



COURRIER CERN, revue de physique des hautes énergies publiée dix fois par an en français et en anglais.

Des exemplaires peuvent être obtenus sur demande à :

Allemagne, République fédérale :
I. Schuetz, Mme
DESY, Notkestieg 1, 2 Hamburg 52

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

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

USA/Canada :
Margaret Pearson
Fermilab, PO Box 500, Batavia
Illinois 60510

Distribution générale :
Marie-Jeanne Blazianu
CERN, 1211 Genève 23, Suisse

Correspondants dans les Laboratoires :
Argonne, Laboratoire national (USA)
Ch.E.W. Ward
Berkeley, Laboratoire Lawrence (USA)
W. Carithers
Brookhaven, Laboratoire national (USA)
P. Wanderer
Cornell, Université (USA)
N. Mistry
Daresbury, Laboratoire (RU)
V. Suller
DESY, Laboratoire (RFA)
I. Dammann
Fermi, Laboratoire de l'accélérateur
national (USA)
R.A. Carrigan
Frascati, Laboratoire national (I)
M. Ghigo
GSI, Société pour l'étude des ions lourds,
Darmstadt (RFA)
H. Prange
IEKP, Institut de physique nucléaire
expérimentale, Karlsruhe (RFA)
F. Arendt
INFN, Institut national de physique
nucléaire (I)
A. Pascolini
IURN, Institut unifié de recherches
nucléaires, Doubna (URSS)
V.A. Biryukov
KEK, Laboratoire national (J)
K. Kikuchi
Los Alamos, Laboratoire scientifique (USA)
O.B. van Dyck
Novosibirsk, Institut (URSS)
V. Balakin
Orsay, Laboratoire (F)
J.E. Augustin
Rutherford, Laboratoire (RU)
G. Stapleton
Saclay, Centre d'études nucléaires (F)
A. Zylberstein
SIN Villigen (CH)
G.H. Eaton
Stanford, Centre de l'accélérateur linéaire
(USA)
L. Keller
TRIUMF, Laboratoire (Canada)
M.K. Craddock

Rédacteur en chef: Brian Southworth

Rédacteurs: Henri-Luc Felder
Gordon Fraser

Annonces: Micheline Falcicola

Imprimé par: Ets Cherix et Filanosa SA,
1260 Nyon, Suisse
Merrill Printing Company
765 North York, Hinsdale,
Illinois 60521, (USA)

Publié par:
Organisation européenne
pour la recherche nucléaire CERN,
1211 Genève 23, Suisse
Tél. (022) 83 41 03, Télex 23698
et, aux USA, par Laboratoire Fermi
P.O. Box 500, Batavia, Illinois 60510
Tél. (312) 840 3000, Télex 910 230 3233

Sommaire

Quand l'Europe pense à l'avenir... <i>Aperçu des projets qui ont été examinés comme développements des installations de recherche du CERN ou comme grand projet européen; recommandation de l'ECFA concernant un anneau à électrons et positons</i>	183
Nouvelles des Laboratoires	
DESY: Faisceaux polarisés pour PETRA <i>De nouvelles études théoriques indiquent qu'il devrait être possible d'obtenir des faisceaux d'électrons et de positons polarisés dans l'anneau de stockage PETRA</i>	187
LABORATOIRE FERMI: Essai d'aimants pour le doubleur / Développement de la zone des mésons <i>Résultats de la mise sous tension de quatre prototypes d'aimants supraconducteurs destinés au doubleur d'énergie; améliorations des faisceaux dont on peut disposer dans le Laboratoire des mésons</i>	188
KEK: Performances du synchrotron <i>Récents conditions d'exploitation du synchrotron à protons de 12 GeV et construction d'une ligne de faisceau polyvalente alimentée par le synchrotron injecteur</i>	190
FRASCATI: Observation d'un nouveau méson vecteur <i>Observation d'une résonance à 1820 MeV au cours de trois expériences avec l'anneau de stockage électron-positon Adone</i>	190
NOVOSIBIRSK: Etudes de polarisation et expériences avec VEPP-2M <i>Progrès réalisés dans les domaines de la théorie et de l'expérimentation grâce aux faisceaux d'électrons et de positons polarisés; les techniques de polarisation rendent possibles des expériences de physique de conception très élaborée</i>	191
ARGONNE: Polarisation et intensité records <i>De nouveaux records sont établis au ZGS avec des protons polarisés</i>	193
CERN: Du nouveau sur les muons <i>Abondantes données statistiques sur la production de muons dans les interactions neutrino à haute énergie; nouvelles mesures de haute précision effectuées dans l'expérience g-2</i>	194
Echos de la physique	
Le monde des «jets» <i>Informations sur la structure des hadrons fournies par des expériences de diffusion à haute énergie</i>	196
L'explication du baryonium? <i>L'apparent paradoxe des résonances baryon-antibaryon pourrait avoir une explication très «colorée»</i>	197
Les étoiles de quarks existent-elles? <i>Spéculations sur des systèmes où les quarks pourraient être libres</i>	198
Nouvelles brèves	200

Photo de couverture: Le 2 juin, le coup d'envoi des travaux de construction de PEP, l'anneau de stockage d'électrons-positons du LBL/SLAC, a été donné au cours d'une cérémonie au Centre de l'accélérateur linéaire de Stanford. Les premières pelletées de terre ont été enlevées, de gauche à droite, par Andy Sessler (directeur du LBL), Alan Cranston (Senior Senator, Californie), Robert Thorne (ERDA), Paul Gilbert (président de P.B.Q. & D), Don Beattie (ERDA) et Pief Panofsky (directeur du SLAC). Sur l'estrade, à l'arrière-plan, on aperçoit John Rees et Tom Elioff, respectivement directeur et directeur adjoint de PEP.
(Photo Joe Faust)

Quand l'Europe pense à l'avenir...

Lors de sa 21^e réunion plénière, le 25 mai, le Comité européen pour les futurs accélérateurs (ECFA) a formulé une recommandation donnant pour l'essentiel la priorité à l'étude complémentaire d'une machine à faisceaux en collision électrons-positons de haute énergie qui devrait représenter le projet européen majeur en physique des hautes énergies pour les années 80. Cette recommandation (dont le texte complet est reproduit ci-dessous) a été soumise au Comité des Directives scientifiques du CERN à sa réunion du 21 juin. Il semble donc opportun de résumer certaines des options envisagées en matière de futures installations de recherche européennes pour la physique des particules et de montrer pourquoi l'ECFA s'est prononcé en faveur d'une machine électrons-positons.

L'expression «projet majeur» revêt une importance particulière du fait que cette rubrique ne concerne pas des projets à petite ou moyenne échelle susceptibles d'être réalisés en tant qu'extensions des installations existantes du CERN. Dans cette dernière catégorie s'inscrivent en effet trois projets: emploi différent ou reconstruction des anneaux de stockage à intersections, collision de protons et d'antiprotons dans le SPS et collision de protons et d'électrons au SPS.

Projets possibles étendant les possibilités pour la recherche des installations existantes du CERN

Le premier projet concernant l'amélioration des possibilités des ISR a fait l'objet d'une réunion d'étude de deux semaines en octobre 1976 (voir notre numéro de novembre). Du point de vue de la physique, l'intérêt de faisceaux en collision protons-protons d'énergie plus élevée réside dans l'extension des connaissances acquises pour l'essentiel avec les ISR actuels. Cela inclut des informations sur les phénomènes à impulsion transverse faible et élevée, ainsi que sur la physique du lepton et du photon.

Plusieurs solutions ont été envisagées pour améliorer les caractéristiques des ISR. L'une, dénommée SC-

ISR (supraconducteur-ISR) propose de remplacer les anneaux d'aimants classiques par des anneaux d'aimants supraconducteurs. Les dimensions de l'actuel tunnel des ISR et la localisation des lignes de faisceau pour l'injection ainsi que des zones d'expérimentation imposent une énergie de crête d'environ 100 GeV par faisceau (un champ de 4,5 T fourni par des aimants supraconducteurs permettrait de maintenir en orbite des faisceaux de 108 GeV), avec quatre régions d'intersection. Une injection à 25 GeV à partir du PS et une accélération par déplacement de phase permettraient d'obtenir une intensité de 10 A par faisceau à l'énergie maximale, avec une luminosité dans la gamme des $10^{32} \text{ cm}^{-2}\text{s}^{-1}$.

Pour le moment, le SC-ISR représente la solution la plus intéressante parmi les projets d'amélioration des ISR, mais il existe d'autres possibilités visant à amener en collision des protons des ISR et des protons du SPS. Ces derniers auraient une énergie de crête de 270 GeV, étant donné que la puissance disponible limite à ce niveau l'exploitation type anneau de stockage des aimants du SPS. Ils pourraient entrer en collision avec des protons des ISR accélérés à 60 GeV par réunion en un seul anneau des deux anneaux d'aimants classiques. Les collisions pourraient se réaliser dans la longue section droite LSS5 du SPS restée libre.

La seconde partie de la réunion d'étude sur l'avenir des ISR doit se tenir plus tard cette année et il est probable qu'à ce moment des préférences concernant cet avenir se seront dégagées (naturellement, il aura pu paraître souhaitable de donner la préférence à d'autres projets).

En second lieu vient le projet de collision de protons et d'antiprotons dans le SPS. Il est devenu envisageable à la suite des travaux sur les nouvelles techniques de refroidissement par électrons, effectués à Novosibirsk, et de refroidissement stochastique, effectués au CERN qui devraient permettre d'accumuler et de maintenir en orbite des faisceaux intenses d'antiprotons. On obtiendrait ainsi des luminosités adéquates pour la réalisation d'expé-

riences intéressantes. (Ces techniques ont été décrites de manière assez détaillée dans nos numéros de décembre 1976 et de mars 1977.)

Ce projet a été surtout défendu par Carlo Rubbia et les études correspondantes sont réalisées sous la direction de Simon Van der Meer. L'objectif est d'atteindre une luminosité $10^{30} \text{ cm}^{-2}\text{s}^{-1}$ dans une section à faible valeur de bêta du SPS, sur LSS5 (et éventuellement sur LSS4), avec une énergie de collision de 270 GeV par faisceau. Cela exige d'accumuler quelque 10^{12} antiprotons par jour, ce qui pourrait être réalisé sans interférer avec les programmes d'expérimentation actuellement en cours (bien que, naturellement, lors des expériences protons-antiprotons l'autre partie du programme du SPS devrait être interrompue).

Le grand intérêt pour la physique tient au fait que ce projet offre peut-être la solution la plus rapide et la plus économique pour atteindre la région d'énergie dans laquelle il est prévu qu'existent les bosons vecteurs intermédiaires W et Z, ayant des masses d'environ 70 GeV, et éventuellement des bosons de Higgs. La structure en quarks et antiquarks du proton et de l'antiproton conduirait certainement à un taux de production plus élevé de ces particules que dans des collisions protons-protons.

Malheureusement, la nature hadronique des interactions doit probablement être à l'origine d'un bruit de fond élevé, à partir duquel il faudra extraire les signaux correspondant aux particules. Le Z et le W devraient être observables et certaines de leurs propriétés pourraient être étudiées, mais pour obtenir des informations détaillées il faudra probablement mettre en service d'autres machines.

La solution envisagée jusqu'à maintenant pour la production du faisceau d'antiprotons suppose une éjection à 26 GeV/c à partir du PS, la production d'antiprotons sur une cible hors de la ligne de faisceau conduisant aux ISR, l'injection et le stockage d'antiprotons à 3,5 GeV/c dans un anneau navette de 25 m de rayon dans lequel serait appliqué le refroidissement stochastique, la

décélération jusqu'à environ 0,45 GeV/c avec transfert dans un anneau de refroidissement (de même rayon moyen) où serait appliqué le refroidissement par électrons (plus efficace à cette faible énergie), un nouveau transfert dans l'anneau navette où serait atteinte une intensité de 10^{12} , une accélération jusqu'à environ 5 GeV/c ou plus, et finalement une injection de sens sinistrorsum dans le SPS en suivant le trajet de la ligne de faisceaux qui était utilisée pour conduire les protons du PS au hall Ouest, avec retour vers ce même hall en empruntant la ligne de faisceaux d'éjection du SPS.

Des expériences préliminaires sur les deux techniques de refroidissement sont préparées sous le sigle ICE (Initial Cooling Experiments, expériences de refroidissement initiales). Elles utiliseront l'anneau d'aimants g-2 reconstruit dans l'ancien bâtiment de Gargamelle avec les insertions nécessaires pour le refroidissement par électrons, les systèmes stochastiques, et un grand nombre d'équipements de diagnostic. On pense que les expériences pourraient démarrer à la fin de cette année.

Il convient de rappeler que le Laboratoire Fermi poursuit un projet analogue et espère lancer des expériences de refroidissement à peu près à la même époque. Compte tenu des paramètres des deux systèmes d'accélération existants, il semble que le CERN occupe potentiellement la première place pour le rendement en antiprotons par unité de temps.

La dernière des trois options prévoit d'ajouter un anneau d'électrons au SPS de manière à réaliser des collisions protons-électrons à de hautes énergies. Le projet qui a été baptisé CHEEP a été défendu en particulier par Bjorn Wiik; Kurt Hubner dirige une étude de la machine. Des installations électrons-positons ont également été envisagées à Berkeley-Stanford, comme seconde phase du projet PEP, à Brookhaven, à titre d'option pour ISABELLE, au Laboratoire Fermi (où le projet a été abandonné afin de se concentrer sur le doubleur d'énergie), et au CERN, comme option pour le LSR (voir

ci-dessous). DESY a également prévu de contribuer au développement des techniques nécessaires, en ajoutant un injecteur de protons type Van de Graaff afin de permettre l'étude des effets interfaisceaux électrons-protons dans DORIS. Le projet du CERN assure actuellement une énergie de collision plus élevée que celle de toutes les autres installations actuellement étudiées.

L'intérêt de CHEEP vient de ce qu'il offre une énergie d'interaction élevée, associée à une luminosité élevée, pour un faible investissement et qu'il permet d'étudier l'interaction lepton-parton dans des conditions irréalisables sur des anneaux protons-protons ou électrons-positons. L'interaction faible pourrait être étudiée à des énergies beaucoup plus élevées que celles dont on dispose actuellement, couvrant ainsi les régions de masse prévues pour le W et le Z. De nouvelles informations pourraient être acquises sur les courants neutres et on pourrait découvrir de nouveaux quarks et de nouveaux leptons. Cette installation pourrait fournir des renseignements permettant de faire un choix entre les modèles de théorie de jauge pour l'interaction forte. Le projet prévoit que l'anneau d'aimants guidant les électrons serait suspendu au toit, au-dessus de l'anneau d'aimants des protons, dans le tunnel du SPS. Les faisceaux entreraient en collision dans LSS5 (et éventuellement aussi dans LSS4). Au point d'intersection, une géométrie compliquée permet d'amener en interaction des électrons à polarisation longitudinale, ce qui présente des avantages du point de vue expérimental.

Le faisceau d'électrons et le faisceau de protons comprendraient chacun 60 paquets. Avec $1,5 \times 10^{13}$ électrons et 2×10^{13} protons on pourrait atteindre une luminosité de $0,5 \times 10^{32} \text{cm}^{-2} \text{s}^{-1}$, avec des protons de 270 GeV et des électrons de 25 GeV. Avec certaines limitations, l'énergie des protons pourrait balayer la plage 145-400 GeV (ou davantage), et l'anneau d'électrons produirait 30 GeV, si l'on peut ajouter une puissance HF supplémentaire.

Avant le système d'injection, on a proposé d'utiliser un synchrotron de

5 GeV à cyclage rapide. Des éléments du synchrotron à électrons NINA dont l'exploitation a été arrêtée à Daresbury au début d'avril pourraient être rendus disponibles pour cet injecteur. (NINA était certainement le plus populaire des accélérateurs, car jusqu'à maintenant on a prévu d'incorporer certains de ses éléments dans une demi-douzaine d'autres projets d'accélérateurs !)

A titre de remarque finale sur CHEEP signalons que l'anneau d'électrons constituerait un excellent injecteur au cas où des anneaux électrons-positons de haute énergie seraient un jour installés sur le site du CERN.

Tous ces compétiteurs en matière d'extensions des possibilités de recherche offertes par les actuelles machines du CERN n'en sont qu'au stade de la discussion. A la fin de l'année, la seconde partie de la réunion d'études sur les ISR et une réunion sur le projet électron-proton (voir page 200) auront eu lieu; des expériences de refroidissement d'antiprotons seront prêtes à commencer. On peut espérer que de ces diverses activités il se dégagera des priorités afin que les ressources nécessaires puissent être allouées au CERN.

Dans cette époque de restrictions budgétaires, il est presque certain que de telles ressources devront être trouvées dans le cadre de budgets annuels d'un niveau approximativement égal à celui des actuels budgets du CERN. Pour investir en vue de nouvelles expériences il faudra probablement sacrifier quelque chose qui est maintenant en cours.

Projets possibles pour l'Europe

Lorsque l'on évoque les installations souhaitables pour la recherche en physique des hautes énergies en Europe, à construire dans dix ans ou plus, on se réfère à trois rubriques principales: un synchrotron à protons, machine à «cible fixe» dans la gamme des milliers de GeV (plusieurs TeV), une machine de faisceaux en collision proton-proton dans la gamme des centaines de GeV par faisceau et une machine à fais-

ceaux en collision électron-positon, dans la gamme d'environ 100 GeV par faisceau. Ces trois possibilités ont toutes été envisagées, et les deux dernières ont été étudiées de manière assez détaillée.

Un facteur influence le choix des projets dans une plus grande mesure que par le passé : l'intérêt de la réalisation d'une gamme équilibrée d'installations de recherche à l'échelle mondiale. Cela est une conséquence des énormes investissements en matière de crédits et de main-d'oeuvre qui sont nécessaires pour construire une grande installation ainsi que de l'étroite collaboration internationale dans ce domaine. Le Groupe d'études sur les futurs accélérateurs qui s'est réuni à Serpukhov en mai 1976 avec des représentants de toutes les régions effectuant des recherches en physique des hautes énergies, a convenu que les nouvelles installations régionales devaient être sélectionnées dans le cadre d'une étroite collaboration entre les régions afin d'assurer une couverture du programme de recherches la plus large possible. Ce groupe a également recommandé une utilisation commune de telles installations par des chercheurs de différents pays (pour plus de détails, voir le numéro de juin 1976).

Les possibilités pour la recherche d'un synchrotron à protons multi-TeV ont été étudiées dans le courant de l'année 1975, et les délibérations du Groupe d'études ont été publiées sous la forme d'un rapport jaune du CERN (n° 76-12, édité par L. Camilleri). Un tel projet n'a pas été poursuivi plus en avant. Aux Etats-Unis, une machine de 1 TeV doit être construite au Laboratoire Fermi (doubleur d'énergie/tévatron); le projet a atteint la phase de la recherche et du développement. En URSS, on étudie un synchrotron à protons de 2-5 TeV (UNK) (voir numéro de septembre 1976).

Des anneaux de stockage protons-protons, avec une énergie maximale de 400 GeV qui seraient alimentés par le SPS du CERN ont fait l'objet d'une étude déjà détaillée, effectuée par un groupe dirigé par Kjell Johnsen. Leurs possibilités pour la recherche sont ex-

posées dans le rapport n° 76-12, mentionné ci-dessus. De tels anneaux couvriraient les régions de masse prévues pour le W et le Z (bien qu'avec les complications propres aux interactions hadrons-hadrons), permettraient probablement de répondre aux questions concernant le taux de croissance de la section efficace totale, fourniraient d'autres informations sur l'invariance d'échelle que les ISR mettent déjà en discussion, permettraient peut-être d'observer les événements hadroniques étranges détectés lors des recherches sur les rayons cosmiques et nous apporteraient de nouveaux renseignements sur les phénomènes à impulsion transverse élevée et sur les jets...

La machine comprendrait deux anneaux équipés d'aimants supraconducteurs (champs de 4 T) installés dans un tunnel ovale (5,8 km de pourtour, avec des grands axes de 1,45 et 2 km). Les intensités atteindraient 7 A par faisceau et l'on a particulièrement étudié la conception des régions d'intersection afin de pouvoir couvrir différentes classes de recherche. On pourrait obtenir une luminosité de $1,3 \times 10^{33} \text{ cm}^{-2} \text{ s}^{-1}$ avec une partie libre de 12 m de long pour l'installation d'un détecteur dans deux régions à faible valeur de β , alors que dans quatre autres régions à usage général la luminosité serait de 6×10^{31} ou de 10^{31} avec des parties libres de 130 m de long (régions à valeur de β élevée, pour des recherches aux petits angles).

Un anneau d'électrons pourrait être ajouté afin d'amener en collision des faisceaux groupés d'électrons à 20 ou 25 GeV, percutant des protons circulant à énergie constante, avec une luminosité de 10^{32} , dans une ou deux régions d'intersection. On pourrait obtenir des électrons polarisés avec possibilités de rotation de la polarisation dans le plan longitudinal.

Aux Etats-Unis, un projet de collision de faisceaux protons-protons à 200 GeV (ISABELLE) est en cours de préparation à Brookhaven depuis plusieurs années. Actuellement, on se montre très optimiste quant à l'obtention du feu vert (voir page 200). L'équipe responsable envisage égale-

ment une machine de 400 GeV avec une circonférence de 3,8 km et des aimants de 5 T.

Des anneaux de stockage électrons-positons ayant des énergies plus élevées que les machines PETRA (DESY) et PEP (Berkeley - Stanford) actuellement en construction, ont été étudiés par Burt Richter au cours d'une année sabbatique au CERN, en 1975-1976. L'intérêt pour la physique a été analysé par un autre Groupe d'études présidé par Pierre Darriulat, dont les délibérations ont été publiées sous la forme d'un rapport jaune du CERN, n° 76-18. L'ECFA a également réalisé une étude à DESY, en février 1977, et des analyses préliminaires de la conception possible d'une telle machine sont en cours, surtout au CERN sous la direction d'Eberhard Keil.

La machine couvrirait la région de masse prévue pour les particules W et Z (et peut-être pour les bosons de Higgs) et produirait de telles particules dans de meilleures conditions que lors des collisions hadroniques. Toutefois, on pourrait avoir affaire à un bruit de fond élevé, dû aux processus à deux photons. Il serait probablement possible de déterminer de nombreuses propriétés des nouvelles particules. La machine permettrait d'étendre les mesures de section efficace électron-positon à des énergies plus élevées, avec des implications résultant de l'existence possible de quarks plus lourds. On couvrirait la région dans laquelle il est prévu que les forces faible et électromagnétique ont une intensité comparable, d'où la possibilité d'étudier un nouveau régime de comportement des particules. Le sondage s'étendrait jusqu'à des dimensions de l'ordre du centième de fermi et d'autres phénomènes pourraient se manifester lorsque ces plus petites dimensions deviendront accessibles pour la première fois.

Une première étude d'un projet d'anneau électrons-positons, avec 100 GeV par faisceau, a permis de fixer l'objectif de luminosité à $10^{32} \text{ cm}^{-2} \text{ s}^{-1}$. Les autres paramètres sont alors fixés. Par exemple, un anneau de 50 km de circonférence exigerait une puissance

HF de 100 MW fournie par quelque 2,5 km de cavités HF installées à cette fin. (Si des cavités supraconductrices HF fonctionnant dans la gamme des fréquences appropriées étaient développées, les problèmes financiers et physiques soulevés pour un tel projet pourraient être considérables.)

