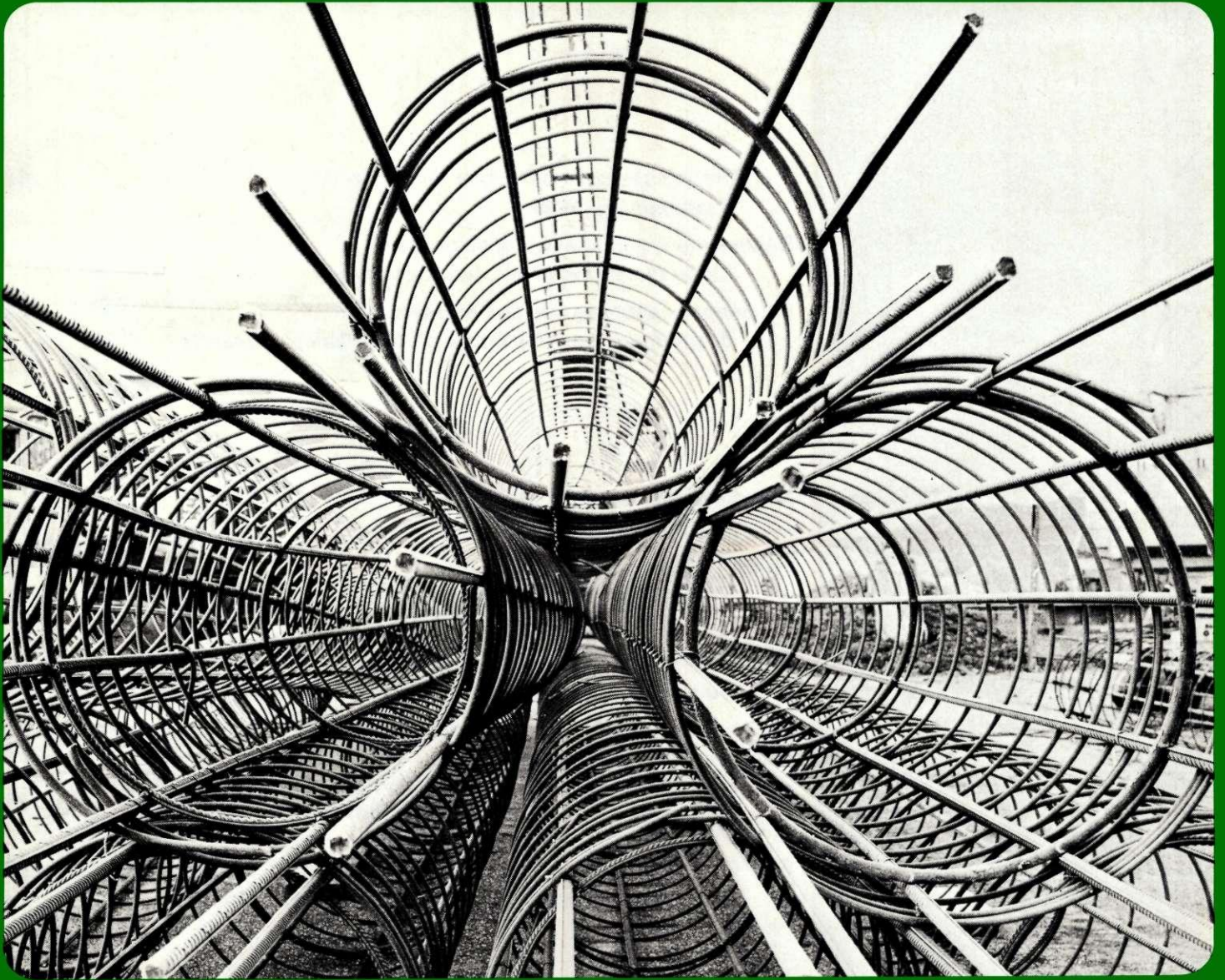


COURRIER CERN

Revue internationale de la physique des hautes énergies



VOLUME 23

2

MARS 1983

Rédacteurs: Brian Southworth, Gordon Fraser, Henri-Luc Felder (édition française). Annonces: Micheline Falcicola. Comité consultatif: J. Prentki (président), J. Allaby, J. Cronin, K. Hübner, E. Lillestøl

VOLUME 23 N° 2

MARS 1983

Correspondants dans les Laboratoires:

Argonne, Laboratoire national (USA)
W. R. Ditzler

Berkeley, Laboratoire Lawrence (USA)
W. Carithers

Brookhaven, Laboratoire national (USA)
N. V. Baggett

Cornell, Université (USA)
D.G. Cassel

Daresbury, Laboratoire (RU)
V. Suller

DESY, Laboratoire (RFA)
P. Waloschek

Fermi, Laboratoire de l'accélérateur
national (USA)
R. A. Carrigan

KfK, Institut de physique nucléaire
expérimentale, Karlsruhe (RFA)
M. Kuntze

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

INFN, Institut national de physique
nucléaire (I)
M. Gigliarelli Fiumi

Institut de physique des hautes énergies,
Pékin (Chine)
Tu Tung-sheng

IURN, Institut unifié de recherches
nucléaires, Droubna (URSS)
V. Sandukovsky

KEK, Laboratoire national (J)
K. Kikuchi

Los Alamos, Laboratoire national (USA)
O. B. van Dyck

Novosibirsk, Institut (URSS)
V. Balakin

Orsay, Laboratoire (F)
Anne-Marie Lutz

Rutherford Appleton, Laboratoire (RU)
D. Cragg

Saclay, Centre d'études nucléaires (F)
A. Zylberstein

SIN, Villigen (CH)
J. F. Crawford

Stanford, Centre de l'accélérateur linéaire
(USA)
L. Keller

TRIUMF, Laboratoire (Canada)
M. K. Craddock

Des exemplaires peuvent être obtenus aux
adresses suivantes:

Allemagne fédérale:
Frau G. V. Schlenker
DESY, Notkestr. 85, 2000 Hamburg 52

Italie:
INFN, Casella postale 56
00044 Frascati (Roma)

Royaume-Uni:
Elizabeth Marsh
Rutherford Appleton Laboratory, Chilton,
Didcot
Oxfordshire OX11 0QX

USA/Canada:
Margaret Pearson
Fermilab, P. O. Box 500, Batavia
Illinois 60510 (USA)

Distribution générale:
Monika Wilson
CERN, 1211 Genève 23, Suisse

Le COURRIER CERN est publié dix fois par an
en français et en anglais. Les articles qu'il
contient n'expriment pas nécessairement l'opi-
nion de la Direction du CERN.

Imprimé par: Presses Centrales S.A.
1002 Lausanne, Suisse

Publié par:
Laboratoire européen de physique
des particules, CERN,
1211 Genève 23, Suisse
Tél. (022) 83 61 11, télex 23 698
Tél. COURRIER CERN : (022) 83 41 03

Premiers indices de la détection du boson W <i>Exaltation au CERN</i>	43
Déplacement à la vitesse de la lumière <i>Etude du rayonnement synchrotronique</i>	45
Expériences souterraines aux Etats-Unis <i>Examen des besoins futurs en expériences passives</i>	49

Nouvelles des Laboratoires

FERMI: Etapes importantes <i>Progrès pour le détecteur du collisionneur et l'anneau supra- conducteur</i>	52
DESY: 40 GeV à PETRA et luminosité record à DORIS II <i>Succès pour les deux anneaux électrons-positons</i>	53
CERN: Baryons charmés étranges / Le fantôme du baryonium / Diffu- sion sous de grands angles <i>Découverte d'un nouvel état / Les états nucléon-antinucleon sont toujours là / Comparaison de différents faisceaux de particules</i>	54
SIN: Radiothérapie par pions <i>Faisceaux de particules dans la lutte contre le cancer</i>	57

Nouvelles brèves	58
------------------	----

Photographie de couverture: Quelques éléments de renfort destinés aux
piles de béton (80 cm de diamètre et plus de 11 m de profondeur) qui
seront enfoncées dans le sol pour servir de soutènement au préinjecteur
du nouvel anneau électron-positon du CERN, le LEP.

(Photo CERN 103.1.83)

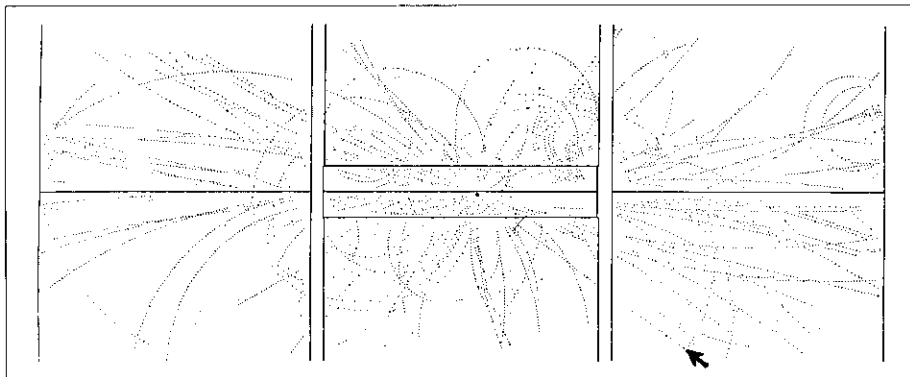
Premiers indices de la détection du boson W

Les 65 traces de particules fournies par le détecteur central de UA1 pour l'un des événements produisant un électron isolé bien défini (repéré par une flèche, en bas à droite), porteur d'une énergie transverse élevée et suggérant la désintégration d'un boson W.

Grande fut l'excitation au CERN en janvier lorsque devinrent disponibles les résultats de la récente période d'exploitation proton-antiproton, qui s'est déroulée avec succès auprès du SPS (voir numéro de janvier-février, page 6). Les grandes expériences UA1 et UA2 ont permis d'obtenir un groupe d'événements suggérant la production des porteurs de la force faible, recherchés depuis longtemps. De premières informations furent données au cours du Séminaire de Rome sur la physique de collisions proton-antiproton et des résultats plus complets ont été annoncés au CERN les 20 et 21 janvier, dans un amphithéâtre bondé, lors de réunions au cours desquelles Carlo Rubbia (pour UA1) et Luigi Di Lella (pour UA2) exposèrent aux chercheurs les brillantes analyses des données complexes recueillies dans des collisions aux énergies les plus élevées jamais atteintes par l'homme.

Cela nous amène au seuil d'une nouvelle ère en physique présentant un parallélisme curieux avec le développement de la théorie électromagnétique classique de Maxwell, au XIX^e siècle, confirmée ultérieurement il y a exactement cent ans par la découverte due à Heinrich Hertz du rayonnement électromagnétique.

Maxwell avait réussi à regrouper les descriptions des forces électriques et magnétiques, considérées jusqu'alors comme ayant des origines différentes. L'héritage que le XX^e siècle semble maintenant prêt à laisser à la physique correspondra à une synthèse analogue de la force électromagnétique et de la force nucléaire faible. Les travaux de nombreux théoriciens, couronnés par les contributions dues à Abdus Salam, Steven Weinberg et Sheldon Glashow, ont conduit à la formulation d'une théorie «électrofaible» combinée qui relie d'une part des phénomènes familiers dans les domaines de la chaleur, de la lumière, de l'électricité, du magnétisme et, d'autre part, le monde relativement moins bien connu de la désintégration nucléaire radioactive.



Selon la théorie, la composante faible de la force électrofaible est transférée par l'intermédiaire de particules porteuses appelées bosons, ce qui s'apparente à maints égards au transfert de la composante électromagnétique par les photons. Toutefois, les bosons faibles ont une masse très élevée (environ 90 fois la masse du proton) et ils existent sous la forme de trois types, désignés par W^+ , W^- et Z^0 , transportant différentes charges électriques. Ce sont les W qui ont été recherchés lors de la dernière période proton-antiproton, et il est attendu que les Z neutres seraient dix fois plus rares que les bosons chargés. Initialement, les W ont été recherchés par l'intermédiaire de leurs désintégrations en un électron (ou positon) et un neutrino. Le premier signe tient à l'apparition, parmi l'essaim de particules issues de collisions, d'un électron possédant une énergie transverse très élevée et provenant de la désintégration de la particule lourde W.

Quelque mille millions de collisions ont pris place lors de la dernière période d'exploitations du collisionneur et, grâce à la remarquable technologie des détecteurs et aux prouesses dans le traitement des données, il a été possible, dans les deux expériences, de filtrer très rapidement cette masse d'informations complexes pour isoler un petit groupe de candidats de W.

L'information fournie par les traces enregistrées par l'électronique du détecteur central UA1 (les traces visibles ont une excellente qualité «du

type chambre à bulles») et par les mesures d'énergie dans les calorimètres qui l'entouraient, révèle six exemples d'une particule isolée à énergie transverse élevée, qui est presque certainement un électron, apparaissant sur un fond plat de particules ayant une énergie beaucoup plus faible. L'analyse des données de UA2 révèle quatre exemples analogues, avec l'électron solitaire à grande énergie transverse se détachant au-dessus d'un paysage par ailleurs désert.

Dans les deux expériences, l'analyse du dépôt d'énergie montre que l'électron isolé à énergie transverse élevée qui émerge dans une direction, présente un déséquilibre d'énergie dans la direction opposée, sans autre particule visible. Cette énergie manquante suggère la présence d'un neutrino invisible provenant de la désintégration du W.

Aucun autre mécanisme (terre à terre ou basé sur un éventuel comportement nouveau non observé à des énergies plus basses) n'a pu être défini pour expliquer tous ces événements mystérieux. L'explication probable considère en conséquence que les signaux sont dus à la production et à la désintégration ultérieure du boson chargé W, conduisant à un électron et un neutrino. Le W pourrait posséder également d'autres modes de désintégration, dont les manifestations pourraient être décelées ultérieurement dans le même échantillon de données recueillies au cours de la période d'exploitation de 1982.

Selon les résultats initiaux de UA1,

En bas :

Lors d'une conférence de presse, organisée le 25 janvier pour annoncer la découverte de la particule W dans des collisions proton-antiproton à haute énergie, le directeur général du CERN, Herwig Schopper, (au centre) présente le numéro de janvier-février du COURRIER CERN dont la photographie de couverture en couleurs reproduisait un événement proton-antiproton typique, enregistré dans le détecteur de

l'expérience UA1. Il est entouré, de gauche à droite, par Carlo Rubbia (porte-parole de l'expérience UA1), Simon van der Meer (inventeur de la technique du « refroidissement stochastique » qui a permis de réaliser le projet antiproton au CERN), Erwin Gabathuler (co-directeur de la recherche au CERN) et Pierre Darriulat (porte-parole de l'expérience UA2).

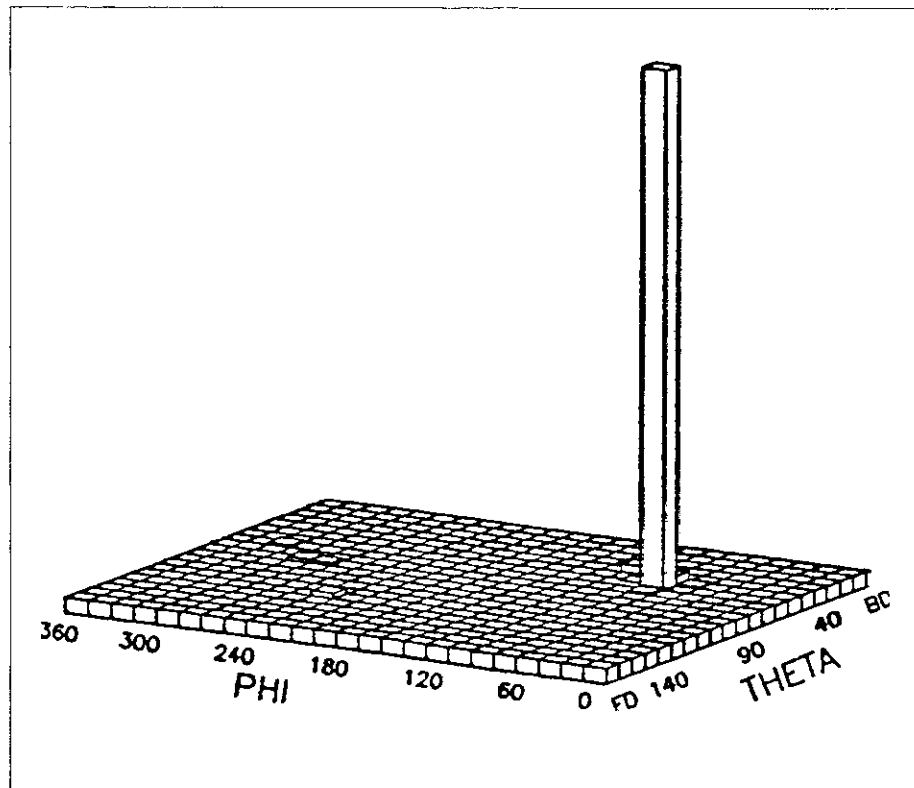
(Photo CERN 245.1.83)

Un électron isolé avec énergie transverse de 42 GeV se détachant au-dessus d'un paysage par ailleurs désert, dans un événement enregistré par l'expérience UA2 sur le collisionneur proton-antiproton du CERN (le SPS).

déduits de cinq des événements, la masse du W serait proche de 80 GeV, ce qui est en accord avec les prévisions de la théorie électrofaible. (Les résultats détaillés de UA1 figurent dans la communication de ce groupe intitulée « Experimental observation of isolated large transverse energy electrons associated with missing energy in 540 GeV collisions » [observation expérimentale d'électrons isolés ayant une énergie transverse élevée, associés à une énergie manquante, dans des collisions à 540 GeV] qui doit paraître le 25 février dans la revue Physics Letters B.)

Cette mise en évidence du W a été rendue possible par la réalisation de collisions entre des protons et leurs équivalents dans l'antimatière, intervenant dans l'anneau du SPS, le super synchrotron à protons du CERN, à une énergie de 540 GeV. Cela représente l'aboutissement de la brillante invention au CERN du « refroidissement stochastique » due à Simon van der Meer, qui a permis de produire des faisceaux d'antiprotons ayant une intensité suffisante pour la réalisation d'expériences de physique utiles. En y ajoutant la qualité impeccable des études techniques du CERN en matière de construction et d'exploitation d'un accélérateur assurant la circulation des systèmes de faisceaux de particules les plus complexes dans le monde, on comprend que tout était prêt pour accueillir la particule W.

Les mois à venir devraient apporter de nombreux autres indices pour confirmer l'interprétation initiale, ajouter d'autres candidats au petit groupe actuel, détecter d'autres modes de désintégration et observer la signature du boson Z^0 . Entre-temps les physiciens se frottent les mains par anticipation car ils espèrent que la période d'exploitation devant commencer en avril avec le collisionneur SPS sera encore fructueuse.



Séminaire « historique » à Rome

La nouvelle physique fournie au CERN par les expériences UA1 et UA2 a fait l'objet, du 12 au 14 janvier à Rome, d'une avant-première dans le cadre du troisième « Séminaire sur la physique de collision proton-antiproton ». On peut se rappeler que c'est à Rome, cinquante ans auparavant, qu'Enrico

Fermi a tracé les premiers pas du long cheminement de la théorie moderne des interactions faibles. A l'issue de la rencontre de Rome, Léon Lederman devait notamment déclarer : « Nous vivons ici probablement des moments historiques qui seront sans doute commentés dans les années à venir... »



Déplacement à la vitesse de la lumière

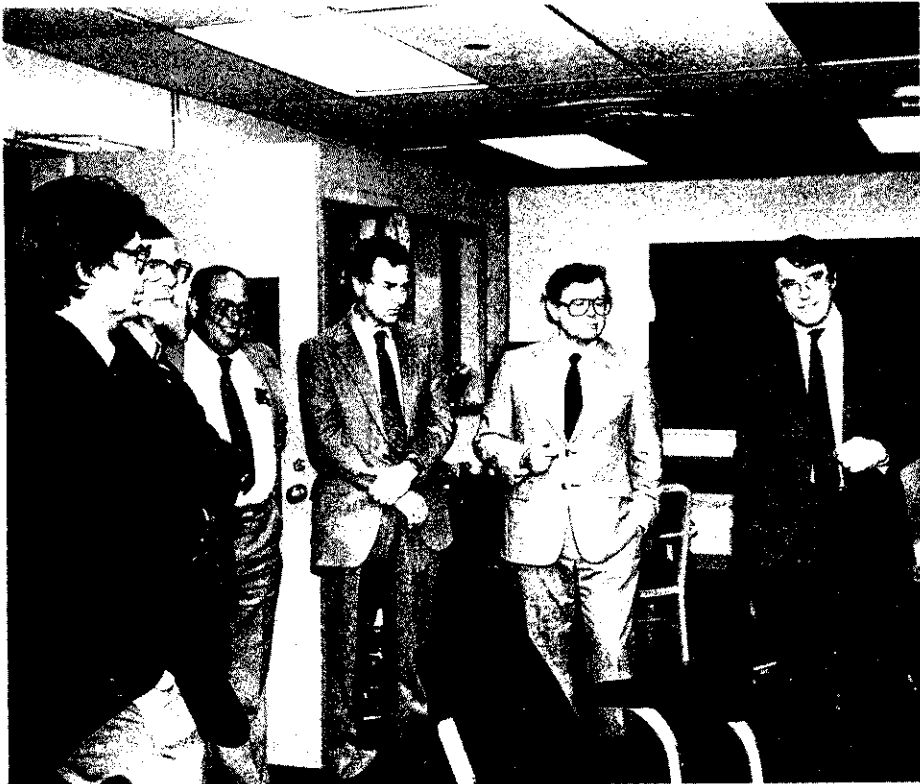
Dans la salle de commande de la Source nationale de lumière synchrotronique (NSLS), à Brookhaven, le jour de l'inauguration. De gauche à droite, Nick Samios (directeur du laboratoire), H. Loweth (bureau de gestion et du budget), Paul Reardon (qui a rejoint Brookhaven pour diriger le projet d'accélérateur à collision de faisceaux), Arie van Steenberg (directeur de la construction de la NSLS), John McTague (président de la NSLS) et George Keyworth (conseiller scientifique du président Reagan).

