

COURRIER CERN



VOLUME 20

MARS 1980

COURRIER CERN

Revue de physique des hautes énergies

Rédacteurs : Brian Southworth
Henri-Luc Felder
Gordon Fraser

Annonces : Micheline Falciola

Correspondants dans les Laboratoires:

Argonne, Laboratoire national (USA)

R. Arnold

Berkeley, Laboratoire Lawrence (USA)

W. Carithers

Brookhaven, Laboratoire national (USA)

Ph. Schewe

Cornell, Université (USA)

N. Mistry

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, Doubna (URSS)

V. Sandukovsky

KEK, Laboratoire national (J)

K. Kikuchi

Los Alamos, Laboratoire scientifique (USA)

O.B. van Dyck

Novosibirsk, Institut (URSS)

V. Balakin

Orsay, Laboratoire (F)

J.E. Augustin

Rutherford, Laboratoire (RU)

J. Litt

Saclay, Centre d'études nucléaires (F)

A. Zylberstein

SIN, Villigen (CH)

G.H. Eaton

Stanford, Centre de l'accélérateur linéaire (USA)

L. Keller

TRIUMF, Laboratoire (Canada)

M.K. Craddock

Des exemplaires peuvent être obtenus aux adresses suivantes:

Allemagne fédérale:

Frau G.V. Schlenther

DESY, Notkestr. 85, 2000 Hamburg 52

Italie:

INFN, Casella postale 56,

00044 Frascati (Roma)

Royaume-Uni:

Elizabeth Marsh

Rutherford Laboratory, Chilton, Didcot

Oxfordshire OX11 0QX

USA/Canada:

Margaret Pearson

Fermilab, PO Box 500, Batavia

Illinois 60510 (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'opinion de la Direction du CERN.

Imprimé par: Presses Centrales S.A.
1002 Lausanne, Suisse
Merrill Printing Company
765 North York, Hinsdale,
Illinois 60521, (USA)

Publié par:

Organisation européenne
pour la recherche nucléaire, CERN,
1211 Genève 23, Suisse
Tél. (022) 83 61 11, télex 23698
Tél. COURRIER CERN seul.: (022) 83 41 03
USA: Fermi National Accelerator Laboratory
P.O. Box 500, Batavia, Illinois 60510
Tél. (312) 840 3000, télex 910 230 3233

Sommaire

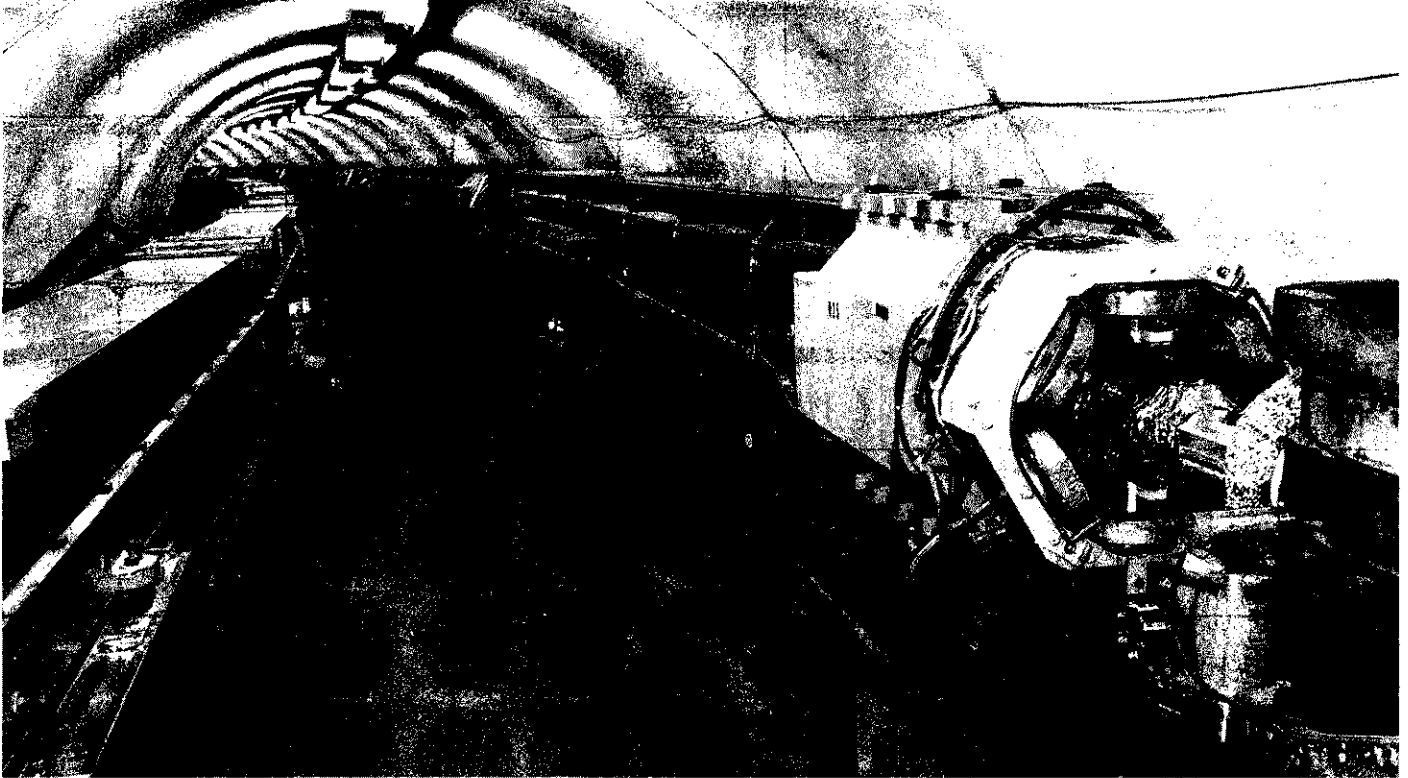
Cornell: Premiers résultats au CESR	3
<i>Premiers résultats des expériences avec l'anneau électrons-positons</i>	
Le projet LEP	5
<i>Guide de la grande machine européenne projetée</i>	
La physique des hautes énergies en Europe	11
<i>Aperçu de la situation en Europe en physique des particules</i>	
Nouvelles des Laboratoires	
LABORATOIRE FERMI: Réunion de travail sur les muons et les neutrinos au Tévatron / Spectromètre hybride à émulsion	14
<i>Planification d'une nouvelle génération d'expériences / Nouvelles mesures de la durée de vie du charme</i>	
CERN: Paires de leptons produites par des hadrons / On creuse pour les antiprotons / Muons doués de mémoire	16
<i>Considérations sur les interactions entre quarks / Le nouveau projet prend forme / Effets mystérieux obtenus avec des atomes muoniques</i>	
BROOKHAVEN: Hypernoyaux	19
<i>Considérations sur des états nucléaires exotiques</i>	
KARLSRUHE: Nouveaux résultats avec des cavités supraconductrices	20
<i>Essais de l'équipement d'accélération cryogénique</i>	
TRIUMF: A la recherche de la conversion du muon en électron	21
<i>Nouvel appareillage pour la recherche de réactions rares</i>	
Nouvelles brèves	23

Photographie de couverture: Paysage hivernal au Wilson Synchrotron Laboratory de Cornell. C'est cet hiver qu'ont été obtenus à Cornell les premiers résultats d'expériences menées avec CESR, le nouvel anneau de stockage d'électrons-positons décrit dans le premier article de ce numéro. (Photo Cornell)

Cornell: Premiers résultats au CESR

L'anneau à électrons-positons CESR de Cornell fournit actuellement ses premiers résultats. L'anneau (à droite) est installé dans le même tunnel que le synchrotron à électrons (à gauche), lequel est utilisé comme injecteur.

(Photo Cornell)



A la fin de 1979, une nouvelle machine pour la physique des hautes énergies a été mise en service. Il s'agit de CESR, l'anneau de stockage à électrons-positons de Cornell, dont l'exploitation a été lancée et qui a déjà fourni des premiers résultats.

En octobre, une période de neuf jours a été consacrée à deux expériences: CLEO (collaboration Cornell Harvard - Rochester - Rutgers - Syracuse - Vanderbilt) et CUSB (groupe Columbia - Stony Brook). Une grande partie du temps a été exigée pour la mise au point des expériences et l'étude des taux de bruit de fond et de déclenchement, mais une période d'expérimentation dans la région de l'upsilon, avec une énergie totale proche de 9,5 GeV, a pu être réalisée pendant les trois derniers jours.

Au cours de ces trois jours la luminosité intégrée a atteint environ 30 nb^{-1} , dont environ 20 nb^{-1} pour les expériences. Les faisceaux provenant du synchrotron à électrons

de Cornell sont injectés dans CESR à 5,5 GeV, valeur à laquelle ont été effectuées la plupart des études antérieures de l'injection. L'énergie est ensuite abaissée jusqu'au niveau prévu pour l'exploitation. Les luminosités de crête obtenues sont de $2 \times 10^{30} \text{ cm}^{-2}\text{s}^{-1}$; sur une période de trois à quatre heures, la luminosité moyenne atteint 5×10^{29} . Les durées de vie du faisceau varient jusqu'à un maximum de quatre heures à 5,5 GeV.

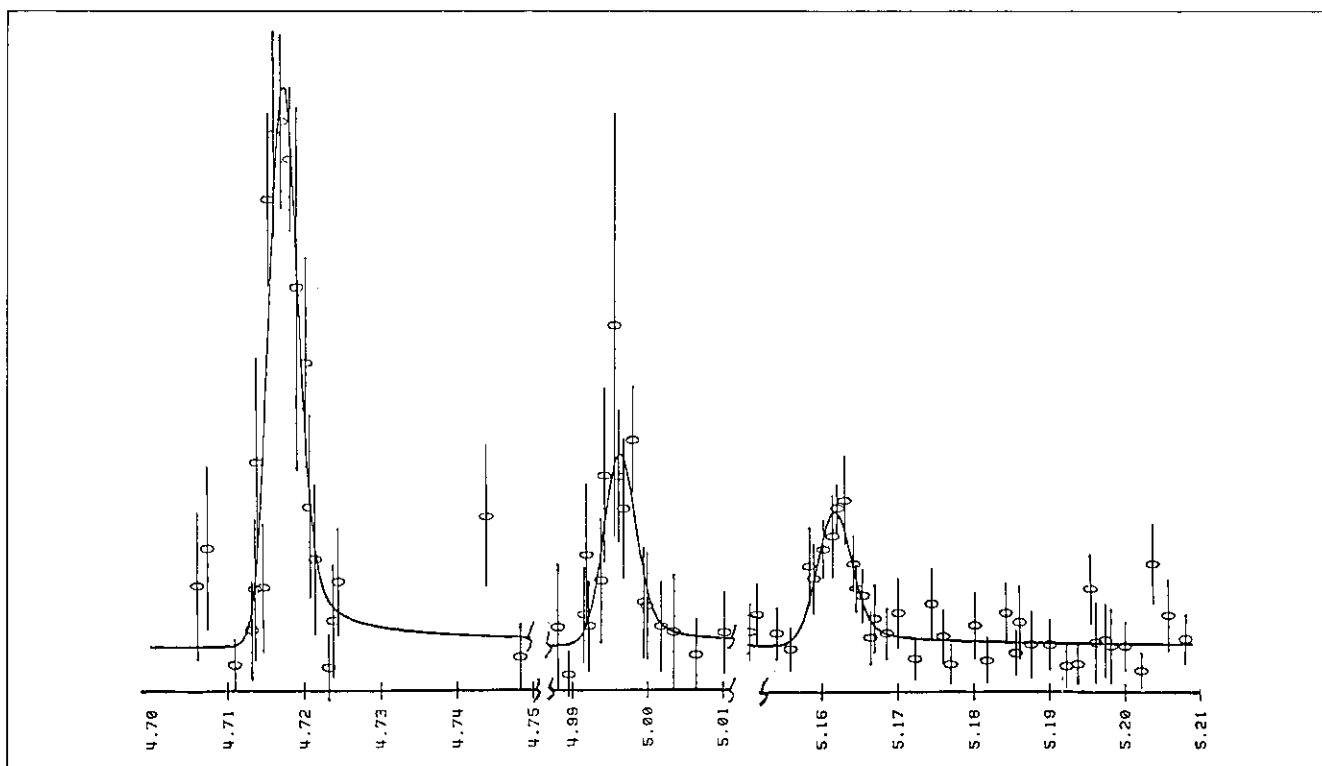
Le détecteur de CLEO a été exploité avec six des huit octants installés; toutefois, on a poursuivi l'accordage des systèmes d'identification des particules dans les octants. Dans une direction s'éloignant de l'enceinte à vide, l'appareillage comprend successivement des chambres proportionnelles multifils sur le tube de circulation du faisceau (avec mesure de la position le long du faisceau), une chambre à dérive cylindrique, une bobine solénoïdale, une chambre à dérive extérieure, des compteurs à temps de vol et, finale-

ment, des chambres proportionnelles à gerbes tubulaires. Les chambres à muons, installées à l'extérieur de la culasse de l'aimant en fer, étaient encore en cours d'essais. L'aimant solénoïdal a été exploité à 3,7 kilogauss.

Pour l'autre expérience (CUSB), environ la moitié des blocs d'iodure de sodium ont été installés au cours de la période d'octobre et on a observé cinquante événements de diffusion électron-positon. L'installation complémentaire du détecteur se poursuit peu de temps après et en novembre il pouvait être mis en service alors que l'exploitation de CESR était orientée vers une exploration des résonances upsilon et upsilon prime.

Les deux détecteurs ont observé les deux résonances avec une excellente résolution. Toutefois, les résultats obtenus ne sont que préliminaires; les sections efficaces doivent subir des corrections finales de rendement et l'échelle d'énergie « locale » qui a été utilisée peut être

Les trois résonances upsilon observées par l'expérience CUSB (Columbia-Stony Brook) au CESR. Des résultats analogues ont été obtenus par le groupe CLEO dans l'autre région d'interaction. Il s'agit de résultats préliminaires; l'échelle d'énergie (énergie par faisceau) doit encore être déterminée de manière absolue.



décalée de 20 MeV, au maximum.

La résolution en énergie observée, soit approximativement 3,6 MeV, est en bon accord avec la valeur prévue; elle représente une amélioration par rapport aux résultats précédents. Il existe un accord général avec les sections efficaces intégrées observées à DESY avec l'anneau à électron-positon (DORIS).

Encouragés par l'observation de ces belles résonances, les deux groupes ont décidé de différer un arrêt programmé de deux semaines afin d'explorer la région d'énergie autour de 10,4 GeV pour étudier le troisième membre de la famille, l'upsilon double prime.

L'anneau de stockage a remarquablement fonctionné et la luminosité moyenne a augmenté au cours de l'exploitation. Vers la fin de décembre, la luminosité moyenne enregistrée pour chaque expérience était de plus de 40 nb^{-1} par jour, avec une luminosité maximale proche de $2 \times 10^{30} \text{ cm}^{-2}\text{s}^{-1}$.

Après quelques jours, l'upsilon

double prime a été découvert, puis il a été minutieusement exploré au cours de la semaine suivante. On poursuit l'analyse en vue de la comparaison mutuelle des largeurs leptoniques des trois résonances upsilon ainsi que par rapport à la théorie.

De nombreuses améliorations sont apportées à CESR afin d'augmenter la luminosité au cours de la prochaine période d'exploitation. Des plaques de séparateur électrostatique ont été installées de part et d'autre des deux régions d'interaction afin d'obtenir une séparation verticale des faisceaux d'électrons et de positons de manière à ce qu'ils ne s'influencent pas mutuellement au cours des phases critiques de l'injection. Les groupes d'expérimentateurs complétaient l'installation des derniers éléments de leurs détecteurs qui devaient être prêts en vue de la période d'exploitation qui commençait à la fin de janvier.

L'installation de rayonnement synchrotronique CHESS représente

une autre caractéristique de CESR; elle a également été mise en service en octobre et l'une des trois lignes de faisceaux de rayons X à haute énergie a été utilisée pour deux expériences. La première d'entre elles, réalisée par une collaboration Laboratoires Bell - State University de l'Etat de New York à Albany - Université de Princeton - DESY, emploie un interféromètre pour étudier la localisation d'atomes sur une monocouche de brome dans un cristal. L'autre spectromètre utilise un monocristal de silicium afin d'obtenir un bras secondaire accordé.

La construction et la mise en service remarquablement rapides de ce dernier anneau à électrons-positons sont tout à l'honneur du groupe de Cornell. Avec une énergie qui se situe entre celles de SPEAR et de DORIS, et de leurs successeurs PEF et PETRA, CESR dispose d'une intéressante région pour l'expérimentation et devrait récolter une riche moisson de résultats.

Le projet LEP

De part et d'autre de la frontière franco-suisse près de Genève, l'anneau de 30 km de circonférence du LEP en surimpression sur une carte de la région du Laboratoire du CERN. Cet emplacement devrait être probablement celui qui sera finalement choisi si le projet est autorisé. L'anneau du LEP passe à proximité de l'actuel SPS, de sorte qu'il ne serait pas difficile de relier par la suite les deux anneaux si le programme de physique le demandait. Huit halls d'expériences (P1-P8) sont indiqués, dont trois (P3, 4, 5) seraient accessibles par des tunnels creusés dans le Jura.

A sa soixante-quatrième session, les 19 et 20 décembre, le Conseil du CERN a reçu de son Comité des Directives scientifiques (SPC) un document intitulé « Proposition pour le prochain projet majeur d'accélérateur pour le CERN ». A la suite des études effectuées au cours des dernières années, le SPC recommandait que l'« Etude technique d'une machine à collision de faisceaux électrons-positons de 22 à 130 GeV (LEP) » serve de base pour la planification du prochain accélérateur du CERN et que cet accélérateur soit construit sur un site jouxtant le Laboratoire actuel.

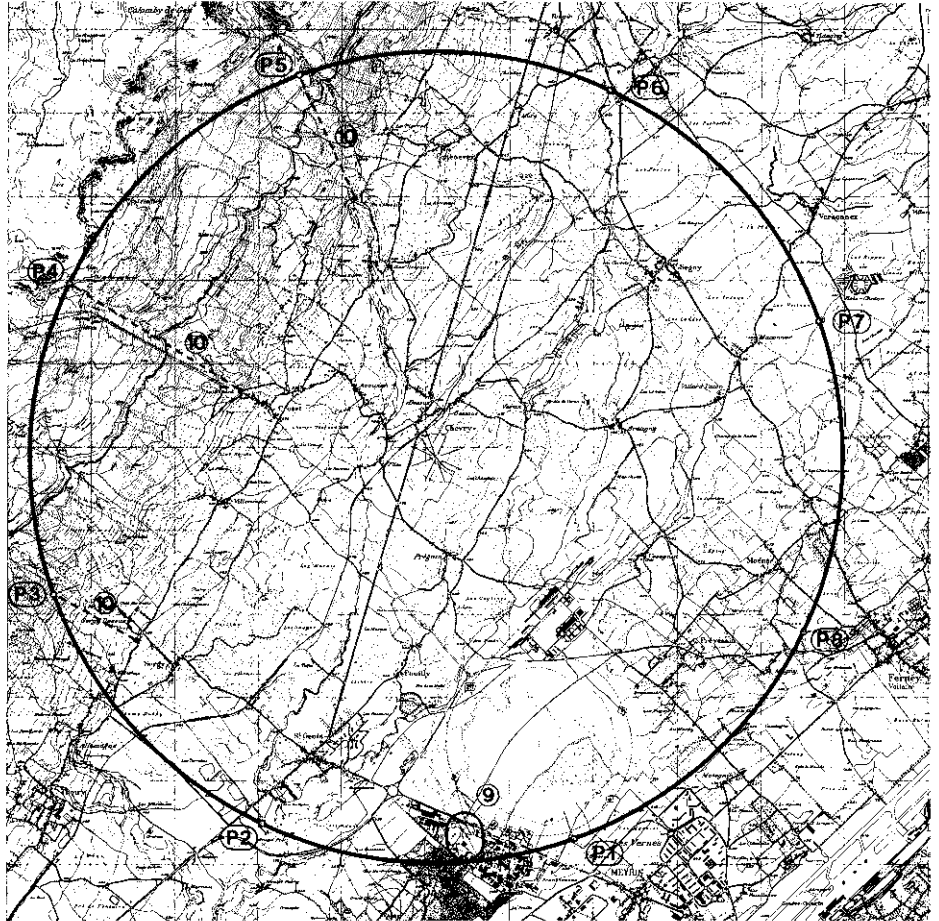
Ces recommandations ont été très favorablement accueillies par les délégués des Etats membres du CERN et il semble que tout soit prêt maintenant pour une présentation formelle du projet en juin prochain.

C'est dans ce climat optimiste que nous voudrions dresser à nouveau, sous une forme simplifiée, un tableau du contexte scientifique dans lequel a été formulée la proposition de réaliser le projet LEP et décrire certaines des caractéristiques de la machine telles qu'elles sont exposées dans l'étude technique mentionnée plus haut (le document CERN/ISR-LEP/79-33, appelé plus communément « Livre rose »).

Notre connaissance actuelle de la structure de la matière

Rarement l'impression de parvenir peu à peu à une connaissance claire de la structure de la matière et des forces qui régissent son comportement aura été aussi forte qu'aujourd'hui.

La liste de ce que nous pensons être les constituants fondamentaux de la matière s'est réduite à une poignée de leptons et de quarks. Notre univers quotidien est constitué essentiellement de quatre particules à peine: deux quarks (le quark « haut » et le quark « bas ») et deux leptons (l'électron et le neutrino de



type électron). Deux quarks hauts, de charge électrique $+2/3$, et un quark bas, de charge $-1/3$, forment ensemble un proton porteur d'une unité de charge positive. Deux quarks bas et un quark haut forment un neutron de charge électrique nulle. Les protons et les neutrons constituent ensemble les différents types de noyaux, au nombre de plusieurs centaines. Associés aux électrons, ces noyaux donnent les différents types d'atomes. Les neutrinos d'électron sont, quant à eux, nécessaires pour expliquer notamment pourquoi une partie de l'énergie est dissipée dans la désintégration radioactive. Avec cette poignée de particules, nous pouvons ainsi analyser la structure du monde qui nous entoure.

Pour être complet, il convient d'ajouter que chaque quark com-

porte trois variantes différenciées par une propriété qui a reçu le nom de « couleur » (par exemple, un quark haut rouge, un quark haut bleu et un quark haut jaune), quoique cette nomenclature n'ait rien à voir avec notre conception habituelle de la couleur. Nos particules ont également une contrepartie sous la forme d'une antiparticule: par exemple, le positon, qui est l'antiélectron, a une charge positive et non négative. Néanmoins, nous pouvons raisonnablement décrire notre univers quotidien comme étant constitué pour l'essentiel d'un quartet de particules.

Mais la Nature ne s'arrête pas là. Sous l'action d'énergies plus élevées, d'autres quartets de particules entrent en jeu. Ils sont en quelque sorte une réplique plus lourde du quartet de base. C'est ainsi que dans

Les constituants de la matière tels que nous les connaissons actuellement. Un quartet de particules (deux quarks et deux leptons) explique la formation de notre monde ordinaire. Deux quartets supplémentaires, qui sont comme des répliques plus lourdes du premier, interviennent à de plus hautes énergies, telles celles qui existent à une échelle galactique ou sont obtenues dans les accélérateurs de particules.

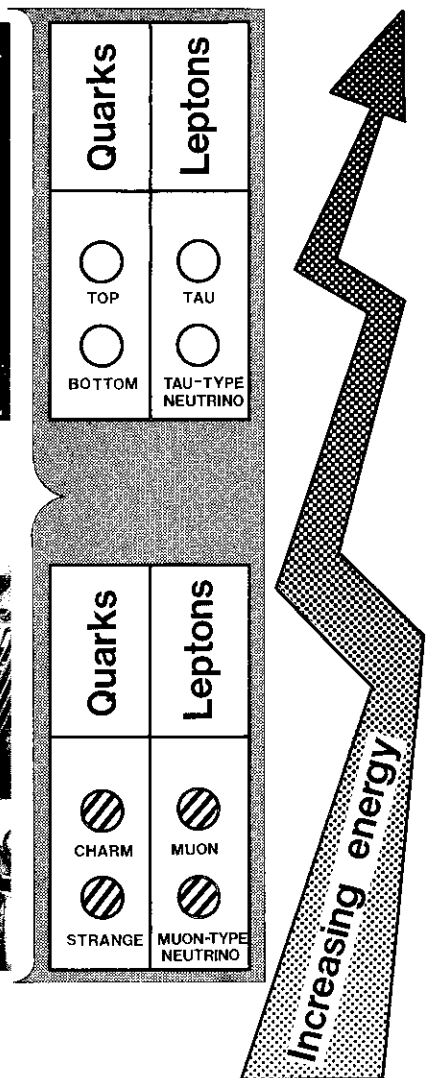
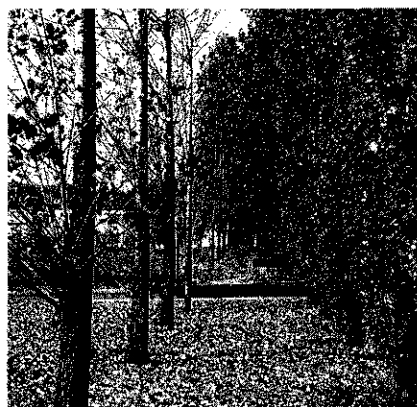
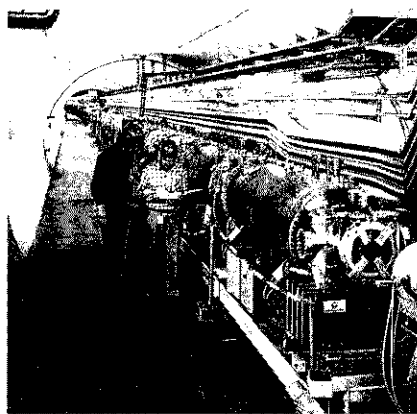
les accélérateurs et les anneaux de stockage nous avons découvert des particules qui concordent avec l'existence d'un second quartet plus lourd: deux quarks (étrange et charmé) et deux leptons (le muon et le neutrino de type muon). Aux énergies encore supérieures, on a recueilli récemment la preuve de l'existence d'un troisième quartet plus lourd: deux quarks (fond et sommet, le second n'ayant pas encore été observé) et deux leptons (le tau et le neutrino de type tau, le second restant, de même, encore à découvrir).

Le comportement des particules

Etant donné ces séries de particules, comment explique-t-on leur comportement? Jusqu'à une date très récente, on avait coutume de distinguer trois catégories de comportement des particules, en raison des grandes différences dans la force relative des différents effets en cause, comportements dont on disait qu'ils étaient contrôlés par la force électromagnétique, la force forte ou la force faible.

La découverte des mécanismes de la force électromagnétique, qui s'est traduite tout d'abord par l'unification des phénomènes électriques et magnétiques, puis par la formulation de la théorie de l'électrodynamique quantique, est l'un des plus éclatants succès de la physique. Il est possible de calculer avec une précision parfaite le comportement des particules influencées par cette force.

La théorie décrit comment la force agit sous la forme d'un échange de particules dépourvues de masse (les photons) entre les particules sensibles à cette force. Les photons peuvent se manifester sous forme d'ondes radio, de lumière visible, de chaleur, de rayonnements X... S'il est vrai que l'imitation est, comme on dit, la forme la plus sincère de la flatterie, alors la théorie de l'électrodynamique quantique est placée très haut. Les efforts en vue de compren-



dre les deux autres forces suivent le même schéma.

La théorie actuelle tente de décrire comment la force forte agit, en postulant l'existence d'autres particules échangées, auxquelles on a donné le nom de gluons parce qu'elles sont tellement soudées aux quarks qu'on n'a pas encore pu les observer à l'état isolé. Ces gluons transportent entre les quarks la propriété, appelée couleur, de la force forte.

La théorie, parce qu'elle a donné le nom de couleur à la propriété de la force forte, est appelée chromodynamique quantique. Elle est loin d'être complète, mais elle a plusieurs succès à son actif et, l'année dernière, des résultats expérimentaux obtenus avec l'anneau de stockage PETRA du Laboratoire DESY, où l'on a observé une preuve indirecte de l'existence des gluons, sont venus témoigner en sa faveur.

Pour la force faible, l'interprétation actuelle est à ce point identique à celle de la force électromagnétique qu'il ne convient plus de les évoquer séparément: elles sont maintenant associées dans la théorie dite «électrofaible».

Les effets faibles sont expliqués par l'existence d'autres particules échangées, appelées bosons intermédiaires. Dans les interactions à courant chargé, où la charge électrique des particules est modifiée, les vecteurs sont les particules appelées bosons W^+ et W^- ; dans les interactions à courant neutre, où les charges ne sont pas modifiées, le vecteur est appelé boson Z^0 . Ce fut la découverte au CERN en 1973 des interactions à courant neutre, prédites par la théorie, qui fut à l'origine du vif succès que connaît aujourd'hui la théorie électrofaible.

Le choix d'un anneau à électrons-positons

C'est dans ce contexte scientifique que la communauté des physiciens européens des particules élé-

mentaires a porté son choix sur un anneau de stockage à électrons-positons, de haute énergie, considéré comme étant la machine la mieux apte à favoriser de nouvelles découvertes majeures.

Ce choix du LEP a donné lieu en particulier à des discussions et des travaux placés sous les auspices du Comité européen sur les futurs Accélérateurs (ECFA) et à des études techniques conduites au CERN avec la contribution d'autres laboratoires dans les Etats membres.