Le projet a prévu huit sections droites de collision. Le champ d'injection à 20 GeV est de 109 G et il croît jusqu'à 544 G pour l'énergie maximale. Les aimants comprennent un conducteur pour déterminer la forme du champ et on évite d'employer l'acier près du faisceau pour se soustraire aux effets de perméabilité. L'installation de vide est également affectée par la présence de faibles champs et des pompes ioniques à pulvérisation distribuées ne seraient pas adéquates compte tenu de la valeur de champ d'injection. Les intensités des faisceaux ont été fixées à 15 mA dans 32 paquets par anneau. Des aimants d'augmentation de la courbure permettraient de contrôler les variations de la luminosité avec l'énergie. Un modèle ayant par exemple une énergie de crête de 70 GeV pourrait être initialement construit en n'installant qu'une partie du système HF (machine à «cavités manquantes») ce qui réduirait de 20% la dépense pour le projet de construction initial.

La machine de 100 GeV est venue pour la première fois en discussion sous le sigle de LEP (Large Electron Project, grand projet à électrons) puis fut baptisée LEAP (Large Electron Accelerator Project, grand projet d'accélérateur d'électrons) en incorporant la phase initiale à 70 GeV. Elle représenterait certainement un grand saut (LEAP) pour la communauté des physiciens des hautes énergies. Actuellement aucune autre région n'étudie un projet analogue.

Recommandation de l'ECFA

Après avoir discuté de ces diverses possibilités, la communauté européenne de la physique des hautes énergies, par l'intermédiaire de ses représentants à l'ECFA, a formulé la recommandation ci-après qui est pré-

sentée au Comité des Directives scientifiques du CERN et que nous reproduisons intégralement ici :

«Du point de vue de la recherche, il serait très intéressant d'étudier des phénomènes consécutifs à des collisions électrons-positons dans la gamme des énergies de 100-300 GeV dans le centre de masse, région dans laquelle il est prévu que les interactions faible et électromagnétique aient une intensité comparable. Un anneau e^+e^- avec une énergie de 200 GeV dans le c.m., pourrait avoir un rayon de 7 km, avec des possibilités d'extension jusqu'à une énergie de 300 GeV dans le c.m., compte tenu des futurs développements techniques. Il s'agit d'un projet complémentaire par rapport aux installations prévues ou existantes ailleurs dans le monde.

»Des estimations approchées indiquent qu'une machine e^+e^- avec une énergie de 200 GeV dans le c.m. constitue un projet susceptible d'être réalisé à l'échelle européenne au cours des années 80, qui n'exigerait pas nécessairement la collaboration interrégionale envisagée pour le projet de «très grand accélérateur» (VBA). Toutefois, l'extension dans la gamme au-delà d'une énergie de 200 GeV dans le c.m., considérée comme l'une des options pour le VBA, pourrait exiger une collaboration plus étendue.

»Nous recommandons que :

1. Un anneau de stockage e^+e^- , avec une énergie d'environ 200 GeV dans le c.m., avec une éventuelle phase initiale à 140 GeV, soit considéré par la communauté de la physique des hautes énergies comme le premier candidat pour un projet européen majeur à réaliser dans les années 80.
2. A titre de première étape, un emplacement proche du site de Meyrin soit étudié par le CERN.
3. Les aspects techniques, scientifiques et financiers d'un tel projet européen fassent l'objet d'une étude complémentaire afin de permettre à la communauté de la physique des hautes énergies, par l'intermédiaire du CERN et de l'ECFA, de soumettre une proposition sur ce projet au Comité des Directives scientifiques du CERN.
4. La recherche technique et les déve-

loppements importants concernant le projet soient entrepris et poursuivis au CERN et dans les Laboratoires des Etats membres, en particulier pour ce qui est des cavités HF supraconductrices, des dispositifs de couplage haute puissance, etc.

5. Des études de la conception de la machine et de son exploitation, pour lesquelles des résultats préliminaires ont été communiqués lors de la semaine d'étude de l'ECFA à DESY, soient poursuivies avec une priorité élevée.

6. L'intérêt des Etats non membres du CERN qui désireraient se joindre à ce projet soit activement examiné.»

La recommandation aura probablement pour effet de concentrer les efforts pour les futurs projets possibles en Europe sur l'option électrons-positons au lieu qu'ils se trouvent distribués entre les diverses alternatives. Il reste un long chemin à parcourir avant que soit atteint le stade d'un projet pouvant être discuté sérieusement en termes de calendrier et de crédits.

Peut-être convient-il de rappeler à ce propos que le SPS qui a été inauguré en mai 1977 a été pour la première fois recommandé par l'ECFA en 1963.

Nouvelles des Laboratoires

DESY Faisceaux polarisés pour PETRA

La polarisation des faisceaux d'électrons et de positrons dans les anneaux de stockage, polarisation due à l'émission de rayonnement synchrotrone, a été prédite théoriquement par A.A. Sokolov et I.M. Ternov en 1963 et confirmée au début des années 1970 par des expériences effectuées à Orsay avec ACO et à Novosibirsk avec VEPP-2. De même, durant les premiers jours d'exploitation de SPEAR à Stanford (avec des faisceaux d'une énergie voisine de 2 GeV), l'analyse des données d'expérience a montré que les faisceaux étaient polarisés.

L'utilité de faisceaux polarisés pour les expériences avec des électrons-positrons augmente avec l'énergie, d'où la déception de constater que la polarisation avait disparu dans SPEAR après que la machine eut été modifiée

pour atteindre des énergies plus élevées.

Il existe diverses causes possibles de dépolarisation liées à divers types de résonances de spin. Ces effets peuvent être renforcés par la nature quantique du rayonnement synchrotrone, notamment aux énergies élevées, et les observations effectuées dans SPEAR ont été attribuées à l'un de ces effets, liés à la dimension verticale du faisceau. L'extrapolation de cette explication aux énergies disponibles dans PETRA et PEP (aux environs de 15 GeV) a donné à penser que ces machines ne produiraient probablement pas de faisceaux polarisés.

Toutefois, cette explication ne fut pas unanimement acceptée et, au cours des six derniers mois, de nombreuses discussions animées ont eu pour thème l'importance relative des divers mécanismes de dépolarisation. A DESY, où se manifeste un vif intérêt pour les faisceaux polarisés d'électrons et de positrons, une évaluation critique des effets de dépolarisation dans PETRA était effectuée sur la base des

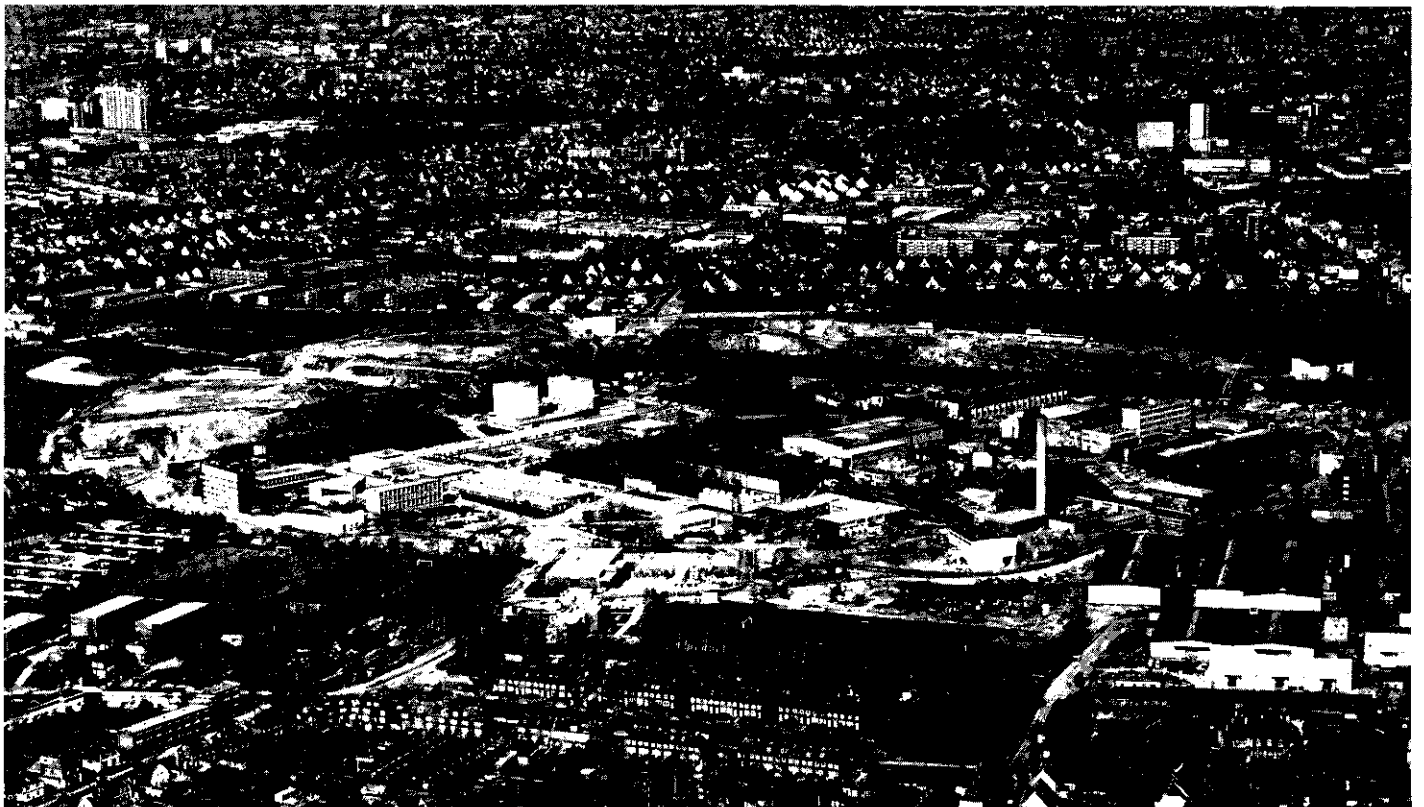
Vue du site de DESY après l'achèvement du tunnel de PETRA.

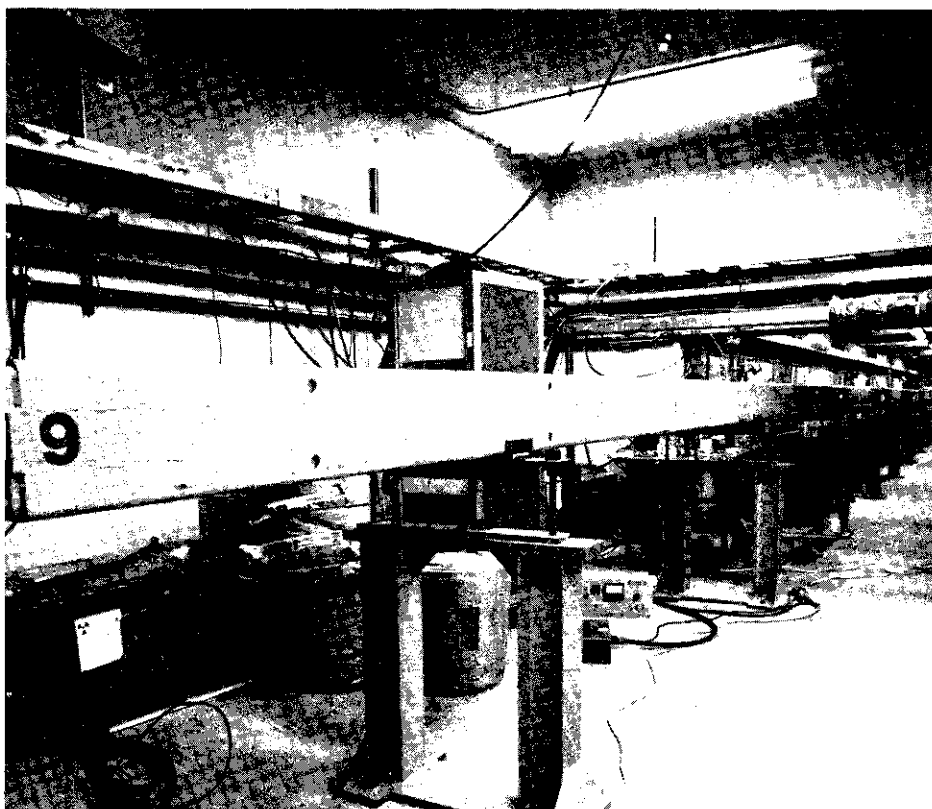
(Photo DESY)

travaux théoriques approfondis concernant la dépolarisation stochastique qui ont été publiés au cours des quelques dernières années (principalement en Union soviétique).

Dernièrement, la présence simultanée au CERN de Ya.S. Derbenev de Novosibirsk, qui a contribué notablement à l'étude de ce sujet, et de J.D. Jackson de Berkeley, a permis d'améliorer notre connaissance de ces phénomènes de dépolarisation. Ces idées nouvelles ont été appliquées à PETRA par Bryan Montague, venu du CERN à DESY pour une période de quelques mois, et tout indique qu'on a de bonnes chances d'obtenir des faisceaux polarisés dans PETRA.

Ce regain d'optimisme s'explique en grande partie par le fait qu'on s'accorde généralement à reconnaître maintenant que les diverses contributions à la dimension verticale du faisceau sont à l'origine des effets de dépolarisation de puissance différente. On peut réduire considérablement l'effet global résultant du mouvement bêta-tronique vertical dans PETRA par





Heureux présage d'importantes améliorations, cette série de quatre aimants destinés au doubleur d'énergie du Laboratoire Fermi a subi récemment avec succès les essais de protection. D'autres aimants viendront s'ajouter pour former une série de huit dipôles, qui sera elle-même complétée ultérieurement par l'installation de huit autres dipôles entre les montants du support en vue d'un essai portant sur seize aimants.

(Photo Lab. Fermi)

action faible et de l'interaction électromagnétique dans la gamme d'énergies où leur force devient comparable.

LABORATOIRE FERMI Essai d'aimants pour le doubleur

Comme nous l'indiquions dans notre numéro de mai, une série de quatre dipôles supraconducteurs de 6,7 m (22 pieds) destinés au doubleur d'énergie du Laboratoire Fermi a été essayée avec succès en avril. Il s'agit de la première démonstration à grande échelle de la protection d'une série d'aimants supraconducteurs contre le retour à l'état normal et d'une étape importante de la construction du doubleur. Ont participé à ces travaux les physiciens suivants: Peter Limon, George Kalbfleisch, Ras Stiening et Paul Brinkza.

La série d'aimants a été excitée à 4,3 kA, les champs ainsi créés équivalaient à une énergie de 1050 GeV (1,05 TeV) dans le doubleur et l'énergie emmagasinée dans les quatre dipôles a atteint approximativement 2 MJ. Les transitions à l'état normal, c'est-à-dire le passage des bobines magnétiques de l'état supraconducteur à l'état normal, ont été provoquées à cette intensité pour permettre d'étudier les caractéristiques du système de sécurité.

Les essais ont montré que le système actuel de décharge de pression était suffisant pour éviter toute détérioration des cryostats pendant les transitions; l'énergie accumulée dans les quatre dipôles peut être déchargée dans une résistance extérieure lorsqu'on provoque un retour à l'état normal avec des conducteurs de sécurité prévus à chaque quadrupôle; les tensions induites au cours des transitions (jusqu'à 1,8 kV à la terre) sont supportées sans risque par l'isolation des bobines; une transition ne se propage pas de son point d'origine aux aimants contigus; les aimants ne font preuve d'aucune «amnésie».

La mesure de la charge thermique statique des cryostats des aimants a donné 8 W par aimant. Des fuites ther-

rapport à ce qu'on supposait antérieurement, en choisissant soigneusement les valeurs de Q (accords bêta-troniques) et en ajustant l'énergie de fonctionnement de manière à éviter les fortes résonances de spin.

Il reste cependant des mécanismes virtuels de dépolarisation qui doivent être soigneusement maîtrisés. Aux énergies disponibles dans PETRA, les plus cruciales semblent être celle qui est due aux erreurs verticales d'orbite fermée et celle qui résulte de la nature stochastique des forces des faisceaux en collision. La dépolarisation faisceau-faisceau peut être maintenue à un niveau suffisamment bas en faisant fonctionner la machine légèrement en dessous de la limite traditionnelle faisceau-faisceau, au prix d'une légère réduction de la luminosité. Les résonances de spin de l'orbite fermée ne peuvent être aussi aisément évitées et les déviations verticales de crête de l'orbite fermée dans PETRA doivent être maintenues en dessous de 3 à 5 mm — tolérance rigoureuse mais réalisable.

Dans toute machine, les erreurs verticales d'orbite fermée peuvent limiter l'énergie maximum des faisceaux polarisés d'électrons et de positons à un niveau ne dépassant guère 30 GeV, même si l'on fait appel aux techniques de mesure et de correction les plus élaborées. Il conviendra d'étudier en détail les conséquences des idées émises à Novosibirsk (voir page 190) afin de déterminer si elles sont applicables dans la gamme des dizaines de GeV. Dans PETRA, il s'avèrera peut-être nécessaire de prendre des mesures parti-

culières au-dessus de 15 GeV environ pour supprimer certaines harmoniques et de disposer d'un moyen rapide de mesurer la polarisation pour vérifier leur efficacité. Il est prévu d'utiliser un polarimètre de rétrodiffusion à laser et les principales exigences de même que les performances ont été évaluées par R.H. Milburn, de l'Université de Tufts, au cours d'une courte visite à DESY. Un dispositif analogue est en construction pour SPEAR.

Ainsi, au prix d'un petit effort supplémentaire lors de la construction, la fabrication de l'appareillage et l'exploitation, les anneaux de stockage d'électrons et de positons devraient fournir des faisceaux à polarisation transverse jusqu'à environ 30 GeV. Diverses méthodes ont été étudiées pour faire pivoter le vecteur de polarisation parallèlement à la direction du faisceau. Les plans de PETRA prévoient déjà la mise en place d'une telle installation puisque la hauteur du faisceau par rapport au sol du tunnel ménage un espace suffisant pour la courbure verticale requise. La polarisation longitudinale qui peut être obtenue avec une telle installation apportera un complément précieux aux possibilités d'expériences offertes par PETRA.

L'utilité de la polarisation longitudinale pour la physique ne se limite pas aux anneaux d'électrons-positons. Elle revêt une importance encore plus grande dans les projets de collisions de faisceaux d'électrons-protons proposés au CERN tels que CHEEP et l'option électrons-protons LSR, où la polarisation du faisceau offre un moyen efficace de distinguer les effets de l'inter-

Graphique de l'intensité de faisceau dans les quatre éléments constitutifs du synchrotron à protons KEK pendant ces trois dernières années. L'intensité est indiquée en pour cent des valeurs nominales. L'anneau principal est conçu pour fournir 2×10^{12} ppi (voir page suivante).

miques statiques d'environ 5 W par aimant ont été enregistrées avec des cryostats plus récents. L'augmentation de température le long de la série d'aimants se situe entre 0,05 et 0,1 K. Selon des observations portant sur le vide dans le cercle de gorge froide, la fuite d'hélium est inférieure à 10^{-11} torr l/s et la pression partielle de l'hydrogène à 4,5 K, et 10^{-10} torr, est à ce jour indétectable.

En juin, les quatre aimants de la série ont été remplacés. A la suite d'essais effectués avec cet ensemble, quatre autres aimants seront ajoutés et, par la suite, leur nombre sera porté à 16 soit une moitié du circuit cryogénique du doubleur d'énergie.

Des recherches se sont poursuivies sur les caractéristiques de fonctionnement des systèmes cryogéniques et magnétiques dans les conditions d'exploitation du doubleur. Ces essais servent également à mettre au point le matériel et le logiciel destinés à commander l'exploitation du doubleur avec le système actuel de l'accélérateur du Laboratoire Fermi.

Lors d'une réunion des utilisateurs en mai, Bob Wilson, directeur du Laboratoire, a utilisé pour la première fois le mot «Tévatron» pour décrire l'ensemble de l'anneau classique plus le doubleur et s'est également interrogé sur l'énergie maximale de la machine à protons qui pourrait être construite sur le site actuel — un synchrotron de 2,5 TeV nommé «Célestron».

Développement de la zone des mésons

La zone des mésons du Laboratoire Fermi a été mise en construction alors que la machine du Laboratoire était encore un projet de 200 GeV. Depuis lors, le personnel a déployé des trésors d'ingéniosité et d'industrie pour porter la ligne d'aiguillage à 400 GeV puis pour aligner sur cette même énergie les faisceaux chargés M1 et M2 ainsi que les faisceaux neutres M3 et M4. Des travaux considérables ont été entrepris dernièrement pour atteindre les paramètres nominaux du faisceau de protons diffracté M2, ce qui implique

l'envoi de 10^{10} ppi sur les cibles du bâtiment des détecteurs.

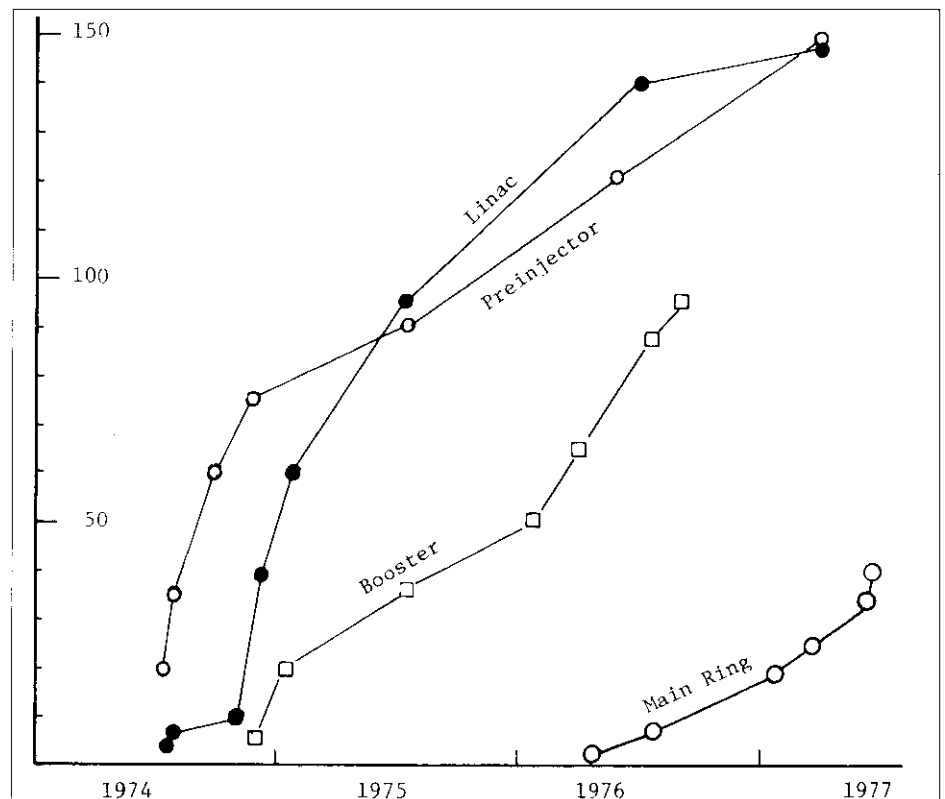
En avril, l'intensité nominale a été atteinte au cours d'une expérience dimuon effectuée par la Northeastern University. Les mesures de rayonnement autour du blindage indiquent que le faisceau peut être couramment dirigé sur une cible avec des intensités atteignant 10^{11} ppi. Les propositions, qui ont été déposées pour la réunion de juin du Comité consultatif des programmes, à Aspen, traduisent déjà l'utilité de cette nouvelle installation pour l'exploration des régions d'impulsion transverse élevée pour lesquelles se manifeste actuellement un grand intérêt.