Parmi les prolongements les plus remarquables du développement de la technologie des accélérateurs pour la physique des hautes énergies, il faut signaler l'emploi du rayonnement synchrotronique provenant de faisceaux d'électrons stockés. Conçues initialement en mode « parasite » il y a quinze ans, sur des synchrotrons tels que la machine de DESY, puis sur des anneaux de stockage tels que SPEAR à Stanford (auxquels s'est ajouté l'anneau Tantalus de Wisconsin), les applications du rayonnement émis par des électrons contraints à suivre une trajectoire incurvée dans un champ magnétique sont maintenant légion. Les installations produisant un rayonnement synchrotronique sont actuellement nombreuses et il est intéressant de noter que la technologie de la construction et de l'exploitation des machines ainsi que la réalisation de programmes de recherche significatifs sont à la portée de pays aux ressources scientifiques modestes.

Il se produit tant de choses dans ce domaine qu'il serait difficile pour le COURRIER CERN, dont l'objectif principal tient à la diffusion des développements en physique des particules, de présenter une revue complète des activités actuelles. Toutefois, il est fascinant de jeter un regard de temps en temps sur les progrès réalisés avec les installations de rayonnement synchrotronique et ce qui suit regroupe des informations de diverses origines recueillies au cours des mois récemment écoulés.

La source américaine de lumière synchrotronique

La plus grande installation venant maintenant en service est la source nationale de lumière synchrotronique des Etats-Unis (NSLS), à Brookhaven, officiellement inaugurée le 22 novembre avec George Keyworth (directeur de l'US Office of Science and Technology Policy) comme principal orateur. Il est opportun que Brookhaven connaisse



de tels honneurs, car c'est là que travaillait John Blewett, lequel a été le premier à identifier le rayonnement synchrotronique. Dans son discours lors de la cérémonie, Nick Samios, directeur de Brookhaven, a également souligné le rôle du regretté Ken Green et de Rena Chasman dans la conception de la NSLS, ainsi que les efforts d'Arie van Steenberg qui a dirigé la construction de la machine, alors que Marty Blume a établi avec vigueur le programme de recherche.

La NSLS comporte deux anneaux. L'anneau de 700 MeV pour l'ultraviolet (actuellement exploité en général à des énergies plus élevées, jusqu'à 800 MeV) a fourni le premier faisceau pour les expériences en mai 1982 ; il peut stocker des faisceaux d'électrons avec des intensités atteignant 100 mA et les conserver pendant deux à trois heures. L'anneau de 2,5 GeV pour les rayons X est encore au stade de la mise en service avec des faisceaux de quelques mA, mais la première fenêtre a été ouverte en

décembre pour le transfert du rayonnement jusqu'aux expériences. L'anneau à UV est conçu pour stocker éventuellement 1 A et il dispose de 16 fenêtres pour la recherche, sur la plage des longueurs d'onde allant de l'infrarouge à l'ultraviolet. L'anneau fournissant des rayons X possède 28 fenêtres pour la recherche avec des longueurs d'onde plus courtes ; des aimants de déformation d'orbite et onduleurs doivent lui être ajoutés afin d'augmenter l'énergie des photons et la brillance du faisceau. (Nous reparlerons plus loin des aimants de déformation d'orbite.) Un fractionnement des faisceaux issus des fenêtres permettra à la NSLS de desservir simultanément une centaine d'expériences.

L'extension du programme expérimental de la NSLS, à la fois en recherche pure et pour les applications pratiques, soit en cours, soit prévu, témoigne de l'importance des installations de rayonnement synchrotronique comme outils de recherche, à Brookhaven et ailleurs. Le program-

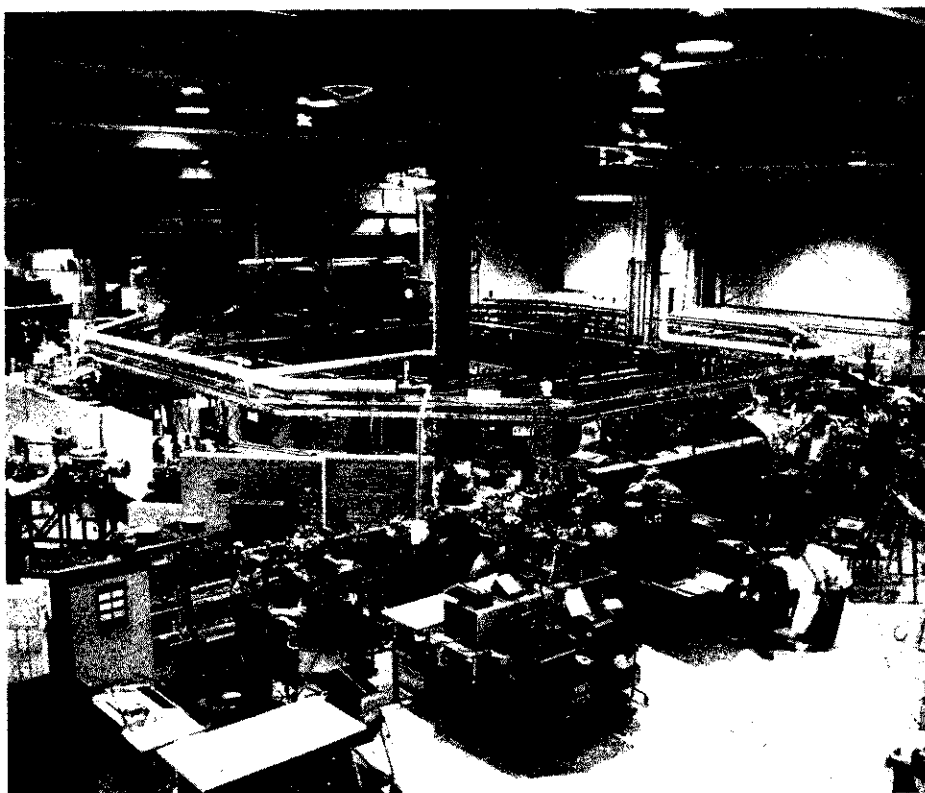
me recouvre, par exemple, l'étude des réactions chimiques et des structures (y compris l'action des catalyseurs avec des applications pour la production d'énergie qui sont à l'origine d'expériences conçues pour l'industrie chimique et la pétrochimie), des propriétés des métaux, alliages et matériaux isolants (fournissant une connaissance plus détaillée des phénomènes dans l'état solide), des systèmes biologiques (dans lesquels les propriétés des rayons lumineux permettent, par exemple, une saisie beaucoup plus rapide de données, de sorte que l'on peut suivre des processus dans des cellules vivantes), de la lithographie (ce qui conduirait à la production de circuits imprimés encore plus microscopiques, à une échelle inférieure au micron) et des lasers à électrons libres.

La demande d'expériences avec la NSLS a été telle qu'un développement d'une phase 2 est déjà envisagé. Il vise à libérer davantage d'espace autour de l'anneau à rayons X, en offrant une autre aire d'accueil pour les expérimentateurs travaillant maintenant près de l'anneau, et à obtenir d'autres crédits pour le développement de l'instrumentation.

Une application médicale : l'angiographie

Il a été fréquemment rendu compte des travaux effectués au Laboratoire du rayonnement synchrotronique de Stanford (SSRL) où s'est poursuivi pendant de nombreuses années un programme de recherches étendu. Basés sur l'exploitation de l'anneau de stockage SPEAR, ces travaux ont également porté sur des développements majeurs dans des techniques telles que l'emploi d'aimants de déformation d'orbite pour étendre la plage d'énergie des photons et l'utilisation d'aimants permanents dans de tels systèmes (voir par exemple le numéro de mai 1981, page 148).

Il y aurait beaucoup à dire sur la progression des travaux mais, pour



L'anneau à rayonnement ultraviolet de la NSLS. Il fonctionne maintenant régulièrement à 750 MeV (au-delà de son énergie nominale de 700 MeV) avec une intensité de 100 mA, en desservant quelque huit expériences.

(Photos Brookhaven)

introduire de la variété dans cet article sur le rayonnement synchrotronique, nous traiterons essentiellement d'une application médicale particulière, en cours d'étude dans de nombreux laboratoires. Elle concerne l'emploi de faisceaux de photons monochromatiques dans la région des rayons X en tant que moyen rapide et peu onéreux pour des explorations cardiaques. Ces travaux suscitent un grand intérêt car les techniques actuelles sont à la fois désagréables pour le malade (sondage de vaisseaux sanguins par des cathéters) et coûteux (environ 7000 francs suisses pour chaque intervention). Ainsi, on ne procède aux examens que lorsque le malade présente des signes de déficiences cardiaques. S'il était possible d'obtenir plus facilement et à un moindre coût les mêmes informations sur le cœur, on pourrait alors réaliser un dépistage à l'échelle des populations afin d'évaluer l'état du muscle cardiaque et déceler des insuffisances à une étape bien antérieure, lorsqu'elles sont beaucoup plus facilement guérissables. Les progrès actuels ont soulevé un grand intérêt lorsqu'ils furent relatés, en août dernier, à la conférence organisée à DESY sur l'instrumentation pour l'emploi du rayonnement synchrotronique.

La technique appelée « angiographie » correspond à la visualisation par radiographie des vaisseaux sanguins dans lesquels on a injecté un agent contrastant. De l'iode est ainsi introduit dans le sang. Des faisceaux intenses de rayons X monochromatiques (permettant des durées d'exposition très courtes), fournis par la source de rayonnement synchrotronique, sont accordés de manière à pouvoir être décalés de part et d'autre du bord de l'absorption K pour l'iode, à 33,16 keV (17 eV d'une longueur d'onde à l'autre). L'information indésirable sur l'absorption des rayons X par le reste du corps peut être éliminée en soustrayant les signaux sur les deux longueurs d'onde. Toutefois, la soustraction liée à l'iode dans le sang laisse un signal significatif du fait de la traversée du seuil d'absorption. En conséquence, les vaisseaux sanguins sont repérés.

Le flux de rayons X traversant le corps est détecté par une matrice de détecteurs au silicium, et la surveillance en ligne sur un écran TV à mesure que le faisceau est déplacé fournit une série d'images enregistrées. Chacune d'elles est obtenue en quelques millisecondes de sorte qu'une exploration complète du cœur est réalisée en quatre secondes environ. Le développement de cette technique d'angiographie pourrait avoir une grande importance pour la santé et la réduction des énormes dépenses entraînées par le traitement actuel des maladies cardiovasculaires.



Image des vaisseaux sanguins obtenue lors d'une exploration d'un cœur de veau en utilisant la nouvelle technique (voir le texte) rendue possible par l'emploi de faisceaux de rayonnement synchrotronique. Le document montre la netteté de la mise en évidence des vaisseaux par rapport au fond d'absorption de rayons X par le reste du corps. Cette exploration a été réalisée au Laboratoire du rayonnement synchrotronique de Stanford.

Cornell, Madison

Les travaux concernant l'installation CHESS sur l'anneau de stockage de Cornell ont été mentionnés dans le numéro d'octobre 1982, page 321. L'autre centre important devant être ajouté à la liste est Aladdin, au Centre du rayonnement synchrotronique de l'Université du Wisconsin, à Madison. C'est dans ce centre (portant alors un nom différent) que l'intérêt initial pour l'emploi du rayonnement synchrotronique s'est développé dans une forte proportion il y a de nombreuses années, autour de l'anneau Tantalus.

L'anneau Aladdin est conçu pour atteindre 1 GeV. Le premier faisceau a été injecté en janvier 1982 mais l'accumulation et l'accélération connaissent des difficultés. Des problèmes tenant au champ magnétique s'échappant de l'injecteur et au mauvais accord des aimants de déformation d'orbite ont maintenant été maîtrisés. L'accélération a été réalisée en octobre et les performances s'améliorent régulièrement. Des travaux portent sur un canon à élec-

trons amélioré pour l'injecteur microtron et sur des groupeurs pour augmenter la capture des électrons dans l'anneau. Les progrès sont fortement ralentis par la pénurie de personnel et l'insuffisance des crédits*.

Novosibirsk

En Union soviétique, des recherches sur le rayonnement synchrotronique se poursuivent auprès de synchrotrons (Moscou, Tomsk et Yerevan) et auprès d'anneaux de stockage (Novosibirsk). Une commission présidée par Vitaly Goldanski, avec Sergei Kapitza comme adjoint, étudie les activités des laboratoires.

Les travaux de Novosibirsk sont dirigés par Gennady Kulipanov et le directeur de l'Institut, Alexander Skrinsky, y participe. Trois anneaux de stockage sont en service, en desservant une communauté de quelque 67 groupes. VEPP-2M a une énergie de crête de 700 MeV avec des faisceaux stockés de 100 mA. Il est utilisé comme source de lumière spécialisée pendant plusieurs mois chaque année. Un aimant de déformation d'orbite hélicoïdal peut être employé pour produire un rayonnement avec polarisation circulaire.

VEPP-3 est utilisé à 2,2 GeV pendant environ six semaines par an comme source de rayonnement X spécialisée. Il est exploité normalement avec des faisceaux de 100 mA, mais cette intensité est réduite à 50 mA lorsqu'un aimant de déformation d'orbite (fournissant un champ

*** Le faisceau a été stocké avec succès dans Aladdin le 20 janvier.**

de 3,3 T avec vingt pôles) est mis sous tension. Des onduleurs à aimants permanents sont également utilisés pour la recherche sur les klystrons optiques. Il existe environ sept postes d'expérimentation.

L'anneau le plus important (VEPP-4) est exploité à 5,5 GeV et quatre fenêtres ont été installées pour alimenter quelque six postes avec des expériences en mode « parasite ». On utilise des aimants de déformation d'orbite pour l'amortissement.

L'équipe de Novosibirsk a étudié et construit un anneau de 450 MeV pour l'Institut Kurchatov de Moscou. C'est la première installation spécialisée construite en URSS; elle est dirigée par Boris Rybakoff. Un anneau d'énergie plus élevée pourrait être ajouté. Un anneau de 2,5 GeV avait été prévu pour Yerevan mais il ne semble pas qu'il soit en cours de réalisation.

Des sources sont également proposées ou construites en Chine (un anneau de 800 MeV est en construction à Hefei, sous la direction du professeur Bao), à Taïwan, en Inde, au Brésil. Naturellement, cette activité est déjà bien développée au Japon (avec l'usine à photons du KEK) et en Europe, avec cinq centres en action. La source de rayonnement synchrotronique (SRS) de Daresbury a été la première source spécialisée dans le monde, lors de sa mise en service en 1980 (voir numéro de janvier 1981, page 8). Le Laboratoire DESY a été également l'un des pionniers pour ces travaux. Les autres centres européens sont à Orsay (France), Frascati (Italie) et maintenant à BESSY (Berlin).

Aimants de déformation d'orbite et onduleurs

Initialement, le rayonnement synchrotronique était considéré comme un handicap, étant donné qu'il réduisait l'énergie des faisceaux d'électrons dans les accélérateurs et les anneaux de stockage. Plus tard, les propriétés originales de ce rayonne-

Un canal pour le faisceau de rayonnement de la Source de rayonnement synchrotronique de Daresbury. Ce fut, en 1980, la première installation spécialisée de rayonnement synchrotronique à entrer en service. Conformément à un accord récent, la communauté hollandaise de recherche scientifique va participer aux travaux de Daresbury.

(Photo Daresbury)

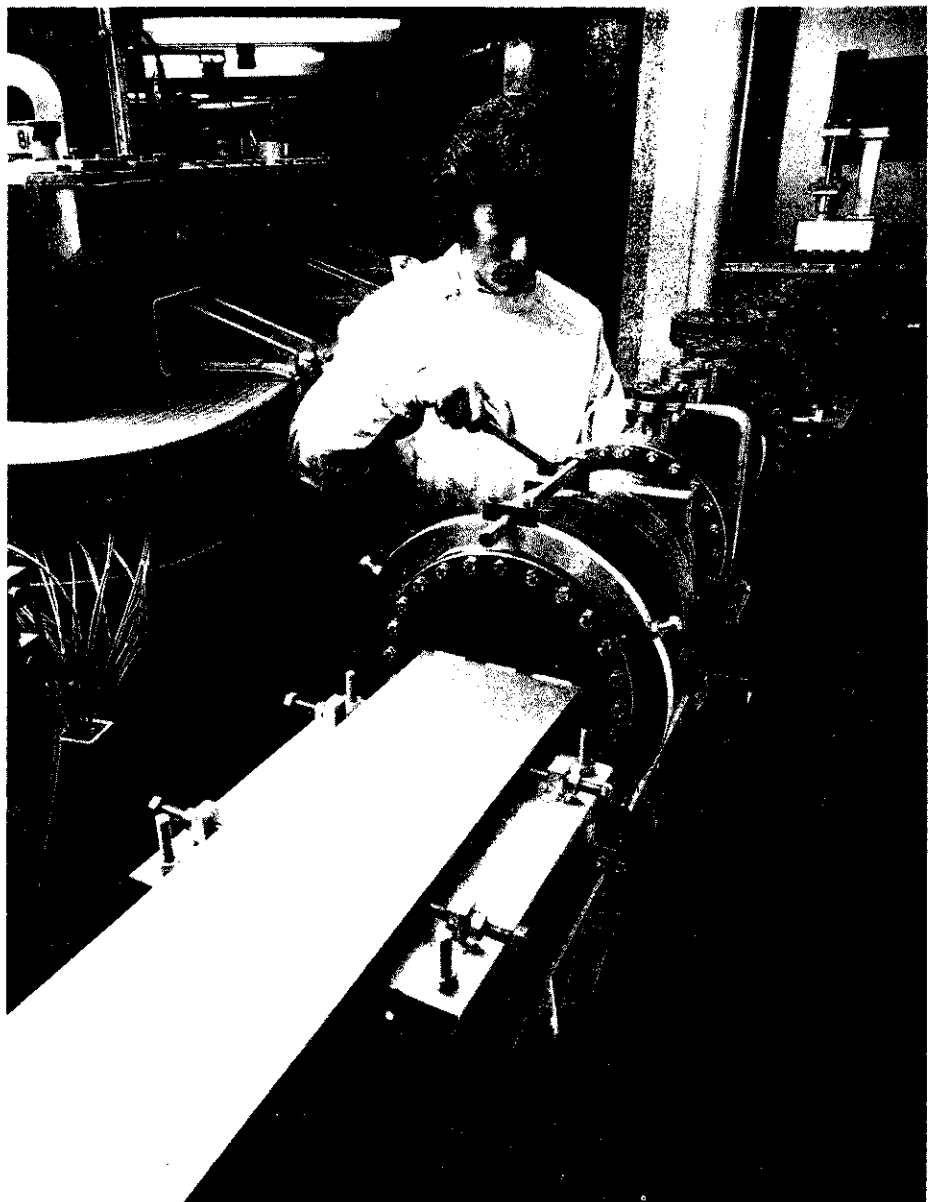
ment furent reconnues et ses utilisateurs commencèrent à déplorer le fait que les machines possédaient des sections droites inutiles (utilisées pour les éléments de l'accéléra-

Récompenses

Le prix Métanic d'une valeur de 60 000 francs français a été attribué dernièrement à une équipe multidisciplinaire de type inhabituel regroupant des spécialistes en biologie moléculaire, techniques du rayonnement synchrotronique, développement des détecteurs et traitement des données. Ce prix récompense la mise au point de techniques et de procédés nouveaux pour l'étude dynamique de structures moléculaires biologiques.