Auparavant, des études avaient été entreprises sur les avantages qu'offriraient la construction d'un synchrotron à protons à cible fixe de plusieurs TeV ou d'un anneau de stockage proton-proton de haute énergie. Par ailleurs, le développement de techniques de refroidissement de faisceau a permis de produire des faisceaux intenses d'antiprotons. Ces travaux ont donné lieu à des projets de collisions de faisceaux de protons et d'antiprotons, à des énergies de plusieurs centaines de GeV, pour le SPS du CERN et le Laboratoire Fermi.

Les expériences avec ces machines à hadrons devraient révéler en particulier des informations décisives sur le comportement des quarks et des gluons. Dans certains autres domaines, toutefois, l'analyse des données pourrait être rendue plus complexe en raison de la structure en trois quarks des particules qui entrent en collision. S'attaquer aux nombreuses questions encore en suspens concernant la théorie électrofaible ne sera pas une tâche facile avec ces machines, en raison de la dominance inévitable de la force forte. On espère que l'installation à collisions proton-antiproton, lorsqu'elle sera entrée en service au SPS en 1981, pourra apporter la preuve de l'existence des vecteurs de la force faible, mais il est improbable que leur étude détaillée soit possible en raison de la complexité des collisions.

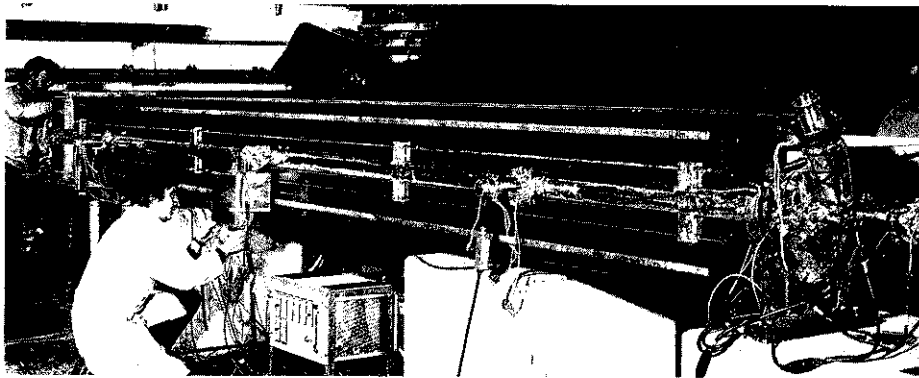
Un anneau de collisions électron-

positon de haute énergie offrira de meilleures conditions pour la production et l'étude des particules W et du Z^0 . Il pourrait également être le théâtre de la découverte de nouvelles particules (domaine dans lequel ses prédécesseurs — SPEAR au Centre de l'accélérateur linéaire de Stanford et DORIS à DESY — ont si bien réussi), en remplissant ainsi les places restées vides dans les quartets quark-lepton, en révélant s'il existe de nouveaux quartets, ou encore en découvrant un autre type de particule appelée boson de Higgs dont l'existence est requise par la théorie pour générer la masse des autres particules.

En outre, lorsque l'énergie de collision de l'anneau de stockage sera accrue jusqu'à 100 ou 150 GeV, on devrait observer que les effets faible et électromagnétique deviennent comparables (puisque la force faible devient «plus forte» lorsque l'énergie augmente). Des prédictions spécifiques ont été formulées sur ce qui devrait se produire à ces énergies, prédictions qu'il sera important de vérifier.

Le LEP devrait donner les moyens de s'attaquer à ces problèmes et d'étudier les nombreuses prédictions théoriques actuelles. Si ces dernières n'étaient pas confirmées, ce serait d'ailleurs un résultat encore plus spectaculaire. Chaque fois que nous avons eu accès à des domaines d'énergies plus élevés, nous avons rencontré de nouveaux phénomènes et nous devons rester ouverts à l'éventualité de nouvelles découvertes, susceptibles de modifier considérablement nos théories actuelles.

Indépendamment de ces motifs d'ordre scientifique en faveur du choix du LEP comme future machine de l'Europe, on peut dire que ce projet assure un développement équilibré des futures installations de recherche en physique des particules élémentaires dans l'ensemble du monde. Aux Etats-Unis, Brookhaven construit actuellement des anneaux de stockage proton-proton de 400 GeV (ISABELLE) et le Labora-



Un « aimant de béton » en vraie grandeur construit selon la technique mise au point au CERN et contenant du mortier dans les espaces entre les feuilles. Le procédé est valable parce que les champs de crête requis sont peu élevés. Cette technique a donné des aimants d'une qualité adéquate. Leurs propriétés mécaniques sont supérieures à celles des aimants de types classiques, tandis que le poids et le coût sont réduits d'environ 50 %.

(Photo CERN 3.1.80)

toire Fermi un synchrotron à protons de 1 TeV (doubleur d'énergie). En URSS, un synchrotron à protons de 3 TeV est en projet pour Serpoukhov. D'autres installations complémentaires pourraient également être construites à DESY en Europe, à Stanford aux Etats-Unis, à Tokyo au Japon et à Pékin en Chine.

Conception du LEP

La conception du LEP, qui a été modifiée à plusieurs reprises, a pris maintenant la forme d'un anneau de 30,6 km de circonférence avec huit longues sections droites: quatre avec un espace libre de 10 m pour l'installation d'expériences avec la luminosité maximum et quatre autres avec un espace libre de 20 m pour des expériences avec la moitié de la luminosité. L'anneau sera implanté dans un tunnel jouxtant l'actuel SPS, ce qui permettra de relier ultérieurement les deux machines, si cette opération apparaît justifiée du point de vue de la physique; plusieurs paramètres ont été déterminés de manière à conserver cette possibilité.

La technique de creusement du tunnel, que la construction du SPS a permis de très bien maîtriser, est de nature à réduire au minimum les perturbations apportées à l'environnement. Une quarantaine de sondages ont été effectués sur le site proposé pour le LEP en vue de déterminer l'épaisseur de la couche stable de molasse dont dépendra l'emplacement exact de l'anneau. La machine nécessitera des puits d'accès aux sections droites ou des tunnels dans les zones où l'anneau passe sous le Jura. En inclinant le plan de la machine, il sera possible de construire en fouille ouverte un ou plusieurs halls d'expériences.

L'injecteur sera construit sous les actuels anneaux de stockage à intersections (et on envisage d'employer les aimants et les chambres à vide des ISR). Il comprendra un linac à électrons de 200 MeV, une cible

pour convertir ces électrons en positons, un linac à positons et un anneau accumulateur de 600 MeV, suivis par un synchrotron de 22 GeV. Ce chiffre de 22 GeV sera l'énergie d'injection dans le LEP; la limite inférieure de l'énergie disponible pour les expériences sera donc du même ordre que les énergies maximales de PETRA à DESY ou de PEP à Stanford.

On prévoit un temps de remplissage total de 15 mn permettant d'obtenir environ 6×10^{12} particules par faisceau, l'opération étant répétée toutes les deux heures pour conserver à la luminosité une valeur acceptable. Quatre paquets de positons seront injectés et mis en orbite dans un sens et quatre paquets d'électrons dans le sens opposé, pour permettre des collisions au niveau des huit sections droites.

La luminosité nominale est de 10^{32} par cm^2 et par s à 86 GeV. Il est impossible de conserver cette luminosité dans la totalité du domaine d'énergie de la machine, mais elle sera maintenue à un niveau aussi élevé que possible (la luminosité diminuera au plus comme l'inverse du carré de l'énergie) au moyen d'une série d'aimants de wiggler.

La durée de vie du faisceau, compte tenu du rayonnement de freinage faisceau-gaz, sera de 20 h avec une pression nominale de 3×10^{-9} torr dans l'installation de vide de l'anneau principal. La chambre à vide sera construite en aluminium extrudé, selon les techniques mises au point pour la fabrication des machines de plus basse énergie. Il faudra tenir compte de densités de puissance de 1 à 2 kW par m à 86 GeV, en raison du rayonnement synchrotronique émis par les faisceaux et les chambres comporteront des parois refroidies par eau ainsi qu'un blindage en plomb de 8 mm à l'extérieur de l'entrefer des aimants et de 3 mm à l'intérieur pour éviter des émissions excessives de radiations à l'extérieur de la chambre. Une chambre d'essai de 7 mètres de longueur a été construite et

installée dans un aimant prototype.

C'est pour maintenir à un niveau acceptable le rayonnement synchrotronique émis par les faisceaux (et par conséquent l'énergie que le système radiofréquence doit fournir pour maintenir constante l'énergie des particules) que le rayon de LEP a une aussi grande dimension. La perte d'énergie sous forme de rayonnement synchrotronique augmente comme la quatrième puissance de l'énergie du faisceau, mais elle est inversement proportionnelle au rayon.

Malgré les grandes dimensions du LEP, il sera nécessaire de compenser une perte de puissance d'environ 25 MW lorsque la machine sera exploitée à 86 GeV. La consommation d'énergie sera donc une charge significative pour l'exploitation du LEP. On prévoit que la consommation totale du CERN (compte tenu de la fermeture d'autres machines et des nouvelles économies d'énergies réalisées actuellement) pourrait croître jusqu'à environ 800 GWh par an à la fin des années 1980, lorsque le LEP sera entré en service. A titre de comparaison, cette consommation était de 660 GWh en 1978 et représentait alors environ 0,06 pourcent de la consommation d'énergie électrique en Europe.

Environ 22 km du grand anneau seront occupés par des aimants de courbure. La machine comportera en outre près de 2000 aimants de focalisation et de correction (quadrupôles, sextupôles, etc.). Les aimants de courbure se distinguent essentiellement de ceux qui équipent les accélérateurs et les anneaux de stockage classiques par le fait qu'ils n'ont à produire que des champs très faibles (0,123 T, même à 130 GeV). Cette caractéristique a permis de mettre au point une technique nouvelle de fabrication des aimants qui s'est traduite par une réduction sensible des coûts.

Au lieu que les culasses des aimants soient réalisées en tôles d'acier étroitement assemblées, ces tôles, épaisses de 1,5 mm, sont

Une cavité à faibles pertes à l'échelle 1/2 que l'on a soumise à des essais préliminaires afin de pouvoir transférer de l'énergie des cavités de l'anneau du LEP lorsqu'elle n'est pas nécessaire pour l'accélération des paquets de particules. Cette idée particulièrement judicieuse permettrait de réduire la consommation d'énergie du LEP. Une cavité à faibles pertes devant fonctionner à pleine énergie est presque achevée.

(Photo CERN 338.4.79)

espacées de 5,5 mm et l'espace libre est rempli de mortier anticorrosion à faible retrait. Cela donne des aimants qui ont d'excellentes propriétés mécaniques et des propriétés magnétiques satisfaisantes pour un prix inférieur de moitié environ à celui des aimants classiques. Un modèle en grandeur réelle (5,68 m de long) a été essayé en novembre et toutes les valeurs fixées pour les différents paramètres ont été atteintes. Une autre décision génératrice d'économies a été de choisir pour l'alimentation électrique des barres d'aluminium refroidies par eau formant un double circuit autour de l'anneau, les aimants étant ainsi reliés en série.

Le système d'accélération par haute fréquence est un élément crucial de la machine, puisque c'est à ce niveau que les besoins en matière d'énergie ont des répercussions importantes. On se propose d'installer, dans un premier stade, des cavités en cuivre fonctionnant à la fréquence de 353 MHz. Pour atteindre 86 GeV, il faudra 768 cavités réparties de part et d'autre des longues sections droites sur une distance totale de 1629 m.

On procède actuellement à différentes mesures pour tenter d'optimiser le système HF. La première concerne les sources de courant HF. Des programmes de développement ont été lancés en collaboration avec l'industrie européenne pour améliorer l'efficacité des klystrons ou des tétrodes. On suit de près les progrès accomplis dans la mise au point de nouveaux dispositifs: le gyrocon et le tirotron (étudiés respectivement à Los Alamos et à Stanford).

En second lieu, on étudie actuellement une technique nouvelle, selon laquelle la puissance HF est transférée depuis les cavités de l'anneau, où une puissance HF considérable est dissipée sous forme de chaleur, dans des cavités de stockage à faible perte pendant les intervalles séparant le passage des paquets de particules. Des cavités de stockage sphériques en feuille de cuivre ont été

réalisées au CERN en demi-grandeur et des facteurs Q représentant 95% de la valeur théorique ont été mesurés. Un résonateur de stockage de 500 MHz pour des essais à haute puissance est en construction.

A plus long terme, la principale contribution à la solution du problème de la puissance HF viendra du développement de cavités supraconductrices. Avec des cavités en cuivre, il est difficile d'envisager d'accroître l'énergie maximum du LEP sensiblement au-delà de 90 GeV et la moindre consommation d'énergie électrique qui caractérise les cavités supraconductrices sera certainement nécessaire pour atteindre l'énergie nominale maximum de 130 GeV.

Ce problème est attaqué sur deux fronts. En premier lieu, une collaboration CERN - DESY - Karlsruhe a préparé deux cavités supraconductrices monocellulaires pour les faire fonctionner dans les conditions d'exploitation normales d'un anneau de stockage, en les installant sur la machine DORIS de DESY. Nous avons rendu compte, à la page 20, des résultats des essais à Karlsruhe.

En second lieu, plusieurs universités européennes (Gênes, Paris XI-Orsay, Wuppertal) collaborent avec le CERN pour le développement de cavités supraconductrices. Une cavité monocellulaire en niobium a fonctionné récemment à 500 MHz. On a obtenu des valeurs de Q de $2,1 \times 10^9$ pour de faibles gradients de champ, valeurs qui diminuent jus-

qu'à $1,7 \times 10^9$ avec un gradient de champ accélérateur de 3 MV/m. Un gradient maximum de 4,6 MV/m a été atteint, la limitation étant due à un claquage thermique au niveau d'une soudure. Dans une prochaine étape, on entreprendra de construire des cavités multicellulaires et l'on s'efforcera d'atteindre avec ces structures des chiffres semblables.

D'autres systèmes du LEP auront recours à l'expérience acquise et aux équipements mis au point au CERN dans le cadre des accélérateurs actuels. En particulier, le système de commande s'inspirera de la conception nouvelle mise au point avec tant de succès pendant la construction du SPS de 400 GeV (voir notamment le numéro de décembre 1973). Les besoins du système de refroidissement par eau et du système d'alimentation électrique pourront heureusement être assurés par les conduites et les lignes qui ont été amenées sur le site du CERN pour le SPS (respectivement depuis le lac Léman et la centrale électrique EDF de Génissiat).

Tous les halls d'expériences des sections droites sont conçus pour accueillir des systèmes de détection qui ne devraient pas, en général, être beaucoup plus importants que ceux qui sont installés actuellement sur PETRA ou PEP (compte tenu de l'évolution probable des techniques de détection). Cinq de ces halls disposeront d'un espace suffisant pour permettre des travaux sur un système de détection tandis qu'un second système restera en service



Une cavité HF supraconductrice à cellule unique récemment soumise à des essais avec succès au CERN. La réalisation de cavités supraconductrices est d'une importance capitale si l'on veut atteindre les énergies de crête nominales du LEP.

(Photo CERN 3.12.79)

sur l'anneau. Un équipement dit «push-pull» permettra d'échanger les deux détecteurs. Pour l'instant, il n'a pas été nécessaire d'étudier dans le détail des systèmes particuliers, mais on commencera à le faire en juin, lors d'une réunion à Uppsala (voir page 24).

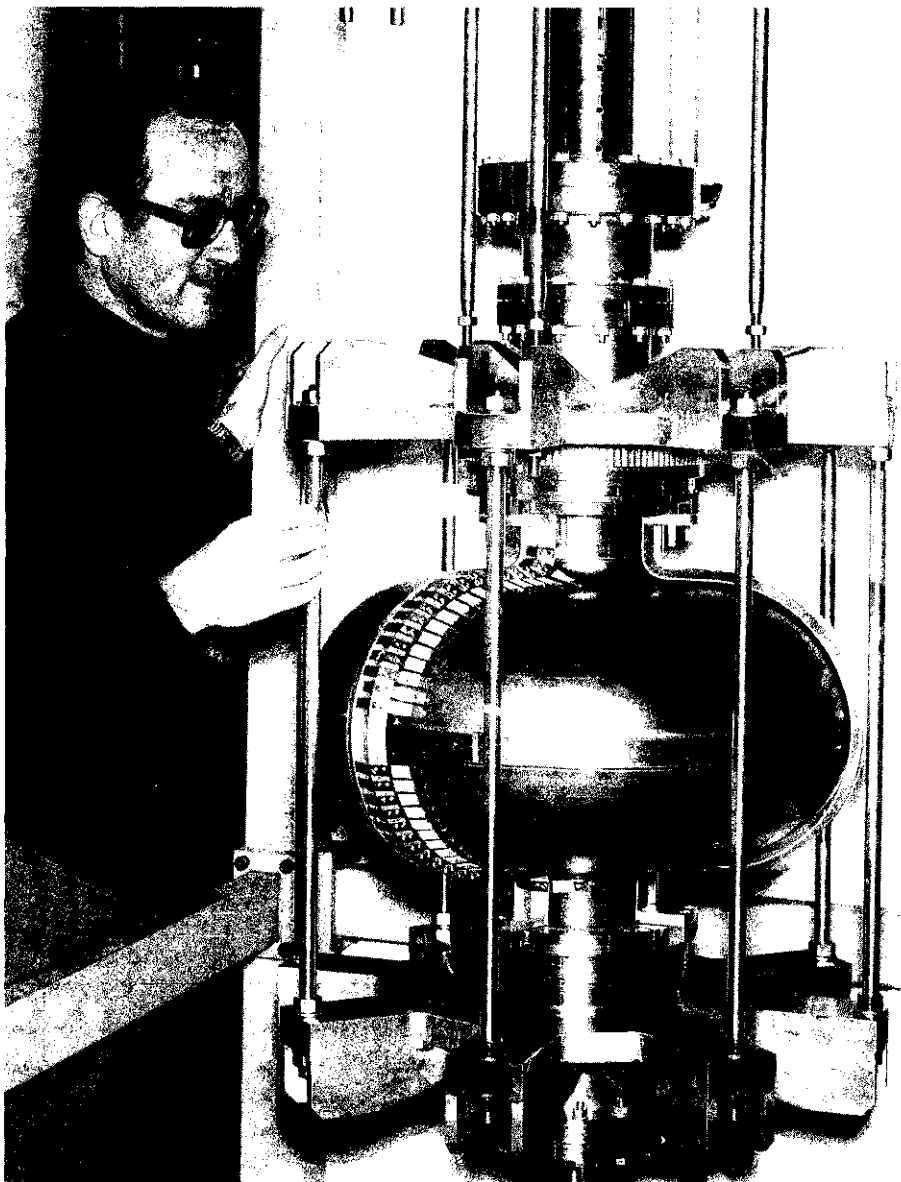
L'ECFA est à l'origine d'une étude des ressources financières et en main-d'œuvre dont dispose la communauté des physiciens européens des hautes énergies (voir l'article suivant), étude qui a pour objet de s'assurer que l'entrée en service du LEP ne modifiera pas les méthodes actuelles de collaboration dans les expériences entreprises au CERN par les centres de recherche européens. Il semble que, si l'aide est maintenue au niveau actuel, un excellent programme d'expériences pourra être mis sur pied avec le LEP.

Coûts et délais

L'étude technique du LEP exposée dans le «Livre rose» permet une estimation des coûts et du calendrier de la construction. La communauté des physiciens des hautes énergies souhaite vivement que la machine entre en service dès que possible, pour que le CERN conserve l'excellente position qu'il a acquise parmi les laboratoires mondiaux de physique des hautes énergies.

Vers le milieu des années 80, les possibilités de recherche offertes par les excellentes machines qui fonctionnent maintenant au CERN seront probablement surclassées par suite de l'entrée en service du doubleur d'énergie et d'ISABELLE. On espère que les premiers faisceaux du LEP pourront suivre de près.

La rapidité avec laquelle le LEP pourra entrer en exploitation dépendra essentiellement du rythme annuel des dépenses que pourront consentir les Etats membres du CERN. Il est proposé que le financement du projet LEP soit assuré dans les limites des budgets annuels du



CERN (600 millions de francs suisses aux prix de 1978) en arrétant ou en réduisant les programmes de recherche avec certaines des machines actuelles du CERN et en restreignant les travaux de développement futurs concernant les machines. C'est ainsi qu'on envisage de fermer les anneaux de stockage à intersections, et peut-être le synchro-cyclotron de 600 MeV, et de restreindre le développement de la recherche avec le SPS.

La quasi-totalité des éléments du LEP devra être en place pour permettre à l'exploitation de commencer, mais deux éléments pourront être portés par étapes à leur plein développement. L'un est la quantité de puissance HF installée; l'autre est le nombre de systèmes de détection mis en place pour les expériences. De ce fait, le programme de physique sera probablement entrepris selon des étapes correspondant à l'installation progressive des cavités HF (ce qui permettra d'atteindre successivement des énergies maxi-

males toujours plus élevées) et à celle des expériences autour des régions de collision.

L'étape définie par l'installation de la totalité des cavités en cuivre est appelée étape 1. Elle correspond à une puissance HF disponible de 96 MW donnant une énergie maximum d'environ 90 GeV (suffisante pour la production de la particule W). On pourra cependant commencer l'exploitation au niveau d'une étape 1/6, avec une puissance HF de 16 MW donnant une énergie de 50 GeV (suffisante pour la production de la particule Z) ou à celui d'une étape 1/3, avec 32 MW de puissance HF et une énergie de 65 GeV.

Le calendrier élaboré dans l'étude technique permettra d'atteindre l'étape 1/3 en 1988 avec la mise en service de quatre zones d'expérimentation, si l'autorisation de construire le LEP est donnée en 1981. Le coût du projet à l'étape 1/3 est estimé à 1065 millions de francs suisses et un montant supplémentaire de 210 millions de francs suis-

ses sera nécessaire pour atteindre l'étape 1.

L'énergie maximum pourrait être portée à un niveau légèrement supérieur à 90 GeV par l'installation de cavités en cuivre supplémentaires, mais tout progrès significatif vers l'objectif de 130 GeV fixé pour l'étape 2 exigera l'installation de cavités supraconductrices. Tant que le programme de développement pour la

fabrication de ces cavités n'aura pas sensiblement progressé, on pourra difficilement se prononcer au sujet des coûts et du calendrier nécessaires en vue de l'étape 2.

Le projet LEP tel qu'il est décrit dans le « Livre rose » est fermement appuyé par la communauté des physiciens européens des hautes énergies. Une présentation formelle du projet aux délégués des douze

Etats membres du CERN est envisagée pour le mois de juin. On espère que l'autorisation de construire le LEP sera obtenue une année après, en juin 1981, et qu'elle aura reçu toutes les approbations gouvernementales requises à la fin de la présente année.

Si l'on y parvient, le LEP pourrait commencer à prendre forme au début de 1982.

La physique des hautes énergies en Europe

Un inventaire complet des activités et ressources en physique des hautes énergies dans les Etats membres du CERN a été dressé par un groupe de travail de l'ECFA (Comité européen sur les futurs accélérateurs), placé sous la présidence de John Mulvey. Il s'agissait de dresser un tableau de la situation actuelle en Europe et de voir si elle paraît bien adaptée à l'exploitation efficace des machines qui pourraient être construites sur le continent (notamment le LEP) et dans le reste du monde. Un rapport (ECFA/RC/79/47) a été présenté à l'ECFA.

La communauté des physiciens des hautes énergies dans les douze Etats membres du CERN compte environ 2000 expérimentateurs et 1000 théoriciens attachés à quelque 140 universités et instituts de recherche. Quatre-vingt-huit pour-cent des expérimentateurs sont disséminés dans les centres de recherche européens tandis que douze pour-cent sont employés dans les deux principaux laboratoires disposant d'accélérateurs: le CERN et DESY. Près d'un quart des physiciens sont des étudiants dont 190 environ obtiennent chaque année leur diplôme. La moitié de ces jeunes

chercheurs abandonnent ce domaine d'activités au cours des trois années suivant l'obtention de leur diplôme.

Une étude, réalisée il y a un an, faisait apparaître que cinquante à soixante pour-cent des expérimentateurs utilisaient le synchrotron à protons de 400 GeV du CERN (le SPS), tendance qui se prolongera avec l'utilisation prochaine de cette machine pour les collisions de faisceaux proton-antiproton. Environ 1350 personnes au total participaient au programme de recherche du CERN (sans compter le synchro-cyclotron). Près de 320 physiciens utilisaient les machines à électrons: positons dont 230 travaillaient à DESY avec PETRA. Quelque 90 physiciens menaient l'essentiel de leurs activités d'expérimentation dans les laboratoires des USA (principalement le Laboratoire Fermi et le SLAC) et 25 à Serpoukhov (dont la moitié avec la chambre à bulles Mirabelle). Pour compenser ce mouvement, quelque 70 physiciens américains et 90 physiciens soviétiques et d'Europe de l'Est travaillaient au CERN et 20 autres physiciens américains à DESY. A propos des chambres à bulles, on notera avec

intérêt que depuis la précédente étude, en 1966, le nombre des expérimentateurs utilisant uniquement les chambres à bulles ou les émulsions est tombé de 55 à 19%.

Les crédits servant à financer directement le programme expérimental (non compris les traitements, les frais généraux et le coût d'utilisation des ordinateurs centraux) étaient estimés à environ 146 millions de francs suisses en 1978. Environ la moitié de ce montant provenait des deux laboratoires hôtes, tandis que 13 millions de francs suisses sur le solde fourni par les universités étaient absorbés par les frais de déplacement et de subsistance. En 1978, les effectifs participant au programme d'expérimentation (ingénieurs, techniciens, programmeurs) étaient de l'ordre de 2650 années/homme, dont un tiers environ fourni par les deux laboratoires hôtes.

La taille des collaborations s'est accrue avec la complexité des expériences et un groupe d'une quarantaine de physiciens est maintenant normal, certains atteignant 70 à 80. L'effectif moyen d'une équipe fournie par un seul institut s'établit à 6,5.

Tableau des principales machines dont on pourra disposer au cours de la prochaine décennie pour la recherche en physique des hautes énergies. Les points d'interrogation correspondent aux dates possibles d'entrée en fonctionnement pour les projets encore en discussion. Les lignes en pointillés indiquent les périodes consacrées à la préparation d'expériences.

Region and Laboratory	MACHINE	PARTICLE(S)	ENERGY (GeV)	POSSIBLE DEVELOPMENTS	1980	1982	1984	1986	1988	1990
EUROPE	P.S.	p	26	LEAR: High intensity, low energy $\bar{p}$ $\bar{p}+p$ $\{ e^+e^- 130+130 \}$ $\{ e^+p \sim 100+270 \}$						
	I.S.R.	$p+p$	31+31							
	S.P.S.	p	450							
	S.P.S.	$\bar{p}+p$	270+270							
	L.E.P.	e^+e^-	65+65 (1st phase)							
DESY	PETRA	e^+e^-	19+19							
	(also DESY II)	e^+e^-	5+5 (DORIS)}							
USA	AGS	p	33	$\bar{p}+p, e+p?$						
	ISABELLE	$p+p$	400+400							
	FNAL	p	500	$p+p 250+1000, \bar{p}+p 1000+1000?$						
	Doubler / Saver	p	1000							
	SLAC	e	22	SLED, 40 GeV						
	PEP	e^+e^-	18+18							
	PEP II	e^+e^-	?							
CORNELL	CESR	e^+e^-	8+8							
USSR										
SERPUKHOV	UNK	p	76	$p+p, \bar{p}+p, ?$						
		p	3000							
JAPAN										
KEK	TRISTAN	$p+p$	12	$e+p, e^+e^-, \bar{p}+p?$						
		$p+p$	200+200							
CHINA		p	50							

Le groupe de travail se tournant vers l'avenir a élaboré un scénario dans lequel le grand anneau de stockage d'électrons-positons (LEP) occupe bien entendu le premier rang des priorités pour l'Europe. Il a souligné que le LEP ne devait pas souffrir de retard. Il devrait, estime-t-on, commencer à fonctionner en 1988 de manière à ne pas laisser trop longtemps le CERN avec le SPS et la machine à collisions de faisceaux proton-antiproton comme seules machines de pointe puisqu'elles seront probablement dépassées dès le milieu des années 80 par des machines américaines. Si une trop longue rupture d'équilibre se produisait en faveur des USA, l'Europe éprouverait beaucoup de difficultés à retrouver sa position actuelle. On espère qu'une nouvelle machine à DESY contribuera largement à combler le fossé à partir du milieu de la décennie 80. (Nous pensons revenir plus en détails sur les projets de DESY dans un prochain numéro.)

Le groupe de travail indique que le tableau tracé pour l'avenir s'appuie

Dans la perspective d'un partage mondial des installations, la recommandation la plus positive concernant la politique à suivre envers les groupes autres que ceux des USA est venue l'année dernière du comité consultatif des expériences du Laboratoire Fermi. Il est probable que d'autres déclarations analogues figureront dans le rapport final du groupe de travail de l'ECFA et du Comité international pour les futurs accélérateurs (ICFA). Le Comité du Laboratoire Fermi a relevé: «Les critères déterminants pour l'acceptation ou le rejet de toute proposition d'expérience devraient continuer à être l'intérêt pour la physique, la praticabilité technique, la compétence du groupe et les ressources nécessaires. Le Laboratoire ne dédaignera pas les crédits ou l'équipement venant

de l'extérieur mais ces considérations ne devraient pas peser d'un poids excessif dans le choix des propositions. La nationalité des auteurs des propositions ou leur appartenance à tel ou tel institut ne devrait pas en soi peser dans la décision d'accepter ou de rejeter une expérience. Nous pensons que des groupes étrangers souhaiteront tout naturellement constituer des équipes avec les expérimentateurs locaux et le Laboratoire devrait encourager cette attitude. Toutefois, nous estimons qu'il ne serait pas dans l'intérêt du Laboratoire ou de la physique des particules d'établir un contingentement ou de restreindre le caractère international de la recherche dans ce domaine. Nous espérons que d'autres grands laboratoires de par le monde adopteront une pratique analogue.»

