retenue des réservoirs de refroidissement. Cette année, la course a été gagnée par George Luste, un utilisateur de Toronto, et par John Cumalat du Laboratoire Fermi, avec un temps de quarante-cinq minutes et dix-neuf secondes. On laisse entendre que ce sont les équipes comprenant des Canadiens qui obtiennent les meilleurs résultats.



1.



2.

LAIR LIQUIDE

PREMIER CONSTRUCTEUR EUROPEEN
DE MATERIEL CRYOGENIQUE

divi/ion matériel cryogénique

5~7, av Cannot. 945 C O Champigny/M . France
Tel : B B D . II . II _ Télex : AL CH 2 3 0 8 B 4 F

Le temps ne reste pas immobile...
...entretemps, c'est notre plus jeune
pompe qui est devenue notre plus
grand succès.

La **TURBO PFEIFFER 100.**

La plus petite pompe turbo-
moléculaire en prix et en dimension.

Plus de 2000 pompes fonctionnent dans des instituts, des laboratoires, des écoles et des installations de production. Pour une pompe qui produit du vide élevé et de l'ultra-vide, c'est un chiffre respectable. Pour une nouvelle pompe, c'est un succès considérable, obtenu en moins de deux ans.

C'est PFEIFFER qui a la plus grande expérience dans la fabrication et les applications des pompes turbo-moléculaires. La TURBO-PFEIFFER100 réalise et rassemble les connaissances de plus de 20 ans:

- la plus petite et la plus légère pompe turbo-moléculaire,
- absence de vibrations, marche silencieuse,
- maniement simple,
- insensible aux entrées d'air,
- prix intéressant,
- frais d'exploitation peu élevés,
- fiable et sans problème,
- entretien réduit,
- changement d'huile sans démontage.

Capacité d'aspiration pour
N₂ 110 l/s
He 120 l/s
H₂ 110 l/s
Pression finale 10⁻¹¹ mbar

Vitesse 43000 t/min.
Temps de montée en
en régime 2 min.
Poids 6 kg

Bride de raccordement
NW 100 (en option bride à
griffes ISO ou bride CF
pour joint métallique)

Le programme TURBO-
PFEIFFER comprend des
pompes ayant une capacité
d'aspiration de 110 à 6500 l/s.

BALZERS

BALZERS AKTIENGESELLSCHAFT
für Hochvakuumtechnik und Dünne Schichten
9496 Balzers, Principauté de Liechtenstein

ARTHUR PFEIFFER VAKUUMTECHNIK WETZLAR GMBH
B. P. 1280
6334 Asslar, République Fédérale d'Allemagne R.F.A.

Sociétés de vente en: France, Suisse, Belgique
et 23 autres pays.

PM800030PF DN7174

Veuillez m'adresser documentation détaillée sur

- la TURBO-PFEIFFER 100
- le programme TURBO-PFEIFFER

Nom. Prénom

Firme/Institut

Rue

Code postal/Ville

**Certains font
du Nb₃Sn au kilo.
Nous en fabriquons
à la tonne.**

Faire des échantillons au kilogramme n'est pas livrer des quantités industrielles.

C'est pourquoi notre nouveau département de fabrication de supraconducteurs Airco a repris ce que notre Laboratoire Central de Recherche faisait. Fabriquer plus de supraconducteurs avancés qu'aucun autre fournisseur. Pour Brookhaven, CERN, Fermilab, Livermore, Los Alamos, M.I.T., Oak Ridge, Saclay et U.S. Navy.

Nous fournissons des supraconducteurs NbTi, NbsSn et VsGa. En fil monofilamentaire ou multifilamentaire, en conducteur à matrice mixte ou en rubans. De section et forme variées. En tresse, câbles, gainés et renforcés. En quantités de plusieurs tonnes.

Et nous développons de nouveaux systèmes supraconducteurs. Tel que les câbles gainés à refroidissement forcé pour les systèmes de confinement magnétique toroidaux. Ou les supraconducteurs à surface de refroidissement augmenté pour les machines à miroirs. Ou des supraconducteurs à matrice en aluminium ultrapur, utilisés dans des aimants légers ou transparent aux radiations. Maintenant nous bobinons les aimants.

Nous avons réalisé une nouvelle brochure pour vous montrer nos possibilités de fabrication et notre expérience acquise. Appelez ou écrivez pour recevoir un exemplaire.

Demandez Dr. Erik Adam. S'il est absent, demandez Dr. Eric Gregory. Téléphone (201)464-2400. Cable CRYOPLANTS MH. Ou télégez au TWX 710-984-7985. Airco Superconductor Manufacturing Group. 100 Mountain Avenue, Murray Hill, New Jersey 07974 U.S.A.

A^{RCD}

Superconductor
Manufacturing
Group

a versatile new CAMAC serial/parallel highway driver

for use with
the PDP-11
computer line

2050

Good news for all PDP-11® users! Our new 2050 provides an efficient interface between the PDP-11 Unibus and CAMAC Dataway via the two CAMAC highways. It is available as a parallel highway driver, a serial highway driver, or a combination of the two. Operating modes utilize the CAMAC Dataway's use of Q responses for block transfers and the ability of Unibus devices to access memory directly via nonprocessor requests (NPR). Various serial highway conditioning (U-port) options are also available.

©registered trademark of Digital Equipment Corporation

FEATURES OF THE 2050

resides in one PDP-11 system unit (BB11)
controls up to seven parallel and/or 62 serial highway crates
operates in bit or byte serial mode up to 5 MHz
includes eight operating modes
 one programmed transfer - five DMA/block transfers - two special parallel highway functions
complete serial system error analysis and recovery procedure derived by methods outlined in the ESONE/SD/02 recommendations
twelve registers occupying 16 word addresses on the Unibus formatted for easy use
four independently enabled interrupt vectors
full 18-bit Unibus memory addressing

A WEALTH OF APPLICATIONS

distributed process control and data acquisition systems with the CAMAC serial highway
local high-speed process control and data acquisition systems on the parallel highway
distributed intelligence systems where the serial highway for host-to-remote or remote-to-host block transfer is under control of the host computer
high-speed systems requiring minimum software overhead

Please contact us for additional information

Kinetic Systems International S.A.