Les travaux de l'équipe ouvrent de nouvelles perspectives pour l'étude du développement au cours du temps de molécules biologiques et de structures moléculaires. Ils exploitent les techniques de diffusion et de diffraction des rayons X, en utilisant le rayonnement synchrotronique émis par l'anneau DCI d'Orsay. (Des travaux ont également été effectués dans l'anneau DORIS à DESY.) Un système de détection radiographique à géométrie sphérique, mis au point par le groupe de Georges Charpak au CERN, permet d'obtenir des taux élevés de prise de données.

Grâce aux techniques actuelles, il est possible d'étudier les modifications structurales des molécules à des intervalles de 100 millisecondes mais on espère abaisser cette résolution temporelle jusqu'à une milliseconde, voire moins.



teur ou les systèmes de détection), dans lesquelles il n'existait pas d'aimants de courbure pour fournir le rayonnement. Maintenant, après l'adjonction d'aimants de déformation d'orbite et d'onduleurs dans les sections droites, les utilisateurs déplorent la nécessité de l'emploi d'aimants de courbure. Il est probable que la prochaine génération de machines produira le rayonnement à partir des aimants de déformation d'orbite et des onduleurs équipant les sections droites.

Dans les deux méthodes, des oscillations transversales sont imposées au faisceau d'électrons par une série régulière d'aimants ayant des polarités alternées (de sorte que le faisceau « ondule » le long de la structure), sans qu'un déplacement ou une déflexion nets se manifestent à la sortie. Les aimants de déformation d'orbite ont été appréciés du fait des courbures plus fortes que la structure magnétique impose aux trajectoires des électrons (par comparaison avec les aimants de courbure des accélé-

rateurs ou d'un anneau de stockage), avec extension des longueurs d'onde du rayonnement émergent vers la région des rayons X. Ainsi un aimant de déformation d'orbite installé sur un anneau avec une énergie dans l'ultraviolet (quelques centaines de MeV) fournit des rayons X qui précédemment ne pouvaient être produits que par des machines fonctionnant dans la gamme des GeV. Le spectre du rayonnement est analogue à celui qui émerge des aimants de courbure.

Dans les onduleurs, la structure magnétique est disposée de telle sorte que les oscillations du faisceau d'électrons sont étroitement comprimées; de ce fait, le rayonnement émergent possède une brillance élevée et il est concentré dans un angle très faible. Pour un onduleur comportant un grand nombre de périodes, le rayonnement s'accumule à partir des oscillations successives et l'interférence crée un grand nombre de pics presque monochromatiques dans le spectre de ce rayonnement.

Les structures électromagnétiques sont largement utilisées mais il existe deux voies intéressantes vers la construction d'une telle structure magnétique assurant de meilleures performances. L'une d'elles consiste à employer des aimants permanents (terre rare, cobalt) permettant de créer des champs assez élevés dans des structures compactes, à période courte. Ces éléments sont en général plus faciles à manipuler que les électro-aimants. De telles structures ont été utilisées à Stanford, Novosibirsk et au KEK. L'une d'elles est actuellement proposée pour l'anneau SPEAR à Stanford, avec un entrefer de 7,5 mm, une période de 1,5 cm et un champ de crête de 0,35 T. Avec des faisceaux d'électrons de 3,5 GeV, elle fournirait un pic à 7 keV ayant une brillance beaucoup plus élevée

que celle qui est disponible lorsque l'on emploie les aimants de courbure et les aimants de déformation d'orbite actuels.

L'autre voie tient à l'emploi d'aimants supraconducteurs pour créer des champs plus élevés, comme cela a été réalisé à Novosibirsk, Brookhaven, Orsay, KEK et Daresbury, laboratoire dans lequel un aimant de déformation d'orbite à trois pôles fournit un champ de 5 T sur son pôle central. En présence de faisceaux de 2 GeV, cette installation produit un rayonnement ayant une énergie critique maximale de 13 keV au lieu des 3,2 keV pour le rayonnement issu des aimants de courbure de l'anneau.

Parmi les conceptions des futures machines, envisageant des mailles équipées en totalité d'aimants de dé-

formation d'orbite et d'onduleurs, il convient de signaler l'installation européenne de rayonnement synchrotronique qui a été en discussion pendant les cinq dernières années à l'initiative de la Fondation européenne pour la science. Aux Etats-Unis, un ensemble appelé « source de lumière avancée » a été développé à Berkeley en vue de la construction sur ce site. L'emploi de cristaux pour guider les faisceaux de particules ouvre d'autres possibilités pour le rayonnement synchrotronique (voir numéro de décembre 1982, page 414). Nombreuses sont les idées concernant l'amélioration des propriétés du rayonnement et les travaux de la communauté de la recherche intéressée par l'emploi du rayonnement semblent se développer à la vitesse de la lumière!

Expériences souterraines aux Etats-Unis

En septembre dernier, 140 scientifiques se sont réunis à Los Alamos pour envisager l'avenir des recherches d'événements rares effectuées dans des laboratoires souterrains. La croissance rapide de ces expériences en nombre et en complexité, compliquée par l'environnement (peu propice à l'expérimentation) de la plupart des mines en cours d'exploitation, a suscité des propositions pour la construction aux Etats-Unis d'un « laboratoire national souterrain ». Les journées d'étude ont permis d'examiner l'intérêt scientifique d'un tel laboratoire du point de vue des expériences proposées concernant la stabilité du nucléon, les neutrinos solaires, la physique des rayons cosmiques, la détection des ondes de gravitation et la double désintégration bêta. La liste des participants était représentative des communautés scientifiques nord-améri-

caine, européenne et japonaise prenant part à ces recherches.

Au début de l'année dernière, des journées d'étude consacrées à la prochaine génération des expériences sur la désintégration du proton s'étaient tenues à Argonne et Snowmass. Un consensus s'était dégagé de ces réunions pour passer immédiatement au stade d'un détecteur capable de fournir des informations détaillées sur des désintégrations selon les divers modes possibles, contrairement aux expériences en cours dont le but principal est seulement d'établir l'existence du phénomène. Le détecteur à grain fin envisagé, d'une masse fiducielle comprise entre une et cinq kilotonnes, serait supérieurement équipé pour le « suivi » des particules, la mesure précise de leur énergie et la détermination de leur charge. Une multiplicité d'informations suffisante pour limi-

ter le bruit de fond et une souplesse qui plus tard permettrait d'augmenter la masse du détecteur sont des qualités jugées indispensables au projet. On pense que les technologies actuelles permettraient la construction d'un détecteur convenable à un prix de 5 à 10 millions de dollars par kilotonne.

Les discussions de Los Alamos se sont déroulées sur cette toile de fond et entre les premiers comptes rendus provenant de l'actuelle génération d'expériences. S. Miyake a présenté l'observation, dans le détecteur de Kolar Gold Fields, de six événements-candidats de désintégration du proton, dont plusieurs complètement contenus, et il a estimé une durée de vie de 7×10^{30} années. P. Picchi a décrit le seul événement inexplicable observé par le détecteur NUSEX sous le Mont-Blanc. La confirmation d'un seul ou de plusieurs de

La petitesse du personnage se trouvant dans le bas de l'image illustre la taille du réservoir d'eau destiné à la recherche sur la désintégration du proton qu'entreprend la collaboration Irvine-Michigan-Brookhaven dans la mine de sel de Morton (Ohio). Le réservoir aux parois recouvertes de plastique peut contenir 8000 tonnes d'eau. Le récent colloque de Los Alamos a étudié la nécessité de procéder toujours plus à des recherches souterraines de ce type. Au cours d'une récente période d'exploitation, on n'a enregistré aucune désintégration pion-positon, ce qui établit une limite à la durée de vie du proton.

ces événements impliquerait une durée de vie du proton qui pourrait permettre, à l'aide de futurs détecteurs, une étude détaillée de ses modes de désintégration, dont les résultats imposeraient des contraintes précises sur les modèles de la grande unification. Néanmoins, un malaise persiste: pour les détecteurs actuels, les calculs du bruit de fond, où l'on inclue les complications de physique nucléaire, manquent de précision.

Les perspectives offertes par de nouveaux appareils performants, destinés à la détection de la désintégration du proton, ont intéressé les cosmiciens, convaincus que de grands détecteurs à résolution fine placés à grande profondeur pourraient également fournir de nouvelles données importantes concernant les rayons cosmiques secondaires (en particulier sur les muons multiples simultanés). Les sources des rayons cosmiques, leur âge, le processus capable de les accélérer au-delà de 10^7 TeV, leur propagation locale, galactique et dans les super-amas restent autant de problèmes irritants; pour mieux les aborder il est nécessaire de posséder des données détaillées sur la composition du rayonnement primaire au-delà des limites actuelles de l'observation directe (quelques TeV). Dans les années prochaines, des mesures en satellite porteront les observations à 100 TeV et permettront, grâce aux connaissances acquises auprès des collisionneurs proton-antiproton de seconde génération, d'interpréter directement les observations de particules secondaires dans les détecteurs situés à grande profondeur. Une fois établie une connexion ferme entre primaires et secondaires observés jusqu'à cette énergie, des mesures souterraines de résidus des gerbes plus énergétiques pourraient fournir des données nombreuses sur la composition des progéniteurs primaires à $10^3 - 10^4$ TeV.

La description par Ray Davis de sa longue et fructueuse association avec les exploitants de la mine de Homestake a utilement rappelé les



possibilités offertes par les sites souterrains dans des mines commerciales. L'énigme que posent les résultats de son expérience sur les neutrinos solaires reste entière: on y mesure un flux de neutrinos énergétiques de trois à quatre fois plus faible que prévu par les modèles standards du soleil et des interactions faibles. Pour résoudre cette énigme, soit par la physique stellaire, soit par celle des particules, une seconde mesure à l'aide d'un détecteur au gal-

lium, a été recommandée depuis un certain temps. Cette expérience serait sensible essentiellement aux neutrinos de faible énergie (issus des réactions proton-proton) dont le flux prévu varie très peu d'un modèle stellaire à l'autre. Les crédits espérés pour une telle expérience à l'échelle voulue se font attendre; c'est pour les héliophysiciens une source de frustration permanente. De nouvelles propositions pour des expériences utilisant du brome ou du molyb-

dène ont également fait l'objet de discussions. Alors qu'une expérience avec cible au gallium pourrait être réalisée à une profondeur équivalant à une colonne d'eau de 3500 m, les autres pourraient nécessiter l'équivalent de 5000 m. Ce sont sans doute ces expériences qui présenteraient les contraintes les plus sévères pour la profondeur d'un laboratoire souterrain. On a insisté également sur l'importance, aux yeux des astrophysiciens, de détecter les neutrinos de basse énergie attendus dans l'éventualité d'une supernova.

Les ondes gravitationnelles, la désintégration bêta double et la géophysique ont fait l'objet de longues discussions. En principe, l'isolement d'un laboratoire souterrain à grande profondeur devrait permettre d'étendre les mesures des ondes de gravitation jusqu'à des fréquences plus basses qu'il n'est possible en surface. Cependant, les exigences acoustiques de telles expériences pourraient présenter de sérieux problèmes dans un laboratoire à usages multiples. Certaines expériences en cours concernant la désintégration bêta double (telles que celle décrite par Liguori se déroulant sous le Mont-Blanc et utilisant du germanium-76) ne nécessitent qu'un blindage modeste pour les abriter du rayonnement cosmique. Pour d'autres expériences, la radioactivité ambiante est la plus forte des sources de bruit de fond, le problème pourrait donc être plus grave sous terre. Enfin, des géophysiciens ont souligné l'immense intérêt pratique de mesures suivies sur des roches sous contrainte, cela pour la prévision des tremblements de terre et pour le stockage des déchets et leur isolation.

Au début des journées d'étude, A. K. Mann a tracé les grandes lignes du projet de laboratoire national souterrain des Etats-Unis. Etant donné la taille et le budget d'un tel laboratoire, une association étroite à un laboratoire de tutelle plus important serait économiquement souhaitable et permettrait l'accès à un soutien techni-

que avancé. Ces considérations et la prise en compte de l'implantation dans la moitié occidentale des Etats-Unis de la majorité des mines profondes et des tunnels du pays, désignent Los Alamos comme un laboratoire de tutelle possible si l'on tient compte de sa tradition de soutien, hors site d'entreprises techniques importantes.

Le laboratoire envisagé serait situé à une profondeur supérieure à l'équivalent d'une colonne d'eau de 3500 m; un puits de 3,60 m de diamètre permettrait un accès suffisant. Les installations comporteraient deux grandes salles, convenant à des expériences volumineuses, et d'autres plus petites selon les besoins. Le contrôle de la température, de la ventilation et de l'humidité permettrait de maintenir un environnement normal. Les sols seraient construits à partir de béton à radioactivité faible et les parois et plafonds seraient pourvus de points d'ancrage dans la roche et de filets métalliques.

Parmi les infrastructures nécessaires en surface, citons: des routes adéquates, l'électricité, l'eau, de petits bâtiments pour les ateliers, les ordinateurs, le stockage et le logement.

A. K. Mann a rendu compte de l'examen d'ensemble des sites possibles qu'il a effectué avec R.R. Sharp et d'autres géologues de Los Alamos. Les possibilités d'utilisation de tunnels profonds comme ceux du Mont-Blanc ou du Gran Sasso sont rares aux Etats-Unis; aussi l'attention s'est-elle portée vers les mines et vers les possibilités de réaliser des constructions appropriées. Certaines mines, exploitées aussi bien qu'abandonnées, pourraient convenir, à condition, d'une part, de définir les responsabilités des propriétaires et des «locataires» et, d'autre part, que la communauté des scientifiques puisse tolérer des limitations qui affecteraient l'accès et les installations de soutien. Dans le cas d'ouvrages à créer, tunnels et puits ont été considérés. On constate

avec surprise qu'aux Etats-Unis un puits vertical peut être plus avantageux qu'un tunnel horizontal: les sites prometteurs pour la construction d'un tunnel n'offrent que des reliefs aux faibles déclivités, aussi une très longue excavation serait-elle nécessaire pour parvenir à une profondeur suffisante.

La possibilité considérée comme la plus favorable serait la construction d'un laboratoire, avec accès vertical, dans la zone de recherche et de développement du Nevada (NRDA). L'hydrologie, la minéralogie et les caractéristiques techniques de ce site sont idéales et exceptionnellement bien connues, les installations de soutien en surface existent et, comme le site appartient au gouvernement fédéral, l'accès en serait libre et les possibilités d'extension illimitées. Au vu de l'intérêt croissant pour la science sous terre et des possibilités d'économies offertes par une installation à objectifs multiples, les aspects positifs du site NRDA ont été ressentis comme largement suffisants pour justifier un coût initial de construction supérieur. Une installation au NRDA pourrait être achevée d'ici 1986.

Les journées d'étude ont permis d'annoncer à la communauté scientifique l'intention de Los Alamos de préparer une proposition sérieuse pour un laboratoire souterrain destiné à satisfaire un intérêt national grandissant pour la recherche d'événements rares. Les membres de cette communauté ont été invités à envisager d'autres solutions que la proposition NRDA ou à offrir leurs suggestions pour améliorer la proposition de Los Alamos afin que les Etats-Unis disposent de ressources optimales dès que possible.

Nouvelles des Laboratoires

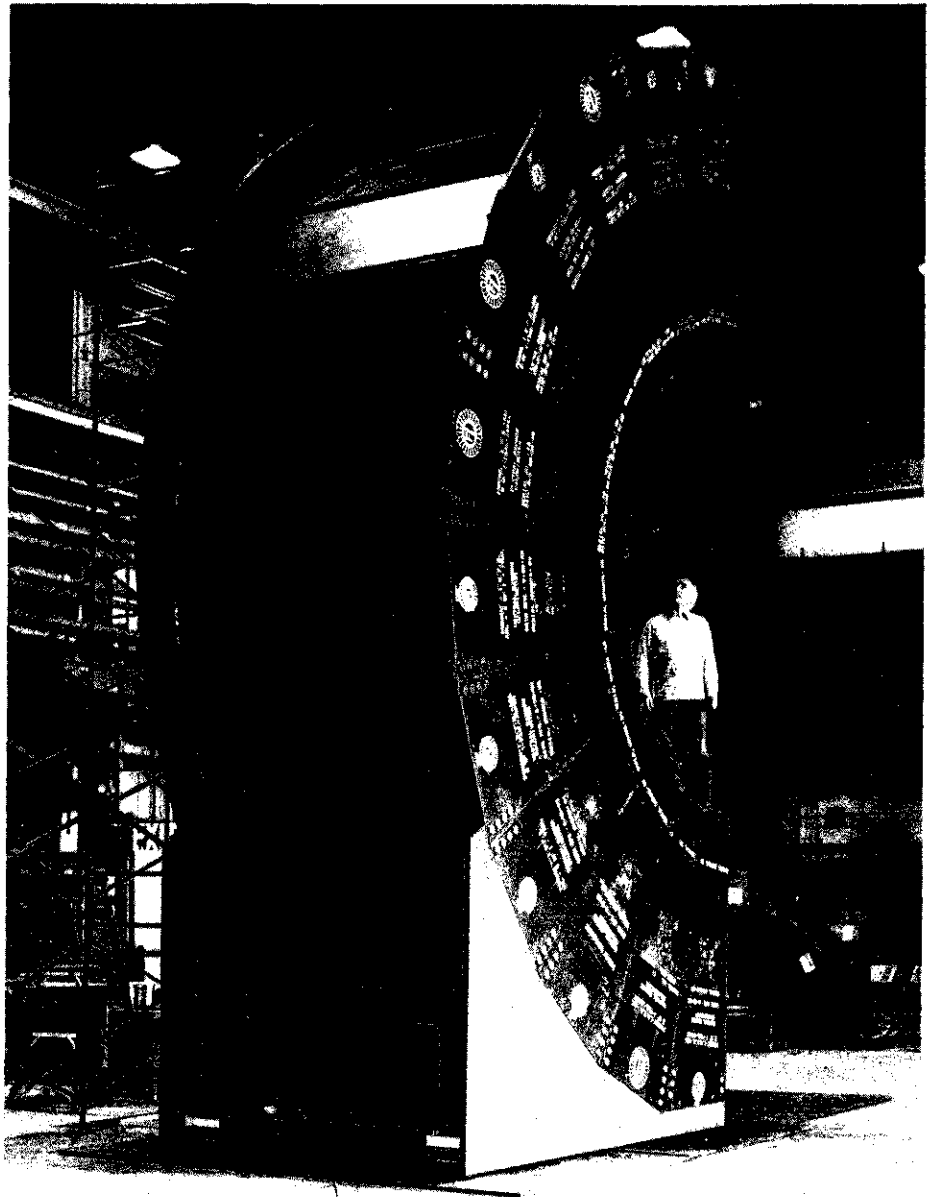
FERMI Etapes importantes

Pendant l'été et l'automne, des travaux seront poursuivis sur le complexe B0 afin d'abriter le détecteur du collisionneur au Laboratoire Fermi. Le projet comportait une ouverture du tunnel de l'anneau principal afin d'installer le nouveau hall du détecteur. La route de dérivation pour l'anneau a été achevée le 13 décembre et il a donc été possible de passer à nouveau du secteur A au secteur B du tunnel. Des aimants destinés à l'économiseur-doubleur ont été acheminés, selon cette dérivation, le 14 décembre.

Cet accès est particulièrement important pour l'installation et l'exploitation du Tévatron. On a dû enlever quelques aimants de l'anneau principal pour la construction du B0 et la configuration de l'installation de l'économiseur a été profondément modifiée. L'achèvement de la dérivation pour les véhicules assure un gain de souplesse pour l'installation.

Le complexe B0 est un énorme projet de construction. Il fournira un hall de collisions et un hall de montage séparés par un mur de blindage mobile, permettant des transferts aller et retour de l'ensemble du détecteur. Actuellement, un toit recouvre le complexe en totalité.

La construction des composants effectifs du détecteur du collisionneur est maintenant en cours. Un «arc romain» semi-circulaire complet avec douze modules du calorimètre central a été assemblé en vue d'essais de structure. Le calorimètre central comprendra quatre arcs romains entourant l'aimant supraconducteur et des chambres internes. Chacun des modules en fer de quinze tonnes contient des empilements de détecteurs électromagnétiques et hadroniques. Des logements sont prévus à l'arrière du module de fer pour l'installation de détecteurs de muons. Le calorimètre est construit



Un «arc romain» pour le détecteur du collisionneur du Laboratoire Fermi. Le calorimètre complet utilise quatre arcs de ce type, contenant chacun douze segments équipés de détecteurs électromagnétiques, hadroniques et muoniques.

par un groupe international, auquel participent Argonne, Fermi, Frascati, Illinois, Pise, Purdue et Tsukuba/KEK.

La conception du solénoïde supraconducteur est l'œuvre commune du personnel du Laboratoire Fermi et de l'Université Tsukuba (Japon). La construction du solénoïde commencera sous peu au Japon.

Entre-temps, l'installation de l'anneau doubleur-économiseur se poursuit conformément au calendrier, et

on a achevé plus de 85 % de l'installation du tunnel pour le Tévatron. Cela inclut une quarantaine de kilomètres de tuyauteries cryogéniques et des centaines de kilomètres d'installations électriques. Près de 700 dipôles ont été installés, avec plus de 200 quadrupôles et 250 autres éléments de l'accélérateur.