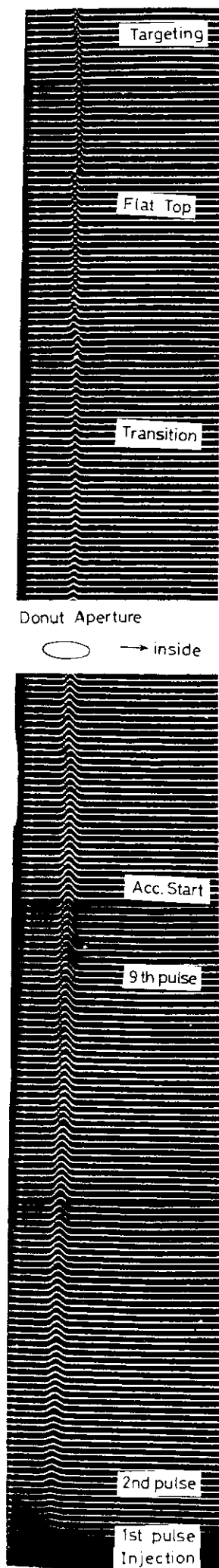
Plus loin vers l'aval, le train de cible de la zone des mésons est en cours de rénovation afin d'assurer une plus grande souplesse dans l'utilisation des cibles. Un nouveau support de cibles, offrant un plus grand choix, est en construction. Un système ingénieux d'aimants, mis au point par John Elias et Alan Wehmann, sera ajouté au train en amont de la cible. Il permettra, en

tournant un seul bouton, de modifier l'angle sous lequel le faisceau de protons frappe la cible sans modifier la position du faisceau sur cette dernière.

En orientant le faisceau soit vers la ligne M1 soit vers la ligne M6, les utilisateurs de ces lignes de faisceau pourront éventuellement obtenir jusqu'à 10^9 pions par impulsion, ce qui ouvre la porte à une nouvelle gamme d'expériences avec ces faisceaux. Les protons peuvent également être écartés de M1 ou M6 pour augmenter le nombre de particules «minoritaires» (kaons, anti-protons) dans le faisceau. Ces modifications ont permis d'augmenter de plusieurs ordres de grandeur l'intensité dans la ligne de faisceau M2 et d'un ordre de grandeur celle des lignes M1 et M6, tout en offrant de nouvelles possibilités d'expériences avec les particules minoritaires.

Dans l'avenir, un nouveau train de cibles Mark 2, pouvant accepter des faisceaux de 1000 GeV, sera construit. Il offrira la possibilité de diriger le faisceau sous un angle de 0° dans M1 ou M6.





Profil du faisceau (dans le sens radial) du synchrotron KEK pendant le cycle d'accélération. Les signaux sont saisis tous les cinq ms. L'injection, l'accélération, le palier et le retour aux conditions de champ pour l'injection ont chacun une durée de 500 ms.

Pour un avenir plus lointain, le département des mésons a entrepris la mise au point d'un module de ligne de faisceau à trois aimants supraconducteurs. Les dipôles du doubleur d'énergie et l'installation existante de liquéfaction d'hélium sont mis à contribution pour le développement de l'équipement et des techniques permettant d'installer et de faire fonctionner de tels aimants de manière régulière dans les lignes de faisceau de la zone d'expérimentation. Plusieurs modules de ce type seront ultérieurement installés dans M6, ce qui permettra de porter à 600 GeV l'énergie de ce faisceau et entraînera une très notable économie de puissance car M6 est un faisceau particulièrement complexe. La mise en place de la version supraconductrice de M6 est prévue pour le début de 1979.

KEK Performances du synchrotron

En mars 1976, le synchrotron à protons du Laboratoire japonais KEK a atteint une énergie de 10,4 GeV et, depuis lors, les efforts ont visé principalement à améliorer la commande de l'alimentation de l'anneau principal et du système HF.

Lorsque les 10 GeV furent atteints pour la première fois, on avait utilisé un système de commande analogique pour obtenir la configuration voulue du champ magnétique dans l'anneau principal. Il était loin d'être adéquat et le palier se perdait à la fin de l'impulsion en raison d'une trop faible correction pour compenser la saturation des aimants à des énergies supérieures à 9 GeV. Ce système analogique a été remplacé par un système de commande numérique, comprenant un mini-ordinateur, qui a fonctionné avec succès.

Le 23 décembre 1976, KEK a pu accélérer des protons jusqu'à une énergie de 11,8 GeV. Les intensités de faisceaux maximales atteintes à ce jour dans l'anneau principal sont de $2 \times$

10^{11} ppi, dans le cas d'injection d'une seule giclée du synchrotron injecteur, et de $8,2 \times 10^{11}$ ppi dans le cas d'injection de neuf giclées.

La construction d'une nouvelle ligne de faisceau de 500 MeV a débuté en août de l'année dernière. Cette ligne permettra d'utiliser le faisceau du synchrotron injecteur pour différents types de recherches, tels que des expériences de diffraction des neutrons et des études sur les pions et les muons et sur le traitement du cancer. Le synchrotron injecteur est exploité selon un taux de répétition de 20 Hz, tandis que l'anneau principal, dont le diamètre est égal à neuf fois celui du synchrotron injecteur, est exploité selon un taux de répétition de 0,5 Hz. L'anneau principal peut seulement recevoir 9 impulsions toutes les 2 secondes sur les 40 impulsions du synchrotron injecteur. Il est donc possible d'utiliser quelque 30 impulsions toutes les 2 secondes (1,2 μ A en moyenne) pour d'autres recherches en éjectant ces particules dans la nouvelle ligne de faisceau.

Pour construire cette nouvelle ligne, il a fallu arrêter la machine d'août à octobre de l'année dernière. La ligne est à présent presque achevée et des crédits ont été alloués pour des expériences de diffraction des neutrons.

FRASCATI Observation d'un nouveau méson vecteur

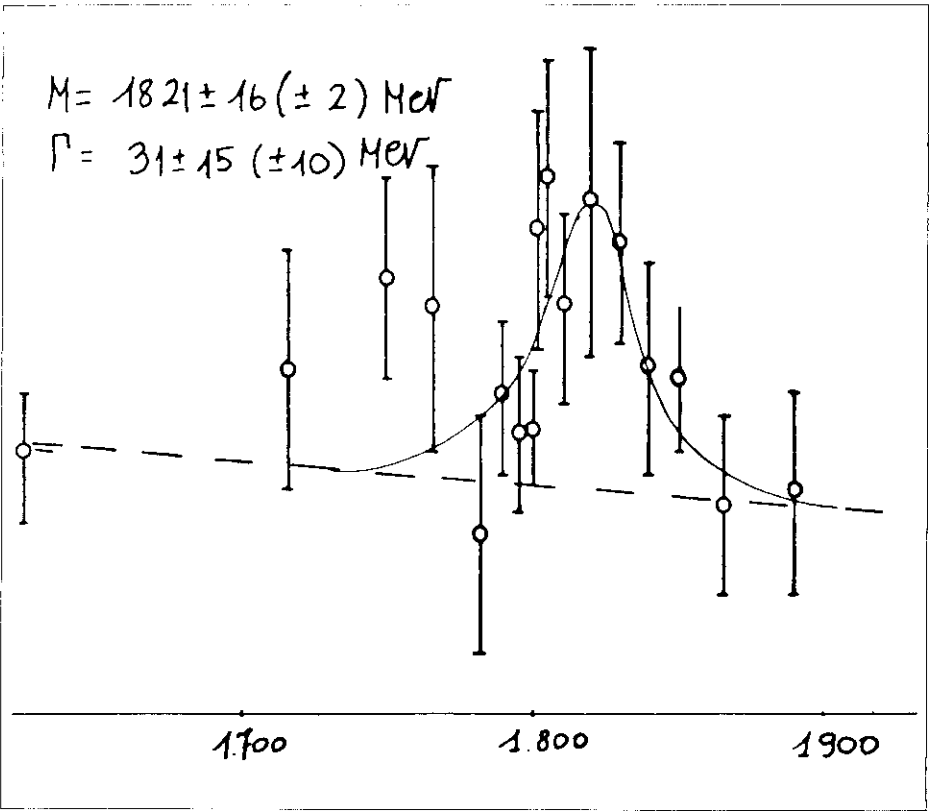
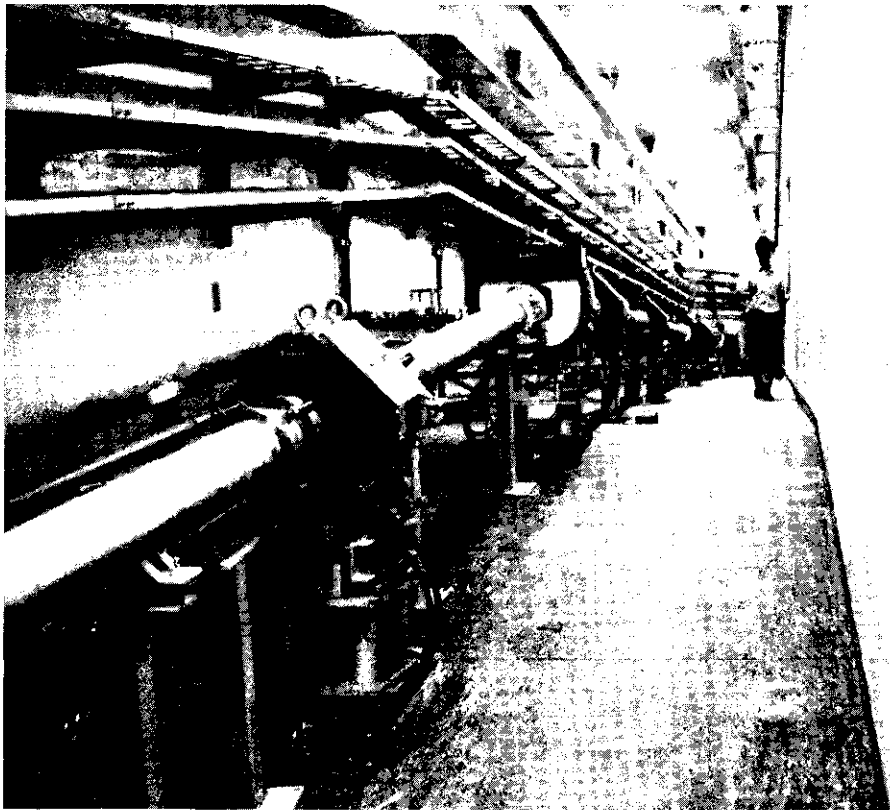
Les trois systèmes de détection en fonctionnement à Adone, l'anneau de stockage électrons-positons de Frascati, ont enregistré une structure résonnante à l'énergie de 1820 MeV, sur une largeur d'environ 40 MeV.

Ces systèmes de détection sont, sous bien des aspects, complémentaires et comprennent un détecteur à grand angle solide, d'une haute efficacité pour la détection des gamma (appelé gamma-gamma 2), un spectromètre magnétique solénoïdal avec des chambres à étincelles à grand entreplaqué et des détecteurs de gerbes (MEA), ainsi qu'un système d'hodosco-

Vue vers l'amont de la nouvelle ligne de faisceau de 500 MeV du synchrotron KEK. Cette ligne de faisceaux recevra des protons du synchrotron injecteur qui ne sont pas nécessaires pour l'injection dans l'anneau principal; elle permettra des expériences sur les neutrons et les mésons et des recherches sur le traitement du cancer.

(Photo KEK)

L'un des signaux, obtenus sur l'anneau de stockage électrons-positons Adone de Frascati, qui indiquent un nouveau méson vectoriel à 1820 MeV. Les trois dispositifs de détection installés sur l'anneau de stockage ont tous donné des signaux similaires.



pes coaxiaux de scintillateurs couvrant un grand angle solide (baryon-antibaryon).

La nouvelle résonance a été détectée au cours d'un examen des structures étroites dans la section efficace électrons-positons, en cours à Adone depuis l'année dernière. La région des centres de masse de 1700 à 1950 MeV a été explorée en deux périodes, septembre-octobre 1976 et février-mars 1977. Les trois systèmes ont recueilli une luminosité de 236 nb⁻¹ dans cette région et décelé un total de 1425 événements comportant au moins trois particules chargées (+ 1 gamma) au stade final.

La structure observée est une des interprétations possibles des récurrences de mésons vectoriels qui doivent se situer dans l'intervalle d'énergie exploré à Adone. Une analyse plus approfondie des données a été entreprise, en vue d'identifier la nature de ce nouveau méson vecteur. Les groupes intéressés appartiennent aux Laboratori Nazionali di Frascati et aux sections INFN des Universités de Naples, Padoue, Pise et Rome, ainsi qu'à l'Istituto Superiore di Sanità.

NOVOSIBIRSK

Etudes de polarisation et expériences avec VEPP-2M

L'étude de la polarisation des électrons et des positons dans les anneaux de stockage a commencé à Novosibirsk en 1965. Le mécanisme de la polarisation radiative, découvert antérieurement pour des champs homogènes, a été étudié théoriquement en détail et il a été montré que l'interaction du spin de la particule avec le rayonnement n'est pas significativement affectée lorsque les champs sont hétérogènes, comme dans le cas des anneaux de stockage. Toutefois, il apparaît un effet de dépolarisation dû au mouvement orbital stochastique des particules, qui est provoqué par des fluctuations quantiques du rayonnement synchrotronique.



L'anneau de stockage électron-positon VEPP-2M de Novosibirsk, qui a été utilisé pour des recherches originales sur la polarisation de faisceaux et pour des expériences de physique de conception très élaborée.

(Photo Novosibirsk)

A partir de 1969, une seconde série de communications a été consacrée au contrôle de la polarisation afin d'obtenir en particulier une polarisation longitudinale des faisceaux en collision. En 1970, il a été développé une théorie du mouvement du spin pour des champs dont la direction et la valeur varient de manière quelconque le long de l'orbite du faisceau. Il fut montré qu'en établissant des champs spéciaux dans les sections droites il était possible d'obtenir la direction de polarisation nécessaire au point d'interaction de manière tout aussi stable que dans le cas de la polarisation transversale dans le champ vertical habituel d'un anneau de stockage. Des exemples spécifiques d'obtention de faisceaux à polarisation longitudinale ont été considérés, y compris pour des faisceaux en collision ayant des hélicités soit identiques soit opposées.

L'étude de la dynamique du spin dans des champs magnétiques complexes ouvre une nouvelle voie vers le problème de la conservation de la polarisation au cours de l'accélération. Cette question est tout à fait d'actualité pour des protons polarisés de haute énergie. Il est apparu qu'en établissant des champs longitudinaux suffisamment puissants, ou des champs transversaux spéciaux dans les sections droites, la dépolarisation liée à la traversée de résonances de spin pouvait être complètement éliminée.

Le développement d'une théorie de la diffusion du spin dans la région de la résonance et l'étude de la stabilité de la polarisation pour des faisceaux en collisions peuvent être très importants

pour des applications ultérieures.

Récemment, la stabilité de la polarisation radiative à de très hautes énergies a été analysée en tenant compte de la spécificité du mouvement des particules dans un anneau de stockage et des effets radiatifs. Cette étude a montré qu'il semblerait possible d'effectuer des expériences avec des faisceaux polarisés électrons-positons amenés en collision à des énergies atteignant plusieurs centaines de GeV, avec une luminosité optimale.

Les expériences conçues pour prouver la polarisation radiative de faisceaux ont commencé à Novosibirsk en 1970, d'abord sur VEPP-2, puis sur VEPP-2M. Le taux de polarisation a été mesuré à l'aide d'une nouvelle méthode suggérée par l'Institut qui consiste à détecter la diffusion élastique des particules à l'intérieur d'un paquet.

Un saut dans le taux de comptage est observé après une rapide dépolarisation du faisceau en utilisant un champ magnétique longitudinal HF, modulé par le bruit, résonnant avec une fréquence de précession du spin. La valeur limite de la polarisation mesurée par cette méthode était proche de la valeur théorique, soit 92 %. Cela indique combien sont faibles les facteurs dépolarisants présents à l'extérieur de la résonance du spin. Ultérieurement, il fut montré qu'un certain nombre de résonances avec oscillations bétatroniques du premier et du second ordre pouvaient être traversées sans détruire la polarisation.

La proposition d'emploi d'un champ magnétique longitudinal pour la stabilisation de la résonance a été étudiée

sur VEPP-2M au voisinage d'une résonance entière lorsque la fréquence de précession anormale du spin est égale à la fréquence de résolution. Des mesures ont montré que cette méthode élimine l'effet de dépolarisation d'une forte résonance, même si elle est traversée lentement.

En employant la technique de détection des électrons et positons diffusés élastiquement à l'intérieur de paquets, il a été montré que la polarisation de faisceaux en collision ne diffère pas de celle d'un faisceau isolé, dans la gamme habituelle des intensités. La luminosité obtenue avec des faisceaux polarisés a été de $2 \times 10^{29} \text{ cm}^{-2}\text{s}^{-1}$. En 1975-76, deux expériences avec des électrons et des positons polarisés ont été effectuées en vue d'étudier l'anisotropie de la production du muon et du kaon.

L'observation de la rapide dépolarisation du faisceau par résonance permet de mesurer la fréquence de précession du spin d'une particule qui est proportionnelle à son énergie dans le cas d'une particule relativiste. Ce fait peut être utilisé pour un étalonnage absolu, précis, de l'énergie moyenne des particules dans un anneau de stockage. Sur VEPP-2M, on a utilisé un tel étalonnage pour des mesures très précises de la masse du phi et de la somme des masses du kaon ainsi que pour une comparaison des moments magnétiques anormaux de l'électron et du positon, comme il est décrit ci-dessous.

Résultats obtenus avec VEPP-2M

Des expériences avec VEPP-2M ont commencé au début de 1975. VEPP-2M est utilisé comme pré-accelérateur pour injecter des électrons et des positons à l'énergie requise pour l'expérience. Un remplissage complémentaire est effectué toutes les 10 à 15 mn, ce qui assure des périodes d'expérimentation continues avec des luminosités voisines de la valeur maximale. VEPP-2M comprend trois sections droites à faible valeur de bêta. Aux différentes énergies, les luminosités sont les suivantes: $0,02 \times 10^{30} \text{ cm}^{-2}\text{s}^{-1}$ à 200 MeV par faisceau — $0,25 \times 10^{30}$ à

L'augmentation de l'intensité du faisceau du synchrotron à gradient nul d'Argonne pendant les mois où la machine fut exploitée pour fournir des protons polarisés. L'accroissement d'intensité a été grosso modo exponentiel, bien qu'il semble y avoir une cassure dans la courbe.

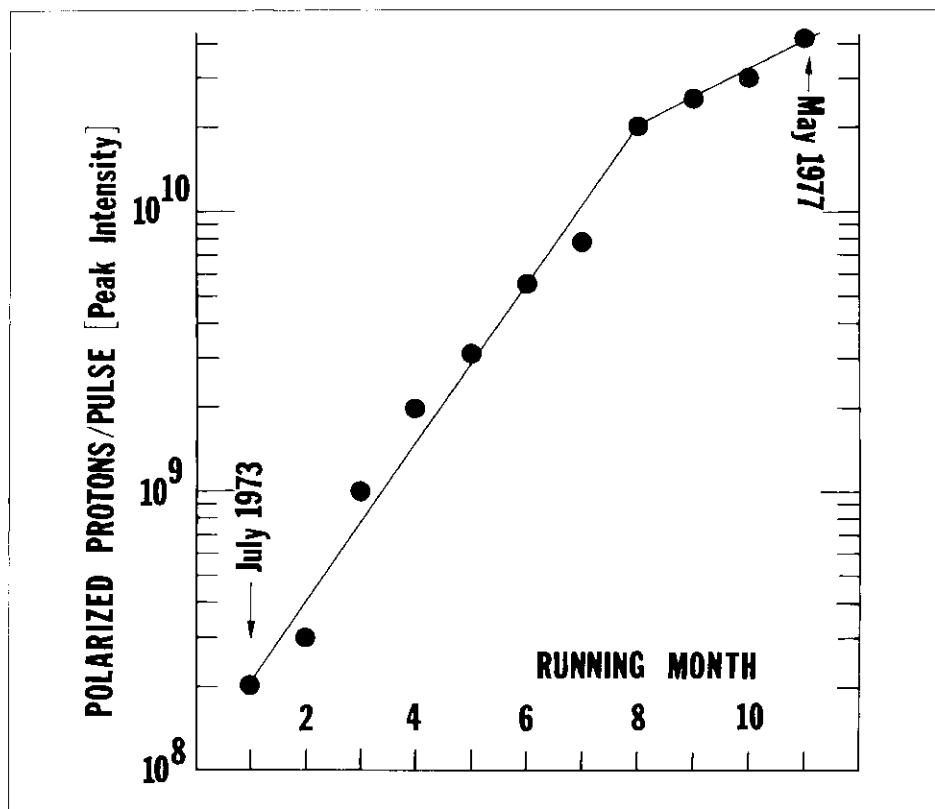
380 MeV — $1,3 \times 10^{30}$ à 500 MeV — $1,5 \times 10^{30}$ à 620 MeV et 1×10^{30} à 670 MeV.

A l'automne 1974, le premier système de détection (OLYA) a été installé. Il comprend quatre quadrants identiques entourant la région d'interactions et couvrant un angle solide de $0,64 \times 4\pi$. Chaque quadrant est équipé de quatre chambres à fils à deux coordonnées, dotées d'une mémoire centrale, et de huit compteurs à scintillations dont quatre sont utilisés pour le déclenchement (le seuil d'énergie pour les pions est de 45 MeV) alors que les quatre autres sont montés en sandwich avec des plaques de plomb afin d'assurer la discrimination entre les électrons et les mésons. On utilise le temps de vol entre des compteurs installés dans des quadrants opposés pour supprimer le bruit de fond dû aux rayons cosmiques.

La première expérience avec OLYA a été une recherche de résonances étroites. La plage d'énergies allant de 760 à 1340 MeV a été explorée par pas de 0,5 à 1,0 MeV. La luminosité intégrée par point était de 200 à 300 par microbarn. Dans le système formé par deux pions et des particules neutres, il n'a été trouvé aucune résonance étroite de largeur supérieure à 100 eV.

Entre 900 et 1340 MeV, on a étudié des événements avec deux et quatre pions. Un écart maximal des valeurs expérimentales du facteur de forme du pion par rapport à la courbe de Gounaris-Sakurai a été observé à 1200 MeV, à proximité du méson ρ prime (1260 MeV) dont l'existence est prévue. Toutefois, on considère qu'il est prématuré d'interpréter ces résultats comme une observation de la production du ρ prime. L'analyse de la voie élastique de l'annihilation électron-positon doit également tenir compte des voies inélastiques dont la contribution au facteur de forme du pion peut être de l'ordre de grandeur de l'effet observé.