Dept. CC118 * 6 Chemin de Tavernay * 1218 Geneva, Switzerland * Tel. (022) 98 44 45 * Telex 28 9622
KineticSystems Corporation * 11 Maryknoll Drive * Lockport, Illinois 60441 * Tel. 815 838 0005 * TWX 910 638 2831

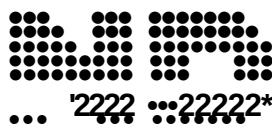
La meilleure amélioration jamais faite sur le NORD-10

NORD-10 a suscité une assez grande surprise lors de son lancement: un ordinateur de taille moyenne avec des facilités dépassant souvent celles des grandes machines!

Le nouveau NORD-10/S allie aux meilleures caractéristiques du NORD-10 des performances nettement supérieures. Grâce à de nouveaux composants électroniques et un logiciel optimisé, le NORD-10/S offre une capacité de traitement presque doublée — au MEME PRIX!

Cette amélioration est significative, mais nous considérons comme plus important encore le fait que tout le logiciel développé depuis 5 ans sur le NORD-10 est exécutable sur le NORD-10/S avec les nouvelles performances, et ce, sans AUCUNE MODIFICATION.

Si vous avez un projet informatique, laissez nous la chance d'expliquer comment et pourquoi,



Norsk Data

64, rte de Meyrin
01210 FERNEY VOLTAIRE
Tel. (50)41-65-41

NORD - une alternative à étudier

UN CHOIX JUDICIEUX D'ENREGISTREURS X-Y

En fonction de l'utilisation, en fonction de votre budget, choisissez parmi les quatre enregistreurs X-Y Philips, qui possèdent tous des caractéristiques telles que:

- # Haute précision, bonne reproductibilité, faible dérive et excellente rejection des tensions parasites.
- # Grande vitesse d'écriture, accélération importante de la plume et protection contre les surcharges.
- # Fixation électrostatique du papier et alignement rapide par repères lumineux.
- # Fiabilité du système d'écriture qui produit une trace claire, nette et sans bavure même aux fortes accélérations.

Un choix de sensibilités d'entrées et de décalage de zéro.

La possibilité d'utiliser un système de défilement du papier sur les modèles A4.

Au choix ou en option des bases de temps incorporées ou enfichables commandées ou non à distance.

Consultez les caractéristiques principales de ces quatre enregistreurs X-Y ci-contre et pour en savoir plus écrivez ou téléphonez à:

Philips SA
Dpt. Science et Industrie
1196 Gland
Tél. 022-64 21 21

Enregistreur standard, format A4, type PM 8041

9 gammes de 2mV à 1 V/cm.

*Possibilité d'utiliser un dispositif de défilement de papier pour des mesures en X/t.
Base de temps en option.*

Enregistreur universel, format A4, type PM 8141

14 gammes de 50 fV à 1 V/cm décalage de zéro jusqu'à - 400 %.

Base de temps en option.

Enregistreur mono trace, format A3, type PM 8131

14 gammes de 50 fV à 1/cm.

Vitesse d'écriture 75 cm/sec.

Dec.zéro+ 105M...-405%.

Base de temps en option.

Enregistreur double trace, X/t Y1 - Y 2, format A3, type PM 8132

15 gammes de 200 fV à 10 V/cm

base de temps incorporée.

Research has a way of expanding. So do our new Series 1400 Helium Liquefiers and Refrigerators.

The new CTI-CRYOGENICS Series 1400 Helium Liquefiers and Refrigeration Systems provide high reliability, ease of operation, and flexibility in capacity. And with their modular design you can start with a relatively simple system and increase its capacity as your needs grow by adding components.