Effectif des physiciens engagés dans la recherche européenne en physique des hautes énergies

Etats membres du CERN	Physiciens expérimentaux			Total	Physiciens théoriques			Total
	permanents	temporaires	étudiants		permanents	temporaires	étudiants	
Allemagne fédérale	98	110	112	320	66	64	53	183
Autriche	18	3	2	23	15	9	6	30
Belgique	26	12	10	48	28	18	19	65
Danemark	13	6	4	23	7	12	—	19
France	313	26	59	398	123	18	18	159
Grèce	5	12	6	23	6	7	4	17
Italie	228	31	61	320	116	17	23	156
Norvège	14	9	10	33	10	6	7	23
Pays-Bas	27	9	21	57	18	5	18	41
Royaume-Uni	163	94	111	368	65	34	71	170
Suède	4	26	21	51	4	11	12	27
Suisse	20	21	23	64	10	12	10	32
Total	929	359	440	1728	468	213	241	922
Fixés à DESY	38	33	—	71	6	6	—	12
Fixés au CERN	64	94	—	158	11	31	—	42
Total	1031	486	440	1957	485	250	241	976

largement sur cette idée que les nouvelles installations, construites dans les différentes parties du monde, ne feront plus double emploi mais seront au contraire complémentaires, ce qui permettra de réaliser des économies tout en permettant à la recherche de progresser sur un large front. Une telle vision implique toutefois que les expérimentateurs de toutes les régions du globe soient autorisés à utiliser ces installations et reçoivent l'appui nécessaire pour le faire.

Le groupe de travail suppose que quelque 200 physiciens européens seront tentés par l'utilisation du doubleur d'énergie au Laboratoire Fermi et des anneaux de stockage ISABELLE (Brookhaven) et que plus tard, au cours de la décennie 80 environ, seront attirés par UNK en URSS. On prévoit un flux inverse de physiciens des USA et de l'URSS vers le LEP et la nouvelle machine de DESY.

Si les installations européennes se développent comme prévu, le nombre des utilisateurs de cibles fixes au SPS tombera probablement de 1000 à 500, tandis que celui des

utilisateurs de machines à collisions de faisceaux, principalement le LEP et la nouvelle machine de DESY, passera de 550 à 1000.

On admet que le programme initial d'expériences avec le LEP comprendra six expériences, coûtant en moyenne 30 millions de francs suisses et intéressant quelque 450 physiciens des Etats membres du CERN (effectif qui s'élèvera plus tard à 600). Si les modalités et les niveaux actuels de financement restent inchangés et que les expériences sont réalisées par des groupes importants comptant entre 50 et 100 physiciens, on ne connaîtra pas de difficultés financières. Pour cela, il faut que les laboratoires hôtes continuent à disposer dans leurs budgets de provisions suffisantes pour faire face à la moitié des dépenses d'investissements pour les expériences. Pour le CERN, il s'agirait d'un montant de l'ordre de 90 millions de francs suisses sur les trois ou quatre années précédant le démarrage du LEP. De même, du point de vue technique, le nécessaire serait assuré si la situation actuelle se prolongeait.

Le groupe de travail s'est montré réservé au sujet de la centralisation des moyens et des ressources rendue nécessaire par l'ampleur et la complexité des expériences et a souligné l'importance de fournir les moyens propres à permettre aux physiciens travaillant dans les laboratoires de leur pays d'origine d'y apporter leur contribution. Ce faisant, on renforcerait la part prise par les physiciens des hautes énergies à la vie universitaire locale, on améliorerait la formation des diplômés de l'enseignement supérieur tout en contribuant à renforcer et à élargir les contacts avec la communauté locale et notamment avec l'industrie.

En conclusion de son rapport, le groupe de travail déclare: « L'Europe possède aujourd'hui une vaste gamme d'installations de pointe pour la recherche en physique des hautes énergies et les propositions, actuellement à l'examen, offrent de grandes perspectives pour l'avenir ».

Nouvelles des Laboratoires

LABORATOIRE FERMÍ Réunion de travail sur les muons et les neutrinos au Tévatron

Les idées, très diverses en détails et en nuances, ont fusé de toutes parts au Laboratoire Fermi pendant les quatre journées de la Réunion de travail muon-neutrino de janvier. C'était la première discussion publique des plans des utilisateurs et du personnel du Laboratoire Fermi concernant les expériences et les installations prévues avec le Tévatron.

Tom Kirk, actuellement détaché de son poste de chef du département neutrino, organisait cette réunion. Plus de deux cents scientifiques venus d'Europe, d'URSS, du Japon, etc., y ont participé et ont discuté de l'ère proche de la physique des leptons à 1 TeV.

Les plans du département neutrino, relatifs aux travaux de construction et à la conception de faisceaux pour le Tévatron, ont été présentés par Tom Kirk, Tay Stefanski, Dennis Theriot et Jim Walker. John Peoples, chef de la division recherche, a donné le calendrier des travaux qui prévoit pour 1982 l'extraction de faisceaux du Tévatron pour les premières expériences. Le programme prendra un grand essor en 1983-84 avec l'achèvement d'une ligne de faisceau de muons de 750 GeV et d'autres installations.

Des plans étant affichés près de l'amphithéâtre, il était aisé d'imaginer les expériences. Exposant de nouvelles méthodes de détection des collisions et gerbes de particules, Bill Carithers (Berkeley) a décrit ses récentes expériences d'un grand intérêt sur des décharges de gaz limitées selon le mode de Geiger, tandis que Mikhail Kubantsev (IPTE) rendait compte des essais préliminaires d'un détecteur d'argon ga-

zeux à haute pression de 100 tonnes pour des expériences sur les neutrinos.

Le nouveau faisceau de muons de haute énergie et d'intensité élevée a suscité un grand enthousiasme: onze orateurs ont souligné l'intérêt d'expériences de haute précision qui devraient permettre de mesurer les paramètres de la théorie de l'interaction forte, qui prévaut actuellement (chromodynamique quantique), et de la meilleure théorie de l'interaction faible (Weinberg-Salam). Les avantages du nouveau faisceau de muons constituent probablement l'aspect le plus spectaculaire du Tévatron, car c'est dans ce domaine que le développement des installations du Laboratoire Fermi sera le plus marquant.

Pamela Surko (Princeton) a montré comment on pourrait tirer parti de la polarisation naturelle des muons pour soumettre la théorie de Weinberg-Salam à un essai crucial. Ces vues supposent l'utilisation dans des conditions nouvelles d'un appareil existant au Laboratoire Fermi, le spectromètre multi-muons.

Les autres expérimentateurs ont exploré les possibilités des expériences neutrino, dont le Tévatron favorisera le développement. Frank Taylor (North Illinois), Frank Sciulli (Cal-Tech) et d'autres ont donné des informations sur les deux grands détecteurs de neutrinos actuellement utilisés au Laboratoire Fermi, tandis que Jack Steinberger (CERN) et ses collègues ont examiné les possibilités du détecteur WA1 du CERN en relation avec le Tévatron. Des plans sont axés sur les possibilités qu'offrent les détecteurs de neutrinos existants dans le nouveau domaine d'énergie et sur les avantages que présentera l'augmentation de l'énergie.

Parmi les recherches qui tireront profit des faisceaux de neutrinos figurent une nouvelle étude des fonctions de structure du nucléon par comparaison aux données de la CDQ (chromodynamique quantique) et une étude d'événements à plu-

Au Laboratoire Fermi, lors de la récente réunion de travail sur les neutrinos avec le Tévatron: Robert Shrock (Stony Brook) au cours d'une discussion sur les neutrinos tau.

(Photo Laboratoire Fermi)



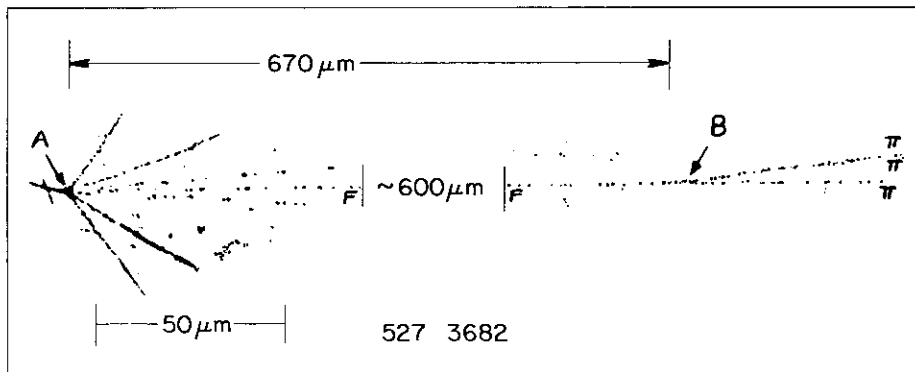
sieurs muons en tant qu'essai de production de quarks lourds. Un domaine qui devrait profiter considérablement des énergies plus élevées est celui de la diffusion élastique neutrino-électron.

Les expériences avec des neutrinos «rapides», issus d'un faisceau de protons pénétrant dans une décharge de faisceau, ont fait l'objet d'une discussion approfondie. Malheureusement, un muon ou un électron est émis avec chaque neutrino et il faut éliminer les muons avant de pouvoir utiliser les neutrinos pour des expériences.

Mike Peters (Hawaï) a fait un utile exposé sur les instruments permettant le calcul d'un blindage adéquat pour des muons et il a expliqué, avec Richard Fine (Columbia), comment on pourrait réaliser un tel blindage avec des aimants de l'accélérateur ZGS d'Argonne, mis hors service.

La recherche sur les neutrinos avec chambres à bulles a été examinée. Horst Wachsmuth (CERN/Wisconsin) a fait part d'idées

Un exemple d'une désintégration de particule charmée enregistrée dans une émulsion par une équipe USA/Canada/Japon au Laboratoire Fermi. Un neutrino entre en interaction avec un noyau dans l'émulsion au point A. La trace centrale continue est analysée comme étant un méson F se désintégrant au point B en quatre particules, dont trois sont identifiées dans le spectromètre comme étant des pions.



concernant une nouvelle chambre à bulles optimisée pour des expériences sur les neutrinos aux énergies du Tévatron. Plus petite que l'actuelle chambre à bulles de 4,60 m du Laboratoire Fermi, elle aurait un volume de 10 m³ et serait presque complètement entourée de détecteurs électroniques pour la détermination du type des particules et la mesure de leur impulsion. La chambre pourrait également fonctionner comme un spectromètre à cible visible pour des expériences hadroniques. Vincent Peterson a rendu compte du soutien enthousiaste apporté au projet par les partisans des chambres à bulles.

Cette réunion de travail montre que la recherche sur les leptons avec le Tévatron répond pleinement aux vœux des utilisateurs, qui manifestent autant d'intérêt pour les expériences sur les muons que pour celles sur les neutrinos.

Le Laboratoire Fermi a demandé que les propositions d'expériences sur les neutrinos et les muons avec le Tévatron soient présentées d'ici le 25 avril. Elles seront discutées à des réunions prévues pour les 15 et 16 mai et le comité consultatif des expériences les examinera dès sa réunion de juin. Comme le nombre de propositions sera vraisemblablement élevé et vu que chacune d'elles demande un examen approfondi, il est peu probable que les décisions finales soient prises immédiatement.

Les utilisateurs ayant des propositions à faire pour le Tévatron sont invités à prendre contact avec Shigeki Mori, chef intérimaire du département neutrino au Laboratoire Fermi.

Spectromètre hybride à émulsion

L'extension de la théorie de Weinberg-Salam des leptons aux quarks exigeait l'existence d'un quatrième quark porteur d'un nouveau nombre

quantique, le charme. Etant donné que le charme ne devrait disparaître que dans les désintégrations par interaction faible, les théoriciens s'accordent à penser depuis quelque temps que la durée de vie de la particule charmée la plus légère de chaque type devrait être relativement longue (de l'ordre de 10⁻¹³ seconde).

Au début, les résultats des expériences ne concordaient pas entre eux et donnaient des durées de vie soit inférieures à 10⁻¹⁴ s, soit voisines de 10⁻¹² s. Au cours de 1979, les données fournies par plusieurs expériences effectuées au CERN et au Laboratoire Fermi ont fait pencher en faveur de durées de vie situées dans la plage des 10⁻¹³ s (voir par exemple les n^{os} de juin 1979, page 152 et de septembre, page 253).

On dispose maintenant d'autres données grâce à une équipe USA/Canada/Japon qui a effectué une expérience dans le faisceau de neutrinos à une seule corne du Laboratoire Fermi avec un spectromètre hybride à émulsion, en utilisant comme cible 24 litres d'émulsion Fuji.

C'est un faisceau de neutrinos qui a été choisi, car la partie des événements à charme devait être assez grande (de 5 à 10 %). Le spectromètre a deux fonctions: localiser les événements dans l'émulsion et identifier le type de particule charmée grâce à sa cinématique de désintégration. Le spectromètre a fonctionné avec un système de déclenchement à faible polarisation exigeant seulement que plus de deux particules chargées émergent de la cible et qu'au moins deux d'entre elles apparaissent en aval de l'aimant.

Quelque 2200 interactions neutrinos à courant chargé et à courant neutre ont été reconstruites à partir de ces données. L'émulsion a été dépouillée pour environ 40 % de ces événements dont 500 ont été trouvés. La moitié des événements marqués non trouvés ont été perdus dans les coupures du volume de

référence et le reste à cause des insuffisances de dépouillement. Le rendement de recherche d'événements marqués est environ le double de celui des expériences hybrides précédentes et cela grâce à une nouvelle technique de rétro poursuite de traces utilisée conjointement avec une exploration de volume de type classique.

Vingt-deux désintégrations de particules charmées à plusieurs branches ont été trouvées dans ces 500 événements, ainsi qu'une douzaine d'autres traces à inflexions qui présentent un brusque et important changement de direction sans signe d'interaction. Les longueurs de désintégration à plusieurs branches sont comprises entre 5 et 13 000 μm. Des produits de désintégration ont été identifiés dans le spectromètre à grande ouverture par diverses techniques: analyse magnétique, séparation d'après le temps de vol de protons, kaons et pions chargés, identification par verre au plomb d'électrons, de rayons gamma et de pions neutres, et identification de muons par pénétration à travers de l'acier. Un calorimètre mesurait l'énergie hadronique totale.

Sur les désintégrations à plusieurs branches, trois ont été identifiées comme étant des lambdas charmés, quatre des mésons D neutres, deux des D chargés et deux des mésons F chargés. Un candidat pour la désintégration par interaction faible d'un sigma charmé a été trouvé avec un temps de désintégration de 0,5 × 10⁻¹³ s. Si cette identification est exacte, l'événement est tout à fait surprenant, car les théoriciens pensaient que cette particule avait une masse suffisamment élevée pour se désintégrer par interaction forte. Cinq événements pourraient être attribués à des mésons soit D, soit F et les autres événements à plusieurs branches et à inflexions sont encore à l'étude.

D'après ces statistiques, les sigmas et lambdas charmés et les mésons D neutres ont des durées de vie un peu plus courtes que 10⁻¹³ s,

Appareil utilisé par un groupe CERN-Collège de France-Ecole polytechnique (Palaiseau)-Orsay-Saclay qui étudie la production de paires de muons par des hadrons. Le faisceau provenant du SPS rencontre d'abord des cibles d'hydrogène liquide et de platine montées en série (en bas, à droite) avant de passer dans l'absorbeur de hadrons. Immédiatement en aval se trouve un grand aimant supraconducteur. Cet aimant et les détecteurs plus en aval contiennent 26 000 fils capteurs, montés dans 31 plans.

(Photo CERN 166.7.79)

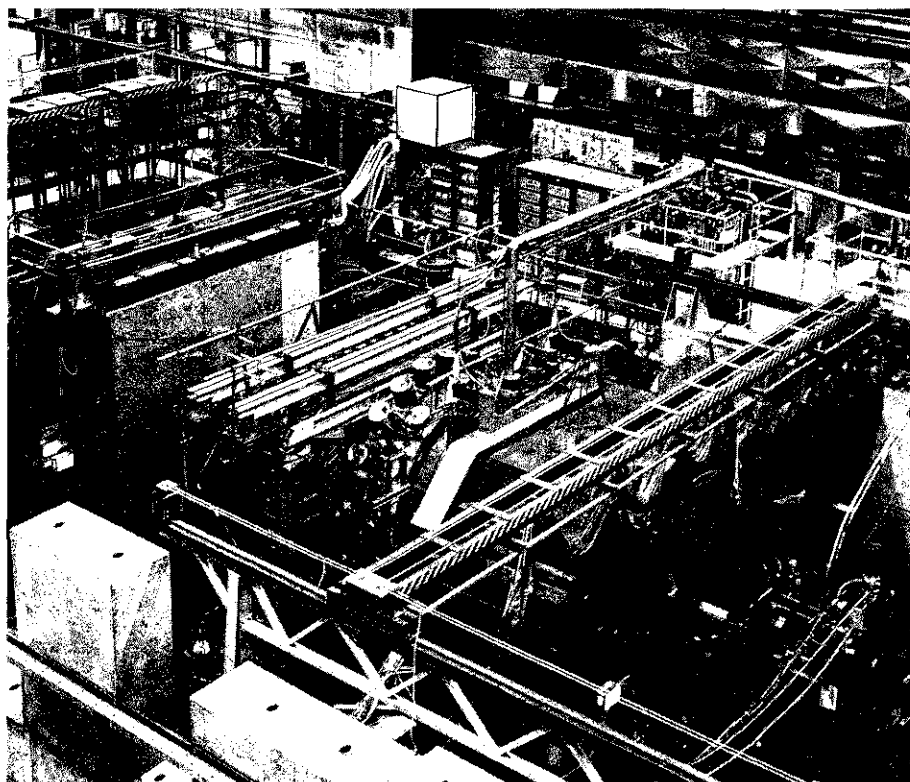
tandis que les mésons chargés D et F vivent beaucoup plus longtemps que 10^{-13} s. Une épreuve fondée sur cette technique de rétro poursuite a été effectuée pour vérifier que l'efficacité pour la recherche de désintégrations de particules neutres est élevée. L'indication suivant laquelle la durée de vie du D neutre est d'un ordre de grandeur plus courte que celle du D chargé paraît donc être juste et non pas le résultat d'erreurs systématiques de dépouillement. (Cela est également confirmé par les résultats prouvant que le D neutre a un niveau plus élevé de désintégrations non leptoniques.)

La dynamique de production, notamment le nombre de particules charmées provenant des désintégrations par interaction forte d'états excités et la partie de l'énergie hadronique portée par la particule charmée, fait l'objet d'une étude minutieuse. Les expérimentateurs pensent trouver une cinquantaine de désintégrations de particules charmées dans l'ensemble de l'échantillonnage des données et espèrent en identifier les deux tiers sans ambiguïté. Une autre période d'expériences avec appareillage amélioré est prévue.

CERN Paires de leptons produites par des hadrons

Les muons et électrons produits dans les expériences hadroniques sont peu nombreux par rapport aux hadrons mais, leurs propriétés étant très différentes des particules qui les accompagnent, ils peuvent être facilement identifiés et mesurés. L'étude de paires lepton-antilepton, en particulier, constitue maintenant un puissant outil dans la physique des hadrons.

Loin des résonances, telles que le J/psi et l'upsilon, la production du continuum de paires de leptons fournit des informations sur les quarks se



trouvant à l'intérieur des hadrons entrant en collision.

On interprète cette production de dileptons du continuum par le mécanisme dit de Drell-Yan, en vertu duquel un quark issu de l'un des hadrons entrant en collision s'annihile par interaction électromagnétique avec un antiquark issu de l'autre hadron. Ils forment alors un photon lourd, qui se désintègre ensuite en une paire lepton-antilepton. Bien que les expériences utilisent des faisceaux et des cibles de hadrons, les effets étudiés ne sont pas nécessairement hadroniques.

Les dimuons du continuum fournissent, pour l'étude des constituants des hadrons, des informations complémentaires de celles qu'apporte la diffusion fortement inélastique lepton-nucléon. Etant donné que les hadrons incidents ne sont pas limités aux protons, la méthode de Drell-Yan permet également de sonder la structure en quarks de hadrons instables, tels que les pions, qui ne peuvent pas être

utilisés comme cibles pour les faisceaux de leptons.

Ce modèle a réussi à expliquer un grand nombre des caractéristiques observées du spectre lepton-antilepton, telles que la dépendance linéaire par rapport au nombre de masse du noyau-cible, la distribution angulaire des dimuons émergents, le comportement différent observé avec des faisceaux de pions positifs et négatifs et la variation des taux de production des dimuons avec l'énergie (« invariance d'échelle »).

D'importants nouveaux résultats obtenus par un groupe (NA3) CERN - Collège de France - Ecole polytechnique (Palaiseau) - Orsay - Saclay, qui étudie dans la zone Nord la production de paires de muons par différentes espèces de hadrons, apportent de nouvelles précisions.

Avec des compteurs Tchénkov différentiels (Cedar) à haute résolution, cette expérience permet d'identifier les hadrons incidents dans le faisceau secondaire de hadrons de forte intensité (5×10^7 particules par

seconde) du SPS. On peut ainsi recueillir des données simultanément pour les pions négatifs, les antiprotons et les kaons négatifs (faisceau chargé négativement). Pour les protons et les pions et kaons positifs (faisceau chargé positivement), on utilise en plus des compteurs Tchénkov à seuil.

Le groupe NA3 a mesuré la structure en quarks du pion et obtenu les premiers résultats en faveur de la production d'upsilons à l'aide de faisceaux de pions (voir numéro de septembre 1979, page 257). Dans cette expérience, l'abondante production de J/ψ est particulièrement utile pour vérifier et corrélérer les données sur les dimuons du continuum.

La forme observée du spectre du continuum de dimuons, grâce à la grande acceptance angulaire de l'appareillage, permet de déterminer des « fonctions de structure ». Celles-ci traduisent la distribution des quarks à l'intérieur des hadrons et les résultats sont en bon accord avec les mesures de fonction de structure effectuées indépendamment à partir d'interactions de neutrinos à haute énergie. Il est particulièrement encourageant de constater que deux types très différents d'expériences donnent la même représentation des quarks à l'intérieur des nucléons.

Ces fonctions de structure peuvent ensuite être utilisées pour déterminer le taux d'événements attendus dans le continuum de dimuons. Il apparaît que les valeurs mesurées sont supérieures au double des taux calculés.

Dans les collisions proton-nucléon, chacune des particules entrant en collision contient trois quarks de valence et les antiquarks des processus de Drell-Yan doivent être fournis par la « mer » de quarks et d'antiquarks virtuels qui entoure les quarks de valence. Le niveau relatif des contributions des quarks de la mer et de valence utilisé pour le calcul de Drell-Yan est obtenu à partir des données sur la diffusion de neutrinos.

Cependant, si au lieu d'être bombardées avec des protons les cibles le sont avec des antiprotons, qui contiennent trois antiquarks de valence, la contribution dominante à la production de dimuons du fond continu provient alors d'interactions entre paires quark-antiquark de valence. Étant donné que l'antiproton a la même fonction de structure (pour les antiquarks) que le proton (pour les quarks), les calculs exigent un minimum de paramètres initiaux.

Après avoir obtenu ses premiers résultats avec des antiprotons l'été dernier, le groupe NA3 est entré dans une période très active de prise de données qui a fourni quelque 350 événements provenant d'antiprotons avec paires de muons au-dessus de la région de masse de J/ψ . Ils montrent que le rapport entre les niveaux observé et calculé de la production de dimuons avec des antiprotons s'accorde avec le résultat obtenu avec des protons. Il en résulte que le signal de dimuon élevé obtenu avec des protons ne peut pas être tout simplement expliqué par une contribution accrue de quarks de la mer. Les données recueillies permettent également la première détermination de la fonction de structure de l'antiproton.

Une possibilité serait que les effets nucléaires cohérents dans la cible soient responsables de cet effet, ce qu'on peut vérifier en utilisant une cible d'hydrogène. Avec des faisceaux de pions sur l'hydrogène, l'expérience NA3 donne encore le même rapport entre le niveau de dimuons observé et celui calculé, ce qui écarte cette explication.

Avec une cible d'hydrogène, on obtient également des sections efficaces absolues et des résultats exempts de complications nucléaires. Dans la pratique, l'expérience utilise simultanément une cible d'hydrogène et une cible lourde (platine), ce qui permet de vérifier la dépendance additive par rapport au nombre de masse.

Autre possibilité: le rendement élevé en dimuons pourrait être d'ori-

gine hadronique et non pas électromagnétique. Un tel effet contribuerait tout autant aux résultats avec des faisceaux de pions positifs et négatifs. Cependant, la différence entre les résultats de NA3 avec faisceaux de pions positifs et négatifs exclut cette hypothèse.

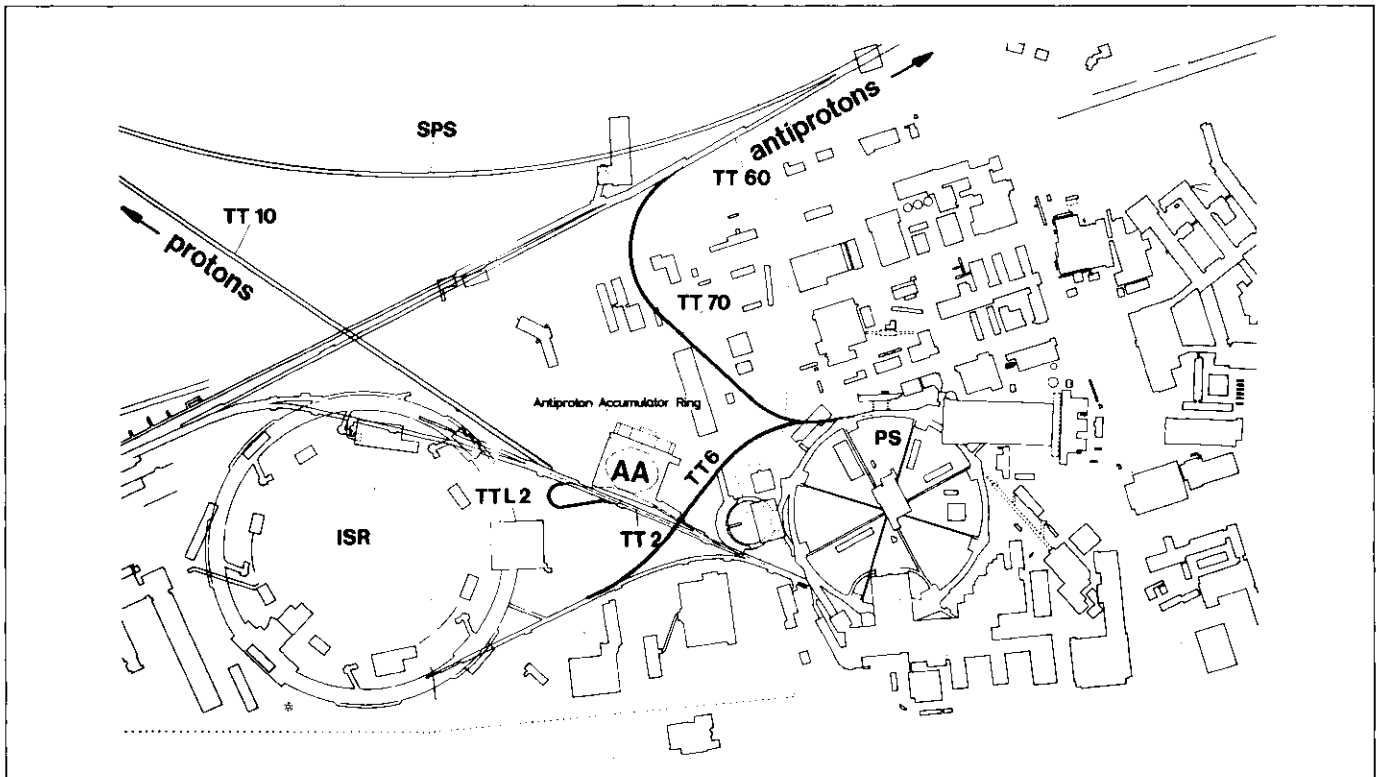
D'autres données en faveur d'une section efficace de dimuons élevée ont été obtenues par le groupe Indiana – Imperial College Londres – Saclay – Southampton qui étudie la production de dimuons par des faisceaux de pions dans la zone d'expériences Ouest du SPS. Ce groupe a également observé un candidat au titre de méson de beauté (voir numéro de septembre 1979, page 257).

Au total, les résultats recueillis donnent à penser que le modèle de Drell-Yan pour la production de dimuons a besoin d'être modifié. Le désaccord pourrait être imputable aux gluons auxquels sont dues les forces s'exerçant entre les quarks. Cela apporte des éléments de réflexion pour les théoriciens élaborant des théories de champ de quarks et de gluons. La différence considérable entre les niveaux de dimuons observés et ceux calculés signifie que les effets dus aux gluons doivent être importants.

On creuse pour les antiprotons

Le projet antiprotons du CERN prend forme. Ces antiprotons, produits par le faisceau primaire de protons issu du synchrotron à protons de 28 GeV (PS), subiront un refroidissement stochastique pour être stockés dans le nouvel anneau accumulateur d'antiprotons (AA). À partir de cet anneau, les antiprotons de basse énergie seront dirigés vers le PS (par le tunnel TTL2) et accélérés à 26 GeV avant d'être éjectés dans un nouveau tunnel (TT70) conduisant au SPS, où ils seront accélérés à

Tracé des lignes de faisceaux pour le projet antiprotons du CERN. L'excavation des nouveaux tunnels TT70 et TT6, par lesquels les antiprotons seront dirigés respectivement vers le SPS et les ISR, est maintenant achevée.