La mi-novembre a vu le début des travaux pour la réfrigération et l'exploitation des secteurs E et F de l'anneau. Cela représente la première

Travaux de construction en cours en novembre sur le nouveau complexe devant abriter le détecteur du collisionneur du Laboratoire Fermi. Le hall des collisions et le hall de montage seront séparés par un mur de blindage mobile. Le bâtiment a maintenant reçu sa toiture.

(Photos Laboratoire Fermi)



étape de la mise en service réelle de l'économiseur.

Pendant l'hiver et le printemps derniers, un huitième de l'anneau-économiseur a été testé. Les essais ont porté sur deux bâtiments de compresseurs (A0 et B0), trois réfrigérateurs (A1, A2 et A3), 3 km de ligne de transfert et 800 m d'aimants supraconducteurs. Par comparaison, le test pour les secteurs E et F intéresse un tiers de l'anneau avec trois bâtiments de compresseurs, huit réfrigérateurs, la ligne de transfert complète (6 km) et 2200 m d'accélérateur. Les deux secteurs comprennent 258 dipôles, 72 quadrupôles et environ 94 autres éléments du tunnel.

Le test concerne l'exploitation réussie du système de commande et des alimentations, le système de surveillance pour la protection contre un retour à l'état normal, des travaux sur le réfrigérateur et la fiabilité du compresseur.

En novembre, les bâtiments de compresseurs FO, EO et AO ont été mis en service. Le transfert d'azote

liquide à partir du liquéfacteur d'hélium central a commencé et les ordinateurs VAX/PDP-11 ont été intégrés dans le système de commande. Au début de décembre, le système fonctionnait avec de l'hélium pur et la réfrigération des secteurs E et F avait commencé.

Ce test est important pour le système de commande. Les connaissances acquises lors de l'essai du secteur A ont permis d'apporter plusieurs améliorations aux algorithmes pour la commande des réfrigérateurs et compresseurs qui subiront des tests complets. On se propose ainsi d'aboutir à un système totalement automatique à la fin du test. La tâche n'est pas aisée: avec deux secteurs en fonctionnement, alors que sont exploités trois bâtiments de compresseurs et le liquéfacteur d'hélium central, 53 boucles de commande par asservissement doivent travailler en harmonie. Ce nombre augmentera régulièrement lorsque le reste de l'anneau deviendra opérationnel. A la fin de la mise en service de l'éco-

nomiseur, 353 boucles de commande seront en fonctionnement.

Un second objectif pour le système de contrôle consiste à obtenir une approche «systémique» pour les commandes des compresseurs et à éviter des oscillations possibles dans la ligne de transfert. Les commandes des compresseurs seront centralisées en utilisant le système informatique VAX au lieu de se limiter à un emploi d'une «intelligence» distribuée, assurée par des microprocesseurs commandant chacun des bâtiments de compresseurs.

La complexité du système s'est considérablement accrue lors du passage aux essais d'un tiers de l'anneau. Quatre alimentations de 1 kV sont utilisées, avec huit moniteurs de protection contre des retours à l'état normal communiquant par l'intermédiaire d'une nouvelle liaison installée autour de l'anneau. Une importante activité a concerné les bâtiments de service pour la préparation de l'équipement et le développement du logiciel. Les aimants sont remplis d'hélium liquide et ils ont été isolés avec succès. Les câbles entre la barre supraconductrice et l'équipement de protection contre le retour à l'état normal ont été connectés. Il est prévu de réaliser des essais contrôlés des modes de rupture, quelques études détaillées de certains aspects du système de protection contre le retour à l'état normal et des tentatives d'application de rampes de tension pendant des périodes étendues.

DESY 40 GeV à PETRA et luminosité record à DORIS-II

Comme nous l'avons brièvement annoncé dans notre précédent numéro, l'anneau de stockage PETRA a atteint, juste pour Noël et avant le long arrêt hivernal, une énergie record de 40 GeV pour les collisions.

*Premier événement de diffusion
électron-positon enregistré par le groupe
CELLO aux énergies plus élevées (plus de
40 GeV) maintenant disponibles sur l'anneau
électrons-positons PETRA, à DESY.*

Cela représentait l'objectif principal du programme 1982 d'amélioration de la machine (voir numéro de décembre 1982, page 409). La modification majeure consistait à doubler l'alimentation (actuellement 8 MW) desservant les 60 cavités accélératrices réparties symétriquement autour de l'anneau PETRA. Une défaillance du réseau externe de l'alimentation a retardé initialement les essais à l'énergie plus élevée. Ultérieurement, des difficultés sont apparues lors de l'exploitation continue des cavités avec la puissance augmentée. Plusieurs fenêtres d'entrée HF furent endommagées, même lors d'un fonctionnement avec des valeurs de puissance bien inférieures à celles qui avaient été adoptées pour les essais initiaux. Toutefois, il a été possible de « lancer » la machine pour atteindre et même légèrement dépasser 40 GeV.

Au cours de l'arrêt actuel, 32 cavités seront installées dans les halls Nord et Sud. Simultanément, la cavité supraconductrice à cinq cellules

du CERN est installée dans le hall Est, conformément au calendrier. De plus, un système accélérateur à 1000 MHz est préparé dans le hall Ouest; il permettra de contrôler la longueur des paquets, si cela est nécessaire.

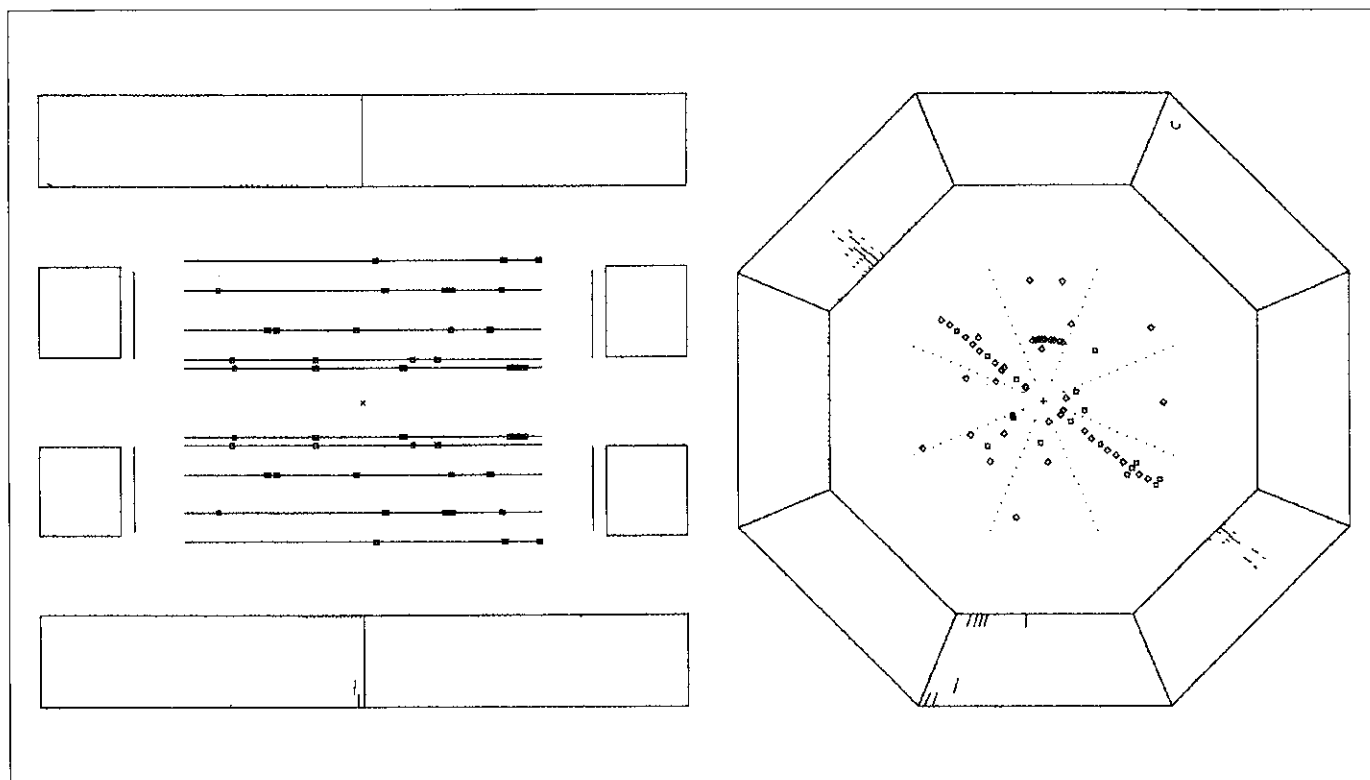
Après l'installation des 32 cavités supplémentaires, l'exploitation continue aux énergies plus élevées ne devrait pas soulever de difficultés. La situation sera encore meilleure après la livraison au cours de l'été des 20 cavités restantes pour atteindre le total final de 112. Il est prévu de reprendre à fin mars l'exploitation de PETRA.

Décembre a apporté également de bonnes nouvelles concernant l'anneau DORIS-II. La luminosité a atteint les valeurs envisagées avant que la reconstruction de l'anneau ait commencé. Les expériences Argus et Boule de cristal ont pu utiliser une luminosité intégrée représentant jusqu'à 300 nb^{-1} par jour. Ces valeurs ont été obtenues tout en imposant une limite de 25 mA pour l'intensité

du faisceau, du fait de problèmes de bruit de fond dans les détecteurs. Le temps mort pour les expériences correspondait à environ 20%. Toutefois, la machine est capable d'atteindre des luminosités encore plus élevées et des valeurs de crête de $10^{31} \text{ cm}^{-2}\text{s}^{-1}$ ont été observées. L'énergie était concentrée dans la région de l'upsilon. En août 1978, lorsque l'upsilon prime fut détecté par les deux groupes travaillant alors à DORIS, la luminosité était 30 fois plus faible!

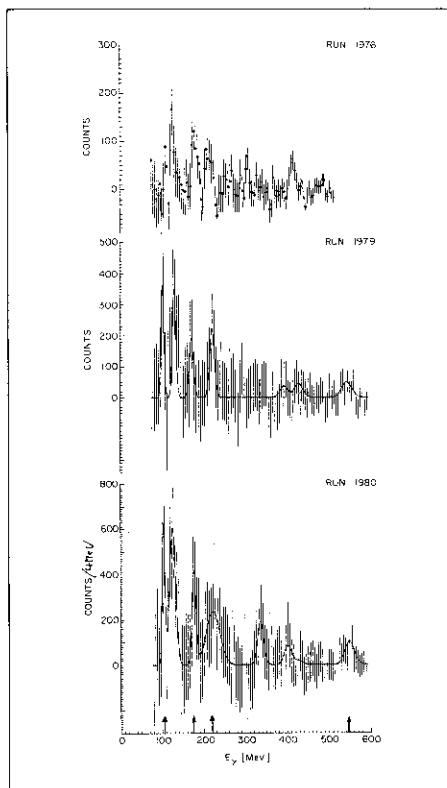
CERN Baryons charmés étranges

En dépit des énormes efforts consentis pour élucider la spectroscopie des particules charmées, les seuls hadrons connus possédant un nombre quantique de charme non nul



Résultats obtenus au CERN par la collaboration Bâle / Karlsruhe / Stockholm / Strasbourg / Tessalonique lors de ses recherches d'indices pour le « baryonium » dans les rayons gamma provenant des annihilations proton-antiproton au repos. Les pics indiqués par des flèches correspondent (pour des énergies

croissantes des gammas) aux masses de 1771, 1694, 1638 et 1210 MeV. On suppose que le pic large pour une énergie de 130 MeV des gammas est produit par un pion négatif lent venant à l'arrêt dans la cible. Les périodes d'exploitation plus récentes ont utilisé un système de détection amélioré.



une meilleure sensibilité et d'intercepter les produits des annihilations proton-antiproton.

Deux grandes périodes d'exploitation eurent lieu, l'une avec 40 millions et l'autre avec 110 millions d'antiprotons venant à l'arrêt. Les éléments essentiels du dispositif expérimental furent modifiés entre ces périodes, de sorte que l'on peut considérer qu'il s'agit d'expériences presque indépendantes, fournissant deux ensembles de spectres de gammas.

Ces spectres présentent des bruits de fond élevés, dus surtout aux gammas provenant de la désintégration de pions neutres. Il a donc fallu éliminer soigneusement ce signal pour isoler toute raie nette d'émission de gammas ainsi dissimulée. Deux des raies observées dans l'expérience initiale sont confirmées; une raie antérieure est devenue moins distincte et d'autres raies ont commencé à apparaître.

Par rapport à l'étude précédente, les rendements sont plus faibles,

mais les expérimentateurs accordent une plus grande confiance à la nouvelle expérience. Sans être en parfaite santé, le baryonium est au moins toujours vivant! Ces résultats sont à la fois intéressants et encourageants, eu égard aux expériences qui commenceront cette année au CERN avec le nouvel anneau à antiprotons de faible énergie, le LEAR, idéalement adapté à l'étude de ces phénomènes.

Diffusion sous de grands angles

Deux types différents de comportement général peuvent être distingués dans la diffusion hadron-hadron. Dans les interactions « douces », dites périphériques, où les particules qui interagissent ne sont que légèrement déviées, on pense que la force est transmise par des échanges de « Regge ». En revanche, dans les collisions plus violentes qui produisent des déviations sous de grands angles, on suppose que l'interaction est due aux forces qui s'exercent entre les quarks dont sont constituées les particules.

Il devrait être possible, en principe, d'étudier la diffusion élastique hadron-hadron dans une large gamme de transferts d'impulsion (angle de diffusion) et d'observer le passage d'un type de comportement à un autre. Dans le passé, la diffusion élastique hadron-hadron a été étudiée de manière très approfondie dans la région périphérique. Mis à part quelques résultats à haute énergie, le volume de données recueillies sur les diffusions sous de grands angles pour les nombreux types de collisions hadron-hadron est resté jusqu'à présent très modeste.

Une étude de cette diffusion sous de grands angles a été faite dans une expérience d'une équipe Annecy-CERN-Copenhague-Gênes-Oslo-University College Londres, sur un faisceau de hadrons non séparé de haute énergie produit par le synchrotron à

protons de 400 GeV du CERN (SPS), et les résultats obtenus ont révélé certaines lacunes des théories.

La collaboration a déjà produit certains résultats intéressants sur les interactions d'antiprotons en cible fixe et a observé une structure riche, qui apparaît à un niveau d'énergie bien plus bas que dans le cas des interactions proton-proton (voir numéro de juillet/août 1981, page 246).

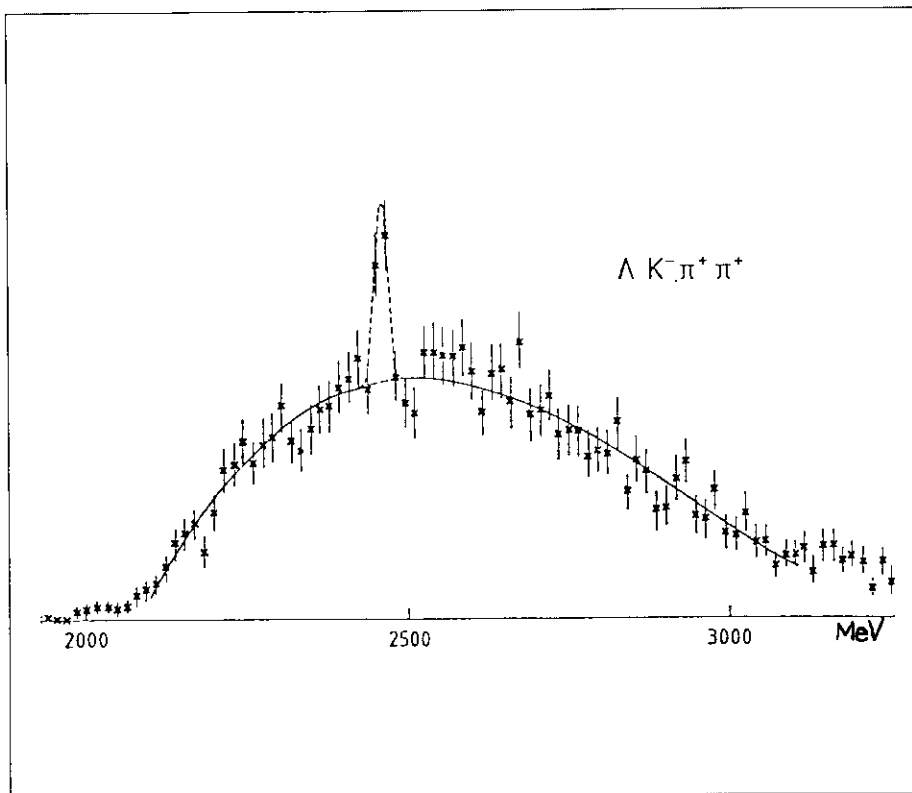
L'identification des particules était assurée par des compteurs Tchénkov différentiels (CEDARS), et d'autres instruments mesuraient les particules du faisceau et l'intensité de celui-ci.

L'intensité était un facteur important en raison de la rareté des réactions étudiées. Le faisceau secondaire du SPS comportait en moyenne 5×10^7 particules par impulsion. Un spectromètre vers l'aval à deux bras couvrait des angles de diffusion dans le centre de masse allant de 45° à 100° .

Afin de réduire au minimum le temps mort de l'appareillage, le déclencheur était organisé en trois niveaux dont chacun comportait un appareillage plus complexe que le précédent et possédait, par conséquent, un temps de décision plus long. Les données de l'hodoscope étaient fournies à six compteurs de coïncidences matriciels, rapides et programmables en vue d'une première sélection. Une logique matricielle supplémentaire procédait à des vérifications plus précises avant de transmettre les données à un microprocesseur câblé spécial.

On a analysé au total 38 millions d'événements déclencheurs dans des faisceaux de 20 GeV de charges négative et positive et un faisceau négatif de 30 GeV. La plupart des événements sélectionnés correspondent à une diffusion de protons et de pions positifs et négatifs sur la cible fixe. Quelques événements kaon ont été interceptés. Aucun événement antiproton n'a été observé dans ces conditions.

Les données ont été tout d'abord



Le spectre de masse obtenu dans une expérience au CERN, avec le faisceau d'hypérons du SPS, montre un pic bien net à 2,46 GeV. On l'interprète comme le signal d'un baryon porteur à la fois de charme et d'étrangeté; il correspond à 82 événements, contre 147 pour le bruit de fond.

(charme «évident») étaient les mésons D, D* et F et les baryons charmés sigma et lambda. Parmi ces particules, seul le méson F est de surcroît porteur du nombre quantique d'étrangeté: nul signe d'un baryon porteur à la fois de charme et d'étrangeté.

Cependant, la probabilité d'observer de telles particules devrait être meilleure à partir d'un faisceau d'hypéron (baryons déjà porteurs d'étrangeté). C'est l'expérience qu'a réalisée l'équipe Bristol / Genève / Heidelberg / Lausanne / Londres/Rutherford dans la zone d'expériences Ouest du super synchrotron à protons (SPS) du CERN.

Les hypérons (des sigmas de charge négative et de 135 GeV) étaient sélectionnés dans un faisceau secondaire du SPS par un compteur Tchénkov DISC (2×10^4 sigmas pour chaque giclée de 1,5 s contenant un million et demi de particules négatives) puis percutaient une cible de béryllium. Les produits de la réaction étaient mesurés par un spectromètre magnétique comportant des compteurs à fils et des chambres à dérive, ainsi que des compteurs Tchénkov à seuil pour l'identification des protons, des kaons et des pions (ce faisceau d'hypérons est maintenant démonté).

La recherche s'est portée vers les baryons lambda (identifiés par leurs modes de désintégration) produits en association avec des kaons négatifs et d'autres particules. Les états finals sélectionnés portent la combinaison de charge (positive) et

d'étrangeté (-2) qui résulterait de la désintégration d'un baryon étrange charmé. Ces nombres quantiques ne pourraient provenir de la désintégration d'un baryon formé de trois quarks légers (haut, bas, étrange).

L'étude initiale était concentrée sur les désintégrations produisant un lambda et un kaon négatif ainsi que deux pions positifs. D'autres états finals sont encore en cours d'analyse. Après une sélection rigoureuse et des tests pour éliminer des effets qui pourraient produire des signaux parasites, le spectre de masse des quatre particules présente à 2,46 GeV un pic étroit contenant 82 événements. On l'interprète comme la manifestation du baryon étrange charmé Λ_c , de charge positive.

Au cours de l'analyse de cette expérience, les données enregistrées sur 200 bandes magnétiques ont été transférées du CERN aux ordinateurs du Laboratoire Rutherford-Appleton (Royaume-Uni) à l'aide du satellite STELLA.