Le détecteur OLYA a également été utilisé pour mesurer les courbes d'excitation du méson ϕ dans les voies à deux kaons et trois pions, avec une luminosité intégrée de 40 par nanobarn. Après traitement des données, il a été



sélectionné 2732 événements de $K_S K_L$ et 949 de trois pions. Pour une détermination précise de la masse du ϕ , il a été procédé à un étalonnage absolu de l'énergie du faisceau en utilisant la dépolarisation par résonance, comme il a été indiqué ci-dessus. La précision de l'étalonnage était de 10^{-4} , ce qui donne une masse de ϕ de $1019,50 \pm 0,13$ MeV.

Un déplacement du pic de résonance dans la voie à trois pions a permis de déterminer la phase relative de l'interférence ω - ϕ qui est sensible à un modèle de violation du SU(3). Les données confirment les résultats d'Orsay et montrent que l' ω et le ϕ ont des signes opposés correspondant au modèle de mélange des masses.

Une autre section droite d'expérimentation de VEPP-2M a été utilisée pour mesurer la masse moyenne des deux kaons chargés. On a opéré à l'énergie du méson ϕ . Etant donné que l'énergie cinétique du kaon ne représente que 1,5 % de l'énergie totale, on peut utiliser des émulsions photographiques pour obtenir une précision élevée dans la détermination de la masse. L'énergie du faisceau a été étalonnée avec une précision de 2×10^{-5} et une analyse d'environ 300 événements a fourni le résultat suivant: la masse du K^+ ajoutée à celle du K^- vaut $2 \times (493,670 \pm 0,029)$ MeV.

L'observation de la dépolarisation par résonance mentionnée au début de cet article a également permis une comparaison précise des moments magnétiques anomaux (MMA) de l'électron et du positon sur VEPP-2M.

Dans un anneau de stockage, en l'absence de champs électriques transversaux, les électrons et les positons ont une orbite d'équilibre commune et des énergies moyennes strictement égales. Les spins de l'électron et du positon se déplacent alors dans le même champ magnétique moyen et toute différence de leur MMA doit se traduire par une différence des fréquences de précession de leurs spins. Les fréquences ont été mesurées à l'instant de la dépolarisation de chaque faisceau, avec apparition d'un saut du taux de comptage des compteurs détectant la diffusion élastique à l'intérieur de chaque paquet.

La précision de la détermination de la différence de fréquences dans la dépolarisation de l'électron et du positon était limitée par la reproductibilité des champs magnétiques ainsi que par la largeur du spectre de fréquences du mouvement du spin. On a constaté que les deux faisceaux se dépolarisaient simultanément et toute différence possible entre les fréquences de dépolarisation est inférieure à 10^{-5} , ce qui confirme l'égalité des MMA de l'électron et du positon à ce même niveau de précision. Ce résultat se trouve ainsi amélioré de deux ordres de grandeur par rapport aux mesures antérieures.

ARGONNE Polarisation et intensité records

La polarisation du faisceau de protons de 11,75 GeV/c du synchrotron à gra-

Un événement à deux muons observé dans l'imposant système de détection que le groupe CERN - Dortmund - Heidelberg - Saclay a installé sur la ligne de faisceau de neutrinos du SPS.

1. L'événement vu dans le sens du faisceau de neutrinos et dans l'axe du détecteur. Les lectures de la chambre à dérive sont saisies sous la forme de croix et montrent que l'un des muons, après être passé par plusieurs chambres, sort du détecteur sur la gauche, tandis que l'autre muon suit une trajectoire s'incurvant fortement dans le champ magnétique et traverse tout le détecteur.

dient nul d'Argonne (ZGS) a maintenant atteint près de 70 % à la suite d'études systématiques et approfondies effectuées pendant la période d'exploitation d'avril-mai. Il ne se produit maintenant qu'une dépolarisation de 5 % environ pendant l'accélération entre l'injection et la pleine énergie du ZGS. Une intensité de faisceau polarisé record de $4,2 \times 10^{10}$ protons par impulsion a également été atteinte.

Une polarisation de 70 % avait été obtenue à 6 GeV/c en 1974 mais, au cours de la première expérience à 11,75 GeV/c en février 1976, il s'est produit une dépolarisation de 25 % lors de la montée à la pleine énergie du ZGS. Au cours des récentes études sur la machine, on a constaté que la dépolarisation entre 6 et 11,75 GeV/c était provoquée principalement par des résonances, qui sont occasionnées par des champs horizontaux dus à des erreurs d'alignement ou à des imperfections des aimants du synchrotron. On savait certes que ces résonances étaient très graves dans un synchrotron à forte focalisation mais on pensait qu'elles seraient peu importantes dans le ZGS à faible focalisation. Chaque résonance ne provoque normalement qu'une dépolarisation de 1 % mais il faut en franchir vingt-deux pour accélérer jusqu'à 11,75 GeV/c, ce qui entraîne une importante dépolarisation.

Ces résonances peuvent être corrigées en appliquant un petit champ horizontal pulsé de quelques gauss qui annule exactement l'effet des champs perturbateurs. Ceux-ci sont si faibles que seule la polarisation de faisceau

2. Le même événement vu depuis le côté du détecteur. On peut constater que les informations fournies sur les trajectoires des deux muons sont les mêmes.

elle-même est assez sensible pour les mesurer. De plus, étant donné que chacune des résonances ne provoque qu'une dépolarisation de 1 %, difficile à mesurer avec précision, il est malaisé de fixer le champ de correction exact destiné à supprimer toute dépolarisation.

Ces corrections ont été finalement effectuées à l'aide d'une technique de renforcement de dépolarisation mise au point par une équipe de recherche sur les accélérateurs Argonne-CERN-Michigan alors qu'elle simulait des effets de dépolarisation de focalisation forte au ZGS pendant l'été de 1976. La dépolarisation est renforcée en ralentissant le cycle d'accélération près de la résonance. A l'aide de cette technique, 19 des 22 résonances ont été soigneusement corrigées, ce qui a permis d'atteindre une polarisation de 70 %.

La dépolarisation restante d'environ 5 % est peut-être due aux résonances de dépolarisation intrinsèques. Ces très fortes résonances, qui peuvent totalement détruire la polarisation, sont franchies en décalant rapidement l'accord du ZGS à l'aide de quadripôles pulsés ayant un temps de montée très court. Il a été montré, expérimentalement et théoriquement, qu'en diminuant ce temps de montée on réduisait la dépolarisation restante. Cependant, ces quadripôles pulsés fonctionnent actuellement à leur limite. Des projets sont en cours en vue de les perfectionner, ce qui permettra peut-être d'augmenter encore la polarisation et de l'amener à près de 75 %, valeur à l'injection. Ces perfectionnements permettront peut-être aussi d'améliorer la

stabilité de polarisation qui se trouve parfois un peu forcée pendant les orages du Middle West.

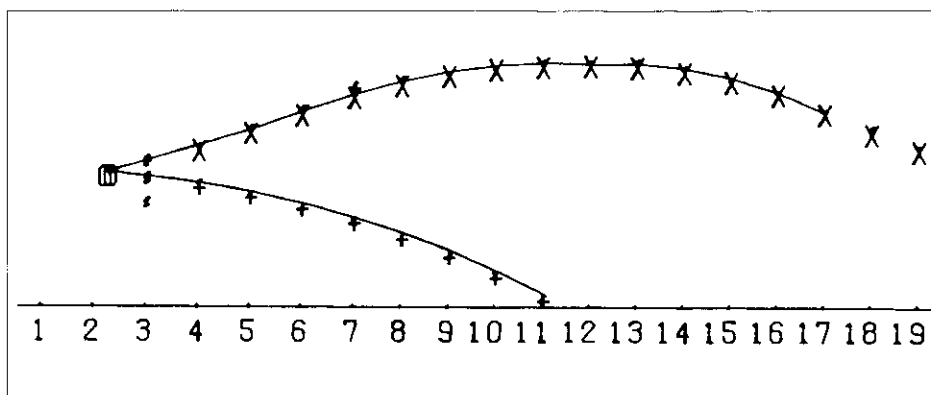
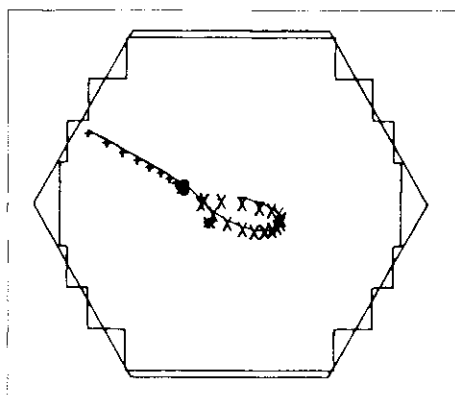
L'augmentation d'intensité de faisceau polarisé a été due principalement aux améliorations de la source d'ions polarisés et de la ligne de transport de faisceaux de basse énergie. La stabilité et la fiabilité de la source se sont également améliorées et il y a eu de nombreuses journées où l'intensité moyenne sur 24 heures a été de 3×10^{10} par impulsion. La période de fonctionnement avril-mai est la onzième consécutive au cours de laquelle un nouveau record d'intensité avec faisceau polarisé a été établi.

CERN Du nouveau sur les muons

Au cours de ces derniers mois, nous avons publié deux articles sur les muons: la découverte d'événements trimuon au Laboratoire Fermi et la mesure au CERN du moment magnétique du muon avec un nouveau degré de précision. Voici de nouvelles informations sur ces deux sujets.

Les statistiques mondiales relatives à la production de muons dans les interactions neutrino-nucléon de haute énergie se sont énormément enrichies lorsque l'équipe CERN-Dortmund-Heidelberg-Saclay, travaillant au SPS et dirigée par Jack Steinberger a annoncé sa première fournée de résultats.

Dans 55 000 exemples de produc-



Ce graphique montre clairement les abondantes données sur les événements à deux muons recueillies lors de l'expérience sur les neutrinos. Il indique l'angle entre les deux muons, dans le plan perpendiculaire au neutrino ou antineutrino incident, en fonction de l'énergie d'un des muons. Plus l'énergie du muon est élevée, plus la probabilité de grands angles est forte. Ce muon est en corrélation avec la gerbe de hadrons provenant de l'interaction à 180° et paraît être d'origine hadronique (probablement désintégration d'une particule charmée). L'autre muon est sans doute d'origine leptonique et produit par une interaction «classique».

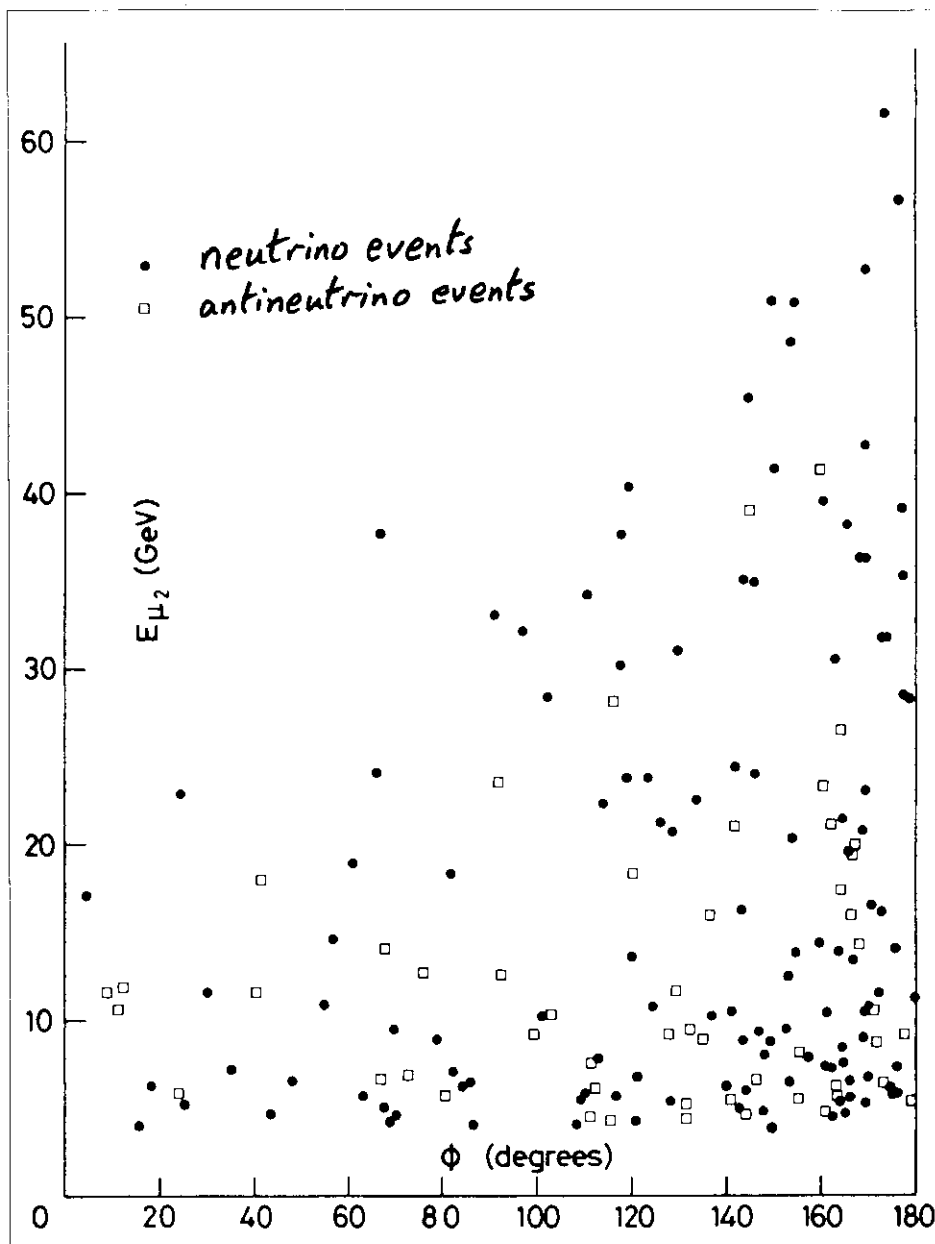
tion de muons avec des neutrinos, on a observé 256 événements à deux muons de signe opposé, 43 à deux muons de même signe et seulement 2 à trois muons. Les chiffres correspondants, avec 12 000 exemples de production de muons par des antineutrinos, ont été 40, 6 et 1 (encore que cette équipe émette des réserves à propos de cette dernière observation et préfère l'appeler un «demi-événement»).

Les statistiques des événements dimuon font apparaître une asymétrie prononcée, l'un des muons ayant ordinairement beaucoup plus d'énergie que l'autre. De plus, l'angle entre le premier et le deuxième muon est d'autant plus grand que l'énergie du premier est plus élevée. Ce fait, de même que la quantité limitée du mouvement transversal observé, donne à penser que l'un des muons est produit par voie leptonique, tandis que l'autre résulte de la désintégration d'un hadron charmé.

Dans l'ensemble, les résultats sont en accord avec ce que laisserait prévoir un modèle quark charmé/parton. L'élément quark charmé du hadron produit provient partiellement (totalement dans le cas de l'antineutrino) de la «mer» quark-antiquark du nucléon de la cible; une prévision intéressante a été faite à la suite de cette expérience, à savoir qu'il doit y avoir environ 30 fois plus de quarks de valence que de quarks «marins» à n'importe quel moment.

Les événements dimuon de même signe sont d'un niveau analogue à celui d'un bruit de fond imputable à des désintégrations simultanées de pions et de kaons, mais quelques-uns de ces événements pourraient cependant rester inexplicables.

Les deux événements trimuon observés dans les interactions neutrino ont des caractéristiques très différentes, tandis que dans l'événement unique observé avec des antineutrinos un seul des muons a eu le temps de traverser deux chambres à dérive avant de s'échapper. En général, les muons authentiques doivent traverser quatre chambres à dérive pour avoir droit à figurer dans les statistiques.



Les expériences effectuées à l'anneau de stockage de muons du CERN ont permis non seulement de mesurer très exactement le moment magnétique anormal du muon (voir numéro de mai, page 148) mais également de déterminer avec la plus grande précision atteinte à ce jour la durée de vie du muon négatif; elles ont confirmé que la dilatation relativiste du temps est exacte.

En raison de la relativité spéciale, un muon animé d'une grande vitesse semble vivre beaucoup plus longtemps qu'un muon au repos. Dans les expériences du CERN, la vitesse des muons permet à ces derniers de vivre plus de 60 μ s. Connaissant la vitesse du muon, on peut appliquer la formule de relativité spéciale pour trouver la durée de vie au repos, qui n'est que de 2,1948 microsecondes pour le muon négatif.

Ce résultat s'accorde à 0,2 % près avec les mesures précédentes effectuées sur les muons statiques et constitue à ce jour la confirmation la plus exacte de la validité de l'équation de dilatation du temps en relativité spé-

ciale. Certains physiciens avaient laissé entendre que la relativité spéciale pourrait se trouver en difficulté à de très petites distances, mais les expériences du CERN montrent que, s'il en est ainsi, ces distances doivent être alors inférieures à un centième de fermi.

On constate que les durées de vie au repos des muons positifs et négatifs s'accordent à 0,2 % près, ce qui confirme d'une manière frappante que CPT est valable pour les interactions faibles.

Le monde des «jets»

Les expériences de diffusion proton-proton effectuées aux ISR du CERN et au Laboratoire Fermi font maintenant apparaître tous les signes caractéristiques de collisions fortement inélastiques entre de petits objets durs cachés profondément à l'intérieur des protons. Ces observations sont analogues à celles de l'expérience classique de Rutherford qui a montré pour la première fois que le noyau est un petit objet caché profondément à l'intérieur de l'atome.

Si une cible présente une structure uniforme pour un faisceau de particules qu'on envoie sur elle, la diffusion qui en résulte ressemble beaucoup à une figure de diffraction, avec un maximum central et une intensité diminuant brusquement à des angles de diffusion de plus en plus larges. Par contre, si la cible renferme quelques petits points impénétrables, l'une des particules du faisceau heurte parfois l'un de ces points de plein fouet et rebondit sous un très grand angle, parfois même vers l'arrière. Avec une cible «grise» de densité uniforme on ne peut pas s'attendre à des diffusions à d'aussi grands angles, qui témoignent immédiatement de l'existence d'une structure intime profonde.

De la même façon, si un proton constitue une cible uniforme pour un faisceau incident, il devrait faire apparaître une figure de diffusion élastique du type diffraction, qui serait une mesure du volume total du proton. C'est assurément le phénomène dominant aux ISR, et en 1972, un minimum diffractif a été observé pour la première fois dans la diffusion proton-proton.

L'existence d'une sous-structure à l'intérieur du proton a été remarquée pour la première fois sur l'accélérateur linéaire d'électrons de Stanford dans des expériences électron-proton de haute énergie et confirmée au CERN dans des expériences neutrino avec Gargamelle. Ces études ont fourni les premiers renseignements sur la structure du proton, qui serait due, d'après Feynman et d'autres, à des constituants ponctuels appelés «partons».

L'idée du parton a plus qu'une ressemblance éphémère avec le modèle des quarks, et les mesures de neutrinos effectuées avec Gargamelle ont permis de concilier ces deux représentations de la structure du proton. Alors que le modèle des quarks fournit les propriétés intrinsèques des constituants du proton (spin, charge, etc.), l'étude de la diffusion fortement inélastique donne la distribution de quantité de mouvement des constituants, ce que le modèle des quarks ne peut pas prédire.

Ainsi, lorsqu'on le sonde dans des expériences de diffusion fortement inélastique d'électrons comme à Stanford ou de diffusion de neutrinos dans les laboratoires dotés d'accélérateurs de protons, le proton ne se comporte plus (sous l'influence de la force électromagnétique ou de la force faible) comme une particule massive de dimension de l'ordre de 1 fermi, mais comme un ensemble de petits objets pleins ressemblant à des quarks.

Mais que se passe-t-il dans les interactions fortes ? En 1972, des expériences aux ISR ont montré qu'elles peuvent produire elles aussi des particules de grande énergie à de grands angles par rapport au faisceau initial, faisant ainsi apparaître que le proton possède une structure intime granuleuse aussi bien pour les interactions fortes que pour les interactions électromagnétiques et faibles. Lorsque ces grains se heurtent et entrent en interaction comme dans les ISR, les étincelles volent alors véritablement. A vrai dire, ces grains doivent parfois se rencontrer aux basses énergies mais ce n'est qu'à des énergies élevées que l'interaction devient vraiment perceptible.

La grande question est celle de savoir si ces effets d'interaction forte sont produits par les mêmes constituants quark/parton responsables des phénomènes à transfert d'impulsion élevée observés dans la diffusion lepton-proton. Il est difficile de répondre, en partie à cause de la difficulté rencontrée pour séparer les interactions granulaires du reste des fragments hadroniques.

Si rien d'autre ne se passait, une diffusion profonde entre deux consti-

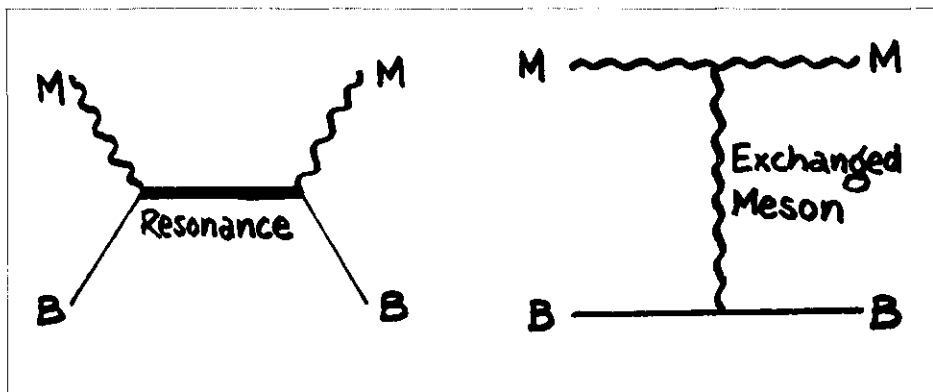
tuants intérieurs du proton devrait donner deux jets coplanaires de particules secondaires éjectés à de grands angles par rapport au faisceau incident et assez bien collimatés suivant leur direction de déplacement. Ces jets ne doivent pas nécessairement être opposés. S'ils résultent d'une diffusion incohérente de constituants du proton, ils sont opposés uniquement dans le référentiel du centre de masse des constituants, qui n'est pas nécessairement le même que le système du centre de masse proton-proton.

Dans la pratique, la situation est brouillée par les types plus habituels d'interaction forte et au cours des premières expériences effectuées aux ISR il a été difficile de faire la distinction entre les diffusions à grand angle et tous les autres événements. Par la suite, des expériences utilisant des spectromètres à deux bras, telles que celles réalisées par l'équipe CERN - Columbia - Rockefeller - Saclay, ont permis de découvrir que l'observation d'une seule particule secondaire à grande impulsion transverse augmenterait beaucoup la probabilité de détecter d'autres particules à grande impulsion transverse, tant dans la direction de la particule de déclenchement que dans la direction opposée.