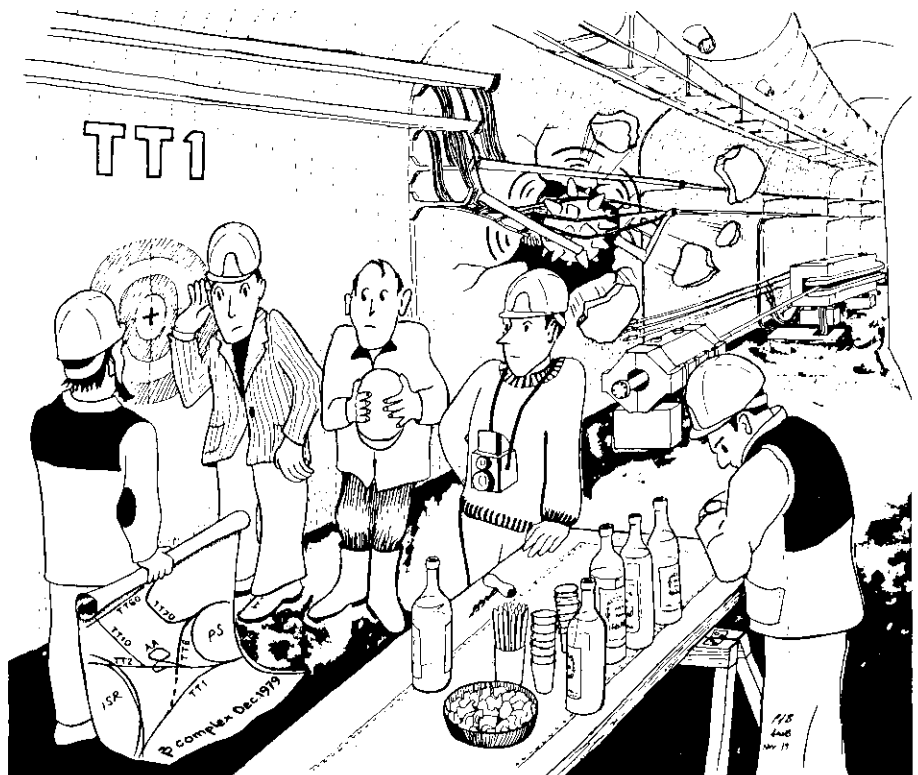


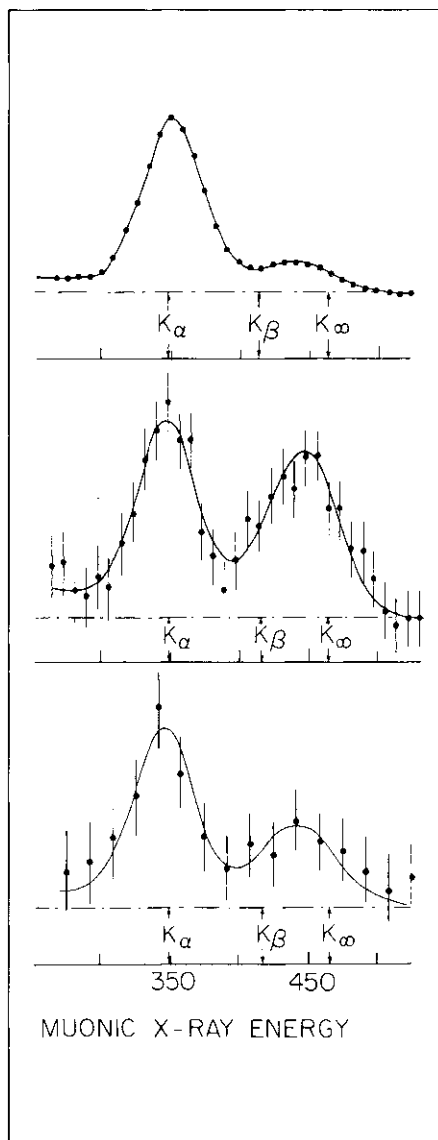
270 GeV (voir numéro de septembre 1978, page 291). Un autre nouveau tunnel (TT6) acheminera des antiprotons vers les anneaux de stockage à intersections (ISR).

L'excavation du tunnel TT70, long de 400 m, est maintenant achevée et les liaisons avec l'actuel tunnel d'éjection du SPS (TT60) vers la zone d'expériences Ouest, ainsi qu'avec le tunnel du PS, ont été réalisées pendant la période d'arrêt de fin d'année.

Les antiprotons seront injectés dans le SPS par le canal d'extraction utilisé normalement pour alimenter en protons la zone d'expériences Ouest. Les protons extraits pourront également être réacheminés vers le PS par le tunnel TT70. Cela permettra d'accorder la ligne de faisceau avec des protons et donnera un moyen de synchroniser les deux accélérateurs.

Une vue pessimiste(!) des opérations de creusement des tunnels, par Phil Bryant.





1) Spectres de rayons X d'atomes muoniques formés dans de l'aluminium et observés par un groupe de Bologne au synchro-cyclotron du CERN. Les spectres diffèrent selon que les atomes sont formés par injection directe de muons dans une cible d'aluminium (courbe du haut), par diffusion d'hydrogène muonique (courbe du milieu) ou par diffusion de deutérium muonique (courbe du bas).

On a également achevé l'excavation du tunnel TT6 qui acheminera les antiprotons du PS vers les ISR. Le tunnel TT6 passe au-dessous de la ligne de faisceau TT2 qui conduit les protons du PS vers le SPS et les ISR. Cela crée un risque d'irradiation et, pour permettre la poursuite des travaux en TT6 lorsque la ligne de faisceau TT2 est en service, on a installé des collimateurs spéciaux en TT2 et posé un blindage sur le parterre du tunnel.

Muons doués de mémoire

Une équipe de Bologne effectuant des expériences au synchro-cyclotron du CERN a enrichi le dossier concernant certaines observations faites sur les atomes muoniques et à propos desquelles les physiciens sont très intrigués. Il semble en effet que les atomes peuvent parfois se souvenir de quelle façon ils ont été formés et qu'ils se comportent en conséquence.

Ces effets ont été constatés pour la première fois en 1967 à Doubna lorsque des spectres différents ont été observés avec de l'argon liquide suivant que le muon passait en orbite dans l'atome d'argon soit par injection directe d'un faisceau de muons, soit par diffusion de l'hydrogène muonique à travers l'argon liquide. On pense que les impulsions angulaires différentes intervenant dans la formation de l'atome par ces deux procédés sont peut-être la raison pour laquelle les atomes se comportent comme s'ils se souvenaient de la manière dont ils avaient été créés.

L'équipe de Bologne a observé ces effets pour la première fois dans les solides en 1978 en utilisant de l'aluminium. Elle a répété ces expériences en recourant à la diffusion de deutérium muonique. Là encore, un comportement différent des atomes muoniques obtenus à été observé. L'équipe est ensuite passée à des

2) Les différences disparaissent dans les spectres de rayons X d'éléments plus lourds. La courbe du haut correspond à l'injection directe de muons dans une cible de xénon et la courbe du bas à la diffusion d'hydrogène atomique.

atomes de nombre atomique plus élevé, car tous les travaux précédents avaient été réalisés sur des atomes légers. Des mesures effectuées sur du xénon liquide n'ont pas fait apparaître de différences dans le comportement selon le mode de formation de l'atome.

Ainsi, les atomes muoniques des éléments légers se souviennent s'ils ont été formés par des faisceaux de muons, par diffusion d'hydrogène muonique ou de deutérium muonique.

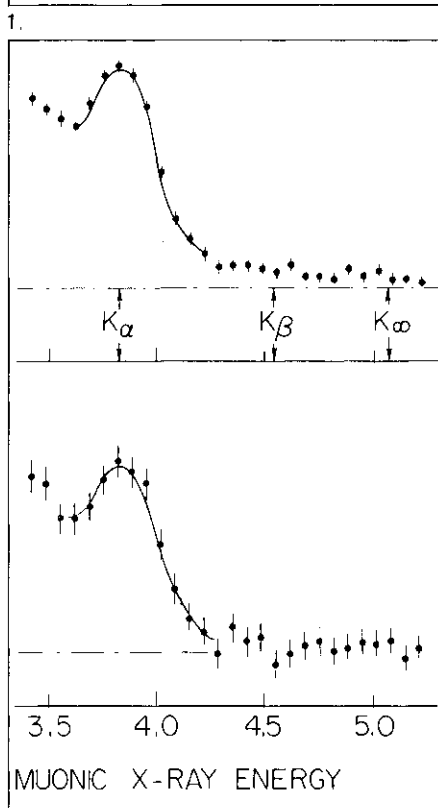
BROOKHAVEN Hypernoyaux

Des hypernoyaux se produisent lorsque les nucléons composant habituellement les noyaux atomiques sont transformés en particules plus exotiques (hypérons) par bombardement avec un faisceau de kaons.

Ils ont été observés pour la première fois en 1953, mais ce n'est qu'au cours de ces dernières années qu'il a été possible de les étudier de façon systématique, grâce aux faisceaux de kaons à flux élevé et aux spectromètres de précision dont on dispose maintenant. On peut les utiliser pour vérifier les théories nucléaires dans différents systèmes et découvrir des processus et des états excités que l'on ne trouve pas dans les noyaux ordinaires.

Un programme d'études hypernucléaires est maintenant bien avancé à Brookhaven. Les premiers résultats confirment l'existence dans le carbone de deux états, découverts au CERN; en outre, par des mesures de distributions angulaires, ils élargissent notre connaissance de leurs nombres quantiques.

La large gamme, de 70 à 280 MeV, des transferts d'impulsion étudiés constitue un aspect original de cette expérience. Il existe plusieurs catégories d'hypernoyaux demandant, pour leur formation, ces transferts d'impulsion élevés, et l'ex-



périence révèle la présence de certains de ces états, alors que d'autres, que l'on s'attendrait à trouver, n'apparaissent pas.

Un groupe Brookhaven – Princeton – MIT – Houston – Vassar – Carnegie-Mellon a utilisé des kaons de 800 MeV pour chercher des hypernoyaux produits dans le carbone. La mesure des impulsions du kaon incident et du pion émis (ces particules étant identifiées par des compteurs Tchérénkov) a permis de détecter des états proches du seuil.

Pour détecter des états ayant une largeur de 1 à 2 MeV, il a fallu effectuer des mesures très précises des impulsions, la résolution résultante variant entre 2,5 et 4,5 MeV, selon l'épaisseur de la cible. Le faisceau séparé de basse énergie n° 1 de l'AGS a fourni 2×10^5 kaons négatifs par impulsion, les kaons représentant 7% du flux total.

Deux états ont été observés, l'un avec une énergie de liaison des particules lambda de $10,79 \pm 0,11$ MeV et un autre 11 MeV au-dessus. La distribution angulaire du premier état lié implique qu'il s'agit de l'état stable de l'hypernoyau de carbone. La distribution angulaire de l'état excité de 11 MeV à des angles réduits (moins de 8°) indique la formation d'un état (0^+) à parité positive et à spin zéro; toutefois, le niveau de production à 15° dépasse ce que l'on pourrait attendre des états 0^+ . Ce résultat suggère que ce que l'on observe est un état nouveau, peut-être avec parité positive et spin deux.

Les expérimentateurs se proposent d'étudier, dans un proche avenir, la formation d'hypernoyaux dans d'autres noyaux légers, afin de mieux comprendre l'interaction spin-orbite pour des noyaux lambdaïques anormalement basse découverte au CERN (voir le numéro de novembre 1978, page 395). Ils projettent ensuite de chercher des rayons gamma hypernucléaires à l'aide d'un appareillage modifié pour répondre à des vitesses plus élevées.

Des discussions ont commencé sur l'étude d'un nouveau faisceau de plus grande acceptance et de son spectromètre, destinés à des expériences hypernucléaires et à d'autres types d'expériences.

KARLSRUHE Nouveaux résultats avec des cavités supraconductrices

A la suite de travaux dans le cadre d'une collaboration CERN-DESY-KfK (Kernforschungszentrum Karlsruhe) pour le développement de cavités supraconductrices (voir n° d'octobre 1978, page 343), deux cavités monocellulaires en niobium ont été essayées à Karlsruhe.

Les cavités sont conçues pour un essai d'accélération dans l'anneau de stockage à électrons-positons DORIS de DESY; elles sont donc

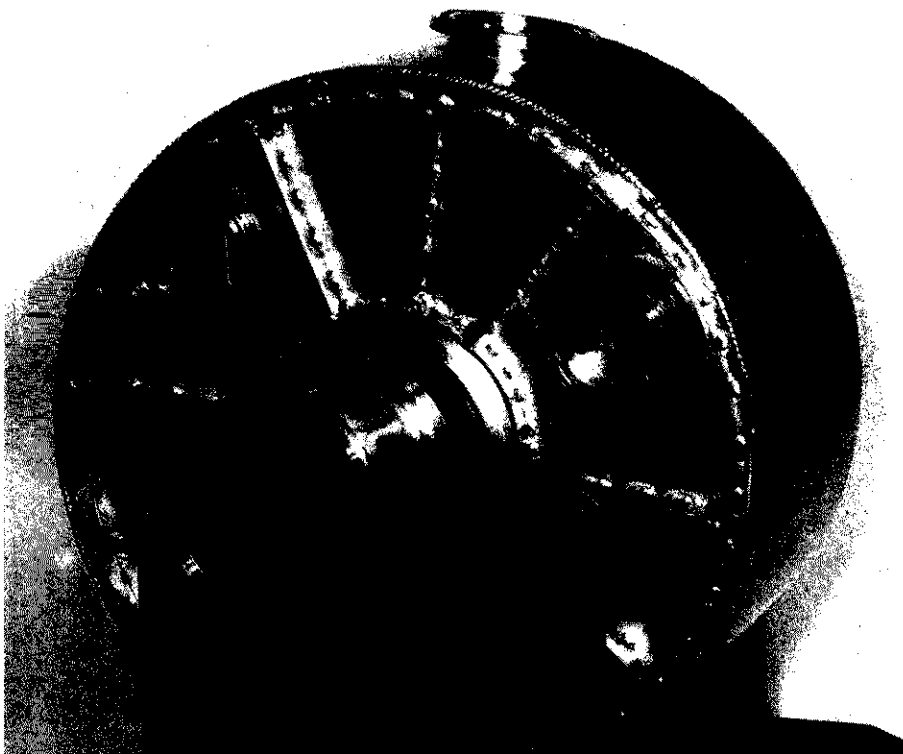
Une cavité supraconductrice monocellulaire en niobium construite pour des essais à DORIS, l'anneau de stockage à électrons-positons du Laboratoire DESY, à Hambourg. Le projet est conduit par une collaboration DESY-Karlsruhe-CERN et des essais ont été faits avec succès à Karlsruhe.

(Photo Karlsruhe)

étudiées pour une exploitation à 500 MHz. Elles ont un couplage d'entrée de 100 kW et deux couplages de sortie de mode plus élevé et les tubes de faisceau sont adaptés à l'enceinte à vide de DORIS. Les principales dimensions des deux cavités cylindriques sont les suivantes: diamètre extérieur 470 mm, rayon des tubes de faisceau 60 mm, longueur des cylindres 270 et 225 mm, épaisseur des parois 4 mm, impédance shunt (Cu, 300 K), $22 \text{ M}\Omega/\text{m}$, valeur de Q (Cu, 300 K) 4×10^4 .

Le rapport du champ électrique de surface maximum et du champ accélérateur est réduit au minimum (jusqu'à une valeur de 2 environ) grâce à la forme elliptique donnée au raccord entre les tubes de faisceaux et les plaques d'extrémités du cylindre. La circonférence extérieure du cylindre forme un angle aigu.

La plupart des éléments de la cavité sont réalisés en feuilles de niobium épaisses de 4 mm et seuls les éléments de couplage sont en niobium résistant. Toutes les pièces



La chambre à dérive de la chambre à projection dans le temps, à TRIUMF, avant son installation dans l'aimant « Chicago » à droite. Un ensemble hexagonal de plaques détectrices est visible à gauche. La chambre est utilisée dans une expérience visant à étudier la conversion du muon en électron.

Photo C.K. Hargrove

ont été assemblées par soudage à l'arc à l'argon et la fabrication a été confiée à deux entreprises différentes. L'amélioration de certains soudages et la totalité des traitements de surface ont été effectués à Karlsruhe, y compris l'électropolissage et le traitement thermique à 1850°C dans un vide poussé.

Pour les essais, les cavités ont été montées dans un cryostat de laboratoire avec l'axe du futur faisceau disposé verticalement. Les orifices de couplage ont été fermés au moyen d'obturateurs en niobium qui assurent un contact supraconducteur. Un écran en mu-métal était employé pour réduire le champ magnétique terrestre. Le couplage d'entrée était obtenu au moyen d'une sonde de couplage mobile placée dans l'un des tubes de faisceau. Vingt-six thermomètres à résistance de carbone, répartis aux emplacements critiques, permettaient de détecter les excursions de chaleur et par conséquent de localiser les sources de pertes.

Après un refroidissement à 4,2 K, d'une durée de six heures environ, la surface des cavités a été améliorée par un traitement HF en augmentant légèrement le champ. Enfin, une courbe des valeurs de Q en fonction du champ électrique maximum a été mesurée jusqu'au champ de claquage. Le claquage a été étudié par l'enregistrement oscilloscopique de l'amplitude HF en fonction du temps et par les signaux fournis par les résistances de carbone. La composante continue du courant électronique frappant le couplage d'entrée et la production de rayons X par les électrons ont également été observées.

Au cours d'une série de mesures, les meilleures valeurs ont été obtenues dans la plus longue des cavités. Un champ accélérateur de 3,7 MV/m a été produit à 4,2 K (température d'exploitation prévue) avec une valeur de Q de 10^9 . Le claquage est de nature magnétique (l'abaissement de la température jusqu'à 2 K porte à 4,1 MV/m la valeur de champ limite)

mais les électrons sont présents à cette valeur de champ.

A 3 MV/m, la charge électronique est négligeable et Q atteint une valeur proche de 2×10^9 . Si une exploitation à 3 MV/m était possible au LEP, une énergie supérieure à 110 GeV pourrait être atteinte et la dissipation serait inférieure à 3 W par cavité. Dans la cavité la plus courte, on a atteint des champs moins élevés (2,5 MV/m) mais dans les deux cas le phénomène limitateur se situait près de l'un des couplages de sortie. Cette limitation fait actuellement l'objet d'études.

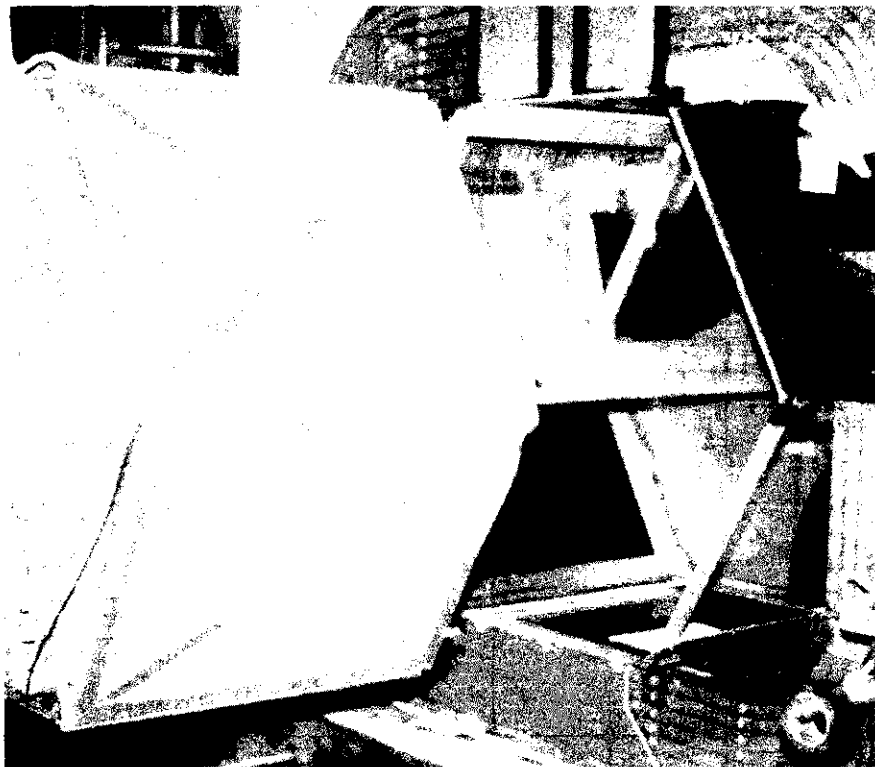
Après ces essais réussis, on procède maintenant à l'assemblage de tous les éléments HF et cryogéniques, en vue d'essais finals sur DORIS dans le courant de cette année.

TRIUMF

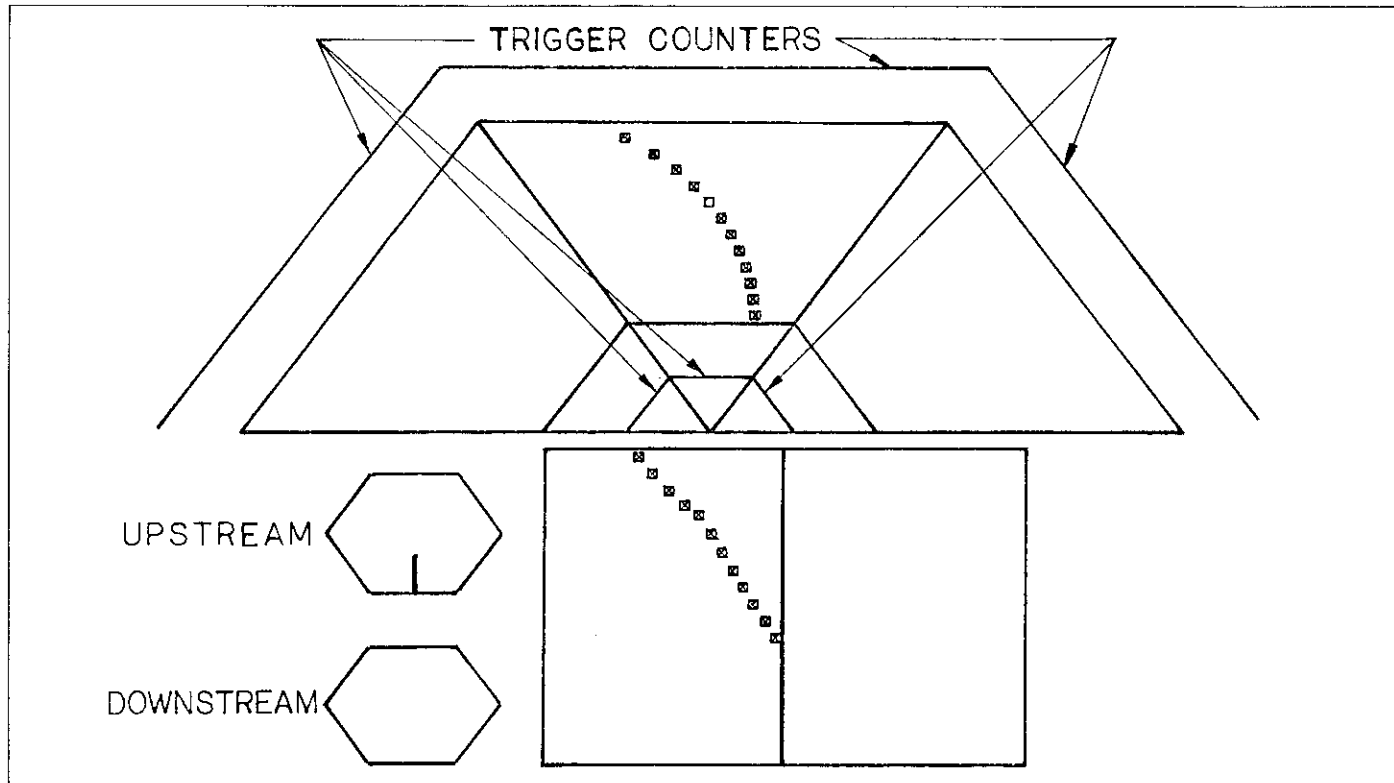
A la recherche de la conversion du muon en électron

En décembre ont été effectués à TRIUMF les premiers essais d'un appareil destiné à la recherche de la conversion du muon en électron. Cette conversion est une interaction rare de « changement de saveur » et la limite supérieure de son rapport d'embranchement relativement à la capture du muon est de 7×10^{-11} (valeur déterminée lors d'une expérience effectuée au SIN — voir le numéro de janvier/février 1978, page 26).

L'expérience de TRIUMF vise à faire baisser cette limite de plus d'un ordre de grandeur pour soumettre à un essai rigoureux les théories de jauge unifiées modernes. Grâce à divers modèles de théories de jauge, cette conversion aussi bien que d'autres processus violant les nombres muoniques (comme la désintégration d'un muon en un électron et un photon) peuvent se produire à des rapports d'embranchement allant



Un événement type à électron observé dans la chambre à projection dans le temps de TRIUMF. La figure du haut montre trois secteurs contigus de la chambre avec la reconstruction d'une trace d'électron selon une projection perpendiculaire au champ magnétique. En bas, la vue orthogonale de la trace est reconstruite. Les représentations du bas à gauche montrent dans quel secteur du dispositif s'est produit l'événement.



jusqu'à 10^{-14} . Dans plusieurs modèles, le processus de conversion est la plus probable des réactions de changement de saveur.

L'expérience est menée par une collaboration dirigée par D.A. Bryman et C.K. Hargrove et composée de chercheurs du Conseil national de la recherche du Canada, des Universités de Victoria, de Colombie britannique et de Montréal, l'Institut polytechnique de Virginie, l'Université de Chicago, Los Alamos et l'Université de Carlton. L'appareil est une version simplifiée de la chambre à projections dans le temps (TPC) mise au point à Berkeley par Dave Nygren et ses collaborateurs.

Dans la TPC de TRIUMF, une chambre à dérive à pression atmosphérique, de grand volume, est placée dans un champ magnétique uniforme. Les électrons émis à la suite de la désintégration ou de la capture des muons sont incurvés par le champ magnétique au moment où ils traversent la chambre à gaz. Les électrons résultant de l'ionisation

sont dirigés par un champ électrique vers les détecteurs à fils à réponse proportionnelle placés aux deux extrémités de la chambre. Les détecteurs mesurent directement les positions x-y des électrons, leurs positions z étant déterminées par la durée de dérive. Le grand volume sensible donne un angle solide supérieur à 2π stéradians. Le système de dérive ne demande que deux plans de détecteurs à fils, ce qui simplifie grandement le système électronique et la construction de la chambre.

La chambre à dérive mesure 123 cm d'un angle à l'autre et comporte une région de dérive de 68,5 cm de long entourée de fils espacés de 1,3 cm, formant le champ. Elle comprend un plan central de fils haute tension exigeant une tension de 6 kV pour un mélange de gaz composé de 80% d'argon et de 20% de méthane. L'aimant, fourni par l'Université de Chicago, a été conçu à l'origine par Val Telegdi. La couverture du champ est de 122×152 cm, l'entrefer de

91,4 cm et l'uniformité du champ est supérieure à 0,5% — le champ étant de 0,9 T pour une intensité de 1,8 kA.

Des tests préliminaires ont été effectués au cours de l'essai de décembre. On a utilisé des électrons de 70 MeV produits par la désintégration de pions positifs (rapport d'embranchement $1,2 \times 10^{-4}$) et des électrons de 53 MeV provenant de la limite supérieure de la distribution et produits par la désintégration de muons positifs. Ces mesures ainsi que des estimations fondées sur les performances d'un prototype de chambre de faibles dimensions, indiquent que la résolution de position sera supérieure à $225 \mu\text{m}$ dans le plan x-y et à 2 mm dans la direction de dérive, ce qui donne une résolution en quantité de mouvement d'environ 1%.

Nouvelles brèves

Drasco Jovanovic.



Willibald K. Jentschke.



Personnalités

A la session de décembre du Conseil du CERN, Jean Teillac a été réélu à la présidence, tandis que Paul Levaux et Gunther Lehr étaient réélus vice-présidents. Succédant à M. Gigliarelli Fiumi, Karl Nielsen devient président du Comité des Finances. Godfrey Stafford reste président du Comité des Directives scientifiques, duquel Ingmar Bergström a été élu membre. Au sein même du CERN, la nomination de Fritz Ferger au poste de chef de la Division Anneaux de stockage à intersections a été reconduite pour une année à dater du 1^{er} juillet 1980. Giorgio Bellettini succède à Jean Perez-y-Jorba comme président du Comité des Expériences des ISR.

A Brookhaven, une nouvelle division a été créée pour le projet ISABELLE. Appelée «Construction des aimants» et dirigée par Edward Bleser, elle est chargée de la concep-

tion et de la construction des aimants supraconducteurs destinés aux anneaux de stockage. Mark Barton reste chef de la division Accélérateur; il est responsable de tous les autres aspects techniques de la machine. Kjell Johnsen, détaché du CERN, remplit les fonctions de chef-adjoint du projet et assiste Jim Sanford.

Le 20 décembre a eu lieu au CERN une cérémonie d'hommage à la mémoire de Lew Kowarski. Jules Guéron, Charles Peyrou, Denis de Rougemont et Jean-Albert Mussard ont évoqué la carrière et la personnalité de cet homme remarquable.