Le fantôme du baryonium

Pendant longtemps les états dits «baryonium» dans les réactions d'annihilation nucléon-antinucleon ont connu des heurs et malheurs selon les flux et reflux continus des statistiques expérimentales. Initialement, il existait des indices prometteurs mais graduellement les détec-

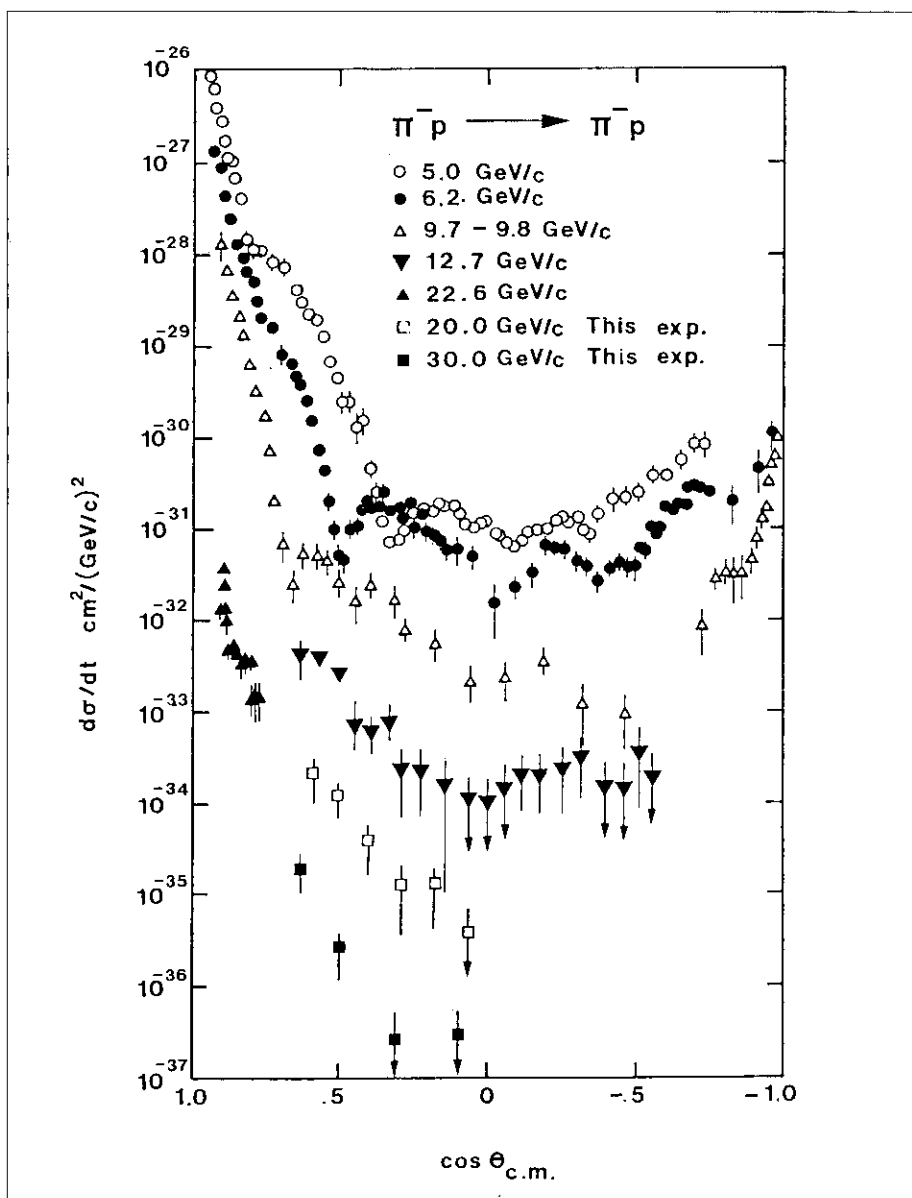
tions devinrent moins fréquentes et il a pu sembler que le baryonium allait retomber dans le cimetière des idées physiques intéressantes, mais sans objet.

Il est curieux de constater que la motivation initiale pour la recherche du baryonium résulte du manque de structure évident dans la voie nucléon-nucléon, pour laquelle le deuton est le seul état lié communément rencontré. Si l'on considère que cela est dû à une force fondamentalement répulsive entre deux nucléons, on peut alors penser qu'il existe une force attractive dans la voie «croisée» nucléon-antinucleon.

Des états candidats de baryonium ont été signalés dans une large gamme d'expériences, mais l'un après l'autre, ils ne se sont plus manifestés dans des recherches utilisant des échantillons de données plus importants. Des pince-sans-rire ont alors affirmé que le baryonium était remplacé par le baryonium (l'«enterbaryonium»).

La plupart des signaux initiaux pour les candidats de baryonium sont apparus sous la forme de résonances explicites nucléon-antinucleon. Une exception notable est fournie par un résultat dû à la collaboration Bâle/Karlsruhe/Stockholm, avec le synchrotron à protons de 28 GeV du CERN, le PS, lors de l'étude d'interactions d'antiprotons venant au repos dans une cible. Cette expérience recherchait (et découvrait) des indications sur les rayons gamma devant être produits si des protons et antiprotons quasi libres s'associaient pour former des états baryonium étroitement liés. Le spectre des gammas semblait assez prometteur, avec des indications en faveur de l'existence de trois états liés proton-antiproton, séparés et bien définis.

Afin de confirmer ces découvertes initiales, la collaboration (qui de plus comprend maintenant Strasbourg et Thessalonique) a entrepris de réaliser une nouvelle expérience au PS en utilisant un détecteur amélioré afin de repérer les rayons gamma émis avec



Diffusion élastique de pions de charge négative, comprenant de nouvelles données enregistrées par l'équipe Annecy-CERN-Copenhague-Gênes-Oslo-University College de Londres. Le comportement observé pour de grands angles de diffusion change rapidement avec l'énergie.

comparées au « modèle d'échange des constituants » qui suppose que les interactions s'établissent à partir de diffusions quark-quark. La dépendance angulaire de ce modèle est bien plus faible que le comportement observé, en particulier à l'énergie la plus élevée. Si l'on emploie les données pion-nucléon observées pour ajuster les paramètres du modèle, les prédictions pour la diffusion kaon-nucléon ne concordent plus du tout avec les données. En particulier, le rapport des données kaon aux données pion observées augmente avec l'énergie, alors que des arguments d'ordre dimensionnel suggèrent qu'il devrait être à peu près constant.

Les autres modèles suggérés pour ces interactions ne peuvent pas non plus expliquer la diminution relativement rapide du taux de diffusion en fonction de l'angle. La seule solution qui subsiste est d'apporter des retouches aux modèles.

Les résultats montrent que nous sommes encore loin de connaître

tout ce que recouvre le comportement de base de la diffusion des particules à haute énergie.

SIN Radiothérapie par pions

Les photons et les électrons sont employés depuis de nombreuses années pour l'irradiation des tumeurs cancéreuses chez l'homme et les neutrons ont été essayés pour la première fois au début des années quarante. De nos jours, on s'emploie activement à mettre en œuvre des techniques utilisant des protons et des ions lourds et les « fabriques » de mésons sont particulièrement bien adaptées à la production des pions négatifs, particules dont on pense que leurs propriétés conviendraient tout spécialement à cette application.

Ce sont les machines LAMPF et TRIUMF qui ont ouvert la voie à la radiothérapie par pions avec des faisceaux relativement simples ; dans les quelque cinq dernières années, environ 200 patients ont été traités au LAMPF. Ce programme a été arrêté pour différentes raisons, mais les travaux continuent au SIN et à TRIUMF. La machine TRIUMF, comme le LAMPF, utilise une ligne de faisceau semblable à une ligne classique, sur laquelle une série d'aimants dipolaires et quadrupolaires produit à partir d'une cible des pions pour l'irradiation des tumeurs. Au SIN en revanche, on a choisi une méthode plus complexe. Un ensemble supraconducteur, mis au point à l'Université de Stanford il y a une dizaine d'années, fournit 60 faisceaux de pions qui convergent en un point isocentrique pour irradier la tumeur. Cette technique présente deux avantages : l'angle solide de concentration des pions représente environ un stéradian, ce qui permet d'utiliser un faisceau de protons d'une intensité faible (20 μA) et il est possible d'adapter efficacement la dose à la tumeur, avec une détérioration minimum des tissus sains avoisinants.

L'équipement du SIN (le Piotron) a fourni ses premiers pions en juin 1980 et le premier patient a été traité en novembre de la même année. A la fin de 1982, on avait traité 39 tumeurs dont étaient atteints 34 patients, aussi bien des mélanomes (cancers de la peau) d'une épaisseur de l'ordre du centimètre que des tumeurs profondes abdominales ou pelviennes d'un litre ou plus.

Les résultats déjà obtenus concordent en tout cas avec ce qu'on attendait. Il n'a pas eu de cures miracles, mais toutes les tumeurs traitées ont régressé, parfois entièrement. Les effets secondaires sont restés jusqu'à présent inférieurs à ceux qu'aurait produit le traitement de ces tumeurs par les méthodes classiques. C'est ce qu'on pouvait attendre, car par rapport à ces méthodes, la technique employée épargne davantage les tissus sains avoisinants.

Nouvelles brèves

Manipulation au détecteur CLEO de Cornell. Les jumelles Joan et Jan Guida (Université de Rochester) vérifient l'appareillage électronique destiné au compteur de gerbe situé sur la corne polaire de l'aimant. On voit entre elles une partie du système assurant le transport de la corne polaire.

(Photo Cornell)

Personnalités

Le prestigieux prix Wolf de physique a été décerné cette année à Léon Lederman, du Laboratoire Fermi, et à Martin Perl, du SLAC. Par leurs importantes contributions à la découverte, respectivement de la particule upsilon et du lepton tau, ces deux éminents physiciens ont joué un grand rôle dans le développement du modèle quark-lepton avec lequel nous nous représentons actuellement la structure intime de la matière.

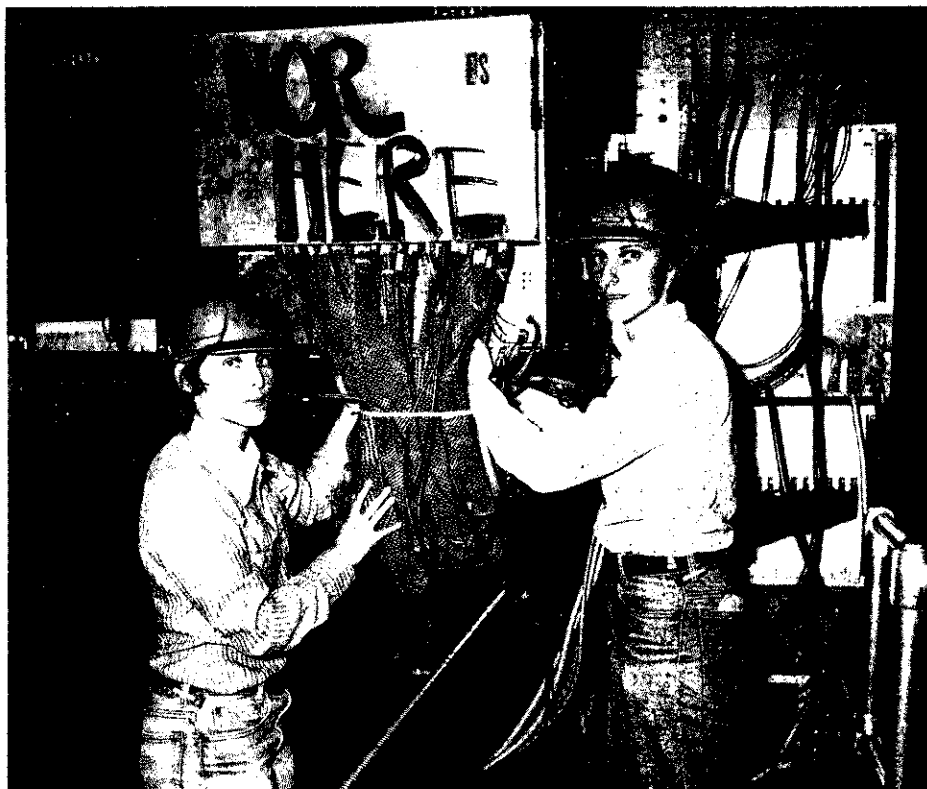
La plus récente conférence à la mémoire de Shulamit Goldhaber, un événement marquant qui a lieu chaque année à l'Université de Tel Aviv, a eu pour orateur le directeur général du CERN, Herwig Schopper. Ces conférences sont organisées depuis 1965, date à laquelle les collègues de Berkeley du regretté Shulamit Goldhaber ont créé une bourse à Tel Aviv pour un diplômé de l'Université en physique des particules. La liste des orateurs ayant participé au cours des années à ces conférences de Tel Aviv est impressionnante.

Gerson Goldhaber (Berkeley) a été élu membre étranger de l'Académie royale des Sciences de Suède, un honneur réservé jusqu'à maintenant à seulement 115 non suédois.

«Fortran Optimization», tel est le titre d'un nouvel ouvrage dû à Michael Metcalf (CERN), qui est publié par Academic Press dans le cadre d'une série d'études sur le traitement des données.

Le CERN à la TV britannique

A la fin de janvier, les téléspectateurs britanniques ont pu voir le film «The Geneva Event» (événement de Genève) réalisé par l'équipe BBC - Open University, en col-



laboration avec le CERN. Ce film relate l'histoire de la grande expérience UA1 avec le collisionneur proton-antiproton du CERN, le SPS. Les prises de vues ont commencé en 1979 peu de temps après le lancement de l'expérience; elles ont permis de suivre les progrès de la construction, l'installation, les essais, la saisie des données et la présentation des résultats initiaux.

Mésons B à Cornell

Comme nous l'avons annoncé dans le numéro de janvier/février (page 5), le groupe CLEO, qui effectue des recherches avec l'anneau électrons-positons CESR de Cornell, est parvenu à reconstituer des mésons B; il s'agit là de la première observation directe de particules indubitablement porteuses du nouveau nombre quantique «beauté fond».

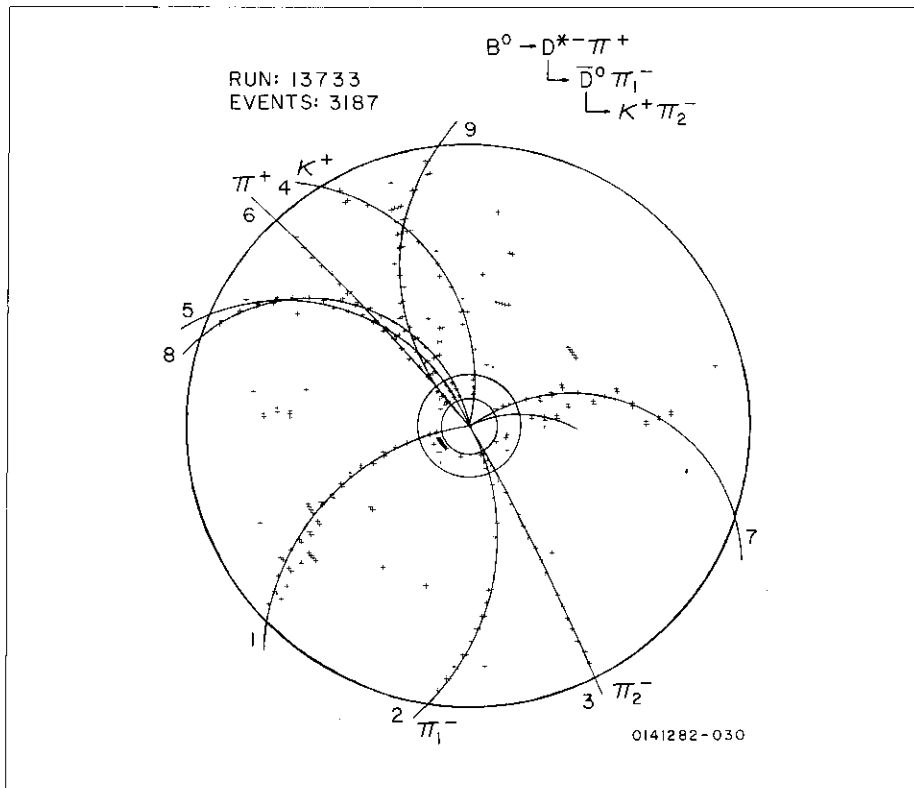
Ce résultat a été obtenu grâce

à des luminosités élevées pour des faisceaux électron-positon en collision et à l'exploitation de la machine dans une bande d'énergie de collision proche de la résonance du quatrième upsilon.

On considère que les upsilons sont des états liés de quarks et d'antiquarks porteurs de beauté, mais le niveau du quatrième upsilon (de l'ordre de 10,5 GeV) est le premier à avoir suffisamment d'énergie pour se désintégrer directement en mésons B.

Le groupe CLEO a remonté la trace des mésons B en effectuant une analyse détaillée de la suite de leurs désintégrations, dont une forte proportion faisait intervenir des particules charmées. Un examen minutieux des sources possibles de bruit de fond lui a permis de s'assurer que les signaux de mésons B étaient authentiques. Dès que les données sélectionnées ne correspondaient plus aux pics de la production de particules charmées, ou que l'énergie de collision

Événement typique enregistré par le détecteur CLEO auprès de l'anneau électron-positon CESR de Cornell; il montre la désintégration d'un méson B (beauté) neutre en un méson charmé D^* et un pion. Les traces et les impacts observés dans la chambre à dérive centrale et dans la chambre proportionnelle située autour du faisceau sont représentés sans qu'apparaissent les détecteurs périphériques, lesquels n'ont pas été utilisés dans la reconstitution de cet événement.



lière sera accordée aux perspectives qu'offrent les accélérateurs existants et en projet en matière d'expériences futures. Pour plus d'information, s'adresser à M^{me} Rae Greenberg, Physics Department, Building 510A, Brookhaven National Laboratory, Upton, New York 11973 USA.

L'école d'été de physique des universités écossaises se tiendra à Edimbourg du 31 juillet au 20 août. Elle portera cette année sur: «La physique statistique et la physique des particules, problèmes communs et techniques». L'école commencera immédiatement après la conférence STAT-PHYS, prévue du 25 au 29 juillet à Edimbourg. Pour des informations complémentaires, s'adresser au secrétaire de l'école: A. Walker, Department of Physics, University of Edinburgh, James Clerk Maxwell Building, King's Buildings, Mayfield Road, Edinburgh EH9 3JZ, UK.

se décalait par rapport au quatrième upsilon, le pic observé pour les mésons B disparaissait.

Ce pic correspond à une énergie de 5274 MeV, ce qui indique que le quatrième upsilon se situe à environ 30 MeV au-dessus du seuil de désintégration en deux mésons B.

En principe, il devrait y avoir les deux variétés (charmée et ordinaire) de mésons B mais, avec l'actuel échantillon de données, la partition n'est pas encore visible.

Réunions

La Conférence sur «l'informatique dans la construction et l'exploitation des accélérateurs», patronnée par la Société européenne de physique, qui selon les prévisions initiales devait se tenir à Varsovie en septembre 1982 aura lieu à Berlin-Ouest du 20 au 23 septembre 1983. Les textes seront regroupés dans les rubriques suivantes: étude

des accélérateurs, commande numérique des accélérateurs et exploitation. Des aspects du traitement des données seront également abordés. La Conférence sera présidée par le professeur R. Zelazny, INR, Otwock (Pologne). Le comité d'organisation local est présidé par M. W. Busse, HMI, Berlin. Pour plus d'informations, s'adresser à M^{me} G. Liar de Martin, Institut Hahn-Meitner-Berlin, Postfach 39 01 28, D-1000 Berlin 39, Allemagne fédérale.

La troisième Conférence internationale sur les collisions noyau-noyau ultra-relativiste se tiendra du 26 au 29 septembre à Brookhaven. Les spécialistes en physique nucléaire et en physique des hautes énergies y examineront les progrès récents accomplis dans le domaine de la théorie et des expériences sur la formation de nouveaux états de la matière à la suite des collisions noyau-noyau aux très hautes énergies. Une importance particu-

La première conférence de physique Asie-Pacifique se tiendra à Singapour du 12 au 18 juin; les thèmes couvrent la physique des hautes énergies et la physique nucléaire. La conférence est organisée sous le patronage de l'Université nationale de Singapour, l'Institut de physique de Singapour, la Société de physique du Japon, l'Association de physique théorique de l'Asie du sud-est et le Centre international de physique théorique de Trieste. Pour des informations complémentaires, s'adresser au Président de la Conférence, Department of Physics, National University of Singapore, Kent Ridge, Singapore 0511.

Du 23 au 25 juin prochain, un colloque sur les chambres à projection temporelle (TPC) et les expériences les utilisant se tiendra au Laboratoire TRIUMF, à Vancouver (Canada). Pour toute information, contacter les vice-présidents E. P. Hincks (Physics Dept., Carleton

University, Ottawa, Canada, K1S 5B6) ou J. A. Macdonald (TRIUMF, UBC Campus, Canada, V6T 2A3).