Les travaux effectués par ces équipes de pionniers, ainsi que les observations faites par les groupes CERN - Columbia - Rockefeller, Saclay - Strasbourg et britannique/scandinave, ont frayé la voie aux premiers rapports apportant des données en faveur d'une structure de jet précise et présentées par un groupe du CERN utilisant l'aimant à champ fractionné des ISR. Des résultats complémentaires sont maintenant fournis par le groupe CERN - Collège de France - Heidelberg - Karlsruhe et par une équipe de physiciens britanniques, français et scandinaves.

Les éléments des jets sont davantage limités en quantité de mouvement qu'en angle. La quantité de mouvement de particule observée perpendiculaire à l'axe de jet est limitée, mais assez indépendante des quantités de mouvement de jet, ce qui signifie que les particules ne possédant qu'une petite composante de quantité de mou-

1. Représentation théorique de la diffusion méson-baryon telle qu'on la concevait au milieu des années 60. Il fallait tenir compte des deux diagrammes dans tout calcul, bien que la résonance fût considérée comme une bonne approximation aux basses énergies et que l'échange fût valable pour les réactions aux hautes énergies.



1.

vement dans l'axe du jet peuvent cependant s'éloigner sous un grand angle par rapport à l'axe. Pour tenir compte de cela et surmonter la difficulté due au fait que les jets ne sont pas nécessairement opposés, les expériences doivent essayer de mesurer des quantités de mouvement sur un angle solide aussi large que possible. Cela n'a été possible que récemment aux ISR grâce à un appareillage spécial tel que l'aimant à champ fractionné.

Cette technique, conjointement avec l'utilisation de déclenchements à quantité de mouvement élevée, a maintenant permis aux équipes des ISR d'isoler les produits de la diffusion aux grands angles. De nouveaux progrès seront réalisés en utilisant, pour le déclenchement, des particules d'impulsion plus élevée, en éliminant au maximum le bruit de fond hadronique et en déterminant autant que faire se peut le plus grand nombre possible de particules secondaires. La forme de l'interaction entre les constituants n'est pas connue non plus, bien que les théoriciens fassent en sorte qu'il n'y ait pas pénurie de mécanismes possibles, dont un grand nombre expliquent les différents aspects du comportement observé. La structure complexe révélée par les expériences aux ISR doit encore être pleinement explorée.

Des expériences complémentaires effectuées au Laboratoire Fermi tirent parti des différentes techniques d'expérimentation dont dispose ce laboratoire et apportent des éclaircissements sur ce problème. En particulier, les faisceaux incidents de grande intensité permettent d'étudier des transferts d'impulsion plus élevée. Les résultats montrent un fort excédent de particules secondaires chargées positivement, ce qui est précisément ce qu'on attendrait des quarks constituant le proton (deux quarks chargés positivement et un seul chargé négativement).

Les expériences du Laboratoire Fermi utilisent également des faisceaux de pions pour étudier des transferts de grande impulsion; on constate que les pions sont plus experts que les protons à produire des diffusions à grand angle. Ce phénomène pourrait être dû au fait que n'ayant que deux

quarks au lieu de trois les pions peuvent produire des interactions constituant-constituant où une plus grande proportion de l'impulsion est disponible.

Une particule possédant une impulsion transverse élevée peut être produite de plusieurs façons. Elle peut soit faire partie d'un groupe provenant d'un jet à impulsion transverse extrêmement élevée, soit être la particule principale dans un jet où la plus grande partie de l'impulsion transverse a été donnée à une seule particule.

Si les diffusions à grand angle sont étudiées, comme aux ISR, en recherchant les déclenchements par particule isolée produite à grande impulsion transverse, on détecte alors le second mécanisme de préférence au premier. Il s'ensuit qu'un grand nombre d'informations précieuses sont perdues, ce qu'on appelle dans le métier «erreur systématique de déclenchement». Pour surmonter ce problème, les expériences au Laboratoire Fermi ont recueilli toute l'énergie produite dans un angle solide bien déterminé et ont pu déclencher sur un jet entier et non plus sur une particule isolée. Le rendement en impulsion transverse observé s'est ainsi trouvé centuplé.

Les expériences légendaires effectuées par Rutherford avec des particules alpha, qui nous ont fourni le premier indice de l'existence de l'atome nucléaire, n'ont marqué que le début d'un long chemin dans l'étude de la structure du noyau. Si la structure intime du proton se révéla aussi difficile à démêler, de nombreux modèles seront proposés et rejetés et un grand nombre d'autres expériences devront être effectuées avant que nous commencions à comprendre ce qui se passe.

Il y a seulement quelques années les physiciens pensaient que de très hautes énergies pouvaient apporter de la simplicité dans les interactions fortes. Cela se pourrait encore, mais il semble que ce soit le logarithme de l'énergie, et non l'énergie elle-même, qui doit être grand. Cependant, si les techniques de détection peuvent devenir suffisamment évoluées, l'étude de transferts de grande impulsion pourrait permettre à la physique des hadrons

de commencer à se simplifier, l'échange de gluons entre quarks fournissant l'interaction de base.

L'explication du baryonium ?

L'apparition au CERN de deux résonances étroites proton-antiproton fournit un nouveau sujet de réflexion aux théoriciens qui se tourmentent depuis longtemps à propos de leur conception des interactions baryon-antibaryon.

Il y a dix ans, on pensait que les interactions méson-nucléon résultaient soit d'une résonance nucléonique intermédiaire se désintégrant en un nucléon et un méson, soit de l'échange de quelques mésons entre ces deux particules.

Ensuite, D. Horn, C. Schmid, G. Veneziano et d'autres ont montré que ces deux mécanismes sont véritablement des déguisements différents de la même interaction de base. Cette conception dualiste de l'interaction méson-nucléon peut être représentée par des «diagrammes de dualité» dans lesquels certains des quarks participants traversent de part en part, tandis que d'autres sont échangés. On a ainsi, en même temps, des résonances baryoniques et des mésons échangés.

Bien qu'elle soit excellente pour les interactions méson-méson et méson-nucléon, cette conception séduisante ne donne pas satisfaction dans le cas baryon-antibaryon. Les diagrammes de dualité doivent alors prévoir des états intermédiaires ou des mésons échangés contenant deux quarks et deux antiquarks. Jusqu'à cette date récente, ces configurations de quarks exotiques ne correspondaient à rien de ce qui avait été découvert. L'application des idées de dualité aux interactions baryon-antibaryon était par conséquent fréquemment évoquée par des expressions inquiétantes telles que le «paradoxe de Rosner» ou la «catastrophe de la dualité».

Depuis lors, les théoriciens espèrent que les expériences apporteront quelque chose et, en attendant, ils perfec-

2. Diagramme de dualité pour la diffusion méson-baryon lorsqu'on évoque la structure en quarks. Il apparaît simultanément un méson échangé et une résonance baryonique intermédiaire.

3. Diagramme de dualité pour la diffusion baryon-antibaryon. Bien qu'il apparaisse un méson échangé comme dans le cas méson-baryon, l'autre état intermédiaire (apparemment un système à quatre quarks qui est indiqué par un point d'interrogation) est surprenant.

4. Diagramme de dualité étendue pour les interactions baryon-antibaryon, qui montre la direction du flux de la couleur (lignes en pointillé). Le premier cas (diffusion) présente des états intermédiaires exotiques à une seule particule, tandis que le second (annihilation) présente des états intermédiaires à plusieurs mésons.

tionnent leur modèle des interactions baryon-antibaryon.

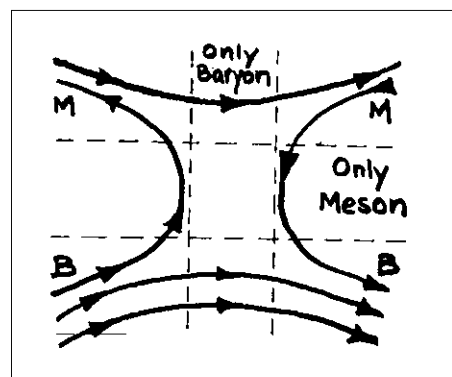
Lorsque le modèle de dualité a été proposé pour la première fois, on ne se préoccupait pas trop des «couleurs» du quark (dont on pense qu'il existe trois variétés) et on ne s'attachait qu'à leur saveur (dont nous connaissons quatre variétés : haute, basse, étrange et charmée). Les diagrammes de dualité ne montraient donc pas si les deux particules diffusaient tout simplement l'une sur l'autre ou si elles s'annihilaient en mésons.

Lorsqu'on fait intervenir la couleur, la différence entre ces deux cas ne tarde pas à apparaître. Le diagramme de dualité doit être étendu en donnant à chaque baryon un degré de liberté du type couleur, ce qui introduit dans les diagrammes une signification très différente malgré la structure de saveur identique. Le premier cas (diffusion) a des états intermédiaires de particule unique exotique, tandis que le second (annihilation) n'a que des états intermédiaires à plusieurs mésons.

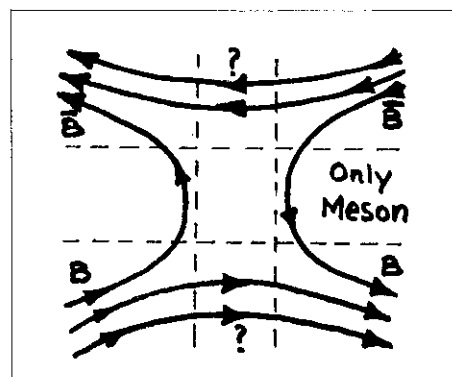
Reste cependant le problème initial : où sont tous les mésons exotiques ? Des pics, qui pourraient constituer la réponse, sont observés dans des expériences proton-antiproton mais ces phénomènes sont habituellement très larges et s'étendent normalement au-delà de 200 MeV environ. La première résonance vraiment étroite dans le système proton-antiproton a été étudiée dans une expérience avec chambre à bulles par une équipe CERN - Liverpool - Mons - Padoue - Rome - Trieste. Des indices avaient déjà été observés à Brookhaven. Cette résonance a une masse de 1936 MeV et une largeur d'exactement 9 MeV.

Une équipe CERN - Collège de France - Ecole polytechnique - Orsay, travaillant avec le spectromètre Oméga, a étudié d'une manière approfondie l'interaction d'un pion négatif avec un proton qui donne un proton rapide, p_F , vers l'avant. L'identification en ligne de cette particule rapide fournit un déclenchement très sélectif pour le spectromètre.

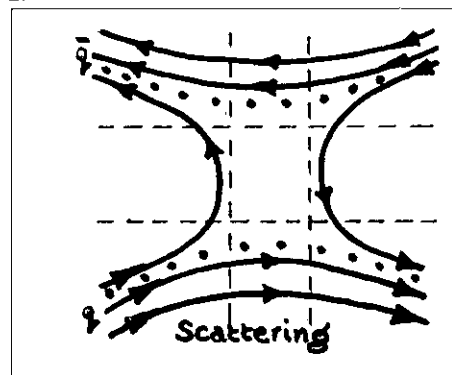
Parmi de nombreux autres canaux, cette équipe a étudié la réaction $\pi^- p \rightarrow p_F \pi^+ \pi^- p$. Dans le système



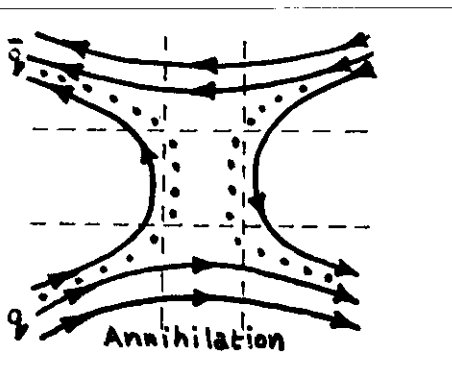
2.



3.



4.



proton-antiproton d'état final, deux résonances étroites ont été trouvées ; elles ont toutes les deux une largeur de l'ordre de 20 MeV et apparaissent à des quantités de mouvement de faisceau de pions de 9 et 12 GeV/c. De plus, ces résonances, se produisant à 2020 ± 3 MeV et 2204 ± 5 MeV, s'observent surtout en association avec la production de Δ^0 (1232) et N^0 (1520) dans le système $p_F \pi$, Δ^0 et N^0 se dirigeant vers l'avant et les résonances proton-antiproton vers l'arrière.

Les théoriciens prédisent l'existence d'un grand nombre d'états de ce genre présentant des largeurs étroites, des valeurs de spin élevées (supérieures à 3) et une tendance à se désintégrer en une paire baryon-antibaryon plus des mésons. Par analogie avec le système électron-positon appelé positonium et avec l'interprétation maintenant bien connue de la famille J/psi à l'aide du charmonium, ces nouveaux états sont appelés baryonium.

Ils prédisent également que les nombres quantiques des états de baryonium peuvent être exotiques et

pourraient apparaître dans d'autres expériences utilisant des cibles de deutérium. Dans une représentation où les mésons et les baryons sont constitués de quarks reliés par des chaînes, le baryonium peut être représenté par des diagrammes d'ordre supérieur comprenant trois chaînes se rejoignant.

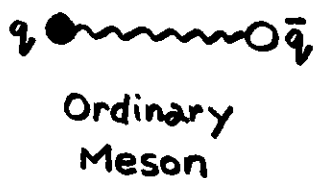
Les étoiles de quarks existent-elles ?

Actuellement, les théoriciens s'attachent beaucoup au problème de l'invisibilité de quarks isolés. Le modèle des quarks explique certes de nombreux aspects différents du comportement des particules mais, à ce jour, personne n'a encore observé aucun indice de quark libre et un certain nombre de théoriciens ont cherché à en expliquer les raisons (voir, par exemple, dans le numéro de décembre 1975).

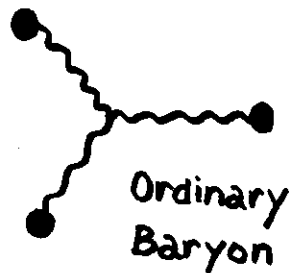
Cette invisibilité pourrait s'expliquer par le fait que les quarks ne peuvent exister à l'état libre, au moins dans les

5. Structures quarks/chaînes pour le méson (a), les baryons (b) et le « baryonium » (c), qui est une combinaison baryon-antibaryon.

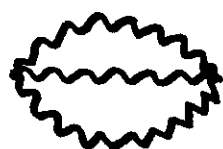
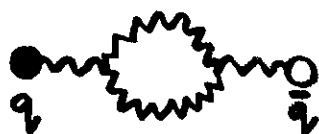
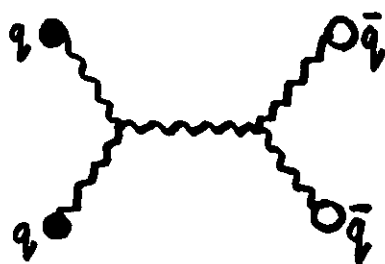
(a)



(b)



(c)



conditions ordinaires du laboratoire, et qu'ils doivent être emprisonnés en permanence à l'intérieur de la matière nucléaire. La force d'attraction s'exerçant entre les quarks augmente peut-être énormément à mesure que ceux-ci s'éloignent les uns des autres. Cependant, aux très hautes densités, lorsque les quarks sont très serrés, de tels mécanismes responsables de l'emprisonnement des quarks et, partant, de leur invisibilité ne prédominent peut-être plus et la matière pourrait alors se comporter comme un gaz de quarks libres. Le point de transition auquel les quarks sont libérés doit se trouver à des densités supérieures à celles rencontrées ordinairement avec les états baryoniques dans les conditions du laboratoire.

Les étoiles de neutrons ou les étoiles froides stables pourraient présenter des densités suffisamment élevées pour permettre à des quarks d'exister à l'état libre mais les premiers calculs effectués avec le modèle du « sac de quarks » ont montré qu'aucune de ces hypothèses n'était probable. Les nouveaux calculs de Georges Chapline et Michael Nauenberg, qui ont utilisé des concepts de la chromodynamique quantique et de la relativité générale, montrent qu'il pourrait exister un nouveau type d'étoile froide composée principalement de quarks libres et résultant peut-être de l'effondrement d'étoiles à neutrons.

Ce modèle permet, en principe, l'existence de quarks libres tant dans les étoiles à neutrons que dans d'autres corps où la matière a été comprimée à des densités plus élevées que celles existant dans les étoiles à neutrons, de sorte qu'il y aurait une évolution régulière de la matière quarks lorsqu'on passe des étoiles à neutrons aux étoiles de densité plus élevée.

Mais Chapline et Nauenberg font remarquer que les paramètres nécessaires pour permettre aux quarks libres d'exister à l'intérieur d'étoiles à neutrons ne semblent pas de nature physique et proposent plutôt d'admettre que les quarks libres peuvent exister dans un nouveau type d'étoile froide, non encore observée jusqu'à présent, dans laquelle la matière a été compri-

mée encore plus que dans les étoiles à neutrons. Et si de telles étoiles de quarks existent vraiment, comment va-t-on les observer sur la Terre ?

Selon Jogesh Pati et Abdus Salam, l'un des premiers chercheurs qui aient trouvé une solution applicable au problème toujours actuel de l'invisibilité des quarks fut Archimède. Aussi leur modèle sur le confinement partiel des quarks a-t-il reçu l'appellation d'« effet d'Archimède » en hommage au savant de l'antiquité grecque qui aimait méditer sur les problèmes de l'heure tandis qu'il était soutenu dans une certaine mesure par la masse de l'eau qu'il déplaçait.

Tout comme Archimède se sentait plus léger et plus libre dans son bain que dehors, Pati et Salam supposent que les quarks et les gluons, qui ont une masse et échappent à la détection sous la forme de particules isolées, sont relativement légers et libres à l'intérieur des hadrons. Cette hypothèse du confinement partiel, qui caractérise également la théorie du sac du SLAC sur le piégeage des quarks, n'est d'ailleurs pas nouvelle en physique.

Indépendamment du cas d'Archimède, il existe d'autres exemples de corps se comportant réellement comme des particules libres, mais avec des masses effectives différentes de leurs masses physiques, notamment dans la théorie des métaux et dans les modèles de couches nucléaires.

Pati et Salam admettent cependant que le traitement mathématique du confinement partiel des quarks promet d'être plus difficile que la résolution du problème d'Archimède.

Nouvelles brèves

Autorisation de projets

Le projet Aladdin, portant sur un anneau de stockage d'électrons de 750 MeV consacré à la recherche sur le rayonnement synchrotronique, qui a été lancé par le Laboratoire des sciences physiques de l'Université de Wisconsin, a reçu le 20 mai l'approbation définitive du Conseil national de la science. L'Université de Wisconsin a fait oeuvre de pionnier dans ce domaine de recherche puisqu'elle exploite depuis 9 ans un anneau de 240 MeV (Tantalus 1). Le nouvel anneau permettra d'accroître considérablement les possibilités de recherche.

Le processus conduisant à l'autorisation d'ISABELLE, les anneaux de stockage protons-protons de 200 GeV proposés par le Laboratoire national de Brookhaven, a commencé au Congrès des Etats-Unis. Bien que les crédits destinés au projet ne figurent pas au budget initial, la Commission de la science et de la technique de la Chambre des représentants a déposé le 11 mai un projet de loi visant à autoriser partiellement l'inclusion dans le budget de l'ERDA de 10,5 millions de dollars pour l'exercice fiscal 1978 (qui commencera le 1^{er} octobre 1977). Plusieurs autres étapes devront être franchies avant que la loi nécessaire soit votée par la Chambre des représentants et le Sénat, mais le processus d'approbation est maintenant en cours.

Semaine d'étude de l'ECFA sur les projets électrons-protons

Une semaine d'étude, qui couvrira à la fois la technologie des accélérateurs et les possibilités expérimentales des grands anneaux de stockage électrons-protons, est actuellement organisée par le Comité européen sur les futurs accélérateurs, avec l'assistance du Laboratoire de Rutherford. Elle aura lieu du 10 au 15 octobre près de Rutherford et la réunion sera organisée selon les grandes lignes de

la Conférence de l'ECFA sur les anneaux de collision électrons-protons, organisée à DESY et qui fut un succès. Les exposés généraux traiteront de sujets divers et des groupes de travail restreints étudieront en détail certains sujets. Le Collège pourra loger un total de 70 participants, et les physiciens intéressés devraient prendre contact avec John Thresher, Laboratoire Rutherford, Chilton, Didcot, Oxfordshire OX11 0QX, d'ici le 1^{er} août.

Photographies du coeur

Les techniques employées avec le système d'acquisition des données équipant le spectromètre Oméga du CERN ont été appliquées à un instrument pour l'étude du comportement du coeur. Cet instrument, mis au point par le Laboratoire Rutherford et le Department of Engineering Science d'Oxford, a été décrit dans le «Journal of Physiology». Il comporte une caméra de télévision à haute définition, associée à des dispositifs d'électronique rapide. Il permet de mesurer avec une précision accrue le comportement de spécimens isolés du muscle cardiaque dans différentes conditions, notamment du point de vue de leur réponse aux médicaments cardiologiques, en contrôlant le déplacement de deux petites broches de 20 μm insérées dans un élément uniforme et intact du muscle.

Une «caméra à rayonnement» conçue pour prendre des photographies en trois dimensions du coeur est actuellement mise au point au Laboratoire Lawrence de Berkeley sous la responsabilité de Steve Derenzo assisté d'un ingénieur, Haim Zakland, et d'un physicien, Tom Budinger. Le système de détection de cette caméra se compose d'un anneau de 280 cristaux qui entourent le patient et qui permettent d'enregistrer les positions émises par une source constituée par l'isotope 82 du rubidium. Ce système a été spécialement mis au point au Laboratoire par Yokio Yano pour la

visualisation du coeur. L'équipement permet de prendre 9000 mesures d'une zone de 30 cm de diamètre et d'analyser, grâce à un traitement par ordinateur, une série de tranches de la région du coeur (technique de l'explorateur tomographique; voir numéro de mars page 65), de manière à construire des images en trois dimensions. La même technique pourrait être étendue à l'exploration du cerveau en utilisant le marquage d'acides aminés. La caméra devrait être prête en octobre, lorsque tous les éléments du système auront été assemblés.

EPICS rejoint HRS

Un deuxième grand spectromètre magnétique de haute précision a été installé à Los Alamos sur l'accélérateur linéaire de protons de 800 MeV, LAMPF. L'installation du premier de ces équipements, le spectromètre à haute résolution (HRS), avait été évoquée dans le numéro de mai 1976. Le nouvel équipement, appelé EPICS (Energetic Pion Channel and Spectrometers — canal de pions de haute énergie et spectromètres), servira à des expériences sur la diffusion des pions par des noyaux. Il est conçu pour permettre des mesures d'une haute précision (précision supérieure à 50 keV pour l'énergie et à 10 mrad pour les angles) sur des pions d'une énergie de 100 à 500 MeV. Avec ses deux dipôles de 90 t, le poids total du spectromètre est d'environ 300 t. On procède maintenant aux essais du système et les expériences devraient commencer cet automne.