Au Laboratoire Fermi, Norman Ramsey a été élu président de l'«Universities Research Association» à la suite du décès de Milt White. Au Laboratoire même, le département Physique a été séparé de la division Recherche. Drasco Jovanovic a été nommé chef du département. Shigeki Mori succède à Tom Kirk à la

tête du département Neutrino et Marvin Johnson dirigera les services de la Recherche.

L'Université de Hambourg ayant conféré à Willibald K. Jentschke le titre de professeur honoraire, une cérémonie a eu lieu le 4 février au Laboratoire DESY.

Herman Feshbach (du MIT) est devenu président de la Société américaine de physique en janvier dernier. Bien connu pour ses travaux théoriques en physique nucléaire, il est membre de l'Académie nationale des sciences, de la Commission pour la physique nucléaire de l'IU-PAP et du Conseil d'administration de l'AUI.

Le prix Dannie Heinemann de physique mathématique a été décerné pour 1980 à James Glim (Université Rockefeller) et Arthur Jaffe (Université Harvard) pour leurs contributions à la théorie quantique des champs.

Nouvel ordinateur pour le CERN

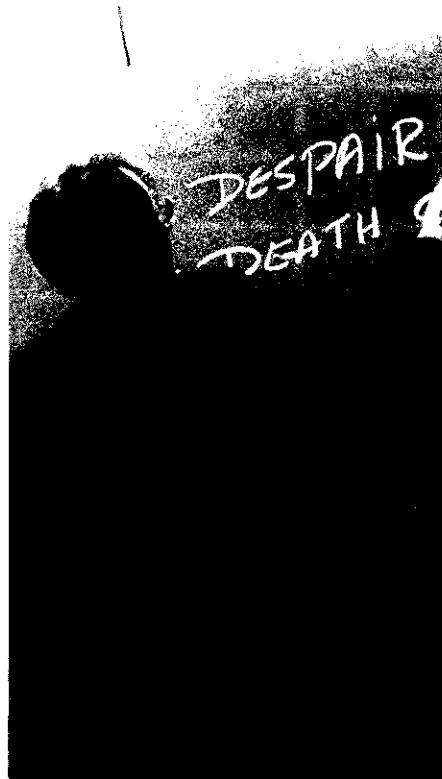
Un ordinateur Control Data Corporation (CDC) Cyber 170, modèle 720, est récemment arrivé au CERN; il remplacera bientôt une machine CDC 6400 et deviendra l'un des processeurs frontaux associés à l'ordinateur principal, un CDC 7600. Le second processeur frontal est un ordinateur CDC 6500.

Records

En décembre, deux «grandes machines» ont battu les records d'intensité du faisceau accéléré. Le Laboratoire Fermi a obtenu dans son anneau principal $2,562 \times 10^{13}$ protons à 400 GeV (dépassant ainsi le chiffre de $2,528 \times 10^{13}$ atteint en 1977). Son record à 350 GeV, établi en février 1979, est de $3,703 \times 10^{13}$. D'autre part, grâce à une performance du PS, qui l'alimente en particules, le SPS du CERN a accéléré $2,58 \times 10^{13}$

Sheldon Glashow, un des trois lauréats du Prix Nobel de physique 1979, lors d'une récente visite au CERN. Ses vues devaient être très pessimistes lorsque fut pris cet instantané...

(Photo CERN 301.12.79)



protons à 200 GeV et la réalisation du programme d'amélioration de l'intensité laisse prévoir de nouveaux succès.

Conférences

Dans le cycle Etudes européennes de physique, une conférence sur l'unification des interactions fondamentales aura lieu à Erice (Sicile) du 17 au 24 mars. Elle aura pour thème les conceptions actuelles sur les théories unifiées des champs et traitera des systèmes visant à l'unification des interactions forte, électromagnétique et faible, ainsi que des théories de la superunification englobant la gravité. Les organisateurs de cette conférence sont J. Ellis, S. Ferrara et P. Van Nieuwenhuizen.

La deuxième conférence Novosibirsk/SLAC sur l'instrumentation pour anneaux de stockage se tiendra du 5 au 11 mars au Centre de l'accélérateur linéaire de Stanford. Elle sera consacrée aux plus récents

développements concernant la construction et les caractéristiques de fonctionnement des détecteurs pour anneaux de stockage. Pier Oddone, du SLAC, a présidé à la préparation du programme.

Une conférence internationale sur l'expérimentation au LEP se tiendra à l'Université d'Uppsala (Suède) du 16 au 20 juin. Tord Ekelöf (CERN) en est le secrétaire scientifique. Elle aura pour objet les techniques d'expérimentation appropriées au projet d'anneau électron-positon de haute énergie. Le CERN a l'intention d'ouvrir la discussion sur le programme de développement de détecteurs pour le LEP et d'aider techniquement et financièrement les spécialistes qui travailleraient sur de nouveaux projets de détecteurs. Il est important toutefois que les propositions originales sommairement exposées soient au préalable affichées sur les panneaux de la Salle de Conférence. Sujets traités: identification des particules, calorimétrie, spectromètres pour chambres à traces, traitement des données, développements futurs et détecteurs.

Du 2 au 13 juillet, les délégués d'un Institut d'études avancées sur les techniques et les concepts de la physique des hautes énergies se réuniront à Sainte-Croix, aux Iles Vierges (Petites Antilles). A l'organisation de cette rencontre participent l'OTAN, le ministère de l'Energie des Etats-Unis, le Laboratoire Fermi et l'Université de Rochester. Cette réunion intéresse principalement les jeunes chercheurs. Pour plus de détails, s'adresser à T. Ferbel, Laboratoire Fermi, Mail Station 888, P.O. Box 500, Batavia, Illinois 60 510.

Du 28 au 31 mai, un symposium international sur l'histoire de la physique des particules se tiendra au Laboratoire Fermi. Il sera consacré aux particules élémentaires, aux rayons cosmiques et à la théorie quantique des champs dans les

années 30 et 40 précédant l'ère des grands accélérateurs. De nombreux et éminents physiciens et historiens y participeront. Pour tous renseignements, prière de s'adresser à L. Hoddeson, Laboratoire Fermi, Mail Station 109, P.O. Box 500, Batavia, Illinois 60 510.

Du 11 au 15 août, la seconde réunion internationale spécialisée sur la rotation du spin du muon se tiendra à l'Université de la Colombie britannique, à Vancouver (Canada). Des informations complémentaires peuvent être obtenues auprès de J.H. Brewer, à TRIUMF.

Les actes de la Conférence internationale de physique des hautes énergies, organisée à Genève (Suisse) par la Société européenne de physique du 27 juin au 4 juillet 1979, sont à présent disponibles. Les commandes sont à adresser à Mme J. Lefley, Service d'Information scientifique, CERN, CH-1211 Genève 23. Prix des deux volumes: 30 francs suisses (franco).

Installation de collision à passage unique au SLAC

Il a été décidé au Centre de l'accélérateur linéaire de Stanford (SLAC) d'affecter des crédits à des travaux de recherche et de développement concernant le projet d'installation de collision à passage unique (voir numéro de décembre 1979, page 404). L'objectif est d'obtenir des faisceaux d'électrons et de positons de faible luminosité pour des collisions à 50 GeV dans une installation relativement peu coûteuse et construite rapidement. On espère soumettre une proposition au Ministère de l'énergie au cours des prochains mois et, en cas de construction dans des délais raccourcis, le calendrier des travaux permettrait de réaliser des collisions dès 1984.

LeCroy

RESEARCH SYSTEMS SA

is expanding in

SALES

and can offer you a challenging position if you are:

- Experienced in High Energy Physics.
- Familiar with both, CAMAC and NIM standards.
- Fluent either in French or in English with a thorough knowledge of the other language, German would be an asset.
- Swiss nationality or in possession of a valid working permit.

Previous experience in Sales will be preferred.

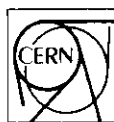
We do offer:

- Young and dynamic environment.
- Social benefits.
- Compensation commensurate with knowledge and experience.

Please submit us your offer including a handwritten curriculum vitae.

EUROPEAN PRODUCTS DIVISION

AVENUE LOUIS-CASAI 81
1216 COINTRIN-GENÈVE SUISSE



ORGANISATION EUROPÉENNE
POUR LA RECHERCHE NUCLÉAIRE

EUROPEAN ORGANIZATION
FOR NUCLEAR RESEARCH

Voulez-vous travailler à Genève

Le CERN dispose de quelques postes vacants pour de jeunes ingénieurs ayant des qualifications en électricité ou électronique, en physique appliquée ou en informatique. Préférence sera donnée aux candidats ayant peu d'années d'expérience, une formation étant assurée par l'Organisation.

Nous recherchons plus particulièrement des candidats ayant un peu d'expérience ou d'intérêt pour les systèmes de contrôle logiciels ou matériels, l'électronique analogique et/ou digitale, les alimentations, les techniques RF, etc.

Les domaines d'activité sont les suivants: développement, opération, entretien et modification de nos importantes installations de recherche qui offrent des possibilités passionnantes à l'avant-garde de la technologie, dans une ambiance motivante avec des conditions d'emploi satisfaisantes.

La connaissance de l'anglais ou du français est une nécessité, la connaissance d'une autre langue serait un avantage.

Pour obtenir un formulaire de demande d'emploi, s'adresser au

Chef de la Division du Personnel,
CERN,
1211-GENÈVE 23, Suisse
en mentionnant la référence ING-80-1.

Deutsches Elektronen- Synchrotron DESY

Hamburg

has a position available

for a Ph.D.-physicist for work in accelerator physics.

The main subject is beam optics, i.e. theoretical and experimental investigations of the physics of particle trajectories including non-linear corrections, in accelerators and storage rings.

Experience with complex computer programs (Fortran IV) is required, e.g. for the development of optimization routines for optics with preset properties.

Relevant experience at foreign institutes is desired.

Salary and social services are equivalent to the conditions of public administration in Germany.

Written application including curriculum vitae, indication of earliest possible availability, and references, are to be addressed to the Personalabteilung,

DEUTSCHES ELEKTRONEN-SYNCHROTRON DESY

Notkestrasse 85, D 2000 Hamburg 52, Western Germany

We called upon the elements to help cool the BK496 Ignitron.



Water!

We were developing ignitrons at Lincoln for capacitor discharge applications with a very large switching capability. The problem was, how to keep them cool.

Well, despite existing systems, we realised we'd have to develop our own.

The result is the unique water cooling system in use on EEV ignitrons, and a further result is the high level of acceptability these tubes have won.

For example, they are playing a major role at the One-Mega-Joule Test Facility at Culham Laboratory.

The system uses a graded copper coil which provides maximum cooling at exactly the right

point on the valve. Getting water to the right place at the right time, guarantees freedom from hot spots and sludge-free, efficient cooling.

The BK496 has an extra large getter which can be reactivated at any time, resulting in a near-perfect indefinite vacuum, two long-life ignitors, a firing time of less than a microsecond and high voltage hold-off capability.

The combination of high-technology with practicality that led to the BK496 design is typical of the radical thinking of EEV Engineers.

So is the maturity of judgement born of over 30 years in this field.



Find out more by getting in touch with us at Lincoln.
Telephone Lincoln (0522) 26352 or write to us at
Carholme Road, Lincoln, LN1 1SF, England.



EEV

ENGLISH ELECTRIC VALVE CO LTD, CHELMSFORD, ESSEX CM1 2QU, ENGLAND. TEL (0245) 61777. TELEX 99103. GRAMS ENELECTICO CHELMSFORD
A MEMBER OF THE GEC GROUP

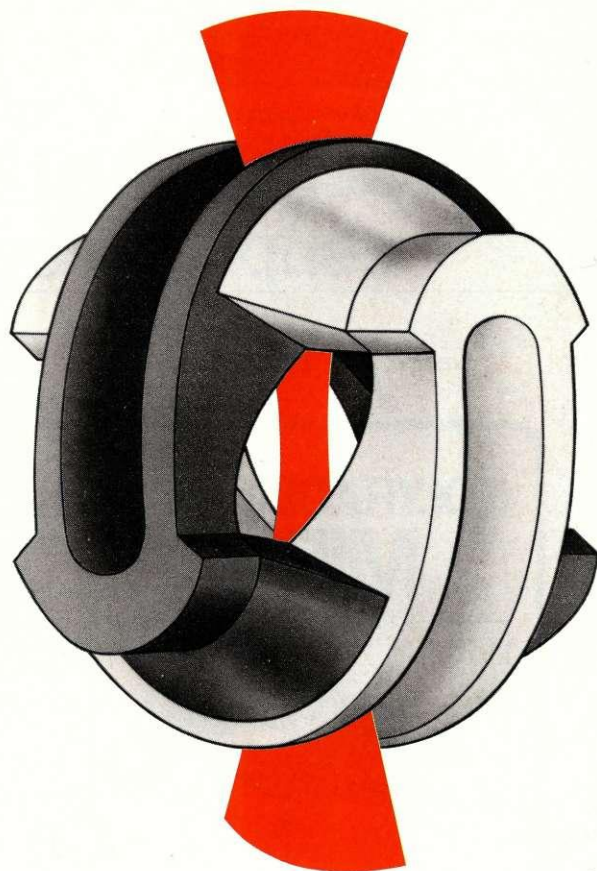
S698

For fusion: use the switch tube from Brown Boveri



◀ Single tube for high voltage / power switch and regulator service. Performance data include: 30 sec pulse of 100 A current and 1000 kW anode dissipation followed by hold-off voltages of up to 150 kV.

Delivered for the MFTF System at Livermore and planned for several European projects, as a complete unit including tube, accessories and SF₆ hood.



For full details on the Brown Boveri switch tube technology write to Department EKR-V,

BBC
BROWN BOVERI

BBC Brown, Boveri & Company, Limited
CH-5401 Baden/Switzerland

DESY Deutsches Elektronen- Synchrotron

in Hamburg

Due to change in the experimental program, the following equipment is available for disposal – subject to prior sale –

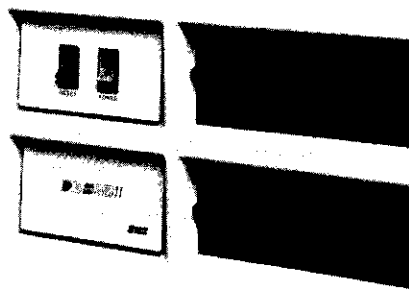
11 high pressure Cerenkov counters,
volume 70 to 600 l

1 compressor and storage unit for
Freon R 13 (Cerenkov).

For information please contact:

DESY D-2000 Hamburg 52
Notkestrasse 85
Mr. A. Krolzig
Tel.: 040/89 69 8 350

LSI-11® und Floppies in einem Gehäuse



- Kompaktes Gehäuse 19" B × 10.5" H × 21" T
- Single oder Double Sided, Single oder Double Density Floppies
- Äusserst rascher Datentransfer
- Backplane für LSI-11-Karten vorhanden: 14 Dual- oder 7 Quad-Boards
- Kompatibilität mit IBM 3740, IBM 2/2D, DEC RX01®
- Power Supply eingebaut
- Vernünftige Lieferfristen

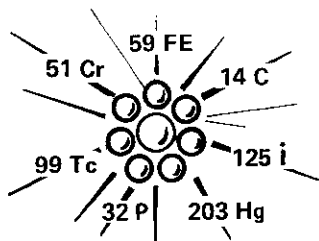
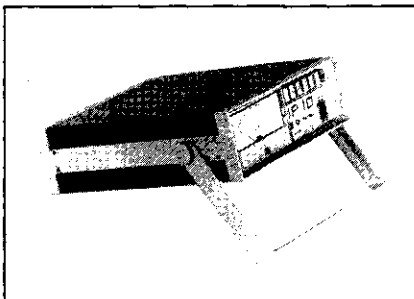
®Markenzeichen von Digital Equipment

Bellikerstrasse 218
CH-8968 Mutschellen
Tel. 057 5 46 55 Telex 54070

**STOLZ
AG**

Av. Louis Casai 81
CH-1216 Genève
Tél. 022 98 78 77

POLYRADIAMETER MIP10

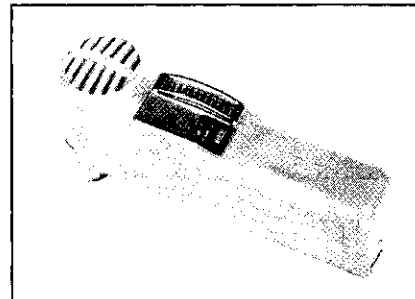


● 4 RANGES : 10, 100, 1 000, 10 000 CS⁻¹

● 5 PROBES :

- SMIBM : Soft β from 30 KeV
- SMIBG : β from 250 KeV
- SMIG : γ from 30 KeV
- SMIX : X from 5 KeV
- SMIA : α efficiency 40 % (239Pu)
- Battery life : 40 h with batteries or accumulator set
- light : 2,1 kg
- outputs : scaler
- printer

MEASURER MCB1



● 3 RANGES : 0 to 1 000 CS⁻¹

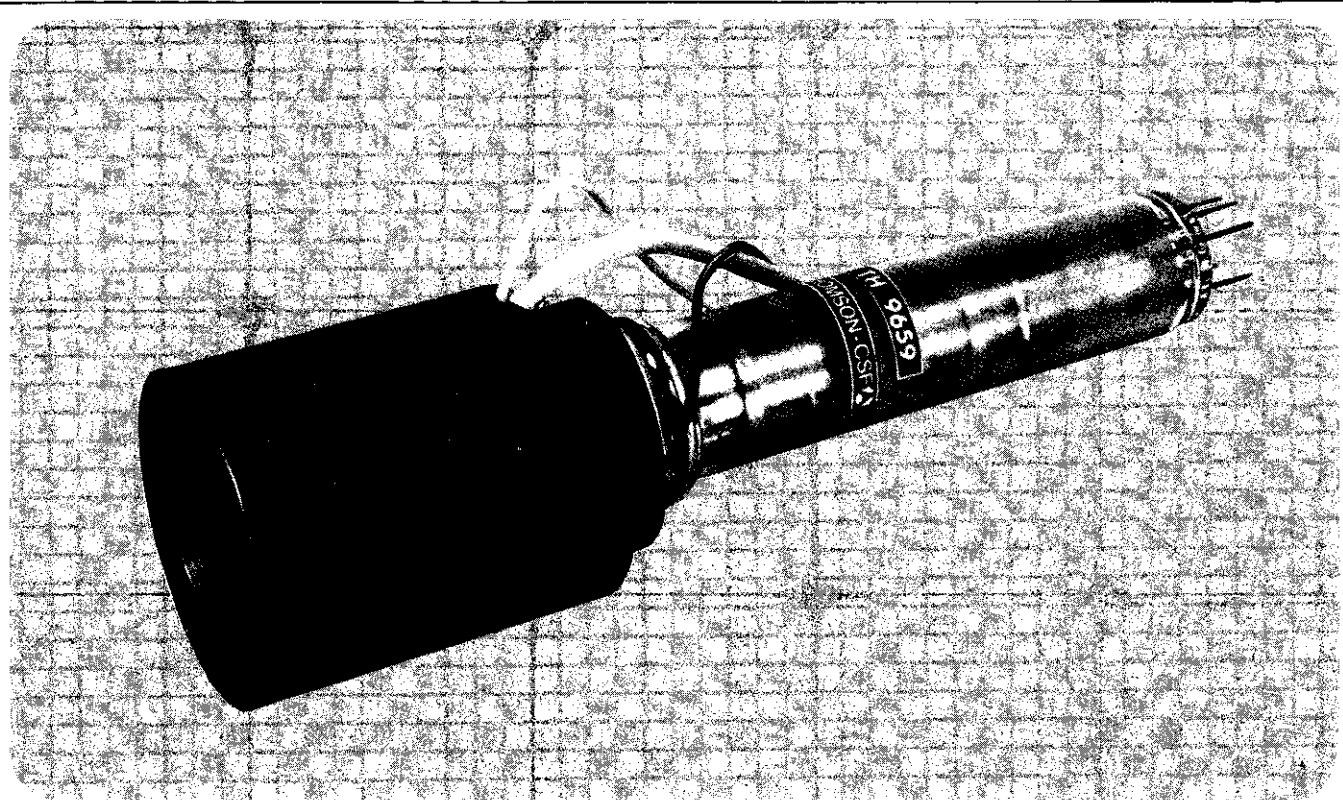
- Battery control
- β threshold ≈ 30 KeV
- Battery life : 100 h
- light : 0,320 kg

 **nardeux**

Commercial office :
17, rue Paul Bert
92120 MONTROUGE (FRANCE)
Tél. : 655.24.29

Head office :
ZI La Vallée du Parc
37600 LOCHES (FRANCE)
Tél. : (47) 59.32.32. - Télex : 750 808 F

RFI 124-3 bis



Tubes de prise de vue ultra-sensibles pour applications scientifiques

THOMSON-CSF offre des tubes de prise de vue Nocticon® et Supernocticon® (du type SIT et ISIT respectivement ayant des diamètres de photocathode d'entrée de 16 mm ou de 25 mm. La section intensificatrice du Supernocticon permet dans certains cas un fonctionnement en obturateur; elle peut aussi avoir une sensibilité spectrale non standard (étendue dans le rouge ou le bleu par exemple). Ces tubes conçus pour la télévision à bas niveau de lumière jusqu'à des éclairagements de scène de 10^{-5} lux, peuvent aussi être utilisés pour de nombreuses applications scientifiques :

- prise de vue ultra-rapide d'image à bas niveau de lumière,

- observation de phénomènes transitoires, évolutifs (même si le niveau de lumière est élevé, le nombre de photons par seconde peut être faible),
- comptage de photons en astronomie et physique nucléaire,
- observation des chambres d'ionisation,
- spectroscopie à rayons X,
- tomographie.

La longue expérience de THOMSON-CSF dans le domaine scientifique lui permet de disposer d'une équipe de spécialistes pouvant guider efficacement les utilisateurs.



THOMSON-CSF

THOMSON-CSF DIVISION TUBES ELECTRONIQUES

38, RUE VAUTHIER / 92100 BOULOGNE-BILLANCOURT / FRANCE / TEL. : (33.1) 604 81 75

BRÉSIL - THOMSON-CSF COMPONENTES DO BRASIL LTDA
C.P. : 4854 / BROOKLIN / SAO PAULO / TEL. : (55.11) 61 64 83

ESPAGNE - THOMSON-CSF COMPONENTES Y TUBOS S.A.
CALLE ALMAGRO 3 / MADRID 4 / TEL. : (34.1) 419 88 42

GRANDE-BRETAGNE - THOMSON-CSF COMPONENTS AND MATERIALS LTD
RINGWAY HOUSE / BELL ROAD / BASINGSTOKE RG24 0QG
TEL. : (44.256) 29155

ITALIE - THOMSON-CSF TUBI ELETTRONICI SRL
VIALE DEGLI AMMIRAGLI 71 / I - 00136 ROMA / TEL. : (39.6) 638 14 58

JAPON - THOMSON-CSF JAPAN K.K. / TBR BUILDING
KOJIMACHI 5-7 / CHIYODA-KU / TOKYO / 〒102 / TEL. : (81.3) 264 63 41
RFA - THOMSON-CSF ELEKTRONENRÖHREN
LEERBACHSTR. 58 / 6000 FRANKFURT AM MAIN. 1

TEL. : (49.611) 71 72 81

SUEDE - THOMSON-CSF KOMPONENTER & ELEKTRONRÖR AB
BOX 27080 / S 10251 STOCKHOLM 27 / TEL. : (46.8) 225815

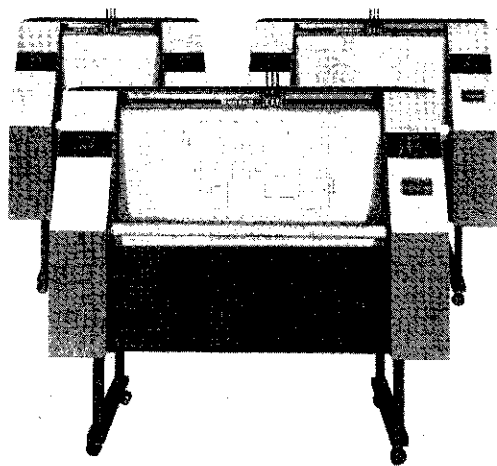
USA - THOMSON-CSF ELECTRON TUBES
750 BLOOMFIELD AVENUE / CLIFTON NJ 07015 / TEL. : (1.201) 779 10 04



benson-varian

EUROPE'S NUMBER ONE COMPUTER DRAFTING

Automatic Drafting Machines

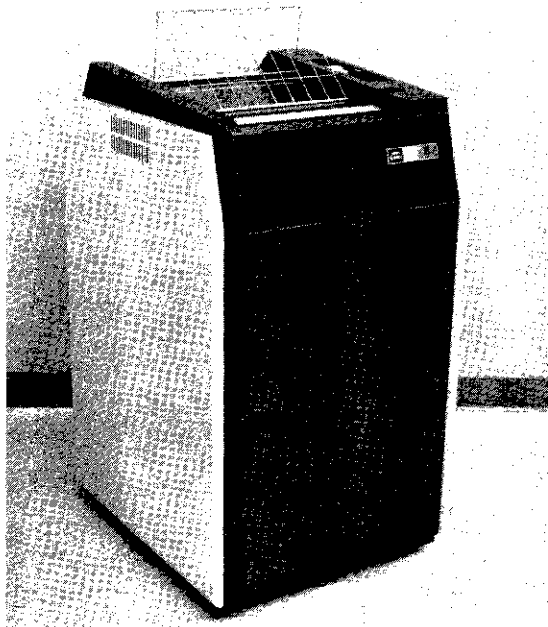
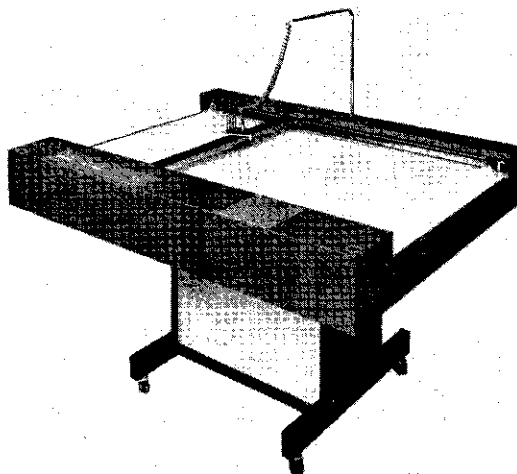


◀ Drum Plotters

- extensive machine programm
- microcomputer based data-processing
- speed: 5-80 cm/sec. on axis
- compatible with CCITT V24, EIA, RS-232C
- interfaces for many computers
- speed controled vector generator
- different paper size on the same machine
- lenght of paper rolls up to 50 meters
- acceleration up to 6G
- vector generator, circular and linear interpolator
- 1/3/4 pens

Flatbed Plotter

- 4 pens or dosible tool or engraving head
- maximum plat speed up to 300 mm on axis
- microcomputer controled
- six formats: A4 - A3 - A2 - A1 - 2A0 (ISO)



◀ Electrostatic Printer/Plotter

- paper with up to 36 inches
- optimal contrast with patented toner-system
- 128 ASCII-character set standard
- high speed Print/Plot mod. up to 2000 lines/min. resp. 10 cm/sec.
- interfaces available to most common computer
- high resolution 0,1 mm horizontal
- high accuracy 0,1% vertical

Bellikonerstrasse 218
CH-8968 Mutschellen
Tel. 057 5 46 55 Telex 54070

STOLZ
AG

Av. Louis Casar 81
CH-1216 Genève
Tél. 022 98 78 77

Excellent stability—typically 50 ppm/° C in closed-loop operation (attendant computer providing digital feedback).

Excellent calibration accuracy — $\pm 0.3\%$ (monitor point).

Linearity — $\pm 0.1\%$.

Economical bulk supply—minimizes price and space requirements.

Safety-engineered to provide lockout, avoiding potentially lethal electrical shocks.

Convenient, economical positive locking block connectors with built-in interlock.

Extended voltage range — ± 3 kV.

High resolution—10-bit programmability allows 3 V (2 V) steps for the 3 kV (2 kV) range.

Fully protected — Thermal
Short circuit
Overvoltage
User safety

32

high voltage channels in a CAMAC module!

LeCroy's Model HV2432 is a new concept in high voltage systems for particle physics detector arrays. A sophisticated design allows all of the HV regulation circuitry to be packaged within a single hybrid. As a result, the Model HV2432 offers exceptional density and economy. The unit consists of 32 high voltage regulators in a double-width CAMAC module. Each output voltage can be individually set under CAMAC control. Further, the HV2432 provides a monitor point which, under CAMAC program control, allows each hybrid to be read out by an external ADC to provide excellent calibration accuracy. The unit can be used for either positive or negative applications.