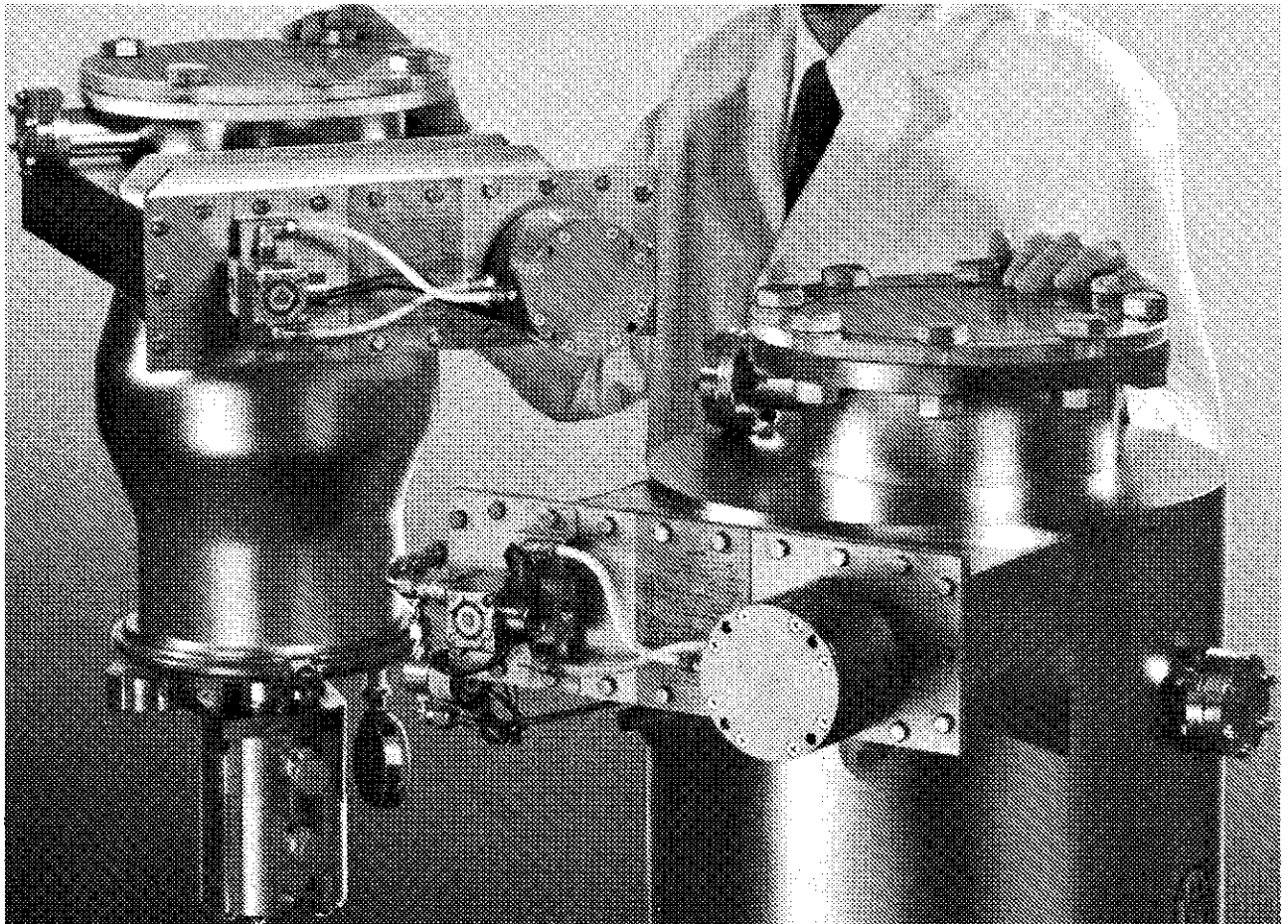
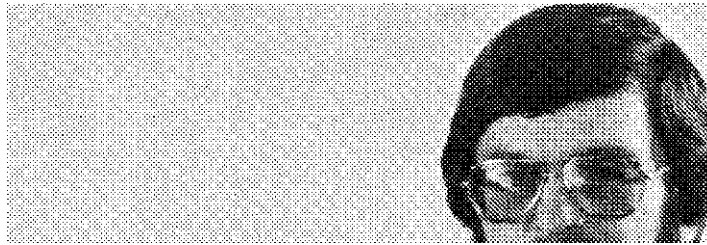
Series 1400 Systems are available for helium liquefaction from 5 to 40 liters per hour, or for closed-cycle refrigeration from 20

to 100 watts. Major Series 1400 components have been proven in over 125 field operating systems, so reliability is assured. For more expansive information on CTI-Cryogenics Series 1400 Helium Liquefiers and Refrigeration Systems write or call CTI-Cryogenics, Kelvin Park, Waltham, Massachusetts 02154 (617) 890-9400. Telex 92-3442.

CTI-CRYOGENICS

The pure performance company

HELIUM



Breakthrough:

new

VK-12 Cryopumps

These closed-loop cryopump modules are different from all others. They have:

High conductance
through an integrated, reliable swing valve;
Superior efficiency
from a proprietary cryoarray.

Your choice of two models:

VK-12A: general purpose cryopump,
VK-12 B: specifically designed for
sputtering and electron beam coating systems

These "clean" vacuum pumps offer many advantages. They are power efficient, low in maintenance and designed to meet the demands of ultrahigh vacuum and production environments.

Ask for complete specifications.
You will find a new standard of performance.



varian

Varian S.p.A.
Via Fratelli Varian/1-10040 Leini (Torino)
Tel. (011) 99 68086

500

Series 500 DIP sockets and Series 700 lead socket carrier assembly feature Augat's two-piece machined tapered entry contact assembly. Inner contact is gold. Sleeves available in gold or tin plating. Available from 8 to 40 pins ex stock.

AUGAT

leader in IC packaging

Single Eurocards have 35 patterns, double cards 85. Universal cards have continuous rows of contacts suitable for 14 to 40 pin IC's. Available ex stock.

Teflon sockets for TO-5 outline. 6, 8, 10 and 12 contacts. Ultra low profile glass filled nylon transistor and IC sockets. 3, 4, 8 and 10 contacts. Available ex stock.

7 All these products are manufactured in Switzerland

Dewald AG International enquiries:
Seestrasse 561, 8038 Zurich Augat N.V., 103-Bus 4, Bd. A. Reyers, Brussels 1040, Belgium
Telef on 01/4513 00, Telex 52 012 Telefon 02/736 93 99, Telex 23 834

PROGouilles à câbles

Chemins de câbles

fifa

Eléments fabriqués en série, disponibles de stock, prêts à être assemblés selon le principe de la boîte de construction, permettent des gains de temps importants dans l'établissement des plans, dans les bureaux d'études, sur le chantier et à l'atelier.

M é t a r e g

MONTAGE INDUSTRIEL
INSTALLATION
TRANSFERT
ENTRETIEN
LEVAGE

AGENCE :
13, chemin du Levant
01210 FERNEY-VOLTAIRE
Tél. (50) 4055 31

Siège social :
15, avenue Descartes
92350 LE PLESSIS-ROBINSON
Tél. 63022 38 - Tél. 250949 plob

RIETH & Co.
Fabrik für Eisenkonstruktionen
D-7312 Kirchheim-Teck
Tel. (07021) 45051
Telex 07267881

Max Bänninger AG
8050 Zurich
Nansenstr. 1
Tel. 1/46 36 42

LE DÉROULEUR DE BANDES MAGNETIQUES OEM RÉPONDANT AUX PLUS GRANDES EXIGENCES EST ENFIN ARRIVÉ

1600 bpi

6250 bpi

STC 1900 Magnetic Tape
Subsystem

Dérouleur

<u>Enregistrement</u>	PE/GCR
Vitesse	75 IPS
Vitesse de transfert	120/470 KB

Contrôleur

1 à 4 dérouleurs avec connexion radiale possible

Installation possible dans un Rack de 19"