Le premier colloque CERN-ESO (Organisation européenne pour des recherches astronomiques dans l'hémisphère austral) se tiendra au CERN du 21 au 25 novembre. Sujet: Structure à grande échelle de l'Univers, cosmologie et physique fondamentale. Le Comité scientifique d'organisation se compose de G. Setti (ESO) et L. Van Hove (CERN), (vice-présidents), J. Audouze, J. Ehlers, E. Fiorini, H. van der Laan, D. Nanopoulos, M. J. Rees, D. N. Schramm, D. W. Sciama et de G. Tammann. Le nombre des participants à ce colloque sera limité approximativement à 150.

Retombée de l'instrumentation en physique des particules

Lors de la séance de clôture du 3^e Congrès mondial de médecine nucléaire à Paris (août 1982), l'Association nationale des ingénieurs des établissements hospitaliers publics (France) a attribué les prix de son concours sur la mise au point de nouvelles techniques en médecine nucléaire. Les critères retenus pour choisir entre les vingt projets remis ont été l'originalité du sujet et son impact sur l'évolution de la technique.

Un prix a été attribué à une collaboration française regroupant des chercheurs et ingénieurs de trois laboratoires: Françoise Sous-saline (du Service hospitalier Frédéric-Joliot, CEA), Hoan Nguyen Ngoc et Jack Jeanjean (du groupe d'application du Laboratoire de l'accélérateur linéaire d'Orsay) et de Lazhar Hadjeris, Roland Marbot, Philippe Miné et Hoang Xuan Thong (du Laboratoire de physique des hautes énergies de l'Ecole polytechnique, à Palaiseau). En partant d'un micro-ordinateur bipo-

Un colloque pour marquer le soixantième anniversaire du théoricien Rudolf Haag (photo) s'est récemment tenu à l'Institut de physique théorique de l'Université de Hambourg



En bas:

Le Gouverneur de l'Illinois, Jim Thompson, s'est rendu récemment au Laboratoire Fermi où il a annoncé la création d'une Commission du Gouverneur pour la science et la technologie avancée. La Commission comprend 31 membres, dont Léon Lederman et Frank Cole, du Laboratoire Fermi, et Walter Massey, d'Argonne.

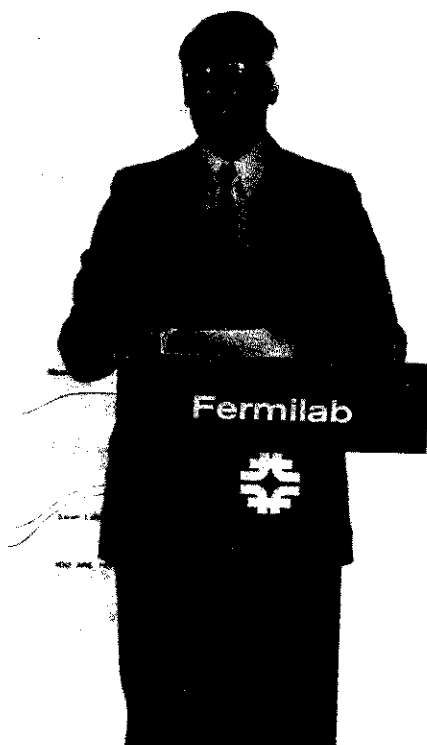
(Photo Laboratoire Fermi)

laire rapide mis au point pour des besoins en physique des particules, cette équipe a réalisé un système de correction en ligne des défauts de linéarité géométrique et d'uniformité des images scintigraphiques fournies par les gamma-caméras.

L'utilisation d'un tel système permet l'amélioration du diagnostic due à la suppression des artéfacts d'images et elle autorise des évaluations quantitatives de fixations de substances radioactives.

Ecole sur les accélérateurs du CERN

Le CERN est en train de créer une Ecole sur les accélérateurs qui aura pour mission continue, en étroite collaboration avec des institutions des Etats membres, de promouvoir la transmission des connaissances dans le domaine des accélérateurs de particules. Citons pour exemple quelques projets d'activités: organisation de cours de science et de technologie des accélérateurs au niveau du troisième cycle, aide aux universités pour trouver des maîtres de conférences chargés d'assurer des cours de base de physique des accélérateurs, coordination des activités de supervision des recherches en vue de thèses sur des sujets se rapportant aux accélérateurs, en collaboration avec des universités, organisation de conférences et encouragement d'études sur les techniques de pointe et les techniques novatrices concernant les accélérateurs. L'organisation de l'Ecole en est au stade initial; elle est placée sous la direction de Kjell Johnsen, du CERN (1211 Genève 23, Suisse), qui serait heureux de recevoir des observations constructives concernant le rôle proposé de l'Ecole. D'autres informations relatives aux activités de l'Ecole seront publiées dans le COURRIER CERN au fur et à mesure de la réalisation du projet.



Partout où l'œil
ne peut accéder...

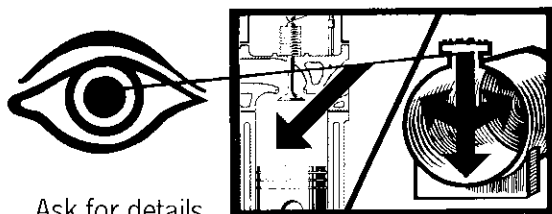
Endoscopes flexibles à fibres de verre

pour l'inspection directe de corps creux
non accessibles aux yeux. Ø 3-14 m,
longueurs utiles 0,5-12 m. Eclairage
de l'objet par lumière halogène intégrée.
Alimentation par pile et secteur.



For optical
interior inspections...

boroscopes, fiberscopes.



Ask for details.

TECHNOKONTROLL AG
8049 Zürich, Imbisbühlstr.144 Telefon 01 56 56 33

Alignment Engineer

The Stanford Linear Accelerator Center (SLAC) seeks an engineer with a post graduate degree to work on the many challenging alignment problems in the construction of the Stanford Linear Collider (SLC), the upkeep and improvement of the existing accelerator systems and the design and maintenance of physics detectors.

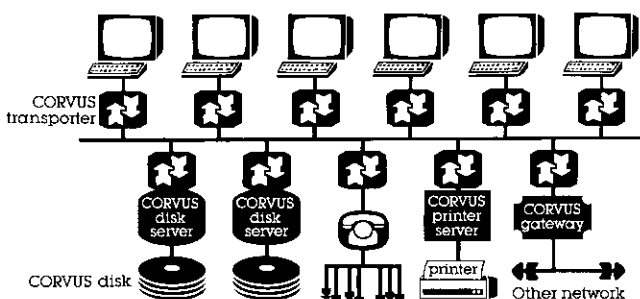
The foremost immediate task will be the conceptual design and technical implementation of the SLC alignment system in collaboration with a PhD physicist. Tolerances to be met are typically in the several part-per-million region.

The applicant's educational background should be in geodesy, metrology, surveying, or in another closely related field with emphasis on geodesy. Knowledge in computing and statistics is required.

This is a career position. Salary will be commensurate with education and experience. Please direct resumes or inquires to the SLAC Employment Office c/o Joan Minor, Stanford Linear Accelerator Center, P.O. Box 4349, Stanford, California 94305 U.S.A. An equal opportunity employer.

SLAC Stanford
Linear
Accelerator
Center

RÉSEAU LOCAL DE COMMUNICATION ENTRE ORDINATEURS CORVUS OMNINET



Ce réseau de communication entre ordinateurs et disques convient particulièrement pour des liaisons décentralisées à l'intérieur d'entreprises. Il est très peu coûteux à l'installation et offre toutes les protections nécessaires. A chaque ordinateur est connecté une unité de liaison appelée «Transporter» et «Disk Server» pour le disque dur. Le logiciel «Constellation» permet à plusieurs types différents d'ordinateurs d'être reliés au réseau.

Pour Apple II, IBM PC, CBM, Tandy etc. par simple liaison bifilaire RS 422 à la vitesse de 1 MBit/sec. jusqu'à 1300 m.

Data Rate 1 MBits/sec.
Distance 1300 mètres
Unités jusqu'à 64
Message jusqu'à 2 KB
Liaison RS 422 bifilaire torsadé

Cosendai Computer Products SA

En Budron C



Tél. 021 / 33 35 31

CH-1052 Le Mont-sur-Lausanne

UNIVERSITY OF OXFORD

Department of Nuclear Physics

Research Assistants in High Energy Physics

The Department of Nuclear Physics expects to make two appointments to positions on the Research Assistant (RAIA) scale. The appointees will be expected to take part in construction, running and physics analysis of experiments. The present accelerator-based research programme includes e^+e^- experiments at DESY and eventually LEP; the EMC, EHS and BEBC neutrino experiments at the CERN SPS; and a neutrino experiment at the Tevatron. Non-accelerator experiments include the Soudan 2 project on proton decay and one on the detection of solar neutrinos. In making appointments, preference would be given to EHS and to BEBC/Tevatron neutrino experiments.

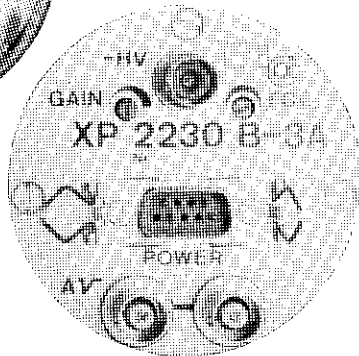
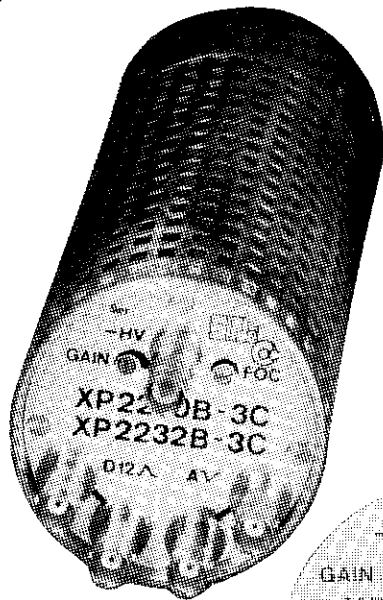
The appointments are for 3 years in the first instance, with possible extension to 5 years maximum. Salary is on an age related scale of 6375 £ per annum at age 24 rising by annual increments of 410 £. Membership of the USS pension scheme is obligatory and involves 6.25 per cent salary contribution from the member and 12 per cent from the University.

Applicants should have experience in the field of experimental high energy physics. Applications including curriculum vitae and names of 2 referees should be sent to

Professor D.H. PERKINS,
Department of Nuclear Physics,
Keble Road,
OXFORD / OX1 3RH / England,

by March 31, 1983.

PHOTOMULTIPLIER BASES



FOR FAST COUNTING APPLICATIONS

- XP 2230B-3C** For counting scintillators or long decay time at counting rates up to 70MHz. This PM is also designed for XP 2262B as well. Gain adjustable 1 : 100.
- XP 2232B-3C** For counting scintillators or long decay time at counting rates up to 70MHz. This PM is also designed for XP 2262B as well. Gain adjustable 1 : 100.
- XP 2020-3C** For scintillators with long decay time and plastic scintillators at counting rates up to 100MHz. Gain adjustable 1 : 100.
- XP 2020-3A** For plastic scintillators at high counting rates up to 125MHz. Gain adjustable 1 : 100. Build-in x10 Amplifier and Filter.
- XP 2230B-3A** For ultra-high speed applications up to 150MHz. Build-in x10 Amplifier and 100 Ohm Filter for best timing resolution.

ORBIT CONTROLS AG

Zürcherstrasse 20
CH-8952 SCHLIEREN

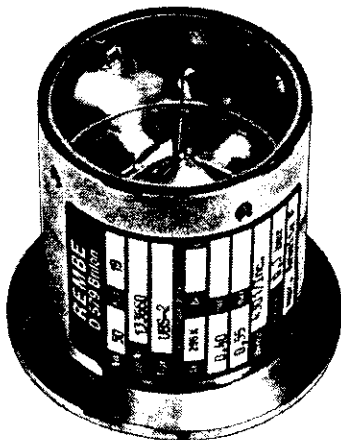
Tel.: (01) 730-2753
Tx.: 59834 orbit ch

Manufactured in licence agreement with 
Swiss Institute for Nuclear Research - Villigen

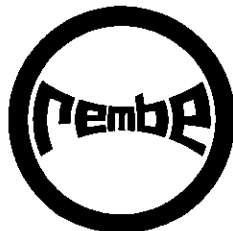


Bursting discs

for over- and underpressure protection



- also in micro-welded construction
- with He leakage test
- all kind of connections incl. KF and CF flanges
- wide material selection



Rembe Meß- und Regeltechnik GmbH

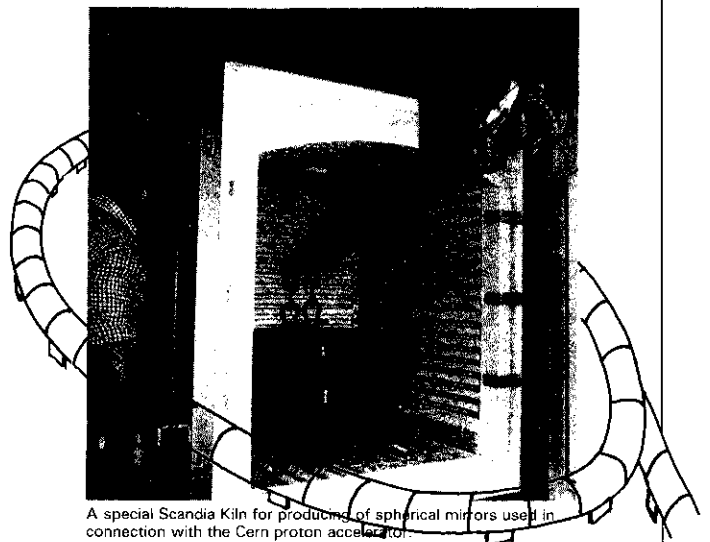
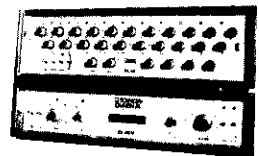
Postfach 1203
5790 Brilon
W-Germany
Telefon (02961) 2071
Telex 84604

10



SCANDIA- OVNEN AS

Ryevang 6 DK-3450 Allerød
Denmark / Tel (02) 27 40 04



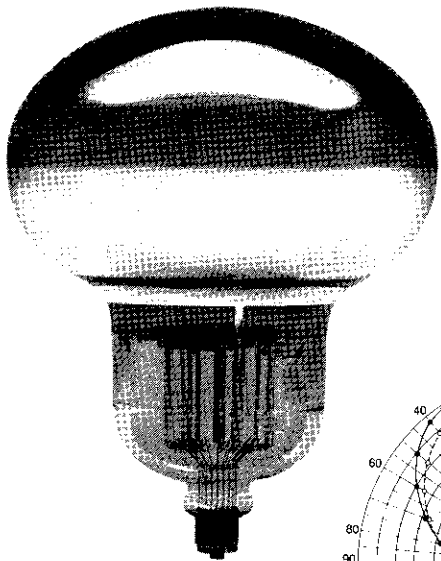
A special Scandia Kiln for producing of spherical mirrors used in connection with the Cern proton accelerator.

Advanced

- Electric & Gas-fired kilns
- Control panel systems
- Temperature-range: 500-1800°C

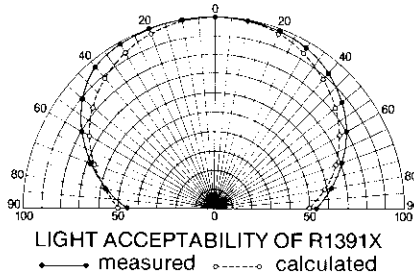
Send your inquiries or special demands to
SCANDIAOVNEN A/S
(delivered more than 19000 kilns)

NEW precision photomultiplier tubes for high energy physics

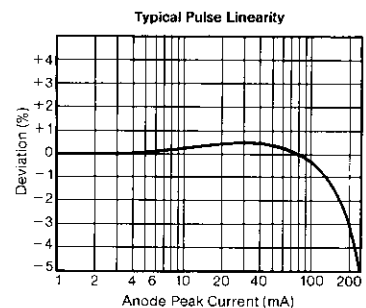
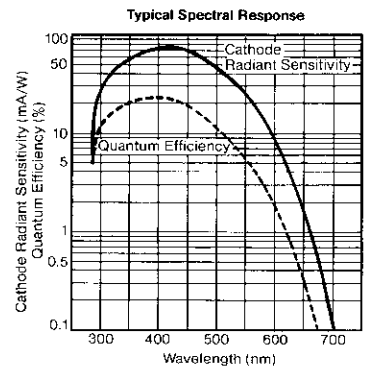


HEMISPHERICAL PMT's — 1/2" to 20" DIAMETER. These PMT's provide good quantum efficiency, cathode uniformity timing characteristics and light acceptance significantly greater than 2π solid angle. The cost per unit of cathode area is very economical, approximately \$0.50 per cm² on large tubes.

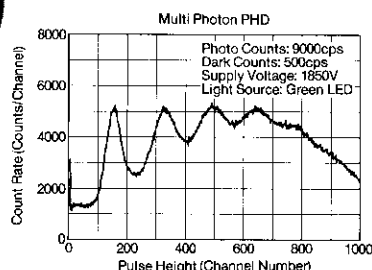
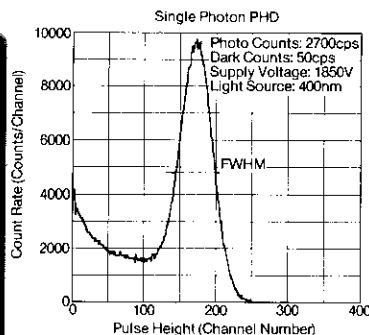
ANGLE (Degrees)



R1246X-Fast Response 1.6ns Rise Time PMT. Bialkali 2", 14 stages Sb-Cs head-on photo-multiplier tube for high energy physics. Spectral response 300-700nm.

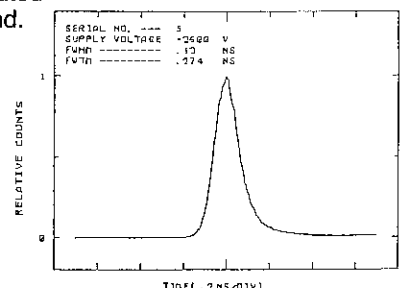
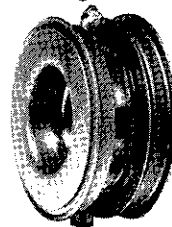


R1262 — A GaAsP high gain first dinode PMT capable of excellent single and multi-photon discrimination.



R1635 — Compact 10mm PMT. Uses 35% of the cubic space required by a 1/2" tube. Fast response, good coincident timing, excellent for low light level detection where space is limited.

R1564X — Proximity Microchannel Plate PMT. For use in high magnetic field environments requiring magnetic field immunity and high speed response such as in hodoscopes and for decay time fluorescence measurement. The R1564 provides 200 pico-second rise time plus excellent gain stability to 10⁻¹ coulomb accumulated charge and beyond.



Take advantage of Hamamatsu's state-of-the-art hemispherical photomultiplier tubes for precise detection of Cerenkov light in proton decay or neutrino-type experiments. Use our more traditional end-on PMT's in calorimeter, hodoscope and plasma applications.

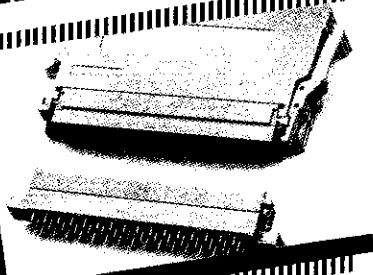
CALL OR WRITE FOR LITERATURE

HAMAMATSU

HAMAMATSU CORPORATION • 420 SOUTH AVENUE • MIDDLESEX, NEW JERSEY 08846 • PHONE: (201) 469-6840
International Offices in Major Countries of Europe and Asia.



DIN 41 612 de Harting...



B, C, D, E, F, H et M – Profitez de ces nombreuses versions. Qualité supérieure (VG 95 324) pour toutes les sortes de raccordements courants. De plus, des capots pour prises et éléments spéciaux de Harting, permettent au constructeur une conception optimale d'appareils.

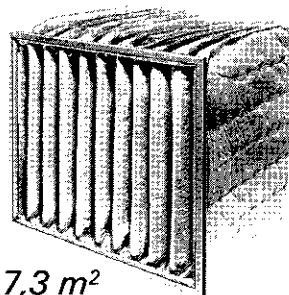
**POUR TOUTES
CONNEXIONS SANS POINT
FAIBLE**

HARTING ELEKTRONIK SA

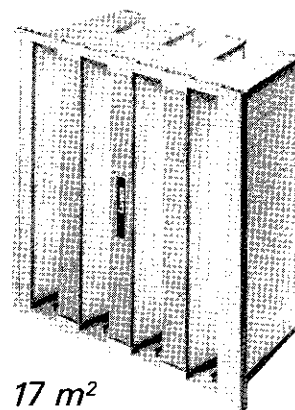
Eschenstrasse 2
8603 Schwerzenbach
tél. 01-825 51 51
télex 54 340

HC-P

Economisez! Filtrez avec le filtre Luwa à poussière fine type FP. Ses 17 m² de surface filtrante garantissent une plus longue durée de vie.