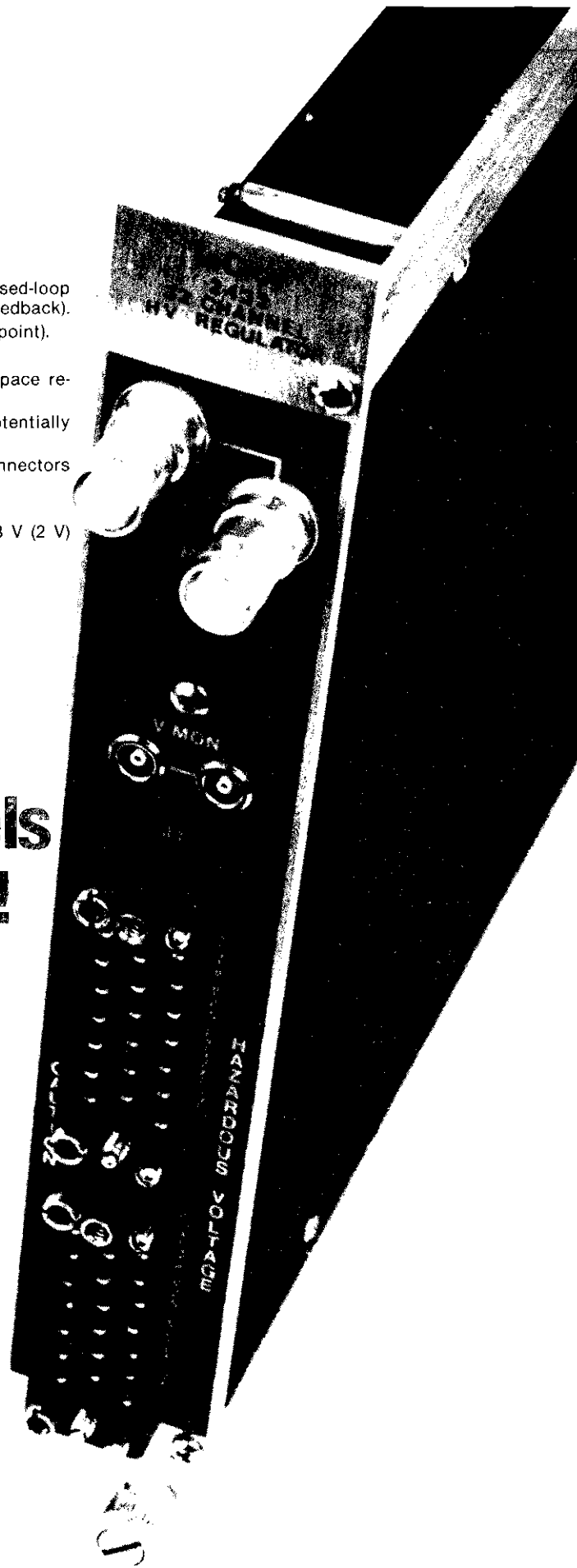
The Model HV2432 is the main building block of a multichannel computer-programmable high voltage supply system. As a CAMAC module, the device requires only an external bulk supply and one ADC for initial setup. It requires no special interface and no separate control cables. The software required is simple and easy to write. The unit is protected against short circuits and thermal overload.

The HV2432 is an economical, easy-to-use solution to your HV needs. Contact your local LeCroy representative for details.

LeCroy

Innovators in Instrumentation

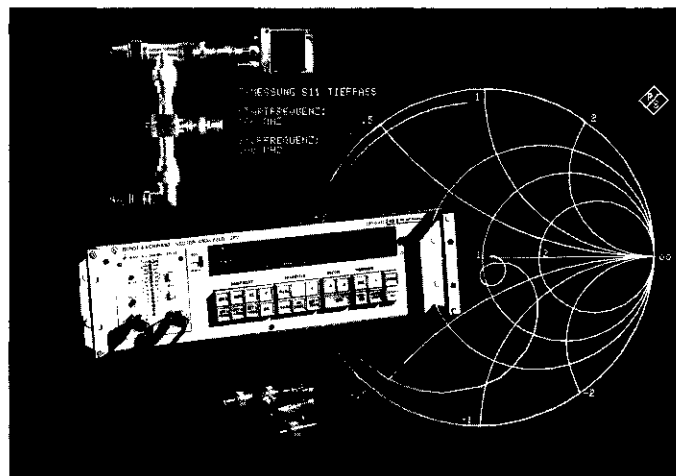
Headquarters: 700 S. Main St., Spring Valley, N.Y. 10977. Offices: Chicago, (312) 626-6726; New England, (603) 483-8755; New York, (914) 425-0412; Palo Alto, (415) 856-1806; Geneva, Switzerland, (41 22) 98 97 97; Heidelberg, W. Germany, (06221) 28192; Hamburg, W. Germany, (040) 54 2713; Les Ulis, France 907 38 97; Wheatley, Oxford, England, (08677) 3540. Representatives throughout the world



ANALYSEUR ROHDE & SCHWARZ VECTORIEL ZPV

0,1... 1000 MHz

- Voltmètre vectoriel digital
- Indication directe des paramètres S et de l'impédance/admittance
- Sélection automatique des gammes
- Mesure du temps de propagation de groupe
- Compatible aux Bus IEC
- Système analyseur de circuit piloté par calculateur



Représentation générale
et service
pour la Suisse



ROSCHI
Télécommunication SA

3000 Berne 31, P.O.B. 63
Télex 32 137
Téléphone 031 44 27 11

precision light guides

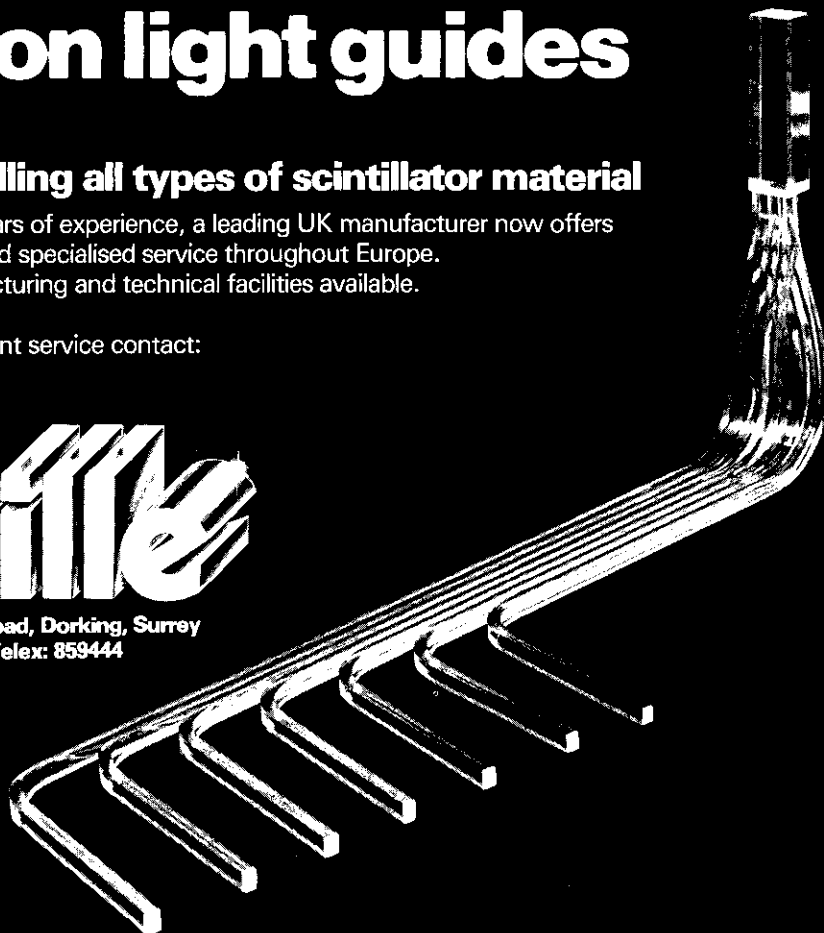
Expertise in handling all types of scintillator material

Backed by many years of experience, a leading UK manufacturer now offers their highly sophisticated and specialised service throughout Europe.
Full design, manufacturing and technical facilities available.

For a fast and efficient service contact:

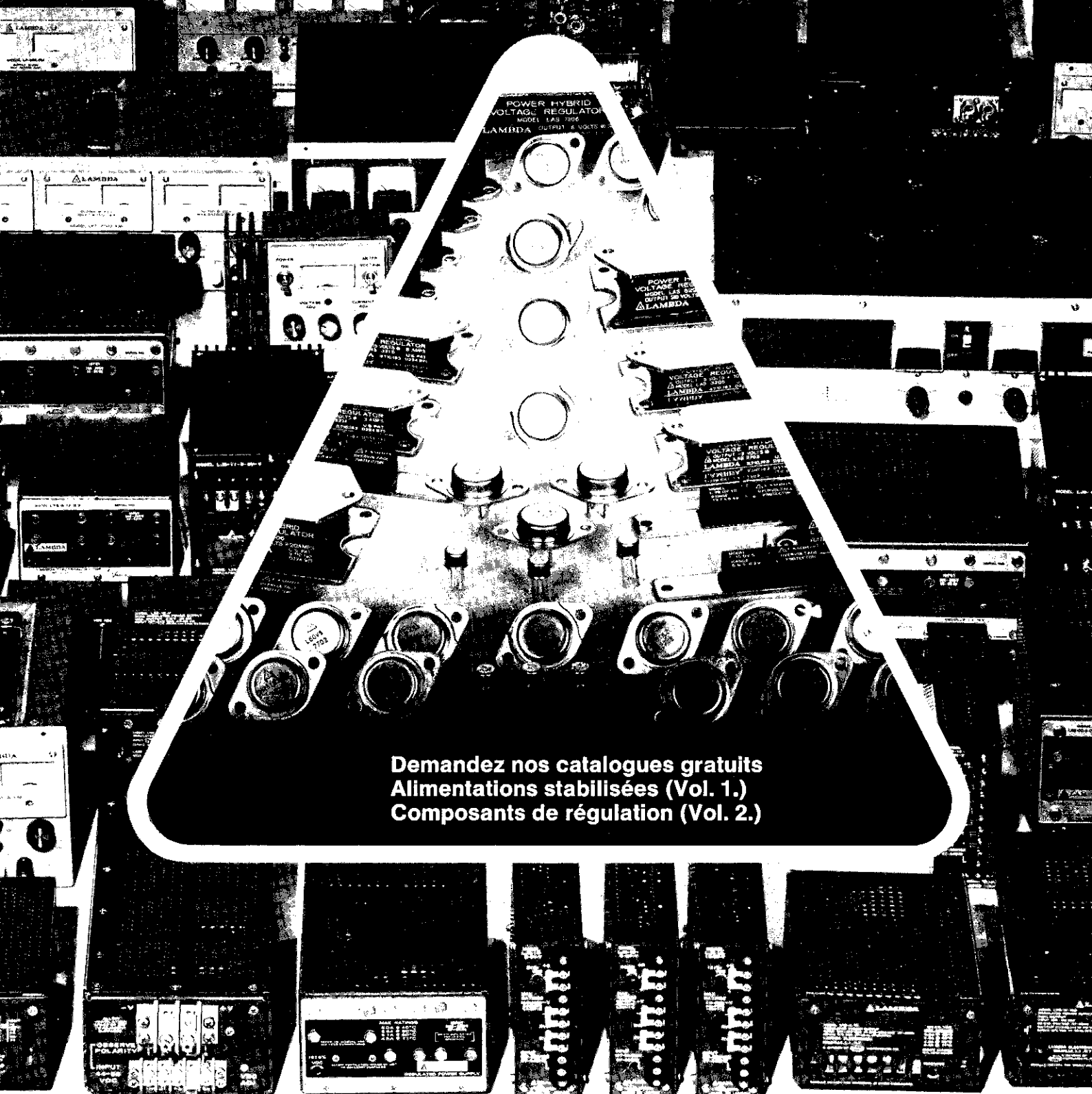
Carville

Carville Limited, Station Road, Dorking, Surrey
Tel: (0306) 81681 Telex: 859444



LAMBDA

**Alimentations stabilisées
Semi-conducteurs de régulation
de réputation mondiale**



**Demandez nos catalogues gratuits
Alimentations stabilisées (Vol. 1.)
Composants de régulation (Vol. 2.)**



**LAMBDA
ELECTRONIQUE**

1^{er} Constructeur mondial d'alimentations stabilisées

B.P. 77 - 91403 Orsay Cedex Tél. 012.14.87 - Télex 691 617 F. Veeclam

Announcing...

LeCroy's new **ECL**ine of high-density trigger logic in CAMAC

featuring...

- * Remote event simulation via CAMAC programmability
- * High-speed ECL operation
- * Reliable, simple system interconnection via inexpensive twisted pairs or flat cables
- * Low cost—ideal for large system applications
- * An expanding variety of fast logic and data acquisition units

SYSTEM MODULES

Model 4415*
16-Channel, 40 MHz Non-Updating Discriminator

Model 4416
16-Channel, 200 MHz Updating Discriminator

Model 4417
16-Channel, 200 MHz Updating Shaper/Line Repeater

Model 4504*
4-Channel, 4-Input Lookup Memory Logic Unit

Model 4508*
2-Channel, 8-Input Lookup Memory Logic Unit

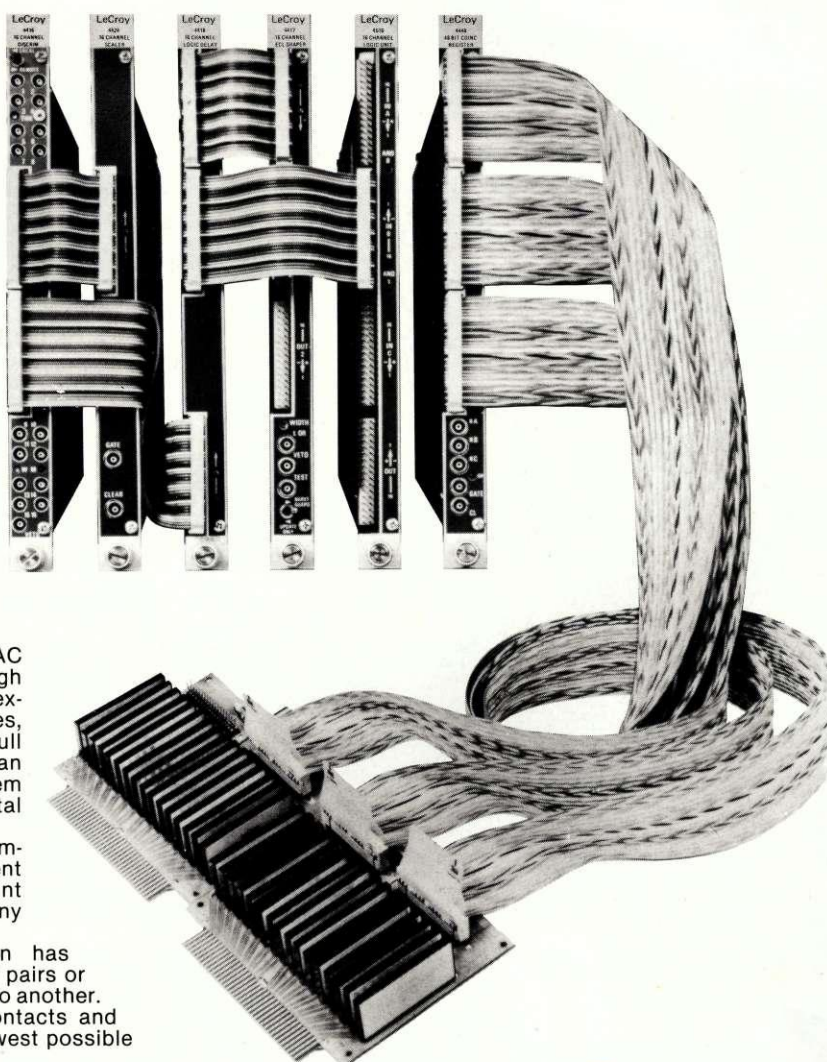
Model 4516
16-Channel, 3-Fold Logic Unit

Model 4418
16-Channel Programmable Logic Delay

Model 4424
16-Channel, 200 MHz, 24-Bit Scaler

Model 4448
48-Bit Coincidence Register/Pattern Unit

* Preview



LeCroy's new 4000 Series ECLine of CAMAC instrumentation is designed to meet the high density requirements of today's large-scale experiments. Using this new range of modules, the experimenter can not only achieve full computer control of his experiment, but can also store the complete status of his system logic on tape along with other experimental data.

ECLine offers the advantage of programmable test features, permitting convenient event simulation as well as easy point-to-point system check without the need to remove any cables.

The front-panel connector organization has been designed so that either single twisted pairs or flat cables may be used to connect one unit to another. This new technique offers very reliable contacts and minimal interconnection difficulty at the lowest possible cost.

For details on this unique new ECLine of CAMAC instrumentation contact your nearest LeCroy sales office.

LeCroy

EUROPEAN PRODUCTS DIVISION

Headquarters: 81, avenue Louis Casai, 1216 Cointrin-Geneva, Switzerland; (41 22) 98 97 97. Offices: Les Ulis, France, 907.38.97; Heidelberg, W. Germany, (06221) 28192; Hamburg, W. Germany, (040) 54 27 13; Wheatley, Oxford, England, (08677) 3540; New York, (914) 425-0412; New England, (603) 483-8755; Chicago, (312) 626-6726; Palo Alto, (415) 856-1806. Representatives throughout the world.

Over 500 years of Swiss time-keeping know-how

— now available in Camac format!

The single Camac width Clock and Calendar module Type 1413 contains a battery-buffered crystal-controlled autonomous clock and electronic calendar offering total immunity to power loss conditions. Time and date can be read via the Camac dataway and visually at the front panel.

This new-generation time keeper enables you to:

- Label your system records with the current day, month, year and time accurate to $\frac{1}{10}$ second
- Log power failures and alarms
- Measure the duration of power failures
- Power-down your system without losing your absolute time reference
- Save all that software overhead normally associated with the real time clock in your computer.

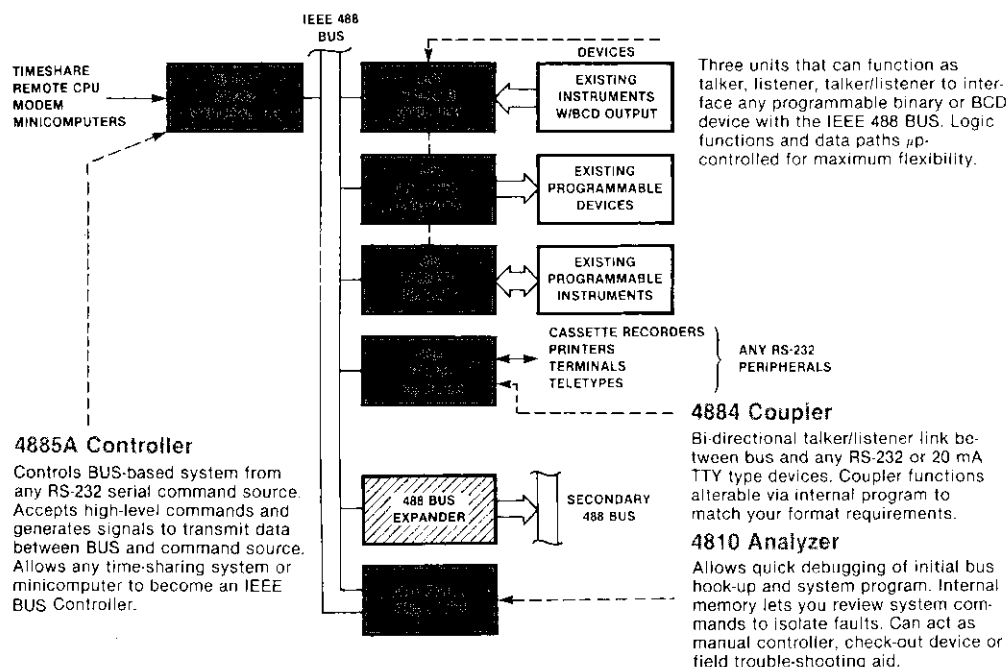
borer
Borer Electronics AG

Photo: The «Red Tower» central time source in the City of Solothurn, Switzerland. Completed in 1411.

POSTFACH, CH-4501 SOLOTHURN/SWITZERLAND TEL: 065 311131, TELEX: 34 228

ICS ELECTRONICS CORPORATION

IEEE 488 Product Functions

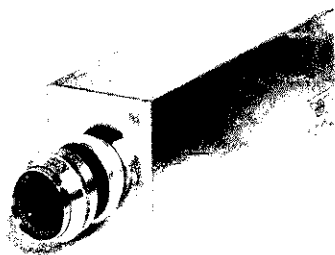


ICS Products

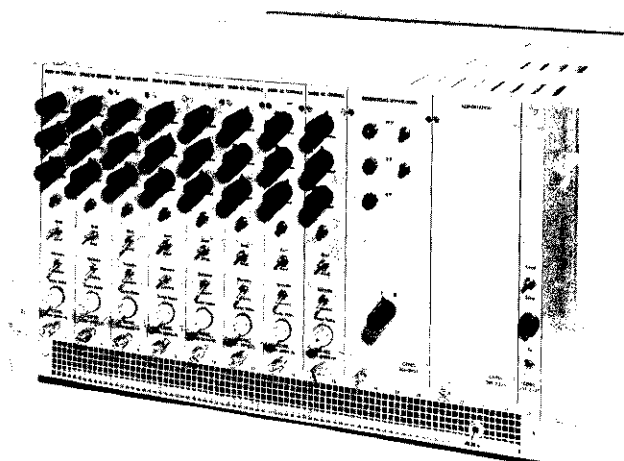
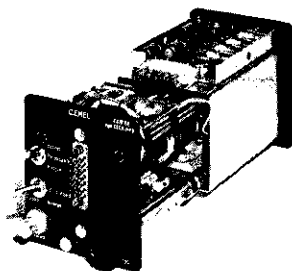
Bellikonstrasse 218
CH-8968 Mutschellen
Tel. 057 5 46 55 Telex 54070

STOLZ
AG

Av. Louis Casai 81
CH-1216 Genève
Tél. 022 98 78 77



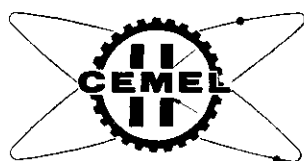
CAMERA HEAD



CAMERA CRATE

RADIATION RESISTANT VIDEO CAMERA

RÉF: CERN (CH), SACLAY (FR), ORSAY (FR)



CONSTRUCTIONS ÉLECTRONIQUES ET MÉCANIQUES
DU LÉMAN - C.E.M.E.L.
Rue Léone de Joinville
01170 GEX FRANCE
Tel. (50) 41 50 07

Ettore Majorana International Science Series Physical Sciences

Series Editor: **Antonino Zichichi**
European Physical Society, Geneva, Switzerland

Volume 1

Interacting Bosons in Nuclear Physics

edited by **F. Iachello**

Interacting Bosons in Nuclear Physics brings together experts in the field from fifteen countries to examine the present status of the interacting boson model from both theoretical and experimental viewpoints. In-depth coverage is given to particular aspects of the model, as well as entirely new areas of theory and research. 202 pp., 1979, \$29.50 (\$35.40/£18.59 outside US)

Volume 2

Hadronic Matter at Extreme Energy Density

edited by **L. Sertorio** and **N. Cabibbo**

Hadronic Matter at Extreme Energy Density unites renowned authorities from a variety of disciplines. It presents contributions to supergravity and hadron chromodynamics with statistical bootstrap models, and explores their implications for cosmology. approx. 350 pp., 1980, \$42.50 (\$51.00/£26.78 outside US)

Volume 3

Computer Techniques in Radiation Transport and Dosimetry

edited by **Walter R. Nelson** and **Theodore M. Jenkins**

This volume provides a comprehensive summary of new advances in computer techniques as they apply to radiation protection and to areas outside this immediate field—including medical physics, detector design in high-energy physics, accelerator component design, and cosmic ray physics. 534 pp., 1980, \$55.00 (\$66.00/£34.65 outside US)

Volume 4

Exotic Atoms '79 Fundamental Interactions and Structure of Matter

edited by **Kenneth Crowe**, **Jean Duclos**,

Giovanni Fiorentini, and **Gabriele Torelli**

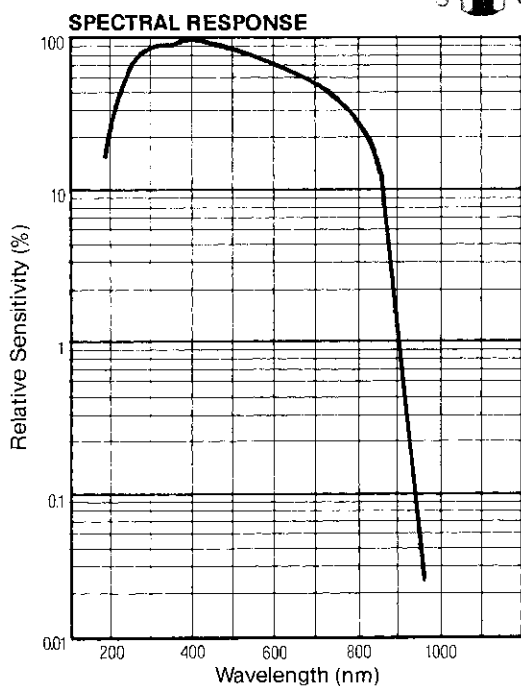
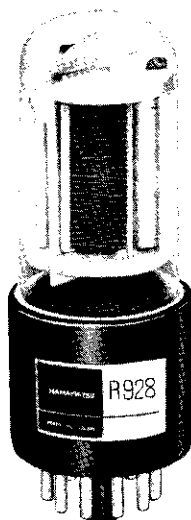
Integrating two main areas of nuclear physics—fundamental interactions of elementary particles and applications to the structure of matter—*Exotic Atoms '79* presents the findings of leading scientists in these fields, and provides an excellent introduction to the subject for nonexperts. 414 pp., 1980, \$45.00 (\$54.00/£28.35 outside US)



227 West 17th Street, New York, N.Y. 10011
In United Kingdom: Black Arrow House
2 Chandos Road, London NW10 6NR, England

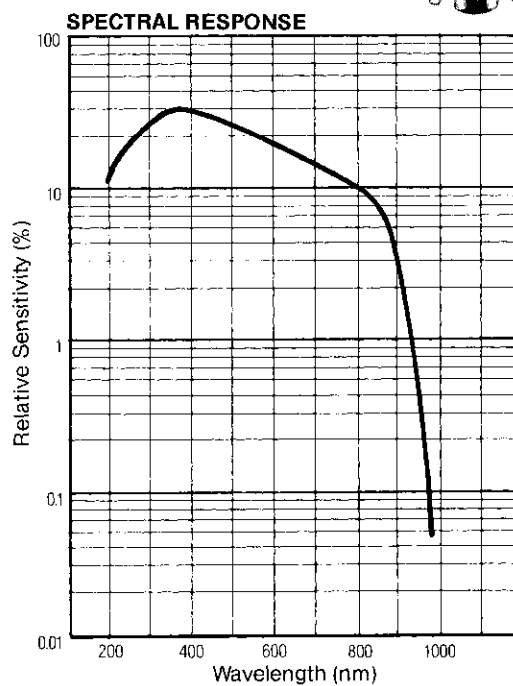
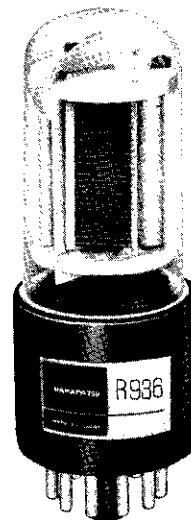
THE OLD R928 HAS NO PEER

We apologize for advertising an old photomultiplier tube, but the R928 is just about the best multi-alkali PMT around. Wide spectral response, high anode sensitivity, high cathode sensitivity, high current stability, anti-hysteresis design and low dark current provide just about every feature you need.



UNLESS YOU WANT EXTENDED RED

Our R936 offers sensitivity beyond 950 nm to fill the need for high resolution light detection in the extended red range. In addition to the red extension, our R936 also offers most of the good features of the R928. It isn't quite as good in the blue. We suggest you test them both soon.



Try these tubes in spectrophotometry, gas chromatography, nitric oxide and other measurements. We think you'll find their performance is outstanding.

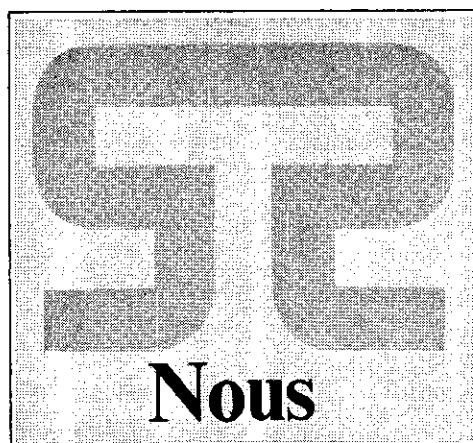
CALL OR WRITE FOR DATA SHEETS.

HAMAMATSU

HAMAMATSU CORPORATION • 420 SOUTH AVENUE • MIDDLESEX, NEW JERSEY 08846 • PHONE: (201) 469-6640

International Offices in Major Countries of Europe and Asia

Le saviez-vous déjà ?



Argentons l'aluminium...

... et nous chromons (mat, dur, brillant), nickelons, cuivrons, étamons ou dorons l'aluminium selon les cas. C'est nouveau et c'est pourtant déjà un secteur de production important de notre entreprise.

EN effet, jusqu'à des temps récents, l'aluminium ne pouvait pas être anobli galvaniquement en série (seule l'oxydation anodique était possible). Mais après quatre ans d'essais et six ans de production, nous avons acquis l'expérience nécessaire pour allier les propriétés favorables de l'aluminium, comme

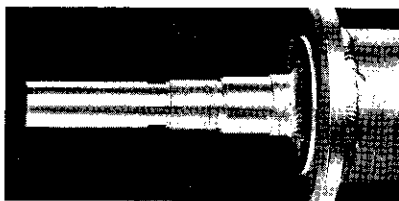
- le faible poids
 - la facilité de moulage (fonte injectée, moulage sous pression)
 - l'usinage mécanique aisé
 - la grande variété de profils préformés pour la construction, etc.,
- aux avantages de l'anoblissement galvanique.

Nous pouvons anoblir désormais l'aluminium et ses alliages (comme d'ailleurs tous les autres métaux). Ce développement dans un domaine technique nouveau présente un intérêt pour vous aussi.