Interface PDP 11

BDV Computer Products SA
Gûterstrasse 82
4002 Bâle
061 22 80 07

BDV
computer
products

Distributeur Général
pour la Suisse
et le Liechtenstein

FOR PARTICLES PHYSICS AN IMPROVED RESOLUTION OF LEAD GLASS CERENKOV GAMMA DETECTORS WITH THE NEW SOVIREL "CEREN" GLASSES

- *from 17 to 43 mm radiation length*
- *transmission optimized*

high performance / cost ratio
reliable service worldwide

For Information please call:

SOVIREL
CORNING group

For Europe: Sovirel Département Optique
90, rue Baudin - 92306 Levallois-Perret - France
Tél. : 739.96.40 - Télex : 620014 SOVIVER LVALL

For the USA.: Corning Glass Works
Optical Materials - P.O.B. 2000
CORNING N.Y. 14830/Phone: (607) 974.7611

For high-field magnets in excess of 10T **VACRYFLUXNS**

monolithic superconductors and
fully transposed flat cables with
10,000 - 70,000 Nb₃Sn filaments
(3 µm diameter) successfully tested
in laboratory magnets

integrated copper stabilization
with α -diffusion carriers

VACUUMSCHMELZE GMBH

Griener Weg 37, D-6450 Hanau
Tel.: (06181) 362-1

Vacuum Components and Tubing Products

Vacuum Couplings
VCO® VCR® and ULTRA-TORR®
Couplings meet a full range of application needs from low to ultra-high vacuum, with or without bakeout capability, in sizes from 1/16" through 1".

Butt Weld Fittings
Lightweight, high conductance connections are available in crosses, tees, caps, elbows and 180° bends in sizes from 1/4" through 3/4".

Vacuum Flanges
Miniature and full sized models provide single seal reliability from ultra-high vacuum to 2500 psig in systems using tubing up to 1-1/2" O*D.

Tubing
Flexible stainless steel tubing, flexible glass-end tubing and glass/metal transition tubes are available in a wide range of diameters and lengths for vacuum or pressurized systems.

All CAJON Vacuum Produkts are immediately available from local distributor stocks

..... gress : . , 7
U KONTRON AG
ABTEILUNG PRÄZISIONSARMATUREN
CH-8048 Zurich « Bärengrasse-Süd 169 157 0162 92 62
0-8057 Echting b. Munchen - Oskar-v.-Miller-Str. 1 • ® (0 8165) 7 72 88
A1140 Wien • Ameisgasse 49 ^ 94 56 46

Outillage de sécurité pour travaux à des installations de basse tension.
Approuvé par l'ASE.

SÉCURITÉ

mPHERHEIT
A • WIL d I I I I L-1 I

Sicherheits-Werkzeuge für
Arbeiten in Nieder
spannungsgerechten
SEV geprüft.

Débîtmètres

G EC-Elliott, Rotameter Works, Croydon

Appareils calibrés et non calibrés pour liquides et gaz

type 1100

livrables ex stock Zurich

Heiaeus

Verres de silice

lentilles, miroirs regards, hublots plaques, prismes tiges, tubes

Triple prisme en qualité SUPRASIL isotrope et homogène, déposé sur la lune sous forme de réflecteur rétro-directeur dans le cadre du programme Apollo.

Demandez la documentation auprès de

Oerlikonerstrasse 88

tél. 01/46 40 40

vorm. WISMER AG

8057 Zurich

æ m smm

Ch. de Montelly 46
• UTILLRBE
WERKZEUGE
1000 Lausanne 20

>lsuqnard

0 (021) 257121
LHU5HNNE
Télex: 25926

Hello again from DAIMFYSIK!

To all Photomultiplier and Multiwire proportional Chamber Users

Just a reminder about the Multichannel High Voltage and Control Systems
available from DANFYSIK.

Whatever the number of channels we have a unit or system to meet your requiremer

- MODEL 1130** 4 channel - NIM unit - 3 or 6 kV.*
- MODEL 140** 32 channel - 1 77 mm x 500 mm rack unit - 3 or 6 kV.
- MODEL 141** Computer/CAMAC interface with possibility to control
up to 24 model 140's.
- MODEL 150** Recommended for 700 channels and up - basic system
block 720 channel in 2 m x 0.5 m rack, 2, 3, or 6 kV.
All units available with positive or negative voltage.

For more information contact : Danfysik A/S, Jyllinge, DK-4000 Roskilde DENMARK
Telephone : 03-388 1 50 - Telex : 43 136
or one of our representatives:

PEABODYSCIENTIFIC, P.O. Box2009, Peabody, Massachusetts01960, USA, Tel: (617) 5350444.

CRYOPHYSICS SA, 3, Rue Antoine Coypel, F-78000 Versailles, France, Tel: 9506578.

DAINI SEIKOSHA CO. LTD., 31-1 Kameido, 6-chome, Koto-ku, Tokyo, Japan, Tel: 6821111.

SILENA, Via Negrolì, 10/A, Milano, Italy, Tel: 7490565.

For CERN, United Kingdom, West Germany and Scandinavia contact, DANFYSIK A/S direct.

*The N1130 is manufactured under licence by Wenzel Elektronik, Munich, West Germany.

DANFYSIK
JYLLINGE • DENMARK

CAMAC 50 OHM

Connecteurs électriques «Fischer», 50 Ohm, pour Systèmes Camac, Série 101 A004 (homologués par le CERN-Genève). Ces connecteurs présentent les mêmes caractéristiques que toute la gamme bien connue des connecteurs à autoverrouillage «Fischer»

W. W. PISCHER

INGÉNIEUR - MORGES

Pat. pend.

CH - 1143 Apples

Téléphone (021) 77 3711

Télex: 24 259 fisch - ch

Défectuosité du roulement à billes?

s?

Surveillance continue du roulement à billes avec le système SPM 32 qui accentue la sûreté en vue d'une défaillance de l'équipement ou d'une perturbation inattendue de la marche du travail.