7,3 m²



17 m²

Succursales, licenciés et représentations dans plus de 60 pays.

Luwa

Luwa SA

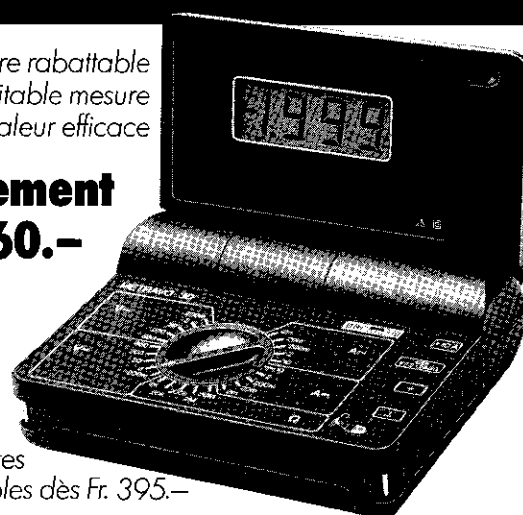
Filtres + Equipement de Protection

Kanalstrasse 5, 8152 Glattbrugg, Téléphone 01/810 10 10

V, A, Ω : MULTIMÈTRE 2032

Multimètre rabattable
avec véritable mesure
de la valeur efficace

**seulement
Fr. 560.-**
(sans ICHA)



Autres
multimètres
rabattables dès Fr. 395.-

Les points positifs du M 2032:
Mains libres pour la mesure ● Angle de lecture toujours optimal ● Gamme supplémentaire de 200 Ohm ● Test des diodes ● Ronfleur de transition ● Mesures DC 2000h

METRAWATT AG für Messapparate

Felsenrainstrasse 1 · CH-8052 Zürich · Tel. 01-302 35 35

LARGE CALORIMETERS?

XP2008 and XP2012 contribute in UA1 and UA2 $\bar{p}p$ CERN experiments with

A complete range of modern PMTs for industry and physics

PMT	cathode		number of stages	stability		pulse linearity (mA)	resolution ^{137}Cs (%)
	ϕ (mm)	type		16h/0,3 μA (%)	1-0,1 μA (%)		
XP2008	32	super A	10	1	1	200	8
XP2012	32	bialkali	10	1	1	200	7,2
XP2202	44	bialkali	10	1	1	200	7,4
XP2212	44	bialkali	12	1	1	250	7,5
XP2030	70	bialkali	10VB	0,5	0,8	40*)	7,2
XP2050	110	bialkali	10VB	1	1	40*)	7,5

*) with a specially tailored bleeder

Matching the BBQ emission spectrum (BBQity), these PMTs

meet the most critical parameter for system resolution: GAIN STABILITY.

We've set the standard for over 20 years

Stability
Linearity
BBQity
Consistency
Resolution
Economy

Philips Industries,
Electronic Components
and Materials Division,
Eindhoven, The Netherlands



Electronic
Components
and Materials

PHILIPS



14%-THAT'S HOW MUCH OF THE ELECTRICITY USED IN BRITAIN'S HOMES IS NUCLEAR GENERATED

Everything connected to the electricity supply in Britain uses nuclear energy.

That is because about 14% of Britain's electricity is generated by nuclear power—and the amount is growing.

BNFL makes the fuel for all this power and also provides nuclear fuel cycle services worldwide.

Its uranium conversion technology has been licensed by major nuclear fuel manufacturers in the USA and Europe.

British Nuclear Fuels Limited,
Risley, Warrington, England WA3 6AS

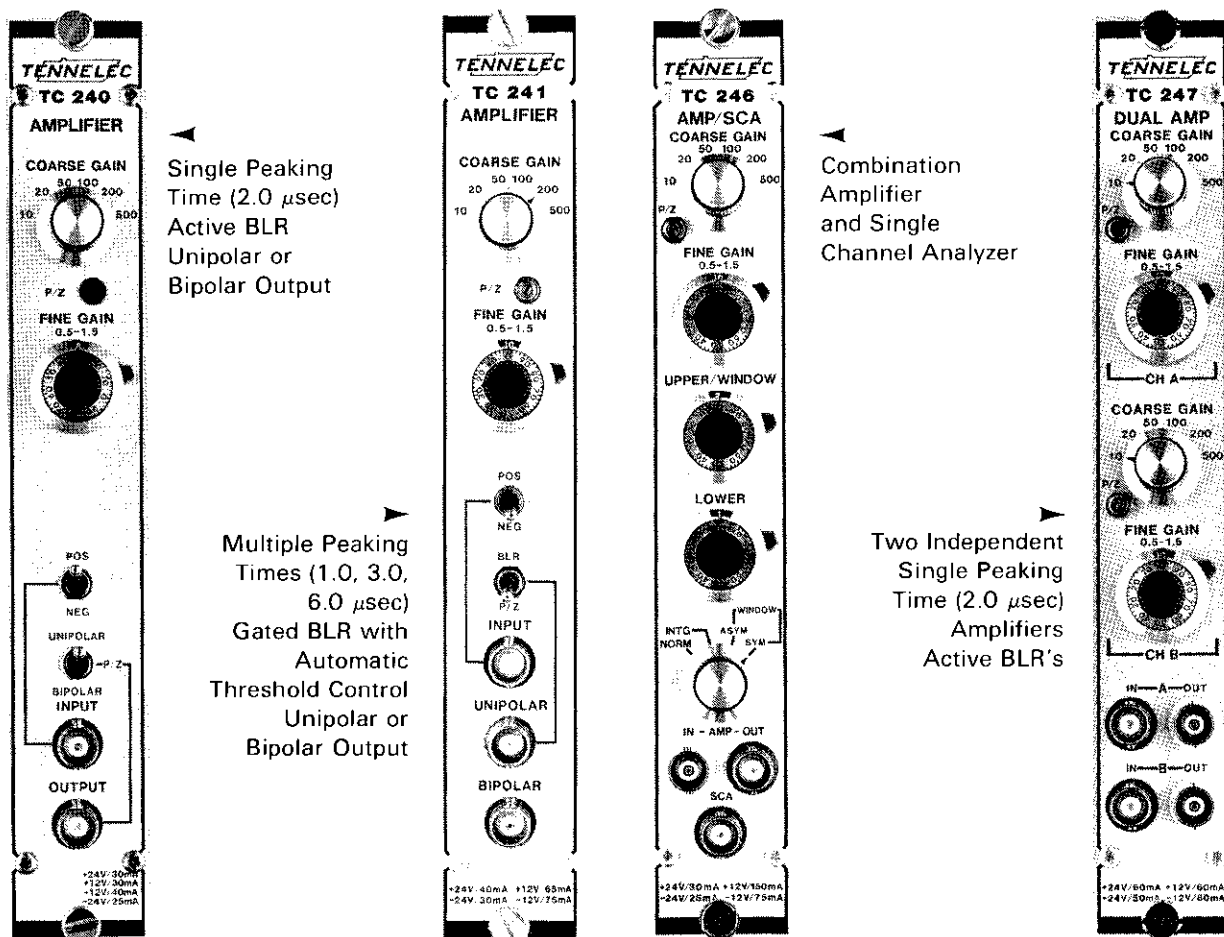


-at the heart of nuclear power

TENNELEC

REPORTS

Uncommon Amplifiers with a Common Denominator



- Noise < 5 μ V
- Four Active Integrator Stages
- High Count Rate Capability
- Excellent DC Stability
- Nim-Standard Single Width Module

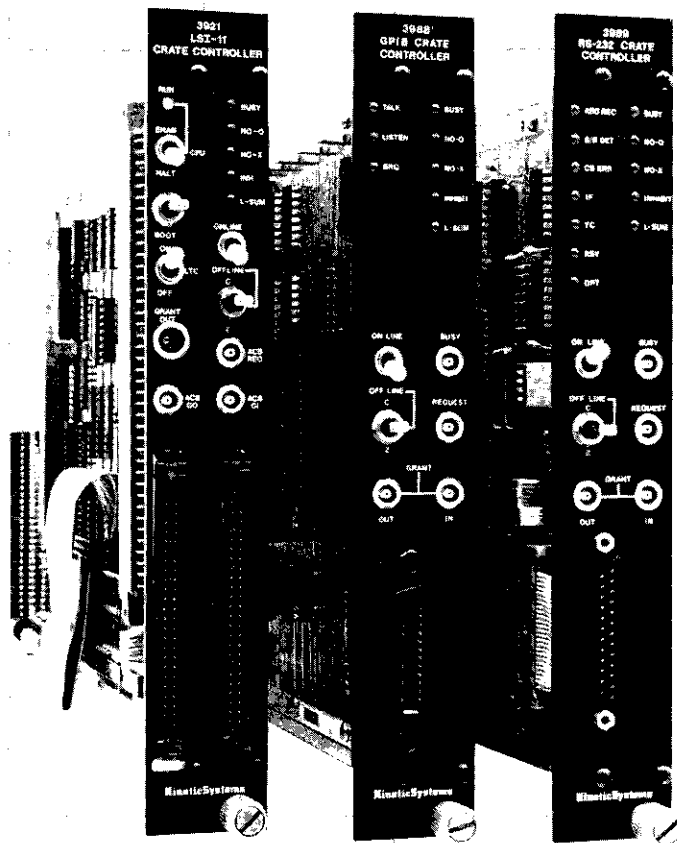
TENNELEC
INC.

601 Turnpike, Oak Ridge, Tennessee 37830
USA
Telephone 615-483-8405 / TWX 810-572-1018

Platanenstrasse 178, D-8028 Taufkirchen
West Germany
Telephone 089/612 4010

Meeting your
CAMAC needs

3 New Crate Controllers



Contact us
for more information

KINETICSYSTEMS

3921

LSI-11 CRATE CONTROLLER

Houses an LSI-11/2, LSI-11/23, or SBC-11/21 DEC processor for stand-alone or auxiliary controller applications

- Features -

- Combined crate controller and processor
- Full LSI-11 bus compatibility
- 22-bit addressing capability
- Full software support
- Four I/O-mapped registers for all CAMAC operations
- Expandable via front panel LSI-11 bus
- Stand-alone or auxiliary controller
- Real-time clock

3988

GPIB CRATE CONTROLLER

Provides for CAMAC I/O in a GPIB-controlled system

- Features -

- Complete CAMAC/GPIB interface
- Full GPIB (IEEE-488) capability
- Single data transfers
- Q-scan and Q-stop block data transfers
- GPIB service request capability
- Switch-selectable talk/listen address
- Main or auxiliary crate controller
- Auxiliary controller support

3989

RS-232 CRATE CONTROLLER

Allows a CAMAC crate to be driven from a computer serial port, modem, CRT terminal, or other RS-232-compatible device

- Features -

- Computer independent
- Strap-selectable for RS-422
- User-selectable Baud rate and data format
- Main or auxiliary crate controller
- Auxiliary controller support
- Data link control signals
- Multidrop signalling compatibility
- Q-scan and Q-stop block data transfers
- PROM-based software
- Manual crate controller capability

U.S.A.

11 Maryknoll Drive
Lockport, IL 60441
Phone: (815) 838 0005
TWX: 910 638 2831

Pacific Northwest Office

P.O. Box 4221
Fremont, CA 94539
Phone: (415) 490 8544

Western Region Office

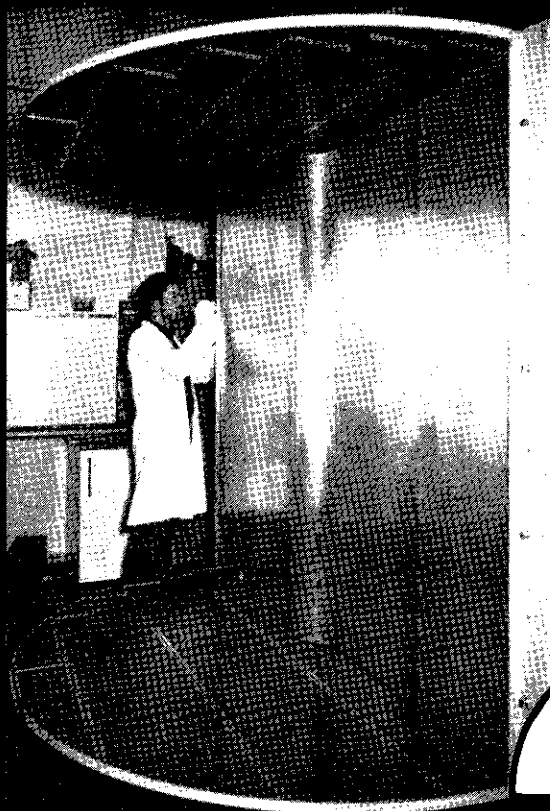
4234 Fairlands Drive
Pleasanton, CA 94566
Phone: (415) 829 9020
TWX: 910 389 6898

Europe (Service)

3 Chemin de Tavernay
1218 Geneva, Switzerland
Phone: (022) 98 44 45
Telex: 28 96 22

Europe (Marketing)

Gewerbstrasse 13
CH-4528 Zuchwil, Switzerland
Phone: (065) 25 29 25
Telex: 34 94 95



Nous offrons le savoir-faire
allié à une sécurité qui s'installe
simplement.



Demi-griffe en sandwich pour l'expérience CERN UA.1

fabriquer en type
de construction mixte.

Demandez notre documentation.
Monsieur H. Mauch sera heureux
de vous conseiller personnellement.

Le choix que nous offrons est
le résultat de 25 ans de savoir-
faire et de succès international
couplés à une collaboration
fructueuse avec des spécialistes.

Stesalit AG
Kunststoffwerk

CH-4249 Zullwil/SO
Telefon 061/80 06 01, Telex 63182

W&P

New!

Analog light-guide transmission

Rated and actual values (2 channels); Resolution
and stability 1×10^{-4} ; Option 5×10^{-5} ; V24 inter-
section.

A/D converter offset: type $10 \mu\text{V}$; Transmission:
serial, 9600 baud; Analog limit frequency:
1-channel 8 Hz, 2-channel 4 Hz.

Constant-output power supply units

E.g.: 0 - 3 kV d.c., 0 - 200 mA, 0 - 100 W;
Stability 1×10^{-4} .

H.v. capacitor chargers

for sawtooth operation up to 100 kV. Power up
to 20,000 Joules/s; Charging rate up to 200 Hz.

Cassette power supply units

18 types, 100 V to 30 kV.
Output power 30 and 60 W.
Stability and ripple 10^{-3} , Option 10^{-5} .

Plug-in modules

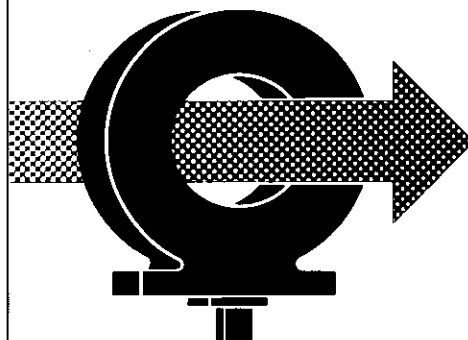
30 and 60 W up to 30 kV; Stability 1×10^{-3} .

H.v. plug connectors

Coaxial up to 300 kV d.c. with cable.

HEINZINGER
Regel-und Meßtechnik

Happinger Str. 71
8200 Rosenheim
Tel.: 080 31/6 41 41
Telex: 05 25 777



PEARSON

Wide Band, Precision

Current Monitor

With a Pearson current monitor and an oscilloscope you can
make precise amplitude and waveshape measurement of ac
and pulse currents from milliamperes to kiloamperes.
Currents can be measured in any conductor or beam of
charged particles, including those at very high voltage levels.

A typical model gives an amplitude accuracy of $+1\%$, -0% ,
20 nanosecond rise time, droop of 0.5% per millisecond, and
a 3 db bandwidth of 1 Hz to 35 MHz. Other models feature 2
nanosecond rise time, or a droop as low as 1% per second.

Contact us and we will send you engineering data.

PEARSON ELECTRONICS, INC.

1860 Embarcadero Road, Palo Alto, Calif. 94303, U.S.A.
Telephone (415) 494-6444 Telex 171-412

Let us introduce our last 9 months developments:

CAMAC Units:

High energy physics:

IG	1210	16bit NIM input gate
LC	5170	NIM to ECL single-width low cost converter
LC	5171	ECL to NIM single-width low cost converter
MUSIC	5151	Multiplicity super logic (CERN specs)
ECDIS	5311	ECL/MBNIM fast trigger display
ADC	1610	8192ch. 200MHz spectroscopy ADC (IPN Orsay specs.)
HM	2161*	16K 32bit 1MHz histogramming memory
DPM	2162*	16K 16bit true dual port memory
ACC	2160	167ns TMS 99000 based fast processor
ACC	2180*	200ns DEC J-11*(PDP 11/70 power) fast processor

* DEC, PDP, J-11 are trademarks of Digital Equipment Corp.

Process control:

TMS	99000-based systems where the maximum speed is required
DEC	J-11* based systems offering software portability between host and targets.

Each system includes ACCs, crate controllers, high speed static RAM memory extensions, EPROM memory extensions, and peripheral interfaces

IOR	1420	general purpose input/output register
PLG	2113	Programmable LAM grader
WCTR	2131	Winchester disk controller
WIN	2130	5 MByte Winchester disk
BHT	2330	Branch highway terminator plug (no slot required)

* units under development

Eurocard units:

The CES line of Eurocard based processors are designed to complement the CAMAC processors as low cost front-end extensions. They use the standard G-64 bus and complement the GESPAC line of processors by adding the Texas Instruments family to the other 8 and 16 bit processors already available in this standard.

GESMPU-4A	68000 8MHz CPU, 64 Kbyte EPROM, 16 Kbyte RAM, 1 RS232C port, 3 interval timers.
CESMPU-9	9995 12 MHz CPU, 64 Kbyte EPROM, 16Kbyte RAM, 2 RS232C ports, 3 interval timers.
CESMPU-10	99105 24 MHz CPU, 64K byte EPROM, 16Kbyte RAM, 1 RS232C port, 1 interval timer.

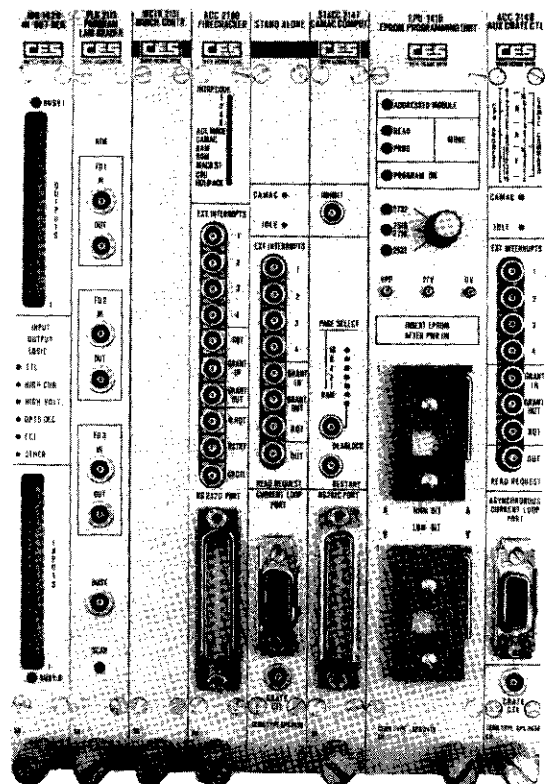
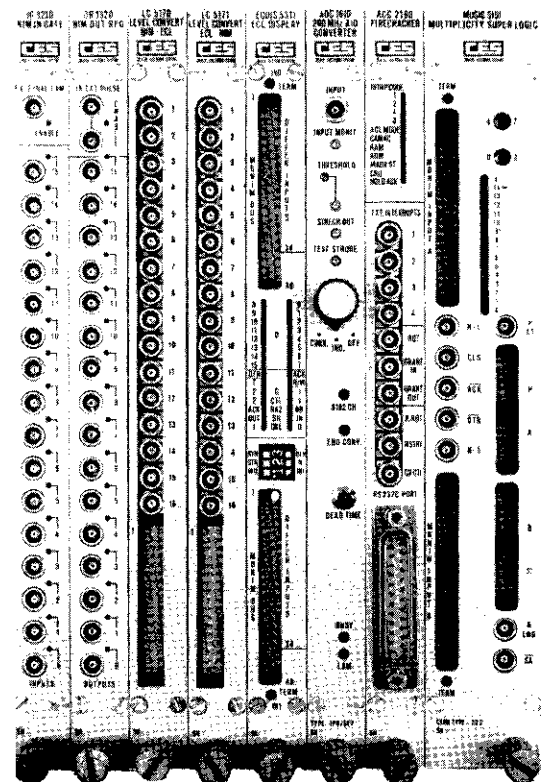
Contact either CES or GESPAC for the Eurocard units.