Trois exemples pris parmi les possibilités d'application vous convaincront du modernisme et de la qualité de l'anoblissement de l'aluminium :

1. Des dépôts de chrome dur sur des alliages d'aluminium leur confèrent

des propriétés de surface supérieures à celles des meilleurs aciers pour la dureté et les propriétés de friction. On peut donc associer le faible poids de l'aluminium et les excellentes propriétés de surface du chrome. L'industrie aéronautique pour laquelle les techniques de construction légère sont indispensables fait un appel croissant à ces procédés.



Elément conducteur de haute fréquence en aluminium, argenté galvaniquement. Ce procédé permet le remplacement du cuivre par un alliage d'aluminium, argenté galvaniquement (alliage pouvant comporter jusqu'à 12% de Si).

2. Par l'utilisation d'éléments de commutation en fonte d'aluminium dorée ou argentée, il est possible de parvenir à une réduction importante du poids et du prix tout en conservant la bonne conductibilité électrique de l'aluminium. Dans le secteur technique de basse tension,

on a pu augmenter la conductibilité superficielle de châssis en aluminium.

3. Des coffrets et certains éléments d'instruments de mesure optiques et mécaniques peuvent être fabriqués en aluminium injecté. Dans ce cas aussi, le gain de poids est important. Les surfaces de mesure et de friction peuvent également être chromées mat.

PLU SIEURS années de recherches, de développement et de production industrielle dans le domaine de l'anoblissement de l'aluminium nous ont fourni l'expérience qui nous permettra de résoudre vos problèmes particuliers dans ce domaine.

Nous souhaitons la discussion. Demandez conseil à l'un de nos ingénieurs. Ou simplement, téléphonez-nous.

Steiger SA Atelier galvanotechnique
1800 Vevey
021/517277



Notre programme de production :

Tous les traitements classiques dans le domaine galvanotechnique (Spécialités : Travaux de précision, métallisation galvanique de matières synthétiques. Traitement galv. de l'Aluminium)

VACRYFLUX[®] NS

For High Magnetic Fields in excess of 10T

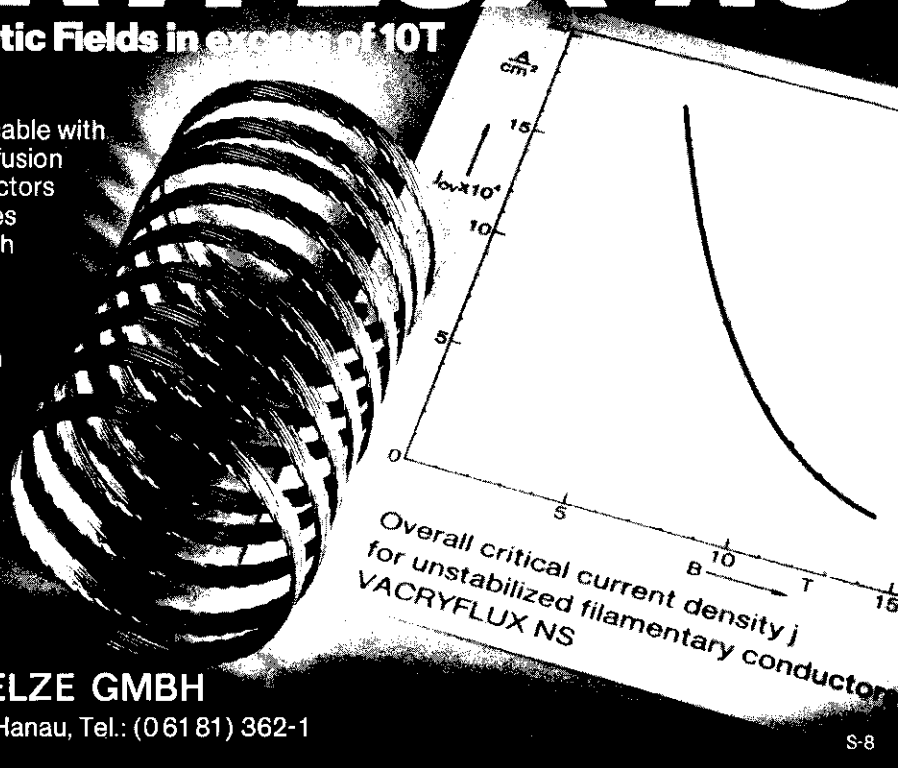
Successfully tested flat cable with fully transposed solid diffusion A 15-Nb₃Sn superconductors with high current densities and for application at high flux densities.

Copper stabilization in connection with diffusion barriers.

VAC

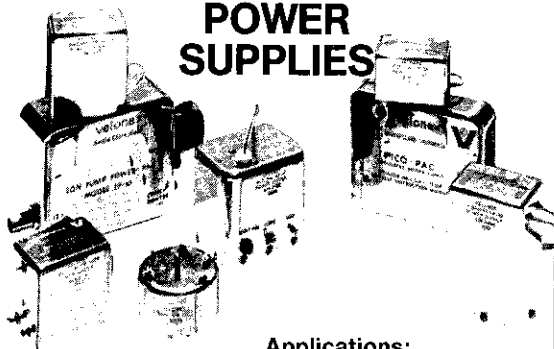
VACUUMSCHMELZE GMBH

Grüner Weg 37, D-6450 Hanau, Tel.: (061 81) 362-1



velonex

PICO-PAC DC/DC- POWER SUPPLIES



Applications:
Ion Pump Supplies,
Photomultiplier Tubes,
Ionisation Gauges, Gas
Laser etc.

Input Voltage: +12 to +28 V DC
Output Voltage: up to 20000 V DC

Features: Corona Free, Proven High Reliability,
Miniaturized Packaging, «Field Tested» in Space,
Wide Adjustment Range.

VELONEX developed a 25kV regulated Power
Supply (the highest voltage aerospace supply ever
utilized) which was landed on the moon by Apollo
16.

For further Information contact Stolz, Geneva.

Bellikonstrasse 218
CH-8968 Mutschellen
Tel. 057 5 46 55 Telex 54070

**STOLZ
AG**

Av. Louis Casati 81
CH-1216 Genève
Tél. 022 98 78 77

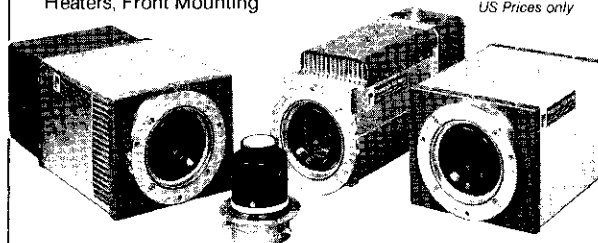
SUPERCOOL & LOW COST

AT LEAST 60°C COOLER
cathode operating
temperature is provided by the
new air- and water-cooled
SUPERCOOL thermoelectric
PMT chambers (Models
TE-206 TSRF and TE-210
TSRF). Eliminating bulky
compressors, they provide
excellent temperature stability
and operating reliability. Both
feature No-Dew Window
Heaters, Front Mounting

Adapter and Fully Wired
Socket Assembly for all
standard PMTs. They accept
options offered for all
standard PFR housings.

**\$990 THERMOELECTRIC PMT
CHAMBERS INCLUDE
POWER SUPPLY** — Low Cost
Model TE-182 TSRF provides
features noted above and
replaces PFR Model TE-102.

US Prices only



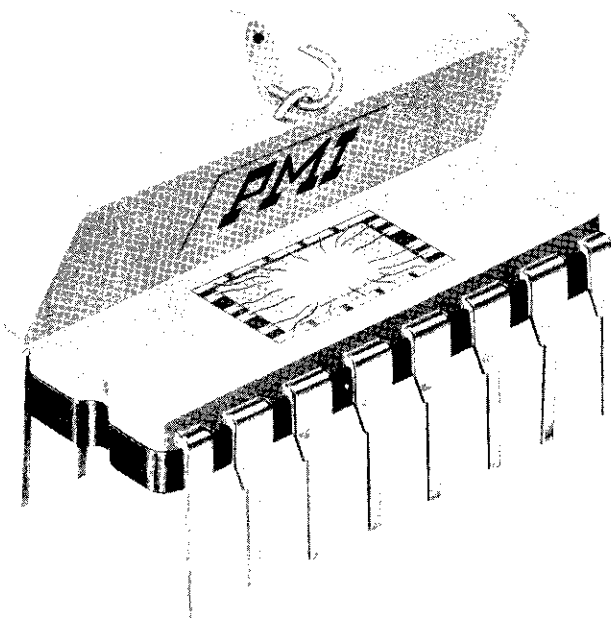
Ask about our new
21-pin Ceramic Socket for
cooling to dry ice temperatures

Call (617) 774-3250 or write:

Products for Research, Inc.

86 Holten Street, Danvers, MA 01923
CABLE: PHOTOCOOL TELEX 94-0287





WHAT'S INSIDE MAKES THE DIFFERENCE

PMI's Precision Analog Switches and Multiplexers are different. Pin-compatible with popular models, they avoid the drawbacks of MOS technology by using an advanced Bifet design.

Overtoltage protection, freedom from static charge problems, low noise, low crosstalk are the results. But most important, precision is significantly improved, as R_{ON} change with signal and temperature is almost negligible compared to MOS switches. Precision analog measurement circuits need precision switches!

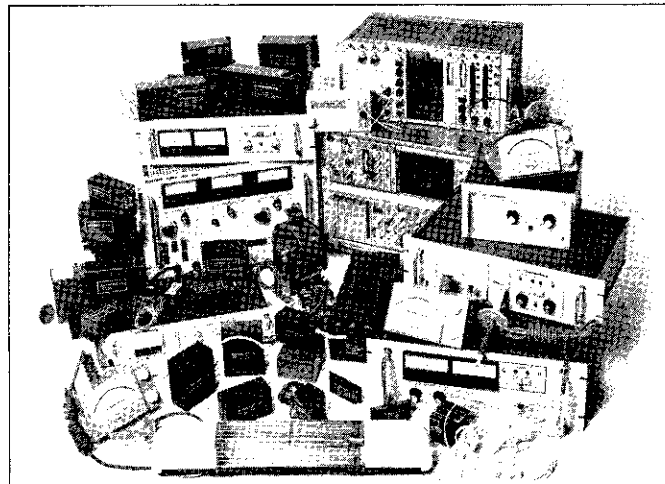
The new family of quad analog switches SW-01/02/03/04 has «201/202» pinout; two of them have additional disable function. A design, which compensates for variation of R_{ON} over signal voltage and temperature, allows PMI to specify and guarantee MAX values for R_{ON} and its variations, where others show barely «typical» or nothing at all.

PMI's multiplexers of similar Bifet design come in 506...509 pinout with 1 x 8, 2 x 4, 1 x 16 and 2 x 8 channels. All have break-before-make characteristic, and disable function which allows combination into multiple switch groups.



PRECISION MONOLITHICS INC.
Santa Clara, California, USA
A Subsidiary of Bourns Inc.
EUROPEAN HEADQUARTERS
Bourns AG, 6340 Baar, Switzerland

Brandenburg. The power behind the supply.



Brandenburg's reputation for designing and producing H.V. power supplies and modules is unique.

For their range is unequalled by any other manufacturer. So, whatever your application, think Brandenburg first. They've almost certainly got a unit that's ideal for your requirements.

And they'll supply on quick delivery and offer excellent after sales service. Please request their latest colour catalogue now.

You'll find it both powerful, and interesting.

brandenburg
Appointed agents worldwide.

Brandenburg Limited, 939 London Road, Thornton Heath,
Surrey CR4 6JE, England. Tele: 01-689 0441 Telex: 946149

5631

REAL TIME ARRAY PROCESSOR

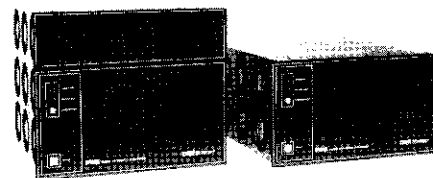
The **MAP**TM Series of Floating Point Array Processors from **CSP** Inc. provide unprecedented throughput as well as fast math for all popular minicomputers.

MAP is a fully supported intelligent coprocessor with fast FORTRAN controlled I/O Interfaces and powerful arithmetic capabilities.

Its unique multiprocessor architecture allows asynchronous Input-Output at transfer rates up to 40 Megabytes with minimal Host overhead.

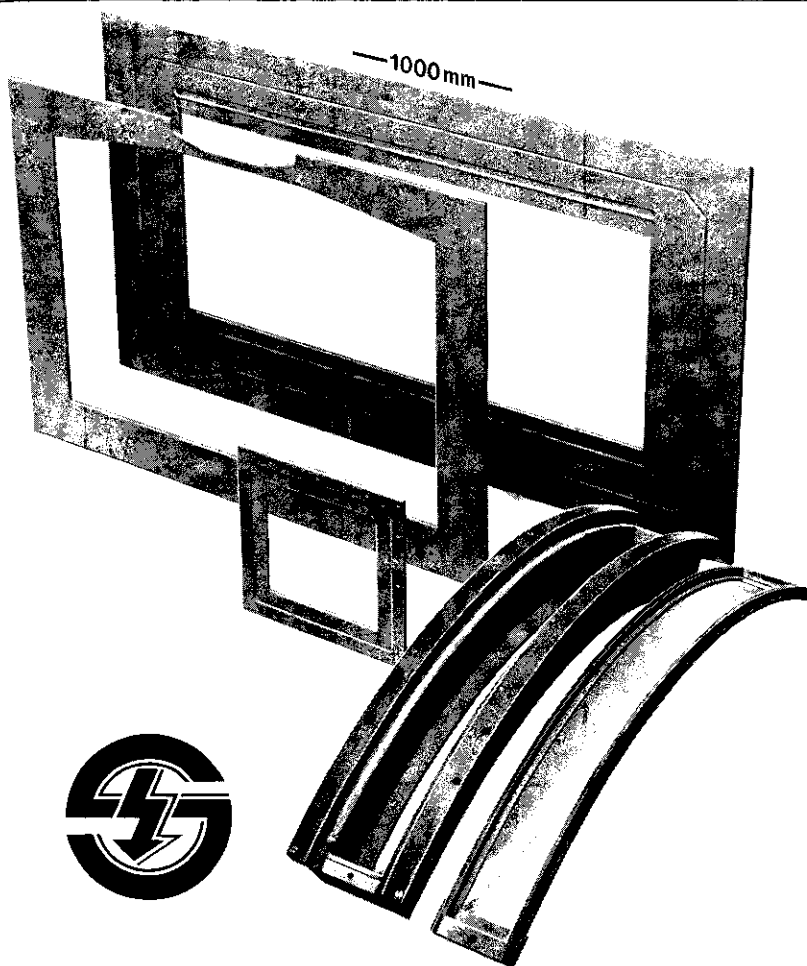
The new **MAP 6400** offers 64 Bit double precision-floating point arithmetic capabilities equivalent to those of large mainframes, at a fraction of the cost.

CSP Inc: 40 Linnell Circle
BILLERICA, Massachusetts 01821, tel. 617/2726020



14, rue de l'Ancien Port - Tél. (022) 32 97 20
Télex 23 343 marli ch - 1201 Geneva, Switzerland

marli sa



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

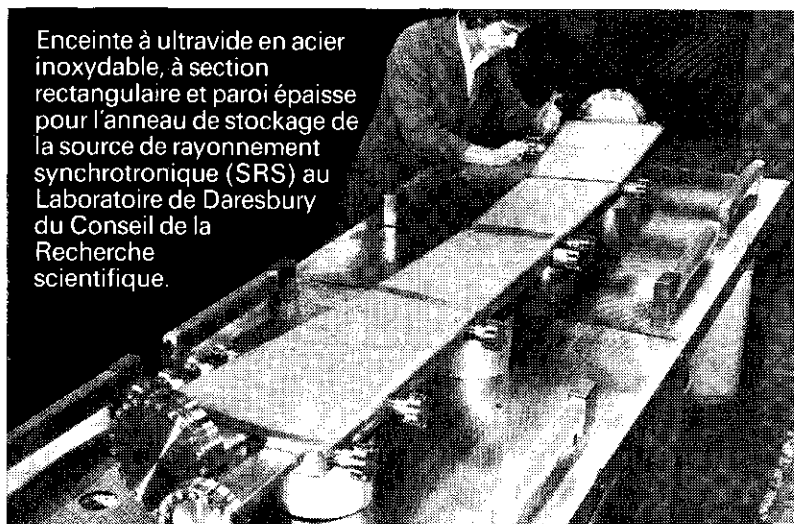
Cadres pour
chambres proportionnelles
chambres étincelles
chambres à dérive
boîtes pour compteurs Cerenkov
assistance en recherche
spécial et médical.
Dans leur fabrication ces éléments
peuvent également être combinés
avec des fibres de carbone.

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

03.001

ORGANES DE PRÉCISION POUR LA RECHERCHE ET L'INDUSTRIE NUCLÉAIRES

Enceinte à ultravide en acier
inoxydable, à section
rectangulaire et paroi épaisse
pour l'anneau de stockage de
la source de rayonnement
synchrotronique (SRS) au
Laboratoire de Daresbury
du Conseil de la
Recherche
scientifique.



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

GROUPEMENT
AVICA



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

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

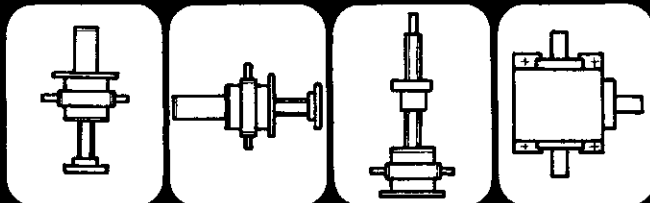
Projets exécutés sur mesure...



silberblau

Désirez-vous déplacer des charges de 0,1 jusqu'à 1000 tonnes? Aucun problème pour nous! Nous pouvons le faire sans autre avec nos éléments de levage à broches livrables en unités normalisées de 0.5, 2.5, 10, 15, 20, 25, 50 et 100 t de charge de levage. Modèles à blocage automatique réglables pour une durée à déterminer. Marche synchronisée aussi en cas de plusieurs unités. Longueur de broche jusqu'à 8 m. Rayon d'action de -50°C jusqu'à 150°C. Vitesses de levage minima possibles.

Nous fournissons en outre: Engrenages coniques, accouplements, arbres de jonction, paliers verticaux, soufflets à plis pour la protection des broches.



pfaff silberblau

PFAFF-SILBERBLAU WINDEN UND HEBEZEUGE AG

Furtbachstrasse 364

8107 Buchs/ZH

Tel. (01) 844 14 66

Débitmètres

Appareils calibrés et non calibrés pour liquides et gaz

livrables ex stock Zurich



type 1100

Heraeus

Verres de silice

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



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

Demandez la documentation auprès de

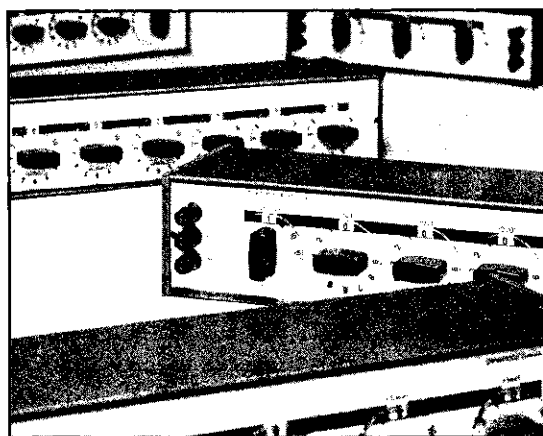
WISAG

Oerlikonerstrasse 88
tél. 01/46 40 40

vorm. WISMER AG 8057 Zurich

DANBRIDGE
DENMARK

General purpose and precision R-C-L Decades



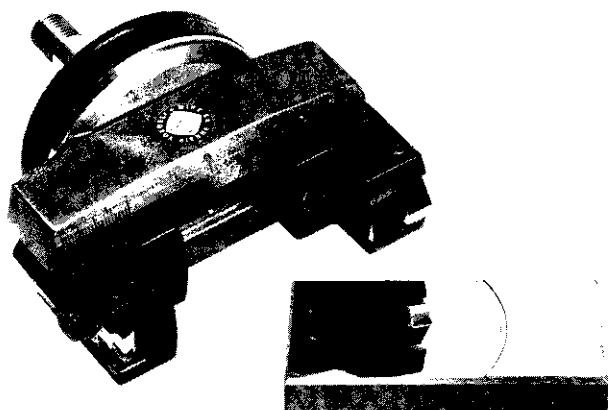
Attractiv Prices!

For further information contact
Stolz, Geneva.

Bellikonstrasse 218
CH-8968 Mutschellen
Tel. 057 5 46 55 Telex 54070

STOLZ
AG

Av. Louis Casati 81
CH-1216 Genève
Tél. 022 98 78 77



Outils diamant pour tous usages

Notre spécialité

Fraises et burins diamant pour l'usinage poliglasse des métaux non ferreux et des matières plastiques

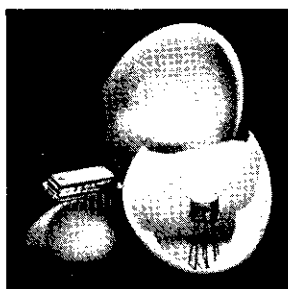
Autres produits

Outils spéciaux pour l'horlogerie et la bijouterie
Diamants à dresser les meules – Diamants à profiler
Meules diamantées – Rodoirs – Lames diamantées pour scie circulaire – Limes et forets en diamant – Outils CBN
Diamants pour duromètres – Vitriers et stylos à graver
Outils diamant selon dessin ou modèle
Service d'affûtage prompt et soigné

VOEGELI & WIRZ SA CH-2502 Bienne/Biel
Taillerie de diamants Rue Gurzelen 16
Téléphone 032/41 21 81
Télex: 349 195 diam ch

OSCILLATORS

Miniature Clock Oscillators



- Frequency range 0,1 Hz to 30 MHz
- High stability
- Temperature range 0 °C to + 70 °C or mil. – 55° to + 125° C
- Hybrid technology
- High Reliability
- Output TTL, CMOS
- Package TO 5, TO 8, DIL Low profile

Precision Crystal Oscillators

XO's TCXO's VCO's

- Frequency range 0,01 Hz to 200 MHz
- Stability up to $\pm 0,01$ ppm
- Temperature range –50 °C to +100 °C
- Hermetically sealed
- Low power consumption
- Output TTL, CMOS, Sine, ECL

Crystals, Crystal-Filters available

ALPHA-BETA ELECTRONICS AG
8060 ZÜRICH TEL. 01 / 43 70 70

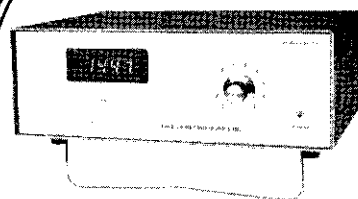


LAKE SHORE CRYOTRONICS

is

The Answer

For all of your
CRYOGENIC NEEDS!



Full Range Digital Cryogenic Thermometer Model DRC-70

- 1 to 400K Range
- Recorder Output & Optional BCD Output • Optional 2, 5 or 10 Sensor Input
- Interchangeable Sensors
- Solid State Construction & Reliability
- 0.1K Resolution

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

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

The optional linear analog output allows one to continuously record temperature as a function of virtually any variable.

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

For details and literature write, call, or telex

 **Lake Shore
Cryotronics, Inc.**

64 East Walnut St., Westerville, Ohio 43081
(614) 891-2243 Telex 24 5415 Cryotron WTVL

Western Sales and Service
4422 Macdonald Ave., Suite 5
Richmond, CA 94805 (415) 237-9914

Contact us direct, or our representatives

In Europe: Cryophysics

Oxford, England Geneva, Switzerland
(865) 722824 (22) 329520

Darmstadt, W. Germany Versailles, France
(6151) 74081 (1) 9506578

In Japan:

Niki Glass Co. Ltd.
(03) 503-2787

**PHOTO
MULTIPLICATEURS
XP 2013B**
applications industrielles

XP 2008
hautes énergies

XP 2000
médical

QUALITÉ

**CHACUN DE NOS TUBES
EST LIVRÉ AVEC SA FICHE QUALITÉ**

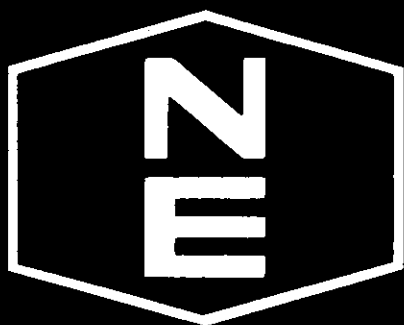
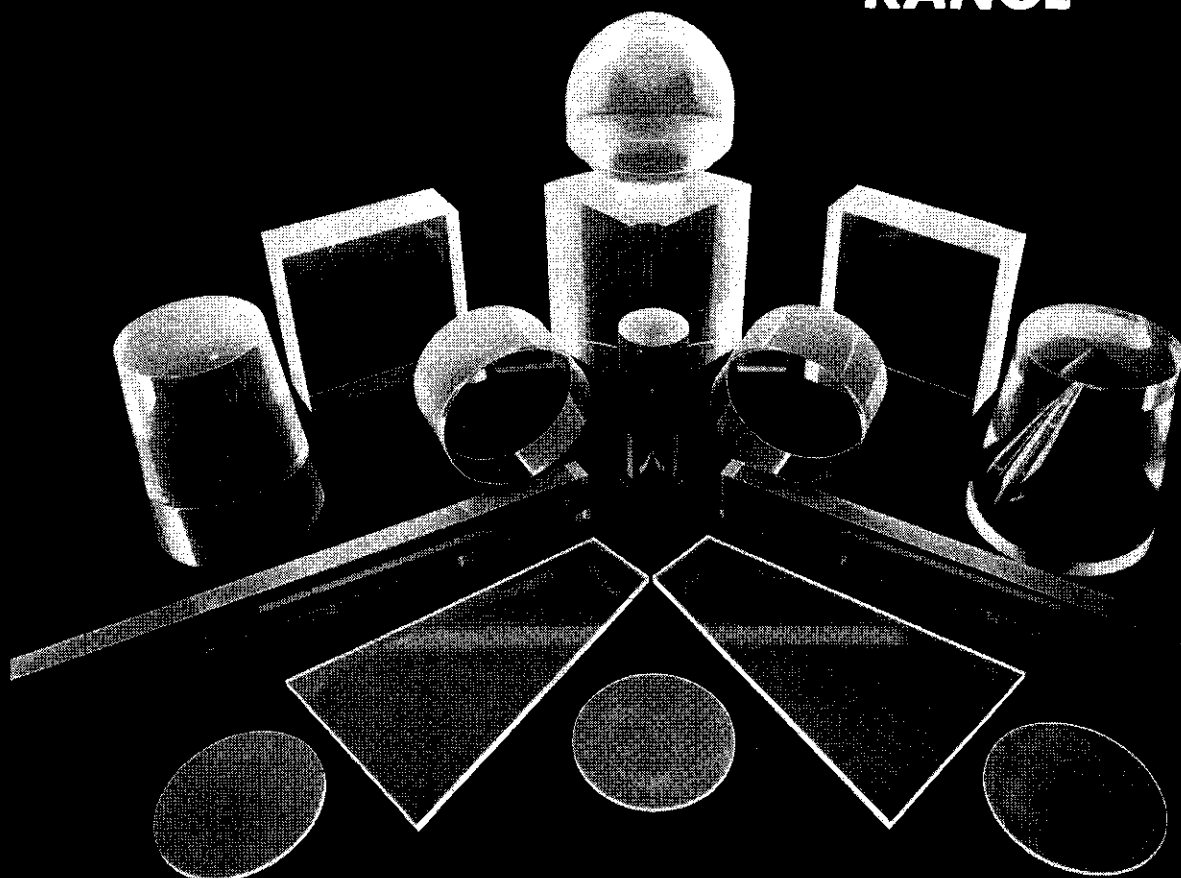
Dans l'usine de Brive, chaque tube est testé à toutes les étapes de sa fabrication, en particulier la formation des photocathodes est contrôlée en temps réel par ordinateur.

Par ailleurs toutes les informations sont enregistrées et disponibles immédiatement sur une console reliée à un ordinateur.

RTC

130, AVENUE LEDRU-ROLLIN - 75540 PARIS CEDEX 11 - TÉL. (1) 355.44.99 - TÉLEX : 680-495 F

THE UNRIVALLED **PLASTIC** **SCINTILLATOR** RANGE



**NUCLEAR
ENTERPRISES
LIMITED**

NE 102A for general purposes.
Light output 65%. Light attenuation 2.5m.

NE 110 for best light transmission.
Light output 60%. Light attenuation 4m.

NE 114 for large installations.
Light output 50%. Light attenuation 4m.

PILOT U for ultra fast timing.
Light output 67%. Light attenuation 1m.
Pulse width 1.2ns.

and **NEW NE 104B** optimised for use with BBQ light guides.
Light output 59%. Light attenuation 1.2m.

* Note: All light output figures relative to anthracene.

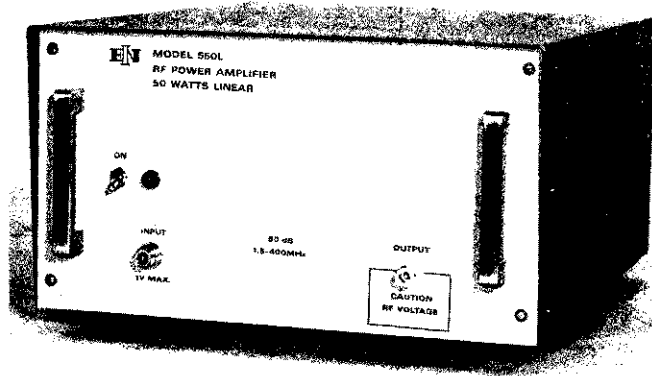
Sighthill, Edinburgh EH11 4EY, Scotland.
Tel. 031-443 4060 Telex 72333 Cables Nuclear, Edinburgh.