Nous vous donnons volontiers
amples renseignements:

Roth + Co. AG
9244 Niederuzwil SG
Tel. 073-.51 68 68

Hersteller: SPM Instrument AB, Strängnäs, Sweden

Instrument

• N E T

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 ON ET

13008-MARSEILLE	12 bis, boulevard Pèbre	tél. (91) 7 62 850
75-PARIS	4 et 6, rue du Buisson - Saint-Louis - X°	tél. (1) 607 9484
GENÈVE	55/57, rue Prévost-Martin	tél. (022) 206848
74-ANNECY	6, avenue de Mandallaz	tél. (50) 514641
01 -SAINT-GENIS	Route de Gex - zi BP 25	tél. (50) 419133

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

1
!
j
>
1,
| 0
| ^
1,
|
A
^
Q
°

- NIM signal
- 10 inputs
- 6 outputs
- (;amac ; programming

- Differential ECL signal
- 10 inputs
- 6 outputs
- CAMAC prf .graming
- Two independent logic units

programmable

on !*VIN ff-nlur's +IM?:- -modules.
• : - ffx.N bndcp=IMdritiv [-nx:jmmxifoie

NORTH ELECTRONIC LIBRARY

SYSTEMS

PRESENTS A NEW
SERIES OF PROGRAMMABLE
LOGIC UNITS, BASED
ON A COMPLETELY
NEW PHILOSOPHY.

ANY LOGICAL COMBINATION OF THE
INPUTS IS ALLOWED EITHER BY MANUAL
PROGRAMMING OR BY CAMAC CONTROL,
DEPENDING ON THE MODULE.

Please write or call us for further
informations and price list.

! NORTH ELECTRONIC SYSTEMS
! 17041 ALTARE (Savona) Italy
Località Molino\fecchio/Tel.019/584033

ULTRASONIC CLEANING EQUIPMENT

Compact units
Proven, top-quality products, of the
most advanced design, at affordable
prices.

0.2 to 28
litres
capacity.

- Frequency
35 kHz
- Simple
to operate
- High wattage per
litre capacity
- Stainless steel tank coated
internally to withstand
cavitation damage

Thoroughly cleans :

oil filters, strainers, shafts, nozzles,
instruments, relays, counters, precision
engineering components, polished items.

Clean air is more important than ever !

VITAR-200 for use in bedrooms, living rooms and offices

VITAR-200 cleans the surrounding air

Price " Fr 278

(within an area of up to 4 metres) of very
fine suspended particles of dust, which
may enter the lungs (for example from
heating units, cars, industrial plant etc.).

- Completely silent and draught-free (no
fans)
- Weight: only 900 g
- 220 V, SEV-tested.

In addition, the VITAR-200 produces
negative ions, which are conducive to
good health.

M. SCHERRER AG, CH-9500 WIL/SG

Gallusstrasse 41 (Switzerland)

Phone (073)223476

DYROLOK

HOKE

Flareless Tube Fittings

AVAILABLE

- in brass, 31 6 SS,
steel, monel and
aluminium
- in sizes from
1/16" to 1" O.D /
3 mm to 16 mm
- for high vacuum
pressure — temperature •
cryogenics

Also available in CERN
central store

" D S P K e m i

Exclusive distributor for Switzerland

MATKEMI AG
4106 Therwil
Erlenstrasse 27
Tel 061/73 48 22
Telex 62 440

Produits pour la technique réacteurs

Notre programme de vente
comprend :

• Appareils de laboratoire

Creusets, capsules et électrodes en
platine, rhodium, iridium, or et argent
Fours de laboratoire jusqu'à 1775°C
Appareils de diffusion pour la
fabrication d'hydrogène ultrapur

• Terres rares

Métaux, oxydes, sels. Ce, Dy, Er, Eu,
Gd, Ho, La, Lu, Nd, Pr, Se, Sm, Tm, Tb,
Y, Yb

• Semis en platine, palladium, rhodium, iridium, tantale, niobium, tungstène, molybdène

en fil, baguette, anneau, feuillard
thermocouples, thermocouples
cryogéniques ainsi que
thermocouples à gaine métallique

• M 1000

Matériel de haute densité pour la
protection antirayons

• Produits pour usines chimiques

Catalyseurs sur base de platine,
palladium et argent
Disques de rupture, supports et
supports à vide

• Produits chimiques

Produits SPECURE® et
PURATRONIC® de très haute pureté
pour le laboratoire et l'analyse

• Brasures à l'argent et soudures

spéciales palladium, or, décapants,
« Brazepaste »

JOHNSON MA TTHEY &

BRANDENBERGER AG

Glattalstrasse 18
8052 Zurich
Téléphone 01/51 4488

Propriétés multiples dans un seul condensateur. PEU 133 le nouveau type pour appareils d'alimentation à impulsions

Rifa lance une nouvelle réalisation remarquable:

le condensateur

électrolytique. PEH 1^ "

aux nombreux avantages

caractéristiques:

Tous raccordements;

grande résistance

mécanique des contacts.

Liaison mécanique directe

entre la feuille négative

et le boîtier d'aluminium.

Les bobines plus grandes à deux paires

de raccordements améliorent le compartement

à la haute fréquence et diminuent

la résistance en série (ESR).

Il résulte de ces particularités de construction

une capacité de

charge élevée par

courant alternatif,

une bonne stabilité

en plongée des valeurs

caractéristiques, une grande

durabilité, des dimensions

réduites, etc.

Ce nouveau condensateur qui dépasse ce qu'exigent les normes

IEC103 et DIN 41247 pour le

grade 1 est livrable dans la portée

de capacité de 220 µF à 47000 µF

et pour les tensions de 10 à 100 V.

D. Leitgeb AG

8600 Dübendorf, Ueberlandstr. 199

Tél. 01/820 1545, Télex 55 547

Leitgeb KG

A-9800 Spittal/Drau, Lagerstr. 51

Tél. 04762/4022, Télex 48191

Analyseurs de IMOX

pour l'analyse en continu et simultanée de NO, NO₂ et NO_x dans l'air ou lors de processus chimiques.