At CES, tomorrow's systems are available NOW

For more information contact us, or your local CES representative:

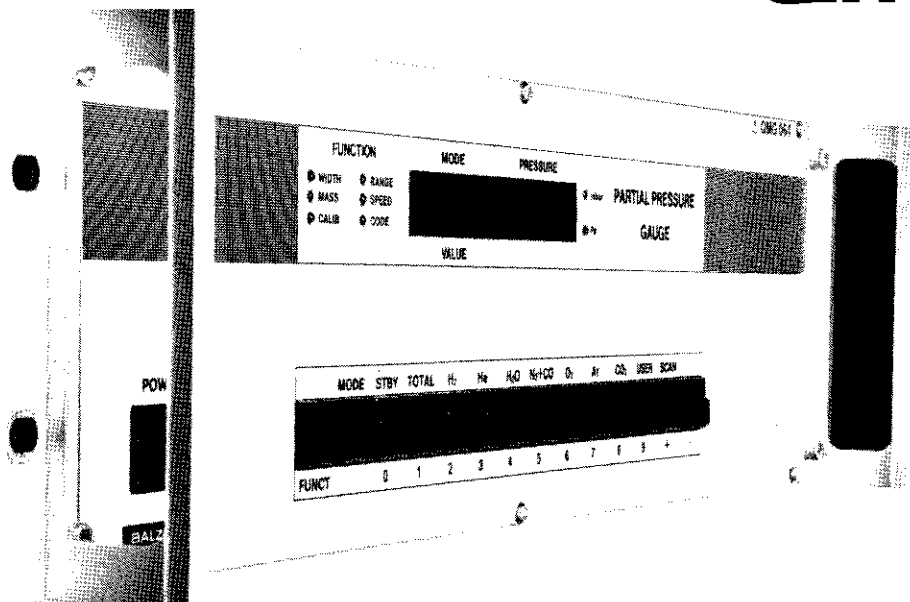
70, route du Pont-Butin Case Postale 122 1213 Petit-Lancy 1 Switzerland
Tel: (022) 92 57 45 Telex: 421320 CES-CH

Belgium:	Canberra Positronika	Tel: (54) 321611	Netherlands:	Canberra Positronika	Tel: (040) 416355
North America:	SCA Control Vancouver	Tel: (604) 7387784	Japan:	Toyo Corp.	Tel: (03) 2790771
France:	AB+B	Tel: (76) 905540	North Germany:	PCP	Tel: (040) 802046
South Germany:	Silena	Tel: (0640) 554021			



CES
CREATIVE ELECTRONIC SYSTEMS

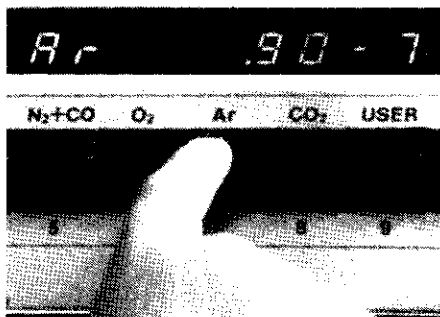
The «intelligent» vacuum gauge QMG 064



The new vacuum gauge QMG 064 gives you a choice of

- total pressure measurement
- up to 8 partial pressures
- spectra in the 1 to 64 amu range

with the display in either milibar or Pas-



cal. The QMG 064 represents the new generation of vacuum gauges with integrated microprocessor which offers the user an ease of operation hardly imaginable a few years ago.

Balzers programs seven of the eight channels for the following gases: H₂, He, H₂O, N₂ + CO, O₂, Ar and CO₂. Simply by pushing a button the vacuum technologist can leave the interpretation of significant gas components to the fast and reliable partial pressure gauge.

BALZERS

Balzers Aktiengesellschaft
FL-9496 Balzers
Fürstentum Liechtenstein
Tel (075) 4 4111

Balzers Hochvakuum AG
Stampfenbachstrasse 48
CH-8035 Zürich
Tel (01) 363 32 66
Telex 52 278

I would like detailed information on the QMG 064

Name _____

Company _____

Address _____

City _____

Country _____

SI VOUS UTILISEZ DANS VOS EQUIPEMENTS DES CABLES MULTICONDUC-TEURS RONDS OU PLATS, DES CABLES BLINDES, COAXIAUX, OU MICROPHONIQUES, DES CABLES HAUTE TEMPERATURE OU RESISTANT AUX RAYONNEMENTS RADIOACTIFS, DES FILS MASSIFS, A BRINS, OU POUR LE WRAPPING....

.... OU S'IL VOUS FAUT MEME UN TYPE DE CABLE QUI N'EXISTE PAS ENCORE....

.... DEMANDEZ NOTRE OFFRE AVANT DE PASSER LA PROCHAINE COMMANDE.

LE PROGRAMME VASTE DE PRECICABLE PRESENTE DES SOLUTIONS AVANTAGEUSES ET VOUS SEREZ SURPRIS PAR LA FAIBLE IMPORTANCE DES QUANTITES MINIMALES.



CABLES RONDS & PLATS



information 241

Société anonyme

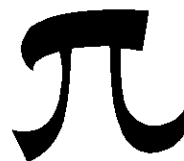
PRECIMATION

Rue de l'Hôpital 12 - 2501 Bienne
Tél. 032 223 223 - Téléc 34 222 preci ch

CABLES LIVRABLES DUSTOCK: PAS DE QUANTITE MINIMALE! (livraison rapide départ Bienne ou départ usiné). **Cables plats** 3-5-8-10-12-15-20-25 cond., sections 0,12-0,22 mm² (possible jusqu'à 1,91 mm²). **Cables micro** avec écran thermoplastique 1-2-3-4-6 cond. **Cables ronds** séries MKA et MKR (blindé) 2-3-4-5-7-12-19-24-30-37 cond., 0,22-1,91 mm², isolation PVC, MSA 2-3-4-5-7-12-19 cond., 0,75-1,50-2,50 mm², isolation silicone. **CABLES STANDARDS:** Le catalogue général contient une description détaillée des conducteurs et cables multiconducteurs fabriqués couramment. **CABLES SPECIAUX:** Sur demande, Precimation réalise des cables spéciaux selon spécification de l'utilisateur et moyennant des quantités mini très modestes (env. 250 m, variable selon constitution du cable).

Le fabricant français répondant à tous vos problèmes de condensateurs :

- Electrolytique
- Tantale goutte
- Mica



Votre partenaire pour un meilleur service

Les Condensateurs PI

63, rue de Saint-Mandé - 93100 MONTREUIL
Tél. 328.36.21 - Télex 230 372 F

TROUVAY & CAUVIN

spécialiste du transport des fluides
au service du nucléaire

- tuyaux / carbone - alliés - inox
- tubes armés fibre verre
- serrures
- supports de tuyauteries
- supports



58, rue Général-Chanzy - Adresse postale : 7004 X - 76097 LE HAVRE CEDEX - ☎ (35) 25.81.21 - Télex 190435 TCHAV
Succursale avec stock : 9, rue Fos/Mer - BP 7115 - 69353 LYON CEDEX 2 - ☎ (7) 858.48.44

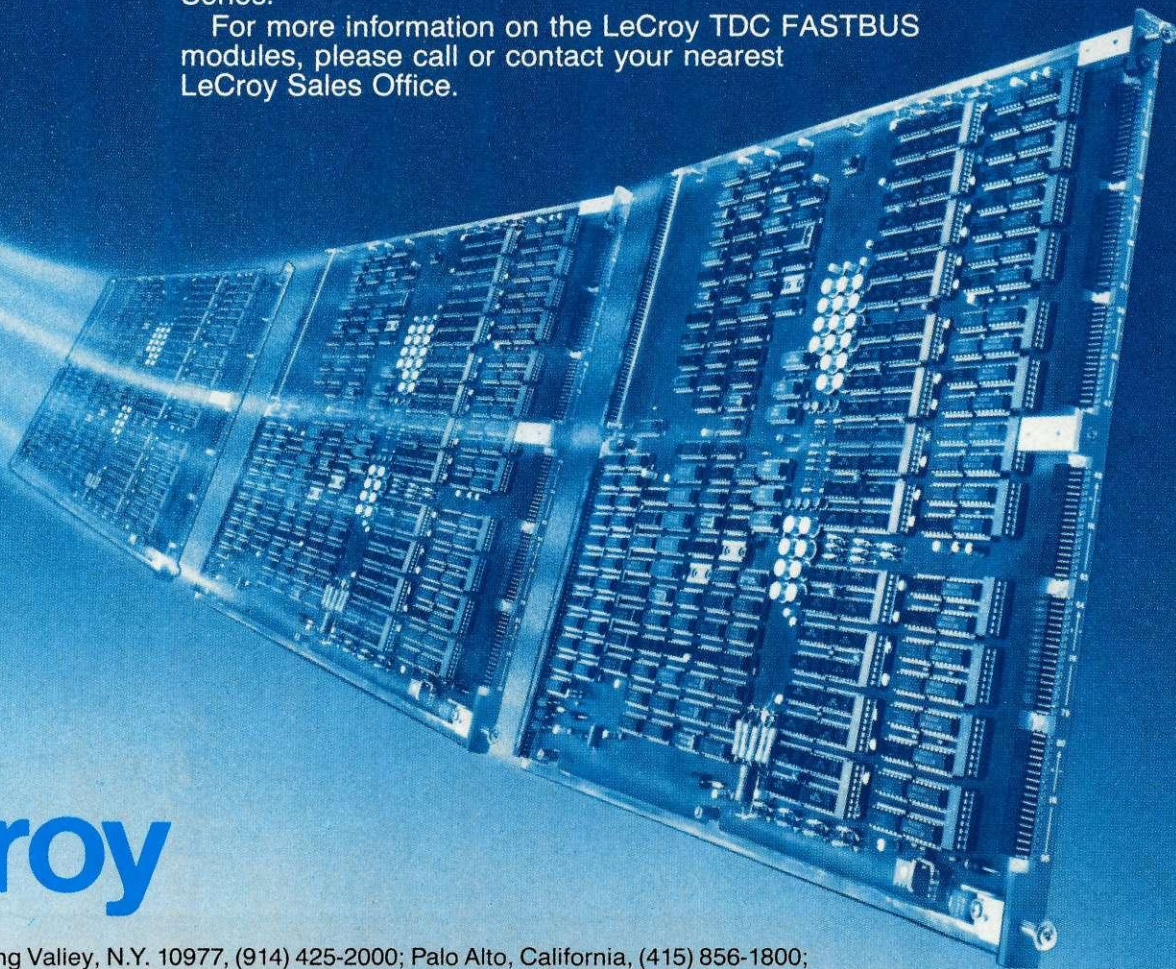
1ST in **FASTBUS** Data Acquisition A Multihit TDC

Data Acquisition in FASTBUS is available now with LeCroy's Model 1878 and 1879 96-Channel Multihit TDC modules. These TDC's use the new exciting FASTBUS standard and provide sophisticated high speed multiprocessor control and readout and versatile test capabilities.

Featuring 9-bit dynamic range, the Model 1879 provides programmable clock rates up to 500 MHz, corresponding to a resolution of 2 nsec. The lower cost Model 1878 offers 8-bit dynamic range and 4 nsec resolution. The TDC's use a digital encoding scheme, derived from a crystal controlled clock and as a result, they are easy to understand and require no gain calibration. Based on a high speed Silicon-on-Sapphire (SOS) circuit pioneered at Brookhaven, the TDC's provide high density yet low power dissipation for reliable operation.

Look to LeCroy for the latest in FASTBUS data acquisition modules featuring unprecedented high channel multiplicity, self test and calibration, and convenient trigger processor connections. Coming soon, the 96-Channel ADC Series, the next in the LeCroy FASTBUS Module Series.

For more information on the LeCroy TDC FASTBUS modules, please call or contact your nearest LeCroy Sales Office.



LeCroy

700 S. Main St., Spring Valley, N.Y. 10977, (914) 425-2000; Palo Alto, California, (415) 856-1800;
Geneva, Switzerland, (022) 98 97 97; Heidelberg, West Germany, (06221) 28192; Les Ulis, France
(6) 907.38.97; Botley, Oxford, England, (0865) 72 72 75. Representatives throughout the world.

LE DEFI "ISM"



Le champ d'application des klystrons de grande puissance s'agrandit de jour en jour, notamment dans le domaine industriel, scientifique et médical (ISM), tel que : ■ chauffage HF des plasmas, ■ traitement industriel par micro-ondes, ■ physique des hautes énergies, ■ traitement des tumeurs par chauffage hyperfréquence.

Fiables et performants, les klystrons THOMSON-CSF ont su s'imposer pour toutes les applications ISM.

- Trois grands champs d'application,
- Trois gammes de fréquences,
- Trois modes de fonctionnement.

Telle est notre réponse au défi ISM. La pierre angulaire de votre équipement.



THOMSON-CSF
COMPOSANTS

THOMSON-CSF DIVISION TUBES ÉLECTRONIQUES

38, RUE VAUTHIER / BP 305 / 92102 BOULOGNE-BILLANCOURT CEDEX / FRANCE / TÉL. : (33.1) 604.81.75

USA
THOMSON-CSF
COMPONENTS CORPORATION
RUTHERFORD NJ (201) 438 2300

BRESIL
THOMSON-CSF
COMPONENTES DO BRASIL Ltda
SAO PAULO (11) 542.47.22

CANADA
THOMSON-CSF CANADA Ltd./Ltée.
OTTAWA (613) 236.36.28

RFA
THOMSON-CSF
BAUELEMENTE GmbH
MÜNCHEN (089) 78 79-0

GRANDE-BRETAGNE
THOMSON-CSF
COMPONENTS AND MATERIALS Ltd.
BASINGSTOKE (2561) 29.155

ITALIE
THOMSON-CSF COMPONENTI
ROMA (6) 638.14.58

ESPAGNE
THOMSON-CSF
COMPONENTES Y TUBOS S.A.
MADRID (1) 419.88.42

SUEDE
THOMSON-CSF
KOMPONENTER & ELEKTRONIK AB
STOCKHOLM (8) 275 815

JAPON
THOMSON-CSF JAPAN K.K.
TOKYO (3) 264.63.46

CG 4993

- Gaz techniques
- Gaz purs
- Gaz ultra-purs
- Gaz spéciaux
- Mélanges de gaz

- Technical Gases
- High Purity Gases
- Ultra High Purity Gases
- Special Gases
- Gas mixtures

- Technische Gase
- Reine Gase
- Hochreine Gase
- Spezialgase
- Gasgemische

$\text{Al}(\text{C}_2\text{H}_5)_3$	C_3H_6	Kr
Ar	C_3H_8	NH_3
AsH_3	C_4H_6	NO
BCl_3	C_4H_8	NO_2
BF_3	C_4H_{10}	N_2
B_2H_6	C_4H_{14}	N_2O
CF_4	C_4H_{16}	N_2O_4
CH_4	C_5H_{12}	Ne
$(\text{CN})_2$	C_6H_{14}	O_2
CO	C_7H_{16}	PF_5
COCl_2	ClF_3	PH_3
COS	Cl_2	SF_6
CO_2	D_2	SO_2
C_2H_2	GeH_4	SeH_2
C_2H_4	HBr	SiH_2Cl_2
$\text{C}_2\text{H}_4\text{O}$	HCl	SiH_4
C_2H_6	H_2	Xe
C_3H_4	H_2S	$\text{Zn}(\text{C}_2\text{H}_5)_2$
	He	etc.



Equipements pour la mise en œuvre de gaz. Equipements cryotechniques.

Equipments for manifold installations and low pressure gas handling. Cryogenic equipments.

Gasversorgungsanlagen und Armaturen. Kryotechnische Apparate.

Groupe Gaz spéciaux
Group Special Gases
Gruppe Spezialgase

Documentation ☐ { required
Visit(e)/Besuch ☐ { désirée
erwünscht

Name/Nom _____

Firma/Ets. _____

Tel. _____

Adresse _____

Carbagas

Bern 031 53 22 22
Zürich 01 44 24 11
Genève 022 29 61 66

Electronics.
We provide the components.

VALVO

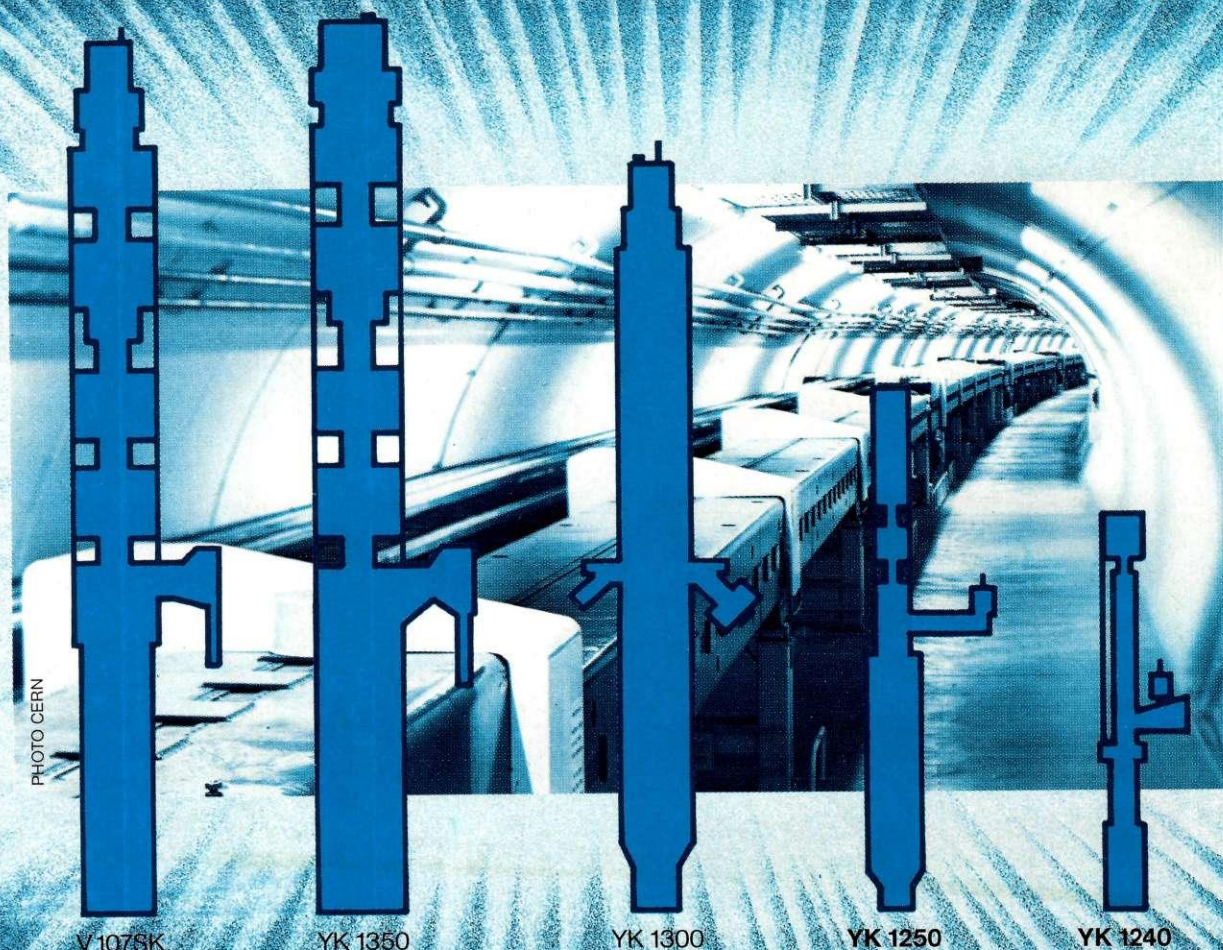


PHOTO CERN

V107SK

YK 1350

YK 1300

YK 1250

YK 1240

More Big Klystrons for Big Science

Valvo herewith present the smallest big klystrons to reach ambitious aims in big science. Small in size but large in RF-power the klystrons YK 1240 and YK 1250 cover the higher frequency range.

YK 1240 operating at 1300 MHz delivers 325 kW RF-power with 1 second pulse every 5 minutes. The RF-power heats the plasma in the Tokamak ASDEX at lower hybrid frequencies in order to study the fusion conditions.

YK 1250 operates at 1000 MHz being a harmonic to the existing 500 MHz acceleration frequency of PETRA. The output power is more than 350 kW cw. This second RF-frequency system turned out to be the most powerful measure in order to decrease turbulences induced by the cavities in the bunch.

Valvo is a member of the worldwide Philips organization. Please contact your nearest Philips representative.

VALVO