Nuclear Enterprises GmbH
Schwanthalerstrasse 74, 8 München 2
Germany Telephone 53-62-23
Telex 529938

NE Nuclear Enterprises
25 Chemin François-Lehmann
1218 Grand-Saconnex, Genève
Switzerland. Tel. (022) 98-16-61



NEW model 550L RF POWER AMPLIFIER



**1.5 – 400 MHz, 50 watts
over 100 watts to 220 MHz**

This latest amplifier from ENI offers 50 dB gain within plus or minus 1.5 dB from 1.5 to 400 MHz. All harmonics are at least 25 dB below fundamental at full output power and lower at reduced power. The amplifier is unconditionally stable and will not oscillate or suffer damage for any combination of source or load impedance. The model 550L is sufficiently linear to faithfully reproduce complex waveforms including pulse signals from a standard laboratory generator or sweeper.

Applications:

Consider model 550L for applications in high energy physics including its use as a linear accelerator driver.

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

ENI

3000 WINTON ROAD SOUTH
ROCHESTER, NEW YORK 14623
Tel.: 716-473-7330; Telex 97-8283 ENI ROC

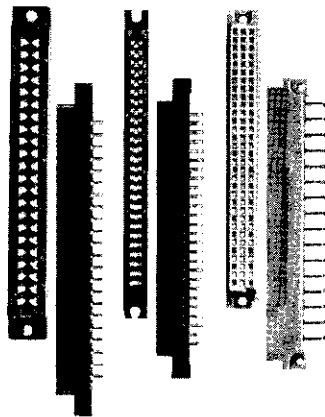
eni POWER SYSTEMS, LTD.

23 OLD PARK ROAD, HITCHIN, HERTFORDSHIRE
SG5 2JS ENGLAND
Tel.: (0462) 51711; Telex: 825153 ENI UK G

SI VOUS AVEZ BESOIN D'UN
CONNECTEUR POUR CIRCUITS IMPRIMES,
IL SERAIT ILLOGIQUE D'ACHETER AUTRE
CHOSE - PAR EXEMPLE UN RABAIS PLUS
N'IMPORTE QUOI. TOUT COMPTE FAIT, VOUS
NE SOLUTIONNEZ PAS N'IMPORTE COMMENT
VOS PROBLEMES TECHNIQUES....

LES TROIS SERIES
8600/ 8607/ 8609
DE SOURIAU OFFRENT
LA BONNE SOLUTION
DANS LA MAJORITE
DES CAS.

DE PLUS, LEUR
NIVEAU
TECHNIQUE
ELEVÉ VOUS EST
OFFERT A UN
PRIX
ABORDABLE.



SERIE 8600/8607/8609

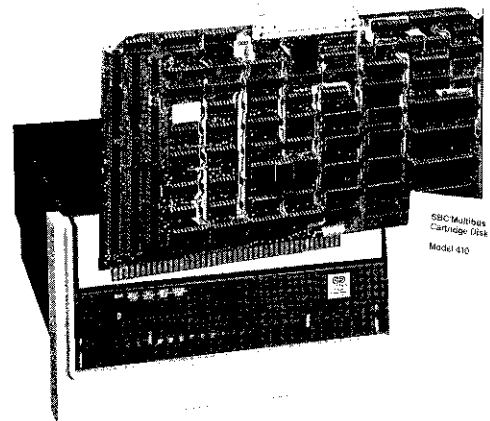


Société anonyme
PRECIMATION
Rue de l'Hôpital 12 - 2501 Bienne
Tél. 032 223 223 - Télex 34222 preci ch

8600: pour exigences extrêmes. Encartage direct, pas 3,96, carte 1,6 mm (simple ou double face). Contacts haute flexibilité en deux parties, résistance de contact inférieure à 5 milliohms, 1000 enfichages sans usure de la carte.
8607: série universelle, à encartage direct ou enfichable, pas 2,54/ 3,81/ 3,96 mm. Résistance de contact max. 10 milliohms, durée de vie 500 enfichages. Norme CCTU IIE 901/ 902.
8609: spécialement pour la carte Europe 100 x 160 mm. Enfichable, pas 2,54 mm. Isolant à deux ou trois rangées d'alvéoles, équipement avec contacts individuel (16-32-64-96 pôles), courant admissible 2A. Norme VG 95324 et DIN 41612.

Xylogics

Disk Systeme und Controller für Mikro- und Minicomputer



- Volle Hardware- und Softwarekompatibilität mit
DATA GENERAL®, **DEC (LSI-11, PDP-11)®**, **INTEL®**
- Diagnostikprogramme für den Service
- Subsysteme mit bekannten **CONTROL DATA** Disk Drives (pro Drive: 10, 32, 80, 96, 300 MB)
- Aussergewöhnliche Preis-/Leistungsverhältnisse
Unsere Dokumentation erläutert Ihnen die Vorteile!

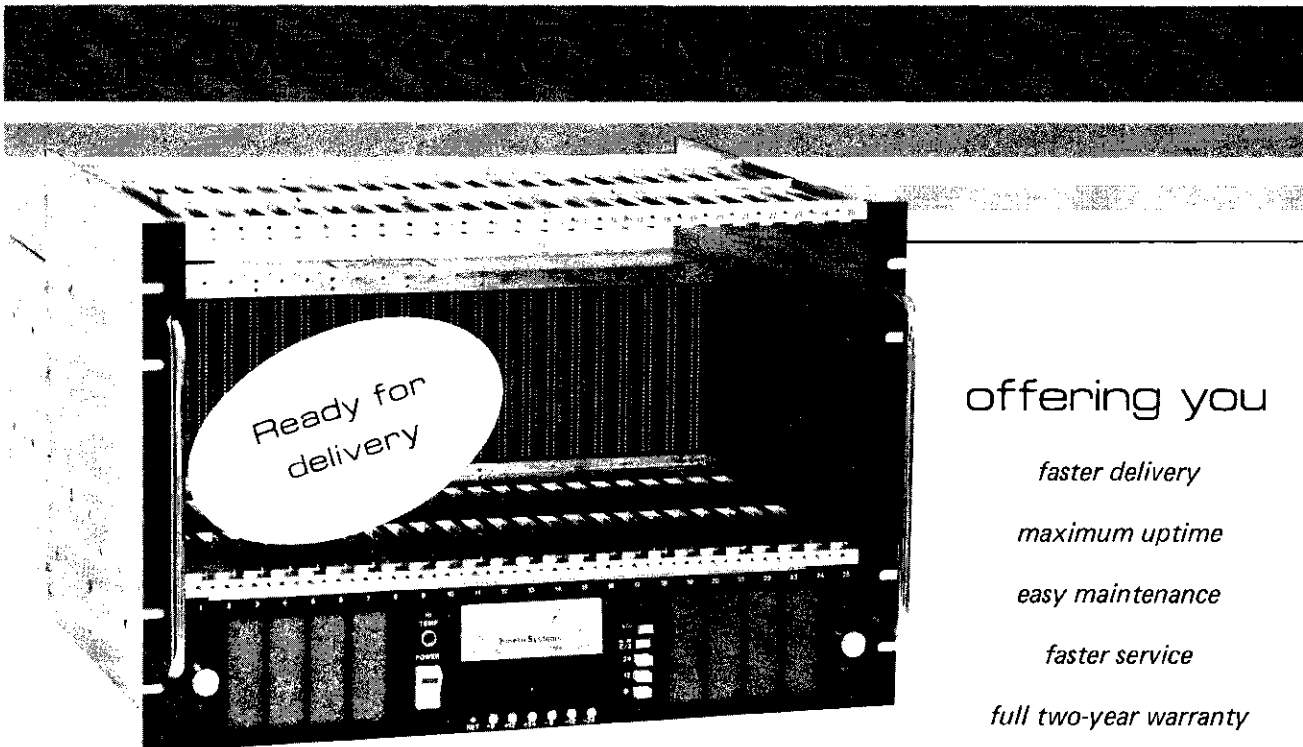
Markenzeichen: ① Data General ② Digital Equipment ③ Intel

Bellikonstrasse 218
CH-8968 Mutschellen
Tel. 057 5 46 55 - Telex 54070

STOLZ AG

Av. Louis Casar 81
CH-1216 Genève
Tél. 022 98 78 77

We are now manufacturing our own



1500 - P1K

all the standard features

- ★ fully complies with latest CAMAC specifications
- ★ operates from 100V, 120V, or 220V (strap selectable)
- ★ this full-size crate has a 25-station multilayer printed Dataway
- ★ power supply and fan units are removable for easy installation and maintenance
- ★ $\pm 24V$, $\pm 12V$, $\pm 6V$ DC outputs are provided
- ★ +6 volts source delivers a full 42 amperes
- ★ push-button metering monitors voltages and current loads from all sources
- ★ includes overvoltage and current limiting

and more

How did we make a good CAMAC crate better? By employing modular construction techniques in manufacturing our power supply and fan units. Now...

- ★ all subassemblies are modular and pluggable
- ★ each subunit is separately built and tested before assembly
- ★ individual parts can be easily unplugged and serviced

Not only does this facilitate crate manufacturing and maintenance, but it also insures your application a maximum of uptime.

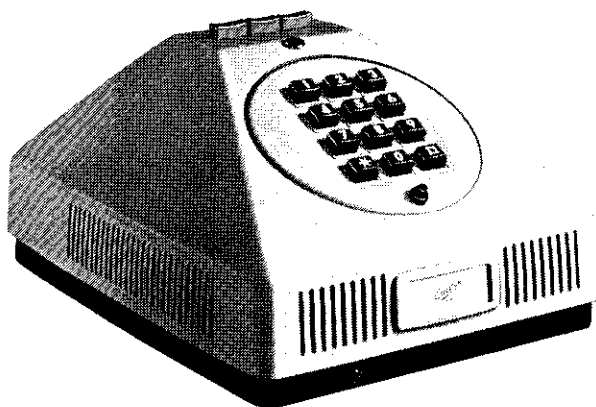
Please contact us for additional information

Kinetic Systems International S.A.



Dept. CC30 * 6 Chemin de Tavernay * 1218 Geneva, Switzerland * Tel. (022) 98 44 45 * Telex 28 9622
KineticSystems Corporation * 11 Maryknoll Drive * Lockport, Illinois 60441 * Tel. 815 838 0005 * TWX 910 638 2831

ERICOVox



Le téléphone «mains libres» des PTT

(Modèle 150 avec clavier normalisé PTT,
pour une meilleure commutation automatique
parole-écoute et l'atténuation des bruits)

Pour que le chef de service,
la secrétaire,
le mandataire et tous les autres
«gros utilisateurs»
puissent téléphoner et travailler
plus facilement, commodément
et efficacement ou organiser
une conférence téléphonique.



Ericsson SA
Télécommunications

1022 Chavannes-Renens 2, rue de la Mouline
Tél. 021/35 45 21

Le service clientèle de votre Direction
d'arrondissement des téléphones (tél. 13/113)
ou les installateurs concessionnaires
des PTT de votre région vous fourniront
tous les renseignements utiles.

PHOTOELASTIC MODULATORS



(Piezo-Optical, birefringence modulators)
for amplitude and polarization
modulation, dichroism,
strain, and polarization
measurements.

MODEL JCK-CF

Two series for UV/Visible and I.R., with
improved characteristics:

	PEM-Series	JCK-Series
Application	UV/Visible near I.R.	Infrared
Wavelength Range	0.18 to 9.5 μ m	0.16 to 19 μ m
Amplitude Retardation	± 0.25 wave to 2 μ m	± 0.25 wave to 12 μ m
Aperture	0.70"	1.40"
Angular Acceptance	50°	50°
Standard Frequency	50 kHz	40, 57 and 37 kHz
Optical Material	Fused Silica Calcium Fluoride	Fused Silica Calcium Fluoride Zinc Selenide



HINDS International, Inc.

Instruments Division

P.O. Box 4327

Portland, OR 97208

Phone (503) 234-7411

TLX 36-0259



Chantiers modernes

S.A. au capital de Fr. 30 000 000 f

88, rue de Villiers
92532 LEVALLOIS-PERRET - CÉDEX
Téléphone : 757-31-40
Télex : 610202

Paris - Bordeaux - Vitrolles - Nantes - Le Havre
La Réunion - Libreville - Pointe-à-Pitre
Abidjan

CAMAC

The new communication giant:
3 CI 2092

from SEN ELECTRONIQUE

- ★ 3 independant RS232/20 mA channels in a single width CAMAC module
- ★ high speed data links (50 to 19200 bauds)
- ★ buffered operation (1 K byte)
- ★ no jumpers, but a powerful microprocessor for speed and data-format control through CAMAC

description

This single-width CAMAC module contains 3 independent channels with high speed UARTS and buffered inputs/outputs.

It has been specifically designed as the universal interface for microprocessor controlled CAMAC systems where at least one high speed data link with the host computer and one medium speed data link with local interfaces are essential.

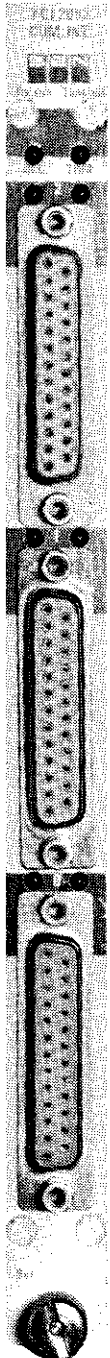
The use of an internal microprocessor provides significant flexibility and speed of operation: its role is to pass information from the CAMAC buffers to the input/output memory working with the UARTS, and to control the data flow.

Speeds and data-format are CAMAC programmable to allow best utilisation of the unit. Transmission standards are 20mA current loop or EIA RS 232 C, jumper selectable. Outputs are standard 25 pin CANNON connectors.

Front panel Leds indicate the status of the module (Transmit/Receive) on each channel plus Overrun and Time-out are common to all channels. A rear panel trigger signal is available for DMA transfer synchronisation.

applications

- Crate to crate communications
- CAMAC/external devices interfacing
- Front-end I/O processor for Intelligent Crate Controllers
This unit is specifically useful when connected with our ACC 2099/ACC 2103 Auxilliary Crate Controllers to speed-up the I/O transfers when processing time is critical.
- main computer/Intelligent Crate Controller link, etc, etc.



France: ORTEC Sarl; 7, rue des Solets; Tel. (1) 687 25 71 - Tlx 202553F, F-94 RUNGIS – **Germany:** SEN ELEKTRONIK GmbH; Brandstücken 11; Tel. 041 802046 - Tlx 2163705d, D-2000 HAMBURG 53 – **DIDAS Digital System;** Radspielstrasse 8; Tel. 089 916710 - Tlx 529167d - D-8000 MÜNCHEN 81 – **Switzerland:** SEN ELECTRONIQUE SA; CP 39; Tel. (022) 442940 - Tlx 23359ch - CH-1211 GENÈVE 13 – **SEN ELEKTRONIK AG;** Austrasse 4; Tel. (01) 9455103; Tlx 58257ch - CH-8604 VOLKETSCH – **United Kingdom:** SEN ELECTRONICS LTD; London Street; Chertsey; Tel. 9328.66744 - GB - KT168AP SURREY – **OFFICES THROUGHOUT THE WORLD.**

Headquarters:

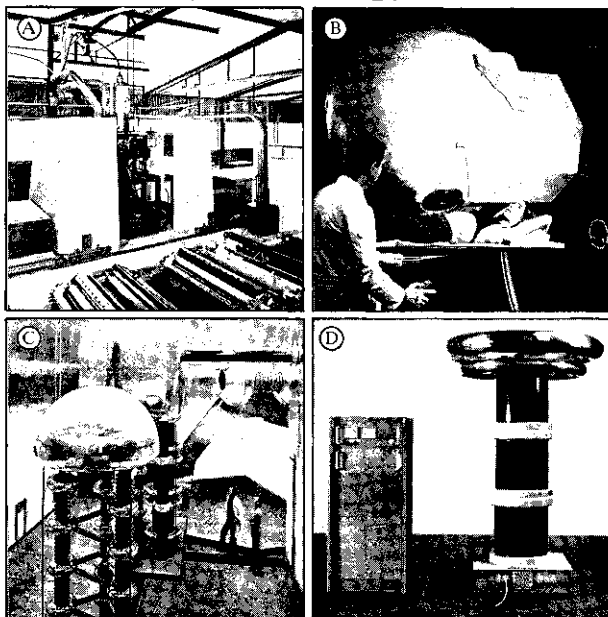
SEN ELECTRONICS S.A.; Avenue Ernest-Pictet 31; Tel. (022) 442940 - Tlx 23359ch - CH-1211 GENÈVE 13.

SEN
ELECTRONIQUE

Haefely Today

Particle Accelerators High-Voltage DC Power Supplies Irradiation Systems

for Research, Radiotherapy and Industry



Thirty years ago, Haefely built the first ion and electron accelerators for high and ultra-high voltages although requirements at that time were extremely sophisticated.

Today, Haefely is working on ever more ambitious projects and has become a reliable partner with experience in a wide field of activities: ■ DC accelerators for ions and electrons up to 4 MeV ■ High-power electron accelerators for industrial radiation processing, design of complete irradiation systems ■ Electron accelerators with ultra-high stability of the accelerating voltage for high-voltage electron microscopy ■ Neutron generators for cancer therapy and industrial applications ■ High-voltage dc generators with high output power ■ High-voltage dc power supplies for pulsed load or with high out put voltage stability ■ Modular high-voltage dc generators

Send for our brochure entitled: "Haefely Today"

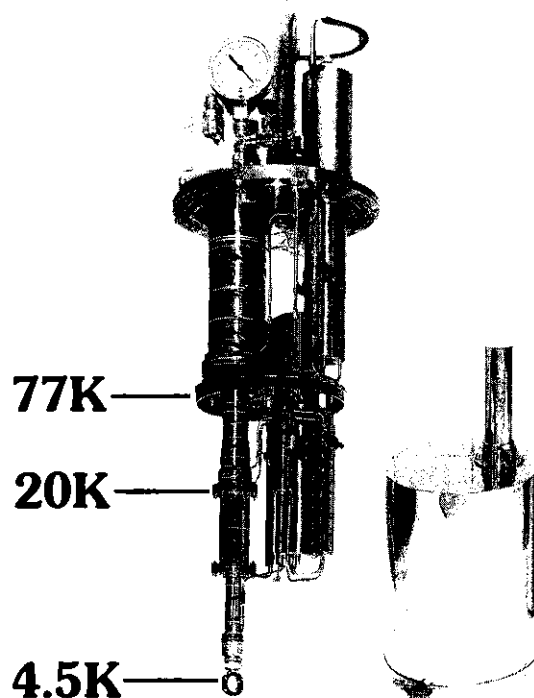
- Ⓐ 60 kW electron accelerator in a paint curing facility
- Ⓑ Cancer therapy system with fast neutrons
- Ⓒ 850 kV injector power supply
- Ⓓ 450 kV/3.5 mA modular high voltage DC power supply

Emile Haefely & Co Ltd Basel
P.O. Box
CH-4028 Basel/Switzerland
Telephone 061/41 18 17
Telex 62 469 ehb ch

HAEFELY

Cancel your liquid helium order . . .

Get a HELIPLEX™ refrigerator.



Forget about the cost of liquid helium and the bother of handling it. With the HELIPLEX Model CS-308 closed-cycle refrigerator you get stable temperatures down to 3.7K.

This refrigerator is highly reliable — its major components have been proven in the field for 5 years. It operates virtually unattended and optionally gives you automatic temperature control and readout. Normal maintenance interval is 9,000 hours, and it is field maintainable.

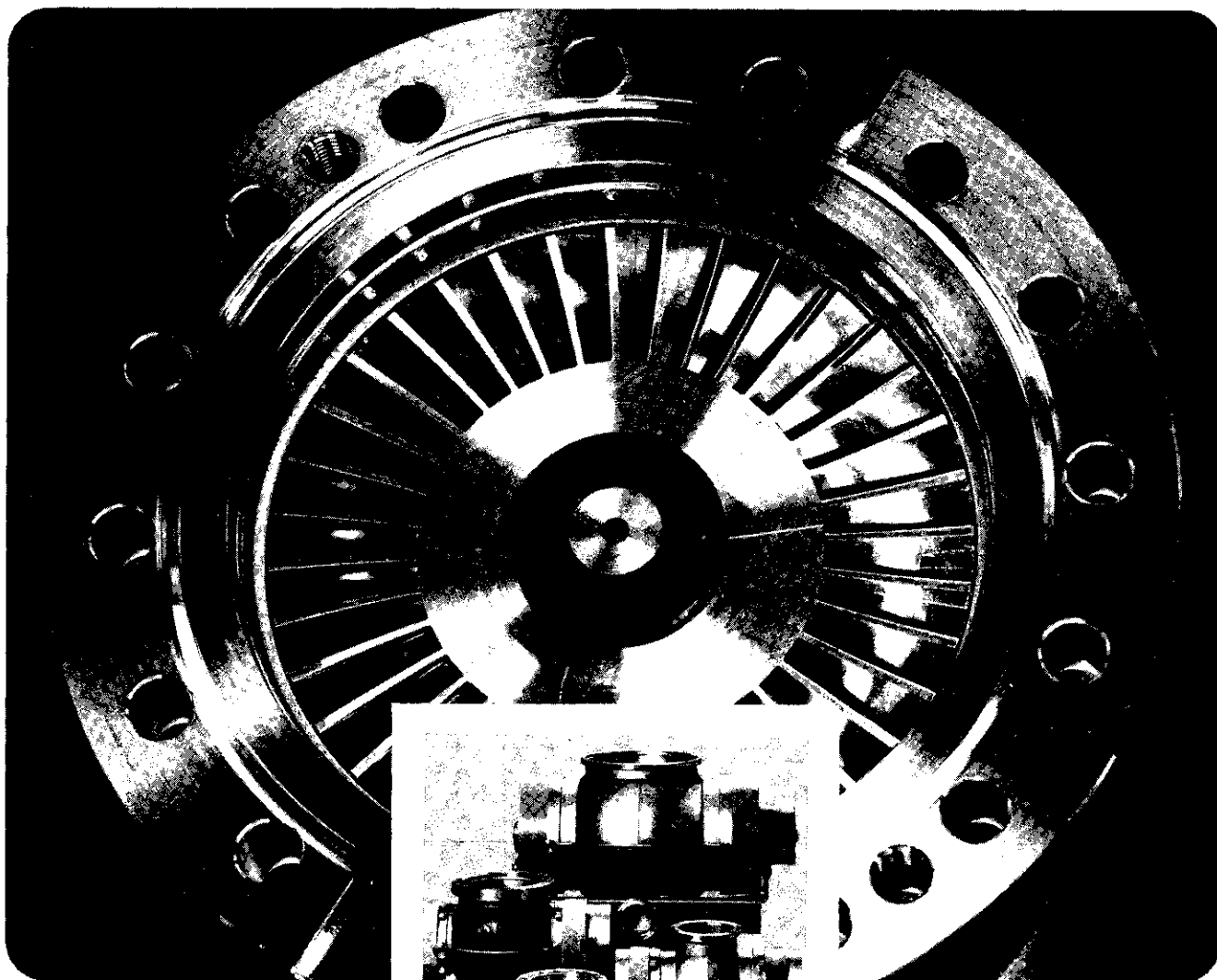
The HELIPLEX 308 refrigerator has a conveniently small cold end (the refrigerator is only 35" high). This makes it useful for a variety of research and industrial applications with a selection of temperature controllers, interface designs and radiation shields available.

For more information, write or call Advanced Products Department, Air Products and Chemicals, Inc., Box 2802, Allentown, PA 18105. (215) 398-8419.

Air Products

La TURBO-PFEIFFER*

pour la production d'un vide élevé et d'un ultra vide très purs



La plus petite pompe turbo-moléculaire, la TURBO-PFEIFFER 110, est construite avec une seule entrée de remise à l'air. Des analyses de fréquences ont montré que, grâce à un nouveau développement de paliers à billes de haute précision et à un système de lubrification modifié, les qualités de fonctionnement des pompes ont été très sensiblement améliorées. Ces modifications ont permis d'augmenter la durée de vie des pompes et de réduire considérablement le niveau sonore ainsi que les vibrations. Les utilisateurs accordent une grande importance à ces résultats.

Les TURBO-PFEIFFER 270 et 510, à double entrée de remise à l'air, transmettent leur plein

débit-volume à l'enceinte au niveau de la bride d'aspiration elle-même. En effet, la position de la bride de raccordement ne joue aucun rôle car même si cette position est peu favorable, il n'est pas nécessaire d'utiliser des pièces intermédiaires ou des coudes qui réduisent le débit-volume. Un système de lubrification à mèche permet de monter la pompe dans n'importe quelle position, l'axe restant toujours horizontal. On peut raccorder directement la pompe primaire à la TURBO-PFEIFFER à l'aide

d'un tube ondulé sans qu'il faille intercaler des dispositifs de protection, comme par ex. des pièges à zéolithe.

* La TURBO PFEIFFER est une pompe turbo-moléculaire qui produit un vide élevé et un ultra-vide exempts d'hydrocarbures avec un débit-volume constant pour tous les gaz entre 10^{-2} et 10^{-9} mbar.

BALZERS

ARTHUR PFEIFFER
Vakuumtechnik Wetzlar GmbH
Postfach 1280
D-6334 Asslar

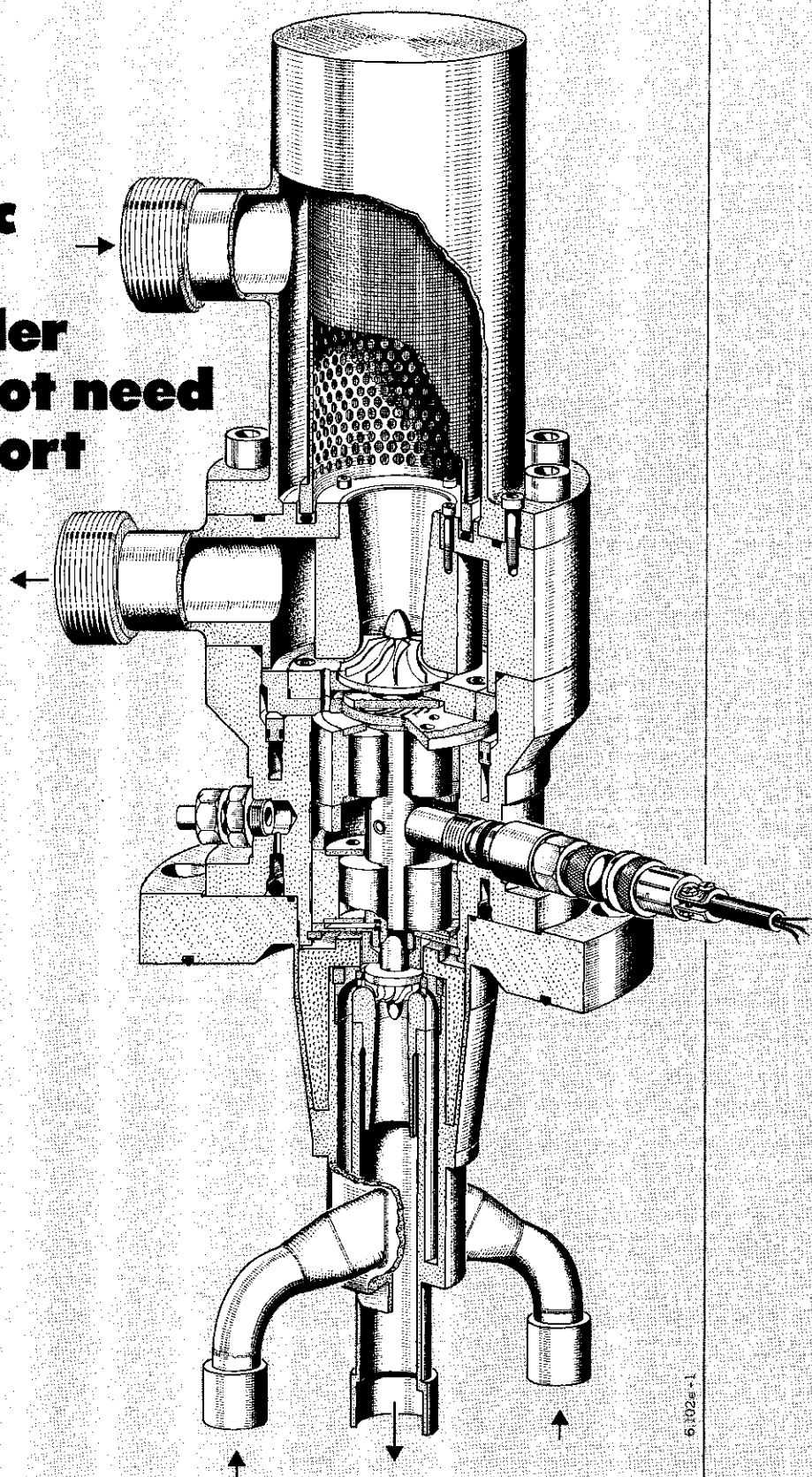
The cryogenic gas bearing turboexpander which does not need outside support (unlike others ...)

Usual gas bearing systems depend on an external source of pressurized gas. We have succeeded in developing a self-supporting autonomous system.

The shaft floats on gas cushions created by its own rotation. It spins—amazingly—at several hundred thousand rev/min without the slightest wear. Neither bearing gas nor seal gas have to be diverted from the process. Controls are fewer and simpler.

A story too fantastic to believe ... but true:

Our turboexpander is at the heart of dozens of cryogenic plants around the world.



Sulzer Brothers Limited
CH-8401 Winterthur, Switzerland
Cryogenics Department
Telephone 052 81 37 28/81 38 23
Telex 76165

SULZER