Type IMA510

Etendue 0-5 ppm

Type NA520

Etendue 0-2000 ppm

Pompe incorporée

Sortie pour enregistreur sur chaque canal

Indicateur incorporé

Demandez notre documentation détaillée.

***fii*Esuch**

Mesure et régulation - Tél. 055/3826 51

CH-8633 Wolfhausen - Télex 75451

A Friedrichsfeld

[Friedrichsfeld]

FRIALIT-DEGUSSIT

Céramique à base
d'aluminium-oxydes purs
pour la construction mécanique
et l'industrie chimique

Notre gamme de fabrication comprend des tubes et capillaires, appareillage de laboratoire, buses, conduits, garnitures mécaniques et paliers, billes, etc., ainsi qu'un vaste assortiment d'outils de finition.

Degussa (Schweiz) AG

Postfach 2050 • 8040 Zurich
Telefon 01-543900 • Telex 57946

IMIM SPECTRUM MONITOR

im e 4 6 9 4
a 1024 channel
analyser in
3 NIM widths

The NE 4694 is a simple inexpensive 1024-channel analyser, with built-in ADC, designed for monitoring signals in large dedicated nuclear electronic systems. It is also ideally suited for teaching and other applications requiring simple facilities. Spectrum display is readily obtained with the NE 4699 Display or with most oscilloscopes and recorders

Features:

In-built ADC, 80MHz
Unipolar or Bipolar
0-10V input

Gated charge
sensitive input option
Channel capacity: 10^{-1}

Channel content on
LED display

Channel selection
markers set by
digiswitch

X, Y, and Z outputs
for display oscilloscope

1024-channel
memory with
subgrouping

Subgroup selection:
1024, 512, 256

Compatible
Integration Module
available

Analyser or
Multiscaler operation

Parallel or serial data
output

Ancillary NIMS available:

NE 4699 Display, NE 4698 Integrator,
NE 4624 Clock, NE 4601 + NE 4626 Bin,
NE 4655 Low Voltage.

**Request full details and new NIM
Catalogue from:**

NUCLEAR

S.A.

25 Chemin François-Lehmann,
1218 Grand Saconnex, Genève.
Tel. [022] 98 16 61 /62 Telex 289066.
Associate Companies
Nuclear Enterprises Ltd., Sighthill,
Edinburgh EH11 4EY, Scotland. Tel. 031-443 4060
Telex 72333 Cables Nuclear, Edinburgh
Nuclear Enterprises GmbH, Schwanthalerstrasse 74,
8 Munchen 2. Germany. Tel. 53-62-23 Telex 529938

IN ORBIT

Precision Power Supplies

Stability up to 10^{-6} ; up to 300 kW ; up to 300 kV

for all applications

Magnets	Microwave tubes
Superconductors	Capacitor charging
Beam deflection	Multipliers

Control and Measuring Techniques
Happinger Strasse 71
8200 Rosenheim
Tel. 08031 - 66397/66116
Telex 0525777 hemes d

or not down to earth

Nickel foil from Goodfellow Metals has been used in the satellite illustrated as an electrostatic screen to protect critical parts of the camera electronics from electrical interference. This joint NASA, ESA, SRC International Ultraviolet Explorer satellite was launched in 1978. This is just one example of the wide variety of applications for our **FOILS, WIRES, RODS, POWDERS, and TUBES.** Our range starts at 0.0001mm.

Ask for our new catalogue-a mine of information on metals for research. Every item listed is available for **immediate despatch anywhere in the world.**

Goodfellow Metals Ltd. Cambridge Science Park
Milton Road Cambridge CB44DJ England
Telephone Cambridge (0223) 69671

a 6 8 ? £ o * » G f f | **GOODFELLOW
!U METALS**

for research and industry

ORGANES DE PRÉCISION POUR LA RECHERCHE ET L'INDUSTRIE NUCLÉAIRES

JOINTS DE DILATATION
A SOUFFLETS
ENCEINTES A VIDE
TOKAMAKS
TUBES POUR FAISCEAUX
ÉLÉMENTS
A PAROIS MINCES
JOINTS MÉTALLIQUES
TUYAUTERIES FLEXIBLES
MÉTALLIQUES
LIGNES DE TRANSFERT
RACCORDS

Enceintes à vide elliptiques à paroi mince en acier inoxydable destinées au a
synchrotron injecteur de la nouvelle Source de rayonnement synchrotronique
(SRS) au Laboratoire de Daresbury du Conseil de la recherche scientifique. ~

GROUPEMENT
AVIEA

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

Avica International
BP1 47 Principauté de Monaco
Telephone: (93) 30-09-39
Telex: 469 771 MC

pour la science et l'industrie

**les grilles Pyrobloc
+ le refroidissement Hypervapotron®
= de remarquables tubes de grande puissance**

Les tubes de grande puissance de THOMSON-CSF associent les grilles en graphite pyrolytique Pyrobloc et le système Hypervapotron de refroidissement anodique. Cette technologie, propre à THOMSON-CSF, assure des performances élevées, avec un important coefficient de sécurité, aux triodes et tétrodes utilisées en oscillatrices ou amplificatrices. Pour ne citer qu'un exemple, dans le domaine du chauffage par pertes diélectriques, la triode TH 556 fournit 900 kW continu à 30 MHz.