Personnalités

Le 4 mai, V.F. Weisskopf, du MIT, directeur général du CERN de 1961 à 1965 et l'un de ses principaux promoteurs, a reçu le prix Ludwig Boltzmann (décerné pour la première fois) qui a été fondé en 1976 à l'occasion du quinzième anniversaire de la Société Ludwig Boltzmann. Cette distinction scientifique, la plus élevée en Autriche, récompense les contributions à la recherche et à la

1. Victor Weisskopf.
2. Léon Van Hove.
3. Georges Charpak.
4. Betsy Ancker-Johnson.

politique de recherche dans ce pays. Lors de la remise du prix, le ministre autrichien de la science et de la recherche, M^{me} Hertha Firnberg, a salué en V.F. Weisskopf (« cet éminent Autrichien et citoyen du monde ») un savant en quête d'une solution aux problèmes humains et sociaux de notre temps.

Au cours des dernières semaines, le titre de docteur honoris causa a été conféré à deux Cernois. Le 27 mai, Léon Van Hove, théoricien de grande réputation et actuel directeur général de la recherche au CERN, a reçu ce titre à l'Université d'Helsinki. Le 3 juin, Georges Charpak, renommé pour sa mise au point de nouvelles techniques de détection des particules, a reçu le titre à l'Université de Genève.

T. Nishikawa a succédé à S. Suwa en tant que directeur du Laboratoire KEK au Japon. S. Suwa a dirigé le Laboratoire au cours des six dernières années (durée maximum autorisée, le mandat de trois ans étant renouvelable une seule fois) et conduira désormais le département de physique. T. Nishikawa est remplacé par T. Kamei (précédemment chef du groupe Commandes), à la tête du département de l'accélérateur. K. Kikuchi, responsable de l'administration au département de l'accélérateur, devient directeur des Services scientifiques et techniques. A la suite d'une réorganisation, un nouveau département a été créé en avril, qui regroupe des techniciens et quelques ingénieurs sous la direction de K. Kikuchi. Un bureau de coordination des programmes a vu le jour en même temps; il est dirigé par A. Kusumegi.

Le 1^{er} juillet, Robert Sachs, directeur du Laboratoire national d'Argonne, prendra la présidence de la Section de physique de l'Académie nationale des sciences pour une période de trois ans. Cette académie est un organisme qui a pour mission de conseiller le gouvernement des Etats-Unis en matière de science et de technologie.

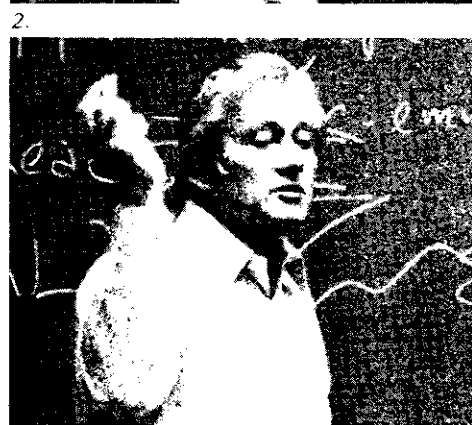
Betsy Ancker-Johnson a été nommée directeur adjoint du Laboratoire pour la recherche physique à Argonne. Mme Ancker-Johnson, qui a fait une brillante carrière dans l'industrie, l'enseignement et la fonction publique, est entrée à Argonne en mai pour occuper le poste de secrétaire adjointe pour la science et la technologie au département du commerce.

Le Prix à la mémoire d'Oppenheimer, attribué par le Centre d'études théoriques de l'Université de Miami, a été décerné en 1977 à Feza Gursey et Sheldon Glashow pour leurs contributions à la théorie de la physique des particules élémentaires.

Boyce MacDaniel, directeur du Laboratoire de Cornell qui effectue des recherches avec le synchrotron à électron de 10 GeV du Laboratoire à synchrotron Wilson, a été nommé « Professeur Floyd R. Newman » d'études nucléaires à Cornell.

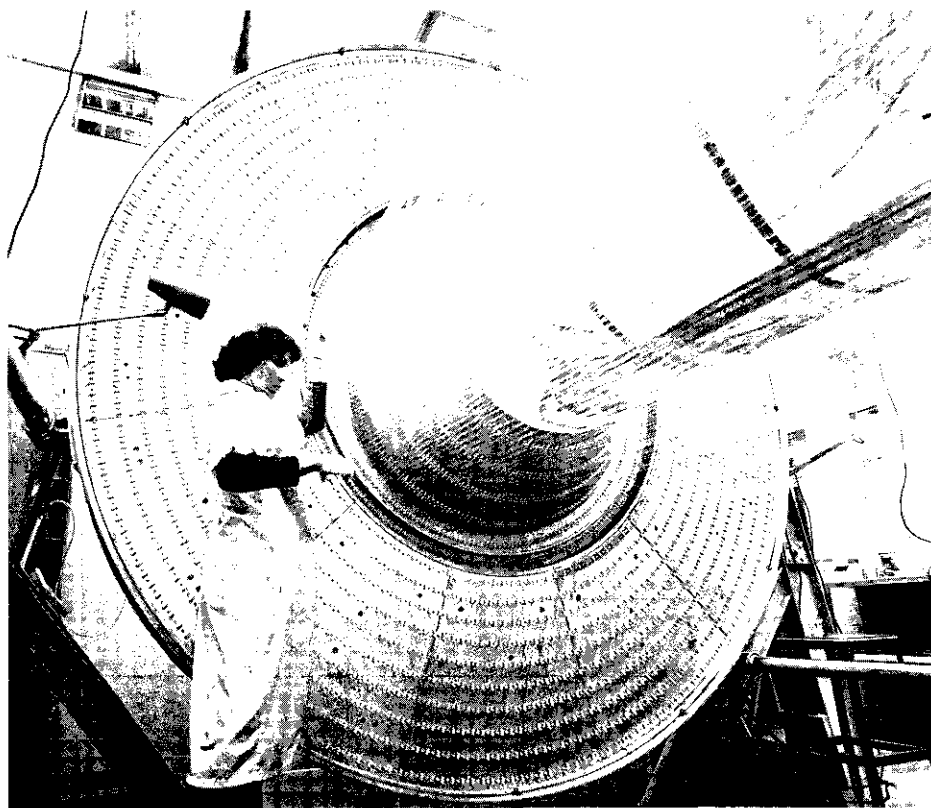
Aérogel à DESY

TASSO, un des nouveaux détecteurs en cours de construction pour PETRA, l'anneau de stockage électrons-positons de DESY, sera équipé de deux « bras à hadrons », contenant chacun un détecteur Tchénkov à trois niveaux. Le niveau intérieur, destiné à séparer les protons, pions et kaons d'une quantité de mouvement supérieure à 1,5 GeV/c, sera composé d'un aérogel avec un indice de réfraction égal ou inférieur à 1,02. Il faut environ 2 m³ d'aérogel et un laboratoire spécial a été construit pour le produire. Des études détaillées de méthodes de production sont en cours; de nombreux échantillons de tailles et d'indices de réfraction divers ont été fabriqués. Leur aptitude à transmettre la lumière a été vérifiée à l'aide d'un faisceau laser et de rayonnements Tchénkov provoqués par un faisceau d'électrons. Plusieurs éléments, de 5 cm de diamètre et de 3 à 6 cm de long, montrent des indices très faibles compris entre 1,007 et 1,008. Transparence et homogénéité sont très bonnes.



Construction au SLAC du détecteur Mark 2, qui sera d'abord utilisé sur l'anneau de stockage électron-positon SPEAR puis sur PEP, qui est plus puissant. La photo a été prise lors du montage des fils sensibles, d'environ 40 μm de diamètre, entre les fils de configuration de champ d'une chambre à dérivation.

(Photo Joe Faust)



Un aimant MHD à Argonne

Une équipe d'Argonne, forte de son expérience acquise avec deux grands aimants supraconducteurs pour chambres à bulles (la chambre de 3,6 m d'Argonne et la chambre de 4,6 m du Laboratoire Fermi), a procédé avec succès aux essais d'un grand aimant supraconducteur, le premier au monde à équiper un générateur magnétohydrodynamique (MHD). Ces appareils, dans lesquels l'armature des générateurs classiques est remplacée par un rapide courant de gaz chaud et conducteur, sont susceptibles d'améliorer de 20% le rendement de la conversion en énergie électrique. L'aimant d'Argonne pèse 45 t et mesure environ 4 m sur 2. Il a atteint au mois de mai son champ nominal de 5 T.

Articles sur la physique des hautes énergies

La revue milanaise *Le Scienze*, édition italienne de *Scientific*

American, vient de publier un volume intitulé *Il Mondo Subnucleare: La Fisica delle Particelle* (Le monde subnucléaire: la physique des particules). Précédés d'une introduction de P. Caldirola et E. Fiorini, les vingt articles qui le composent couvrent deux décennies de recherche et de découvertes, depuis l'effondrement du principe de la conservation de la parité jusqu'à la découverte des particules J/psi. Un article de V.F. Weisskopf (*Le Scienze*, 1968) portant sur les trois spectroscopies constitue la base de cette étude avec trois contributions remarquables de G. Chew, M. Gell-Mann, A.H. Rosenfeld, S.B. Treiman et E.P. Wigner au *Scientific American* (1959-1965). (*Le Scienze*, S.p.A., Milan, 231 pages, A4, 5600 lire.)

L'Institut national de physique nucléaire et de physique des particules (IN2P3) publie une série d'ouvrages intitulée «Manuel de physique des particules». Le premier volume, consacré aux «Interactions faibles»,

vient de sortir de presse sous la signature de M.K. Gaillard et M. Nikolic. L'ensemble de la publication a pour origine le programme des cours donnés à l'Ecole internationale de physique des particules, à Basko Polje (Yougoslavie). On peut l'obtenir auprès du Service des relations extérieures de l'IN2P3, 11, rue Pierre et Marie Curie, F 75231 Paris Cédex 05. Prix de ce volume de 374 pages: 40 FF pour individuels et 60 FF pour bibliothèques (affranchissement postal en plus).

Cinq partout au synchrotron injecteur

Le synchrotron injecteur du PS du CERN a vécu le cinquième anniversaire de sa première accélération à l'énergie nominale de 800 MeV, le 16 juin 1972. Cet événement a été une source de réflexions sur le thème du chiffre cinq. On compte cinq paquets par anneau de l'injecteur; le personnel de cinq sections veille sur la machine (aimants, alimentations électriques, système HF et déflexion rapide, électronique, commande); la valeur de plusieurs paramètres a été multipliée par cinq entre la première et la cinquième année d'exploitation (le temps d'exploitation, l'intensité du PS, la densité de l'espace de phase dans les sens vertical et horizontal), tandis que les périodes d'arrêt non programmées étaient divisées par cinq. Quant au carré de cinq, il correspond au rayon en mètres du synchrotron injecteur, ainsi qu'au nombre de naissances dans les familles du personnel de la machine depuis le début de la construction de celle-ci (relation assez mystérieuse il est vrai). Si l'on prend la racine de cinq, on constate qu'elle correspond à l'augmentation prévue du taux de répétition et de divers autres paramètres de l'injecteur sur lesquels porteront les efforts dans l'avenir immédiat.

The **Lawrence Berkeley Laboratory** of the University of California and the **Stanford Linear Accelerator Center**, sponsors of

PEP

the Positron-Electron Colliding-Beam Storage Ring Project at Stanford, California, invite applications for the following engineering positions in the design and construction of apparatus to support the planned experimental physics program:

- **Mechanical Engineers** experienced in the design of magnets, magnetic detectors, cryogenic or superconducting systems, particle detectors, high vacuum equipment and systems.
- **Electronic Engineers** experienced in the design of electronics circuits and data acquisition systems for detectors such as scintillation hodoscopes, multiwire proportional and drift chambers, and shower counter and calorimeter arrays.

These are career positions, but requests for term appointments will be considered. Starting salaries will be commensurate with qualifications and experience. Assistance in relocating can be provided.

For employment application forms or for further information, contact:

Herbert Renner
SLAC Employment Office
P.O. Box 4349
Stanford, California 94305
U.S.A.

This work is supported by the U.S. Energy Research and Development Agency.

Gmelin Handbook of Inorganic Chemistry

Transuranium Elements

New Supplement Series

- | | |
|-----------------|-------------------------------|
| Vol. 7a, 7b, 8 | Part A: Elements |
| Vol. 31, 38, 39 | Part B: Metals and Alloys |
| Vol. 4 | Part C: Compounds |
| Vol. 20, 21 | Part D: Chemistry in Solution |

In the framework of our New Supplement Series to the 8th edition, with the publication of volume 39 now exists a comprehensive presentation of the transuranium elements. Since literature on this important field has grown so comprehensive that it is almost impossible for the individual to gain an overview, the Gmelin Transuranium Series now offers the scientist an extensive, clearly presented and up to date survey of this special field.

Individual chapters in this Gmelin volumes of the Transuranium Series appear in English, French and German, according to the native language of the authors. A collective formula index to the transuranium elements will appear in the course of 1977.

German-English table of contents.
English or German marginal notes in the text body.

- | | |
|------------------------|------------------------------|
| Part A1, I (Vol. 7a): | 1973. DM 244,-; US \$ 107,40 |
| | ISBN 3-540-93248-8 |
| Part A1, II (Vol. 7b): | 1974. DM 495,-; US \$ 217,80 |
| | ISBN 3-540-93276-3 |
| Part A2 (Vol. 8): | 1973. DM 569,-; US \$ 250,40 |
| | ISBN 3-540-93249-6 |
| Part B1 (Vol. 31): | 1976. DM 187,-; US \$ 82,30 |
| | ISBN 3-540-93308-5 |
| Part B2 (Vol. 38): | 1976. DM 549,-; US \$ 241,60 |
| | ISBN 3-540-93327-1 |
| Part B3 (Vol. 39): | 1977. DM 617,-; US \$ 271,50 |
| | ISBN 3-540-93329-8 |
| Part C (Vol. 4): | 1972. DM 386,-; US \$ 169,90 |
| | ISBN 3-540-93245-3 |
| Part D1 (Vol. 20): | 1975. DM 293,-; US \$ 129,00 |
| | ISBN 3-540-93286-0 |
| Part D2 (Vol. 21): | 1975. DM 448,-; US \$ 197,20 |
| | ISBN 3-540-93288-7 |

Prices are subject to change without notice.
Each volume also available separately.

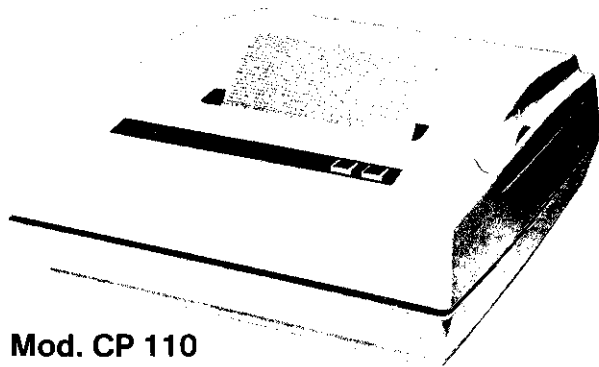
Springer-Verlag
Berlin
Heidelberg
New York



OKIDATA

Matrix-Zeilen-Drucker

Zur Zeit der preisgünstigste
Drucker seiner Leistungsklasse!



Mod. CP 110

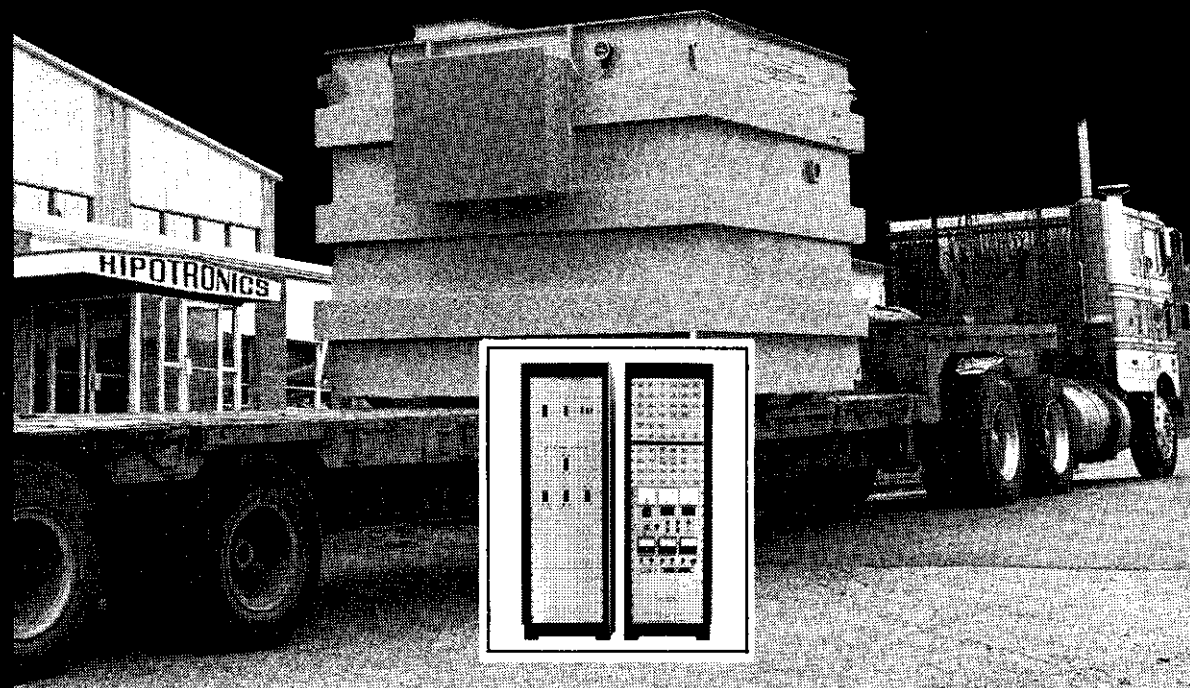
- «low cost» Impact-Drucker
- 110 Zeichen/Sek.
- 80 Kol./Zeile, 5x7 Matrix
- Schreibt vor- und rückwärts
- Rollen- oder Fanfold-Papier
- 1-Zeilen-Buffer
- Interfaces: Parallel, V24, Centronics-Compat., HP 2640/2644

Bellikerstrasse 218
CH-8968 Mutschellen

STOLL
AG

Tel. 057 54655
Telex 54070

HIPOTRONICS DELIVERS MEGAWATTS



Part of an 8.4 MW HV DC Power Supply which HIPOTRONICS recently delivered to Oak Ridge National Laboratories for continued research in Nuclear Fusion!

When the requirements got tough Hipotronics got the call. Oak Ridge needed 168 kilovolts at 50 Amps for the next phase of development of their Fusion Reactor. So they turned to Hipotronics, the leader in high voltage technology. They got exactly what they wanted, a well regulated high power supply that is rugged enough to withstand repeated crow-bar shorts with no damage to the power supply.

Innovative design approaches are everyday occurrences at Hipotronics. We design, manufacture and fabricate every important component and our facilities are the largest and finest in the industry. That allows us the flexibility to meet the most demanding specifications and conditions of high technology programs such as Neutral Beam Injectors and High Power Lasers.

Hipotronics has also manufactured a wide range of high voltage power supplies for other applications:

- Capacitor Bank Charging
- Klystron Tubes
- Travelling Wave Tubes
- High Powered Lasers
- Accelerators

Whatever your requirements, pulsed or continuous duty, brute force or finely regulated, call us.

Remember —

HIPOTRONICS DELIVERS!

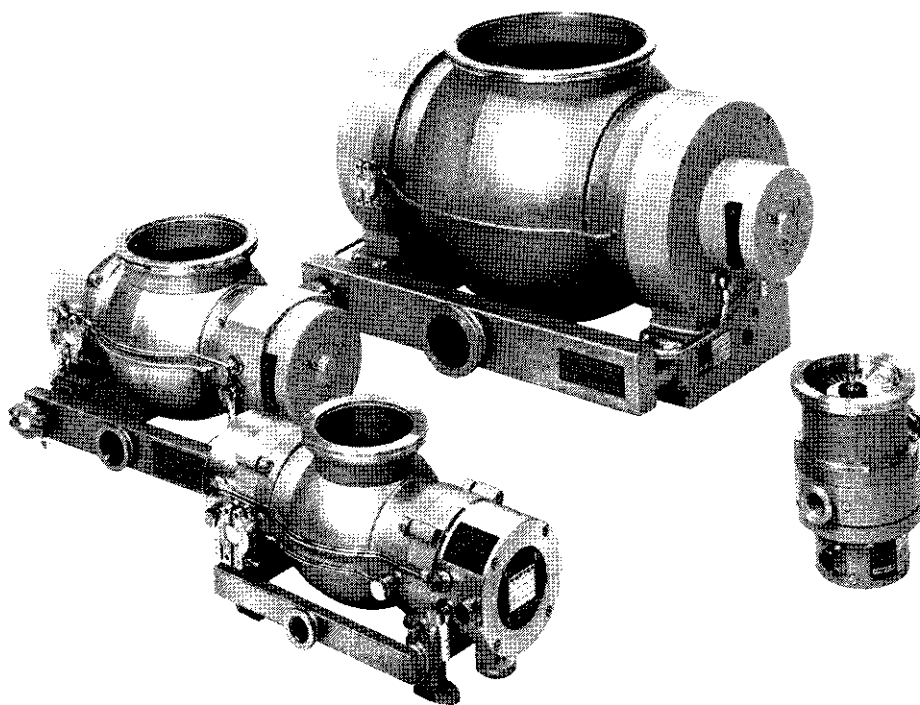


HIPOTRONICS, INC.

P.O. Drawer A, Brewster, NY 10509

(914) 279-8031 Twx 710-574-2420

Amex Symbol: HIP

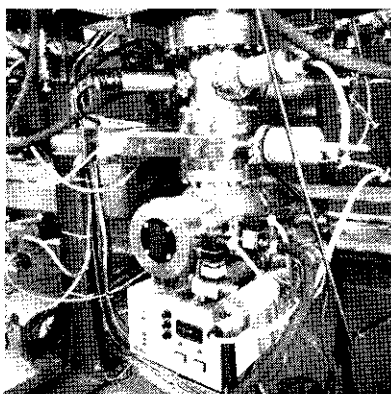


Les TURBO-PFEIFFER

**le programme optimisé pour réaliser un vide élevé
et un ultra-vide exempts d'hydrocarbures.**

Les pompes turbomoléculaires qui facilitent la création du vide. Facteur de compression élevé pour l'hydrogène et autres gaz légers ● Large domaine de travail à débit constant ● Fonctionnement sans vibration et sans bruit ● Faible rapport poids/puissance ● Montage sans problème grâce aux possibilités de raccordement horizontal ou vertical ● Coûts de fonctionnement réduits ● Fiabilité élevée ● Mise en œuvre simple ● Spécialement pratiques à l'entretien.

Les TURBO-PFEIFFER pour le vide le plus propre: Accélérateurs de particules, notamment lignes de faisceaux et chambres à vide pour cibles ● Sources de neutrons ● Technique UF₆



TPU 200 montée sur l'accélérateur d'ions lourds de la Gesellschaft für Schwerionenforschung (GSI), à Darmstadt (BRD)

● Physique des plasmas ● Physique des surfaces ● Spectrométrie de masse et analyses de gaz ● Microscopie électronique et microsondes ● Techniques d'évaporation et de pulvérisation ● Optique ● Production de semi-conducteurs ● Fabrication de quartz oscillants ● Production de lampes et de tubes ● Simulation spatiale ● Métallurgie ● Réalisation de «vide primaire» exempt d'hydrocarbures pour d'autres systèmes de pompage dans le vide élevé et l'ultra-vide, tels que: pompes ioniques-getter, pompes à sorption et pompes cryogéniques.

Les TURBO-PFEIFFER couvrent une plage de débit allant de 100 à 6500 l/s.

BALZERS

BALZERS HOCHVAKUUM AG

Stampfenbachstrasse 48

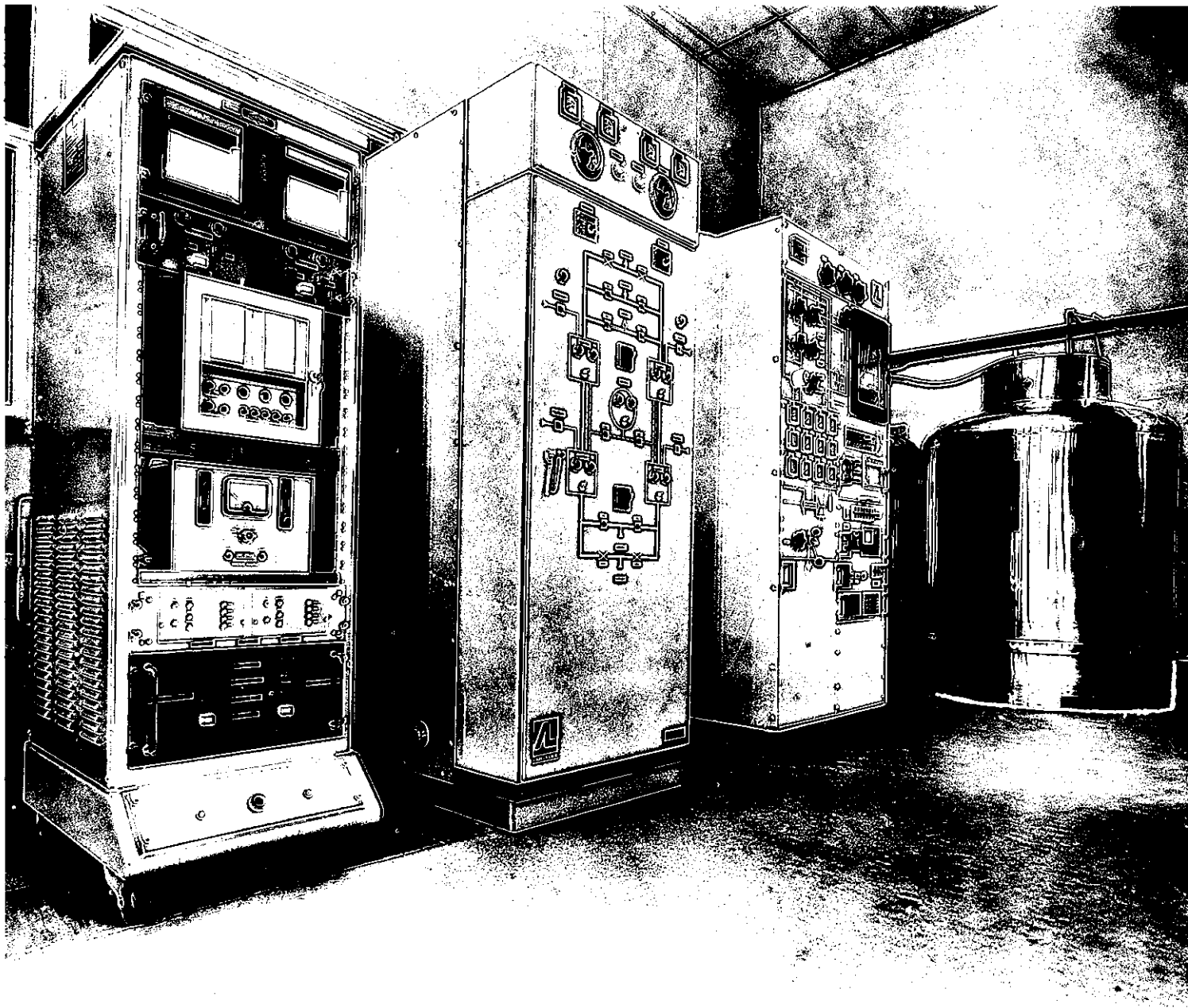
Postfach 186

CH-8035 Zürich

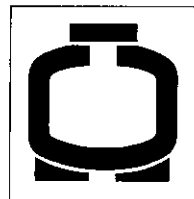
Tel. (01) 60 32 66 Telex 52 278

Les TURBO-PFEIFFER: un progrès dans la technique du vide

L'AIR LIQUIDE



PREMIER CONSTRUCTEUR EUROPEEN
DE MATERIEL CRYOGENIQUE



division matériel cryogénique

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

The HELIFIER™ helium liquefier will produce 3 to 20 liters of liquid helium per hour. Installation is simple and the unit operates virtually unattended.

Adaptable to a variety of laboratory and operational uses, this

system can be used in the liquefier or refrigerator mode, and it will cost you less than comparable systems.

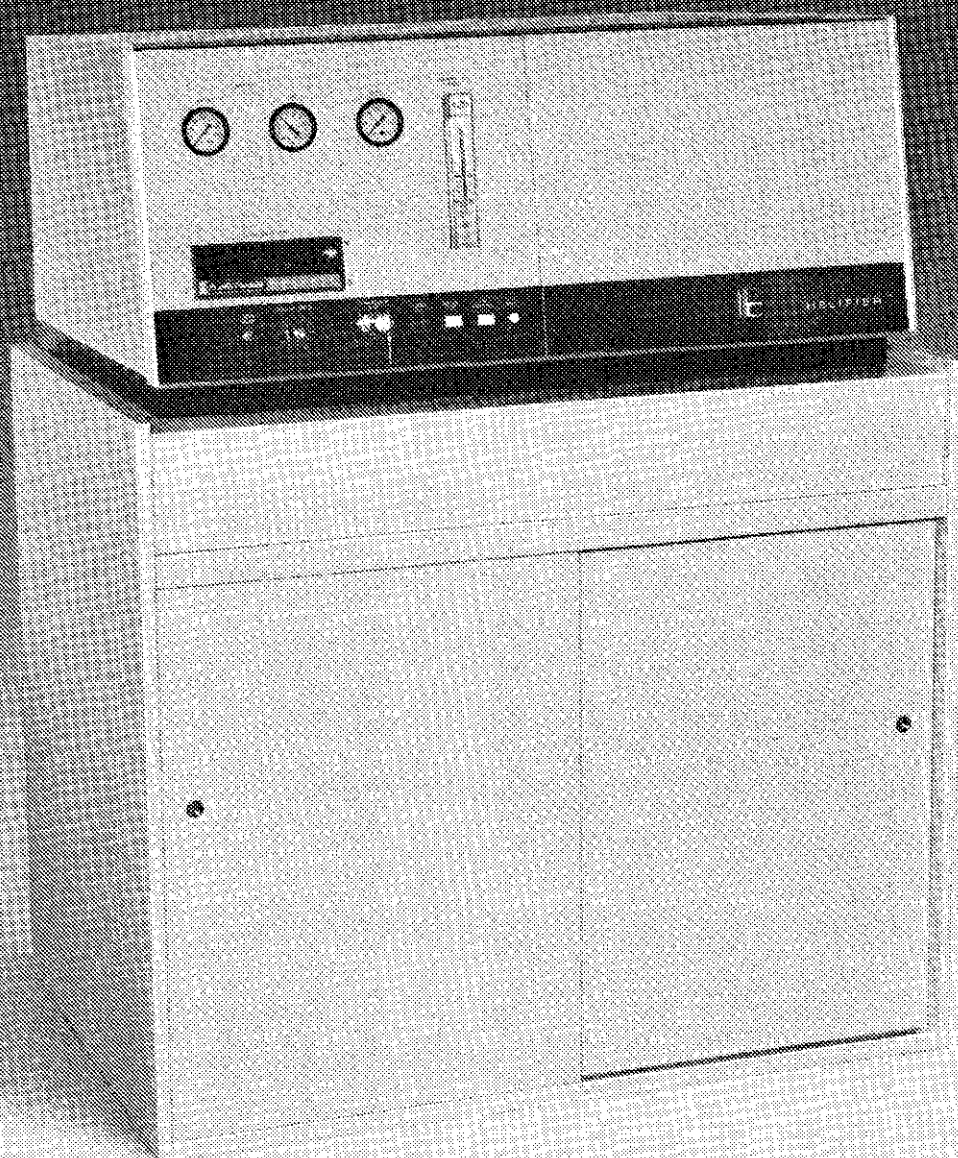
Our HELIFIER helium liquefier is designed for operation of at least 6,000 hours before service, and for variable speeds for fast cool down.

The HELIFIER helium liquefier gives you efficiency, reliability and built-in safety features at low life-cycle costs.

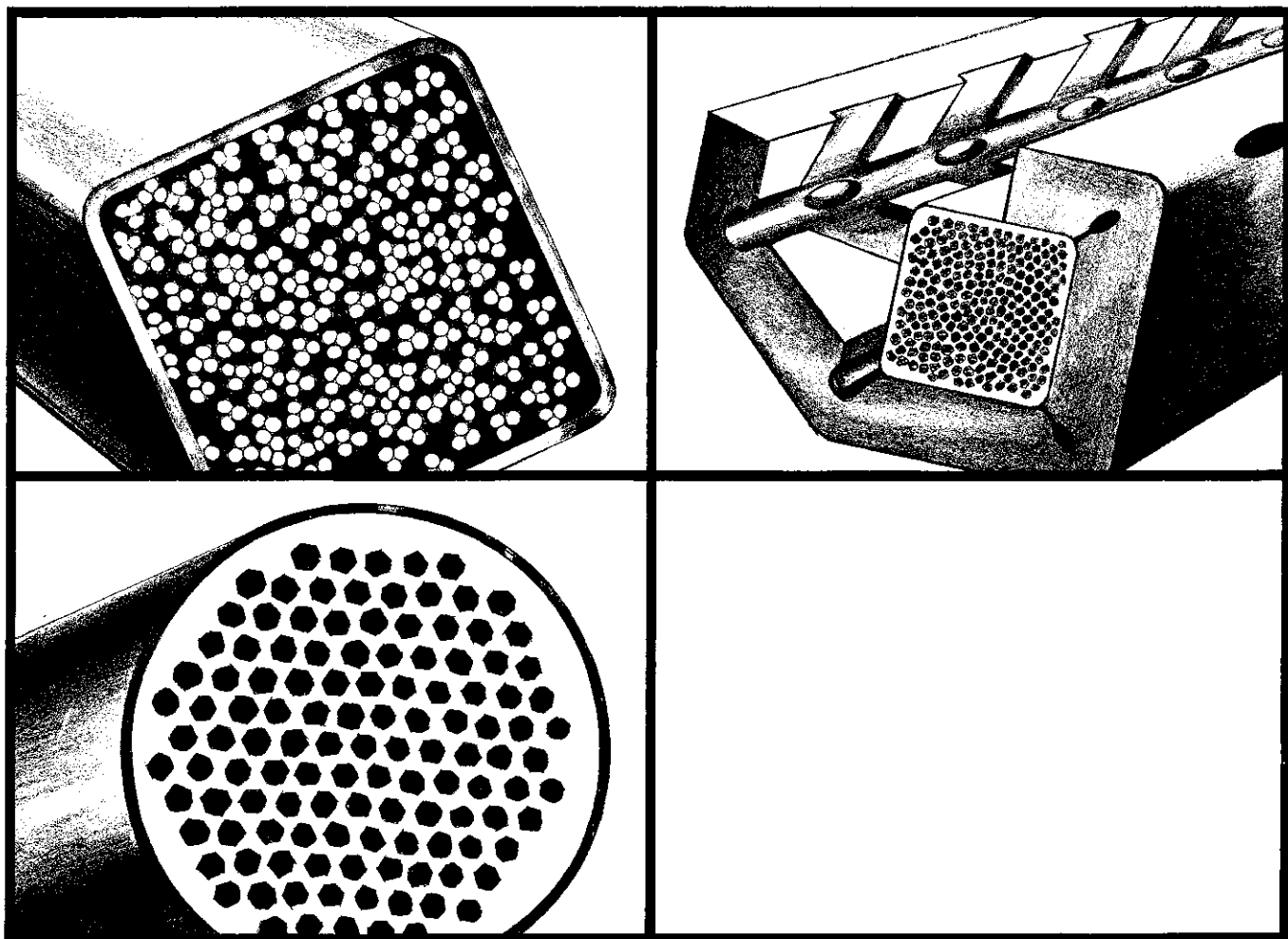
For more information, just call or write Advanced Products Department, Air Products and Chemicals, Inc., Box 538, Allentown, PA 18105, U.S.A.



Introducing Helifier™, the affordable He liquefier that doesn't need a sitter.



Croquez un supraconducteur.



Nous produisons plus de types de supraconducteurs que n'importe quel autre fabricant. Nous fournissons actuellement des assemblages supraconducteurs élaborés. Avec du NbTi, Nb₃Sn, V₃Ga. En brins multifilamentaires ou rubans, à matrice simple ou mixte (CuNi). Des conducteurs à sections variées. En tresse, câble ou assemblages gainés et renforcés.

Nous vous en vendrons un, même si nous devons le concevoir. Comme le conducteur poreux à circulation forcée (en haut, à gauche) proposé pour de grands systèmes toroïdaux de confinement magnétique. Son câble à 400 brins multifilamentaires a une porosité de 50% pour la circulation forcée d'hélium liquide.

Ou bien notre système supraconducteur, à surface de refroidissement étendue, (en haut, à droite) mis au point pour des machines de fusion à miroir magnétique. Le placage de

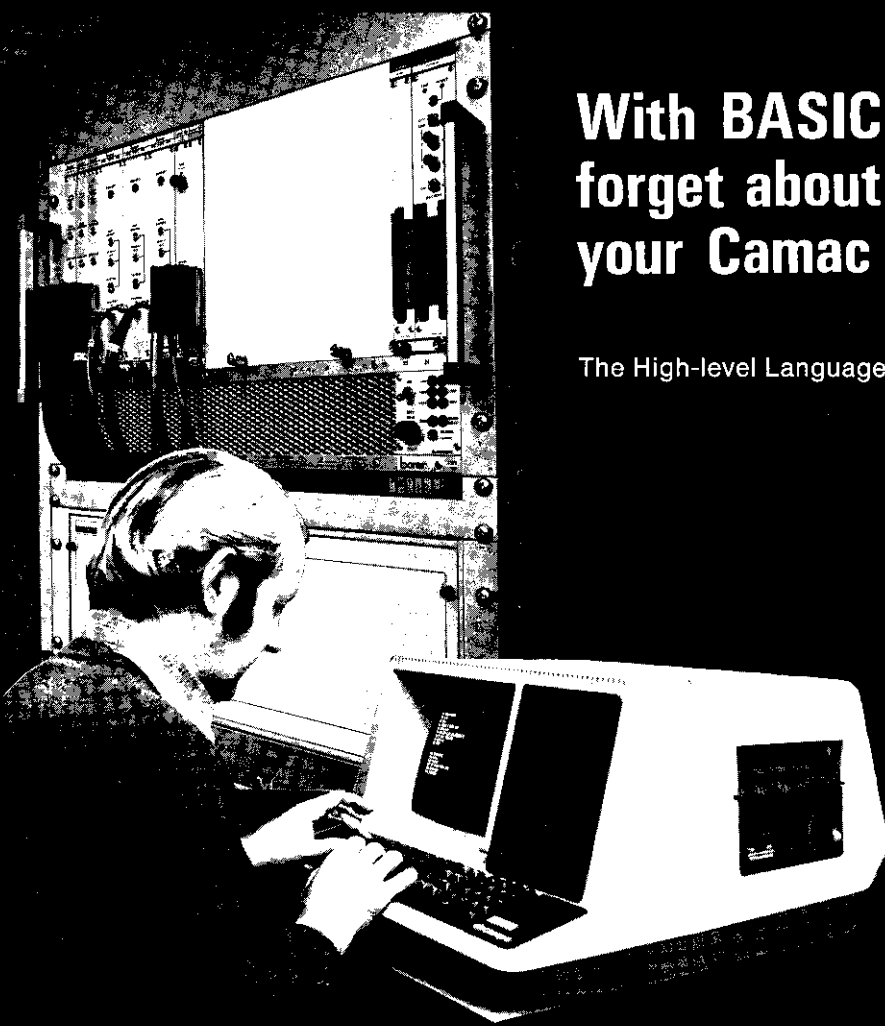
cuivre est percé et cannelé pour augmenter la surface en contact avec l'hélium liquide.

Ou bien le supraconducteur à matrice en aluminium ultrapur (en bas, à gauche) contenant 121 filaments de NbTi destiné aux aimants légers, et transparent aux rayonnements.

Nous avons laissé un espace vous permettant d'esquisser ce que vous désirez. Faites nous connaître vos besoins. Nous avons éventuellement un conducteur pouvant vous satisfaire; sinon nous en imaginerons un.

Appelez Dr. Erik Adam, Manager of Superconductor Sales and Development. Telephone: 1-201-464-2400. Demandez lui une documentation détaillée. Telex: CRYOPLANTS M.H. TWX 710-984-7985.

Ou bien écrivez: Dr. Erik Adam, AIRCO, Inc., 100 Mountain Avenue, Murray Hill, N.J. 07974, U.S.A. **AIRCO, Inc.**



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

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

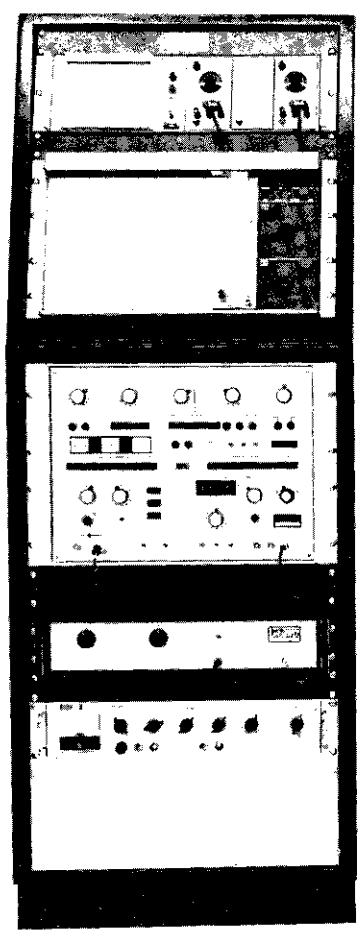
- Real-time operation with interrupt handling
- Prom resident package (8k bytes) = no loading errors
- 24-bit arithmetic, trigonometric and logic functions
- Nested routines
- Callable assembler sub-routines for higher speed
- Extensive error message library for easy programming
- Full use of stand-alone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

borer

4500 SOLOTHURN 2 SWITZERLAND
tel: 065/31 11 31 telex: 34228

PCP, Inc.

SPECTROMÈTRE POUR ÉTUDIER LA MOBILITÉ DES IONS

- 
- Analyse chimique des traces entièrement électronique faisant appel aux réactions ion-molécule.
 - Seuil de sensibilité de quelques trilliardièmes.
 - Fonctionnement à la pression atmosphérique.
 - Fonctionnement avec de l'air ou d'autres gaz au choix.
 - Réponse rapide en fractions de seconde.
 - Réponse pour les ions positifs ou négatifs.
 - Utilisable avec la plupart des matériaux, même avec ceux présentant une très faible volatilité.
 - Réponse en masse moléculaire jusqu'à des valeurs supérieures à 5000 uma.
 - Raccordement facile avec de nombreux systèmes d'isolement d'entrée et d'extrémité à pression atmosphérique.
 - Seuil de réponse jusqu'à quelques picogrammes.
 - Plage dynamique jusqu'à 10^3 et plus.

L'appareillage est en vente ou bien l'analyse de vos matériaux peut être effectuée dans nos laboratoires. Pour information complémentaire et notice descriptive, consulter :

DENIMEX DEVELOPMENT CORPORATION

CH-1605 CHEXBRES, Suisse



Un groupe de niveau européen dans la prestation de services

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

Office nouveau du nettoyage ONET

13008 - MARSEILLE	12 bis, boulevard Pèbre	tél. (91) 76 28 50
75 - PARIS	4 et 6, rue du Buisson - Saint-Louis - X ^e	tél. (1) 60 79 48 4
GENÈVE	55/57, rue Prévost-Martin	tél. (022) 20 68 48
74 - ANNECY	6, avenue de Mandallaz	tél. (50) 51 46 41
01 - SAINT-GENIS	Route de Gex - zi BP 25	tél. (50) 41 91 33
74 - ANNEMASSE	2, rue du Docteur Favre	tél. (50) 37 42 37

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

Les éléments de raccordement pneumatiques — des possibilités à ne pas négliger

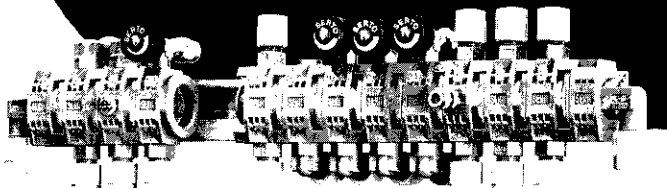
Les éléments de raccordement en polyamide de SERTO sont extrêmement faciles à monter. Une rotation de 90° suffit pour encliqueter la fermeture à baïonnette. Des joints assurent l'étanchéité des canaux de jonction. Il ne faut que quelques minutes pour monter une batterie.

Le raccordement aux conduites est tout aussi simple. Qu'il s'agisse de tableaux de réglage ou de commande pour machines ou pour installations de climatisation: couper simplement le tube, l'introduire dans le raccord et serrer. C'est tout.

Ces éléments sont particulièrement commodes pour les tableaux de commande et de distribution pneumatiques. Les batteries peuvent être montées en un tour de main sur des barres normalisées. Et tout aussi vite démontées.

On a même pensé aux exigences futures: le système SERTO peut être combiné et complété à volonté.

Des possibilités à ne pas manquer, dès à présent.



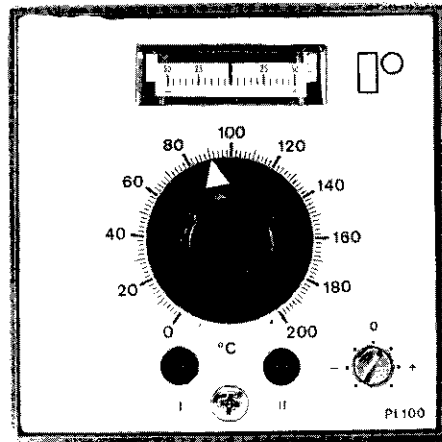
GRESSEL AG CH - 8355 AADORF

Téléphone: 052/47 26 21

Télex: 7 64 36 - gress

Régulateurs de température électroniques E.182/E.195 pour thermomètres à résistance Pt 100 Ω

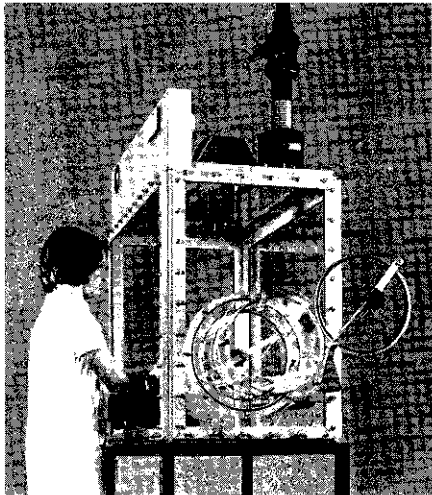
Avec ou sans indication différentielle
Raccordables pleine échelle
Régulateurs à deux ou trois positions
Plages de régulation: 0-50, 100, 200, 400°C
Régulation PD ou intermittente
Précision: 1 %
Dimensions DIN: 96 x 96 mm



Roth + Co. SA
9244 Niederuzwil SG Suisse
Appareil de régulation et de commande

Tél. 073/51 68 68
Télex 77321

Glove-Boxes



Amongst the equipment we design and supply are glove boxes for radiochemical laboratories engaged in medical, technical and research work. Equipment made of stainless steel, steel plate and perspex; available with α , β , γ -protection and remote handling devices.