THOMSON-CSF

DIVISION TUBES ELECTRONIQUES / 38, RUE VAUTHIER / 92100 BOULOGNE-BILLANCOURT / FRANCE / TEL : (1) 604.81.75
Espagne - THOMSON-CSF Tubos Electronicos S.A. / Alcalá 87 / 7° Dcha / MADRID 9 / Tel. : (1) 226.76.09
Grande-Bretagne - THOMSON-CSF Components and Materials Ltd. / Ringway House / Bell Road / BASINGSTOKE RG24 0QG / Tel. : (0256) 29.155 / Telex : 858865
Italie - THOMSON-CSF Tubi Elettronici SRL / Viale degli Ammiragli 71 / 1 - 00136 ROMA / Tel. : (6) 638.14.58
Japon - THOMSON-CSF JAPAN K.K. / TBR Building / Kojimachi 5-7 / Chiyoda-ku / TOKYO / T102 / Tel. : (03) 264.63.41
RFA - THOMSON-CSF Elektronenröhren GmbH / Leerbachstr. 58 / 6000 FRANKFURT am MAIN.1 / Tel. : (0611) 71.72.81
Suède - THOMSON-CSF Elektronrör AB / Box 27080 / S 10251 STOCKHOLM 27 / Tel. : (08) 225.815
U.S.A. - THOMSON-CSF Electron Tubes / 750 Bloomfield Avenue / CLIFTON NJ 07015 / Tel. : (201) 779.10.04

GRENAILLAGE

ENTREPRISE GÉNÉRALE DE DÉCAPAGE ET DE PEINTURE INDUSTRIELLE REVÊTEMENTS SPÉCIAUX

METALLISATION

PERSONNEL QUALIFIÉ

MATÉRIEL SPÉCIALISÉ

Siège : BP 647

57011 METZ (CEDEX)

6, RUE DE MÉRIC

TÉL. (87) 30.37.64 +

N. LOUIS et ses Fils

S.A. au Capital de 3000000 F

P.D.G.: Marc LOUIS

GROSSES RÉFÉRENCES EN

FRANCE ET À L'ÉTRANGER

R.C. Metz 58 B 226

Télex 860280 Antiroui

Très grosses références en

**OFFSHORE INSTALLATIONS PORTUAIRES
TERMINAUX, PIPE-LINES - GAZODUCS,
RAFFINAGE, PÉTROCHIMIE**

*Spécialiste des revêtements spéciaux
Connaissance parfaite des produits de toutes marques
Service Etudes parfaitement rodé*

Agences

13741 VITROLLES

Zone industrielle
1ère Rue - N° 18
Tél. (42) 89.06.75
R.C. Salon-de-Provence
68 B 30
Télex 420309
B.P. N° 8 - 13741 VITROLLES

57190 FLORANGE

Z.I.L.
43, Route de l'Étoile
B.P. N° 38
Tél. (87) 58.18.62
57190 FLORANGE

59640 PETITE-SYNTHÉ

près Dunkerque Z.I.
Av. de la Gironde
Tél. (20) 66.28.20
R.C. Dunkerque 68 B 20
Télex 820944
B.P. N° 38
59640 PETITE-SYNTHÉ

44480 DONGES

près St.-Nazaire
Tél. (40) 45.71.52
R.C. St.-Nazaire 65 B 17
B.P. N° 13
44480 DONGES

78520 LIMAY

Z.I. Limay
Porcheville
8A, rue Fernand-Forest
Tél. 477.45.84
Télex 691749
R.C. Pontoise 73 B 607

Pour le perçage de :

- tôles (épaisseur maximum: 1,5mm 4)
- # tubes à parois minces
- # tôles de carrosserie,
- tuyaux et plaques en matière plastique

**Spécialiste des composants
pour le VIDE et PULTRAVIDE**
basés sur les soudures verre-métal

Ilvérélec

vous propose

Montage de dispositifs de signalisation, réalisation de tableaux de distribution, automatisation, montage d'antennes, installation de conduites et de câbles. Agrandissement de forures existantes. Ebavurage. **Indispensable pour la construction d'appareils**

Breveté en Suisse et à l'étranger

TIPSWITool®

Altkircherstrasse 30

Case postale - 4027 BÂLE/Suisse - Tél. 061/396500

PASSAGES BASSE TENSION connecteurs JAEGER 1,5 KV/5A

hublots
d'observation
passages de
thermocouples
raccords
tubulaires

NIVEAU ZÉRO
STANDARD
AMAGNÉTIQUES
passages de
courant

RIGIDES
SOUPLES

En outre, notre activité ne se limite pas au matériel présenté ici, une équipe de techniciens se tient à votre entière disposition pour étudier toute réalisation sur plan ou toute modification du matériel standard.

The latest techniques are used.
Also we guarantee a perfect tightness.
All our production is tested with helium.
In addition our activity is not limited to the material presented here, a team of technicians is at your entire disposal for studying any work from drawing or any modification of standard equipment.

Ilvérélec

1, Saint-Georges - 94600 Choisy-le-Roi (France) - Tél. 890 89 90 91

- a universal Camac diagnostic instrument with a design based on many years of experience

- **Displays latest dataway signal pattern**
and stores it in the instrument's memories for subsequent read-back
- **In the Monitor Mode**
data are strobed in without the module being specifically addressed
- **Comparative display of Read and Write Data**
i. e. when data are written to another module in the crate and then read back again, both bit patterns can be seen side-by-side simultaneously on the 1802 gn
m
- **Provides sync outputs for oscilloscopes**
The strobes S1 and S2 as well as the Busy signal are displayed briefly while the true signals are brought out to front-panel pins for use as triggers A
- **In the On-line Mode**
the module only responds when specifically addressed
- **NAF Patterns can be simulated**
as each bit in the status register can be set from the write lines
- **LAM can be produced**
manually or electrically or by software command
- **The Price is very competitive**
its even as low as many simpler units

32

- Full transient recorder operation
- Feedback system control
- Simultaneous sampling
- Continuous Scan or Sweep and Log Modes
- Expandable memory
- Standard CAMAC interfacing

channels of fast data-logging

LeCroy's new Model 8212 is ideal for the acquisition of process control signals, thermocouple and strain gauge parameters, vibration and shock analysis data, and high power switching phenomena.

12-bit dynamic range covers extremes of data variations, and *simultaneous sampling* allows easy correlation of the 32 inputs. The *speed* of the device (5-40 KHz) and *differential coupling* confront the most demanding situations with ease, at a low cost.

The 8212 automatically feeds its data to one or more LeCroy Model 8800/12 Memory Modules without tying up the CAMAC Dataway. Or it can be used alone under normal Dataway readout control. The unit can be programmed for use with fewer than 32 input channels, in which case the memory size per channel is correspondingly increased.

Packaged in the international CAMAC standard (IEEE #583), the 8212 and associated memory modules can be read out and controlled by almost any computer or GPIB device via standard, commercially available interfaces.

Complete information can be obtained by calling or writing LeCroy/California or your nearest LeCroy sales office.

LeCroy

CALIFORNIA
Offices in: Spring Valley, New York; Geneva, Switzerland; Heidelberg, W. Germany; Paris, France; Wheatley, Oxford, England.

LeCroy Research Systems of California, Inc.
1806 Embarcadero Road; Palo Alto, CA. 94303
Phone: (415) 328-3750 TWX: 910-373-1791

RF AMPLIFIERS for high energy physics ...by ENI

In standard or modified form ENI amplifiers are used for many applications in the field of high energy physics. From routine laboratory applications where higher power is needed for linear or pulse application to their use as a drive source for accelerator tubes ENI amplifiers have become recognised for their performance and reliability.

Total frequency spectrum extends from 10 KHz to 1000 MHz with power output capability up to 5000 watts.

Model A300 illustrated offers 300 watts linear (500 watts pulse) and covers the range 0.3 to 35 MHz.

For more data contact your local Representative or direct to ENI.

W[^]Wmm POWER

CZM MM SYSTEMS, LTD.

23 OLD PARK ROAD, HITCHIN, HERTFORDSHIRE
SG5 2JS ENGLAND

Tel.: (0462) 5171 1; Telex: 825153 ENI UK G

3000 WINTON ROAD SOUTH

ROCHESTER, NEW YORK 14623

Tel.: 716-473-7330; Telex 97-8283 ENI ROC

WES

KARL WEHRMANN SPALDINGSTR. 74 2000 HAMBURG 1 TEL 040/2415 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
- NOW WITH CERN APPROVAL

For detailed technical and price information please contact WES:

WES-CAMAC-TEAM

represented in Switzerland by

CANBERRA-STOLZ AG

Bellikon Str. 218

CH-8967 Widen-Mutschellen

Telefon 057/54078

Telex 54070

THE SEN RED LINE

FD 253

8 ch. 100MHz updating discriminator and delay unit;
computer controlled threshold, width and I/O delay via a rear mounted SATAN: SEN serial transmission system microprocessor unit.
BNC input and 2 MECL outputs per channel

FD 256

8ch. 100MHz updating discriminator separate threshold
threshold: -5 mV to -1 V
width: $\wedge$ 5 ns to 45 ns
fast veto
3 NIM outputs per channel

LU 278

32 ch. logic unit
OR/AND gate majority
1, 2, 3, 4 ch. fired outputs and complementary outputs
analogue majority output

FD 254

8 ch. 100MHz updating discriminator common threshold
threshold: -5 mV to -1 V
width: $\wedge$ 5 ns to 45 ns
fast veto
3 NIM outputs per channel

LU 274

16 ch. logic unit
OR/AND gate majority
1, 2, 3, 4 ch. fired outputs and complementary outputs
analogue majority output

DU 290

delay unit 2,5 ns to 66 ns
adjustable in steps of 0.5, 1.0, 2.0, 4.0, 8.0, 16.0 and 32.0 ns

FD 255

16 ch. 100MHz updating discriminator common threshold for 8 ch.
threshold: -5 mV to -1 V
width: 5 ns to 45 ns
fast veto
1 double current NIM output per channel

TU 277

2 ch. timing unit
width: 50 ns to 10 s retriggerable
end marker output
local/remote start/stop
NIM input/outputs

HV 6500

6K - 500 $\wedge$ I A high voltage power supply especially designed for multi-wire and drift chambers
— dark current and burst current control
— trip-off on error detection
— sS20V overshoot even at full load

France : ORTECSarl; 7, rue des Solets; Tel. (1)687 25 71 - Tlx 202553F, F-94 RUNGIS - Germany : SEN ELEKTRONIK GmbH; Brandstucken 11; Tel. 041 80 20 46 - Tlx 216 3705d, D-2000 HAMBURG 53 - DIDAS Digital System; Radspielstrasse 8 Tel. 089 91 67 10 - Tlx 529 167d - D-8000 MUENCHEN 81 - Switzerland : SEN ELECTRONIQUE SA.; CP 39 Tel. (022) 44 29 40 - Tlx 23359eh - CH-1211 GENEVE 13 - SEN ELEKTRONIK AG; Austrasse 4; Tel. (01) 945 51 03 Tlx 58257ch - CH-8604 VOLKETSCH - United Kingdom : SEN ELECTRONICS LTD; London Street; Chertsey Tel 9328.66744- GB - KT168AP SURREY. - OFFICES THROUGHOUT THE WORLD.

Headquarters :

SEN ELECTRONICS S.A.; Avenue Ernest Pictet 31; Tel. (022) 44 29 40 - Tlx 23359ch - CH-1211 GENEVE 13



August 5, 1978

EIMAC 8973 tetrodes helped bring fusion power a step closer at Princeton.

Project PLT—a significant achievement

On August 5, 1978 scientists at Princeton University Plasma Physics Laboratory succeeded in heating a form of hydrogen to more than 60 million degrees Celsius and produced the highest temperature ever achieved in a TOKAMAK device—four times the temperature of the interior of the sun, thus bringing fusion power a step closer for mankind.

EIMAC tetrodes for switching and regulating.

Four EIMAC super-power 8973 (X-2170) tetrodes were used to control and protect the four sensitive neutral beam sources in this scientific achievement. The next experiment in this series (PDX) will also utilize EIMAC 8973 tetrodes to control the neutral beam sources. The EIMAC 8973 is also being used at Oak Ridge National Laboratory, another

major research facility involved in the Department of Energy's program to develop practical fusion power. The 8973 is a regular production tube designed for high power switching and control by EIMAC division of Varian.

For information

Contact Varian, EIMAC Division, 301 Industrial Way, San Carlos, California 94070. Telephone (415) 592-1221. Or any of the more than 30 Varian Electron Device Group Sales Offices throughout the world.

varian