BUCHLER

Buchler GmbH & Co
Bereich Radioaktivität und Strahlenschutz
Postfach 1829 Harxbütteler Strasse 3 D-3300 Braunschweig
Telefon 05307/1865 Telex 0952533

There's a new kid in town.



MIK 11

the LSI 11* packaged in CAMAC

The most powerful CAMAC microcomputer yet, three wide module contains 4K RAM, Dataway Interfaces, Serial Port & Clock. All the power of DEC* software- Basic, Fortran, RT-11, RX-11s & more. Expands LSI-11 capability- RAM, EPROM, Dual Port Memory, Floppy, DMA, Synchronous Port & more. Immediate Computer Network Capability, Local & Remote.

STANDARD ENGINEERING CORPORATION

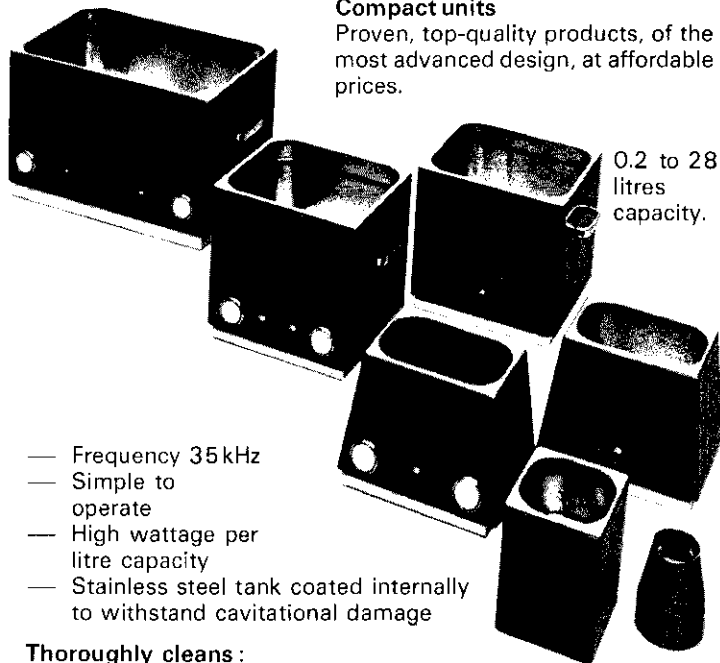
44000 industrial drive-framont, calif. USA 94538 tel. 415 656- 657-7555 TWX 910 301 6048



European Distributor: GEC-Elliott Process Automation
New Parks, Leicester LE 3 1 UF, ENGLAND
Tel. 0533 871 331 Telex 34551

*Trademark Digital Equipment Corporation

ULTRASONIC CLEANING EQUIPMENT



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

0.2 to 28 litres capacity.

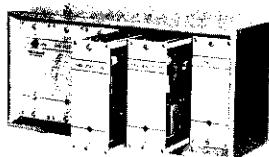
- Frequency 35 kHz
- Simple to operate
- High wattage per litre capacity
- Stainless steel tank coated internally to withstand cavitational damage

Thoroughly cleans:

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

For LARGE-SCALE INSTALLATIONS:

modular generators (modules interchangeable within minutes) and immersed oscillator.



M. SCHERRER AG, CH-9500 WIL/SG
Gallusstrasse 41 (Switzerland) Phone (073) 22 34 76

E. LOTTI S.A.

PLUS DE 5000 PRODUITS EN STOCK

Réactifs MERCK

Scintillateurs CIBA-GEIGY

Produits

- de recherches VENTRON-ALFA
- pour purification des eaux (NaBH_4) VENTRON
- pour recherche électronique et nucléaire ESPI
- biologiques GIBCO
- chimiques purs

Responsable: M. F. RIONDEL, ingénieur chimiste

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

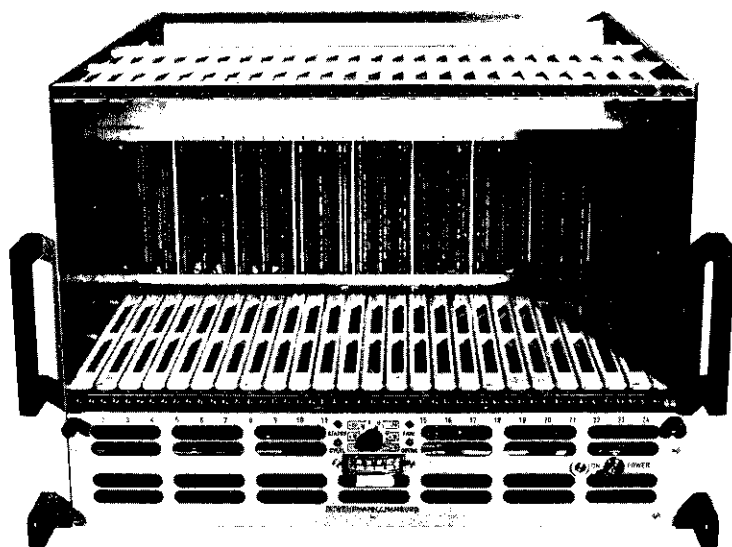


WES

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

CAMAC

TEAM



CAMAC-CRATES 200-500 W

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

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

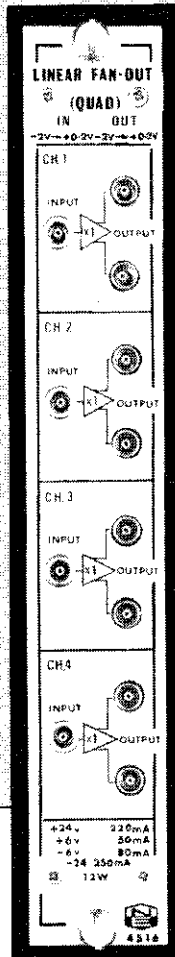
WES-CAMAC-TEAM

represented in Switzerland by

CANBERRA-STOLZ AG Belikoner Str. 218 CH-8967 Widen-Mutschellen Telefon 057/54078 Telex 54070

Interfacing with fast Nims

The expanding range now includes linear and logic fan outs, logic fan-in/outs and coincidence modules designed to meet a wide variety of nuclear physics experimental requirements. For full specification contact the Edinburgh Technical Sales Office.



NE 4516 Linear Fan-out

4 channels each with a fan-out of 2.

INPUTS dc coupled, +0.2V to -2V range into 50 ohms, $\pm 200V$ protected.

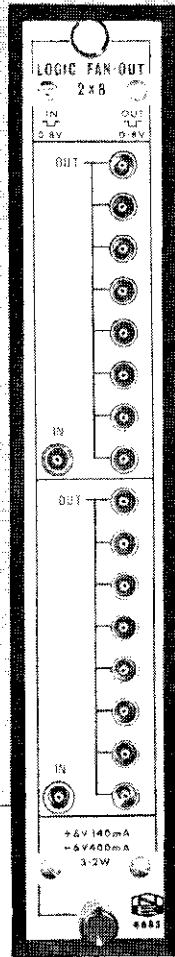
OUTPUTS Two per channel, non-inverting, $\leq 3ns$ rise and fall times, +0.2V to -2V range into 50 ohms.

GAIN X1 -5%, nonlinearity $\leq 2\%$

DELAY 2.4ns

OVERLOAD RECOVERY 3ns for X10 overload

POWER +24V, 220mA; +6V, 50mA; -6V, 80mA; -24V, 250mA; 12W



NE 4685 Fast Logic Fan-out

2 channels each with a fan-out of 8.

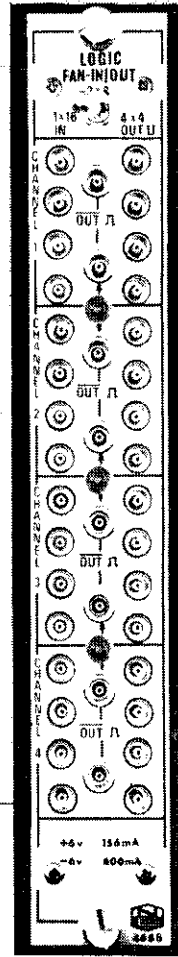
INPUTS dc coupled, fast NIM logic level into 50 ohms, duration $\geq 2ns$, $\pm 100V$ protected.

OUTPUTS 8 fast NIM logic levels per channel, non-inverted, $\leq 1.4ns$ rise time, $\leq 1.9ns$ fall time, duration as per input.

PROPAGATION DELAY 3.3ns; Differential delay, $\leq \pm 0.1ns$.

MAXIMUM COUNTRATE 200MHz

POWER +6V, 140mA; -6V, 410mA; 3.3W



NE 4688 Logic Fan-in/out

4 sections selectable by front panel control to give quad 4-fold fan-in/fan-out, or dual 8-fold fan-in/fan-out, or single 16-fold fan-in/fan-out with LED indication of mode.

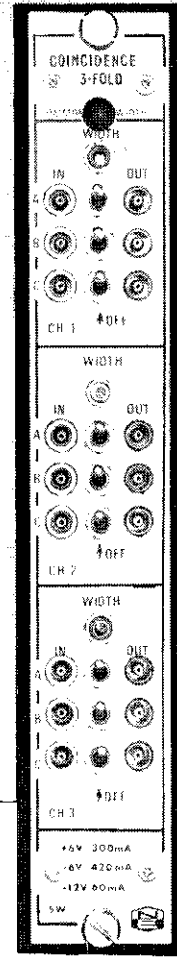
INPUTS 4 per section, dc coupled, fast NIM logic level into 50 ohms, protected to $\pm 100V$.

OUTPUTS Fast NIM logic level, 4 per section non-inverting plus 2 per section complementary, 2.5ns rise and fall times, duration as per input.

PROPAGATION DELAY 8.5ns; Differential Delay, $\pm 0.25ns$

MAXIMUM COUNTRATE 100MHz

POWER +6V, 150mA; -6V, 420mA; -12V, 90mA; 4.5W



NE 4691 Coincidence 3 Fold

3 channels each with up to 3 coincidence inputs.

INPUTS 3 per channel, dc coupled, can be individually disabled by front panel control. Fast NIM logic levels, duration greater than 1.8ns, protected to $\pm 100V$.

OUTPUTS 3 fast NIM logic levels, negative $\leq 2.5ns$ rise and fall times, duration adjustable from 5 to 50ns per channel or common.

COINCIDENCE RESOLVING TIME Greater than 1ns overlap, set by input duration.

PULSE PAIR RESOLUTION $\leq 9ns$

POWER +6V, 350mA; -6V, 430mA; -12V, 56mA; 5.3W



NUCLEAR ENTERPRISES S.A.

25, Chemin François-Lehmann, 1218 Grand Saconnex, Genève. Tel. (022) 98.16.61/62 Telex 289066.

Nuclear Enterprises Ltd, Sighthill, Edinburgh EH11 4YE, Scotland. Tel. 031 443 4060 Telex 72333. Cables: Nuclear, Edinburgh.

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



VOUS PRÉSENTE UN EXTRAIT DE SON PROGRAMME DE VENTE

● MATIÈRES PLASTIQUES

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

● POLYPLATE PROCESSING

Condensateurs, cônes d'antennes, substrates

● TUYAUX FLEXIBLES

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

● ÉLÉMENTS DE TRANSMISSION

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

● JOINTS D'ÉTANCHÉITÉ

standard ou sur plans en tous matériaux

1219 GENÈVE-LE LIGNON
ROUTE DU BOIS-DES-FRÈRES 52-54

TÉL. : 022/96 42 11
TÉLEX : 22 675 APG



MÉTAUX PRÉCIEUX S A



Métaux précieux de haute pureté



Disques d'évaporation (5N)



Targets Au, Pt, Pd (5N)



Thermocouples de précision Pt-PtRh
avec certificat de garantie
ou certificat d'étalonnage



Aimants miniatures PtCo sur mesure



Matériel de contact électrique

Faites-vous renseigner par nos conseillers techniques

MÉTAUX PRÉCIEUX SA

2, Av. du Vignoble
CH-2000 Neuchâtel 9

Téléphone	Télex
038-21 21 51	35101 35401 35403

7, Bvd du Théâtre
CH-1211 Genève 11

022-21 63 77

19, Löwenstrasse
CH-8039 Zürich

01-21 18 120 57783

HEINZINGER

Precision Power Supplies

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

for all applications

Magnets

Microwave tubes

Superconductors

Capacitor charging

Beam deflection

Multipliers



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

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

- from 17 to 43 mm radiation length
- transmission optimized
- high performance/cost ratio
- reliable worldwide service

For Information please call:

SOVIREL

Département Optique

90, rue Baudin - 92306 Levallois-Perret - France
Tél. : 739.96.40 - Téléc. : 620014 SOVIVER LVALL

for the U.S.A.: **Corning Glass Works**

Optical Materials - P.O.B. 2000
CORNING N.Y. 14830/Phone: (607) 974.76.10

OCERP 7508

Conçu pour éliminer par lavage des éclaboussures dangereuses.



Model Haws 7060-B
A têtes "Feather-Flo" brevetées.

Installez des fontaines de secours Haws près de chaque poste dangereux pour le lavage des yeux et de la figure. En poussant la manette du robinet on obtient instantanément un jet d'eau doux, à pression réglée pour éliminer toute trace de souillures agressives sans léser les tissus délicats. Un tel appareil peut éviter l'éventualité de lésions permanentes. Ecrivez pour tous renseignements et catalogues HAWS INTERNATIONAL, 1439 Fourth Street, Berkeley, California 94710, U.S.A.

Haws
INTERNATIONAL

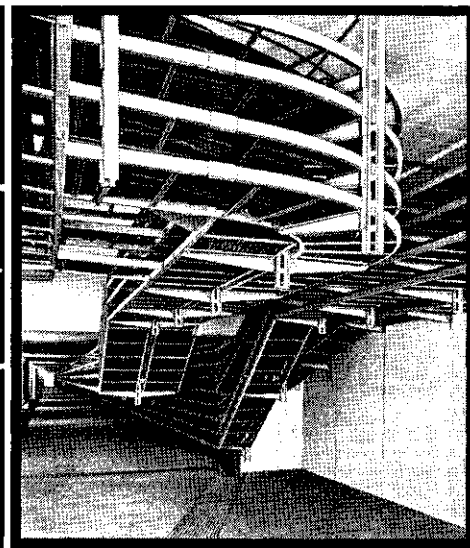
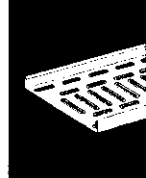
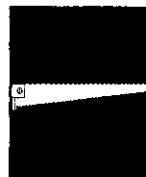
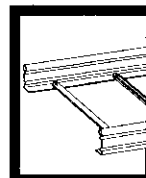


L'équipement de secours d'urgence de Haws: Fontaine de lavage pour les yeux et le visage. Douches. Stations de désinfection. Unités de laboratoire. Unités anti-gel.

RICO-Gouttières à câbles Chemins de câbles



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

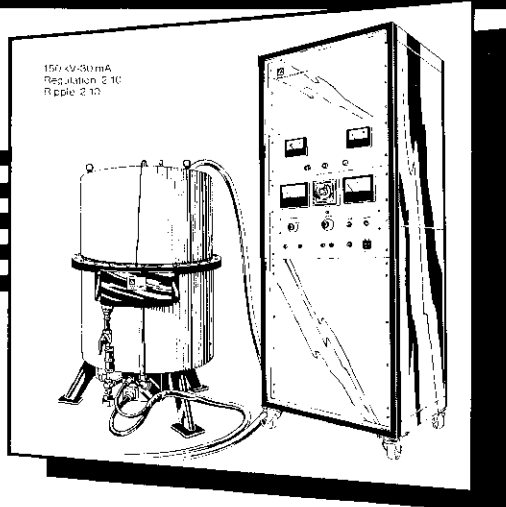


1/4

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

Max Bänninger AG
8050 Zürich
Nansenstr. 1
Tel. 1/463642

High Voltage Power Supplies



Deltaray high voltage power supplies for applications with

- X-ray equipment
 - high voltage testing
 - positive and negative particle accelerators
 - ion - implantation
 - electron-microscopes
 - lasers
- voltages up to 1000 kV, outputs to 10 kW, stabilities to $2 \cdot 10^{-5}$



**HIGH VOLTAGE
ENGINEERING
EUROPA B.V.**

AMSTERDAMSEWEG 61 • AMERSFOORT • the NETHERLANDS
P.O. BOX 99 • TELEPHONE 033-19741 • TELEX 47275

Van de Graaff Accelerators, Electron Beam Processing Systems, Ion Implantation Equipment,
Deltaray - High Voltage Power Supplies, Vacuum Systems, SF₆ Gas Systems,
Custom Made Products.

Débitmètres

GEC-Elliott, Rotameter Works, Croydon

Appareils calibrés et
non calibrés
pour liquides et gaz

livrables ex stock Zurich

type 1100



**Heraeus
WITTMANN**

Rubans chauffants

Câbles chauffants

Tuyaux chauffants

Sélecteurs de puissance
et de tension



Demandez la documentation auprès de

WISAG

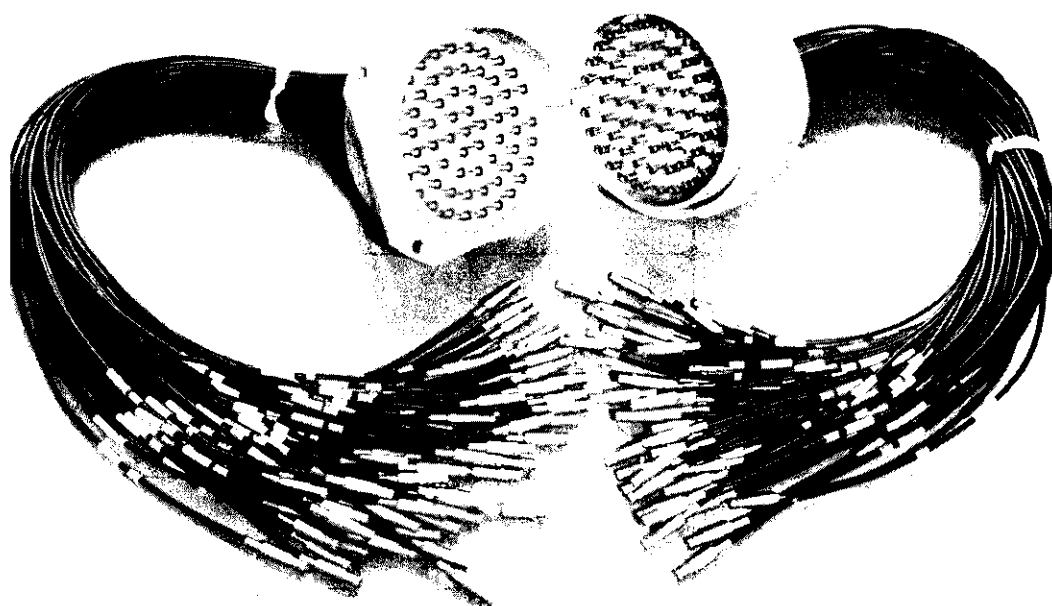
Oerlikonerstrasse 88

tél. 01/46 40 40

vorm. WISMER AG

8057 Zurich

Connecteur multicoaxial 50 Ohm pour systèmes CAMAC



Ce connecteur permet le raccordement simultané de 64 circuits coaxiaux 50 Ohm, ce qui assure un gain de temps lors de la connexion et déconnexion et, en plus, évite des erreurs.



W.W. FISCHER
INGÉNIEUR - MORGES

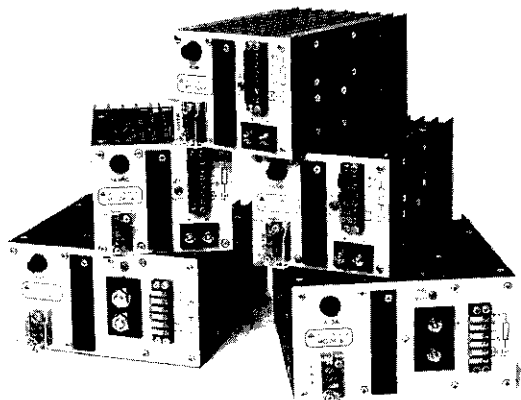
CH - 1143 Apples

Téléphone 021/77 37 11

Télex: 24 259 fisch - ch

Cherchez-vous des alimentations à haute fiabilité, compactes, avec de grandes puissances ? Alors, utilisez les

Alimentations-switching de Gould-Advance



dès Fr. 795.—

5 V - 10/20/40/60/100 A	* Régulation 0.1 %
5 V - 20 A + $\pm 15(12)$ V - 1.75 A	* Bruit 10 mVeff, 50 mVpp
12 V - 10 A	* Rendement sup. à 75 %
15 V - 8/16 A	* Programmable
24 V - 5/10/15 A	* 5 ans garantie

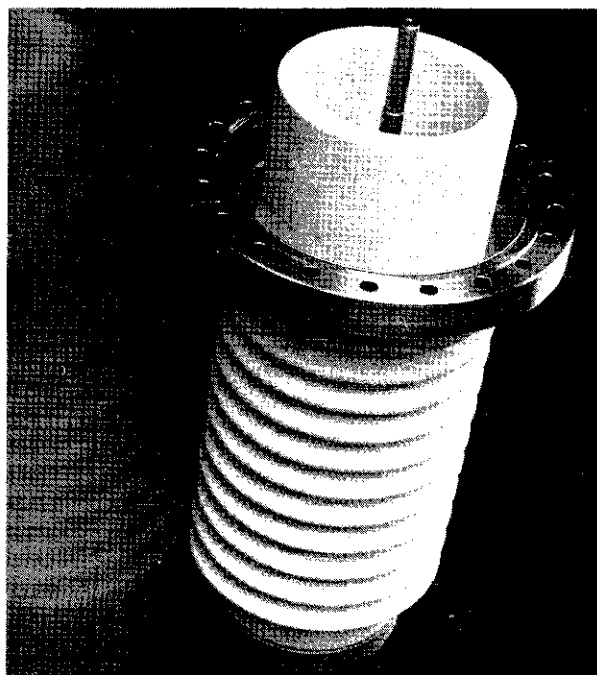
Dewald AG Seestrasse 561 Tel. 01 45 13 00
8038 Zürich Telex 52012

Chantiers modernes

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

88, rue de Villiers
92300 LEVALLOIS-PERRET
Téléphone : 757-31-40
Télex : 610202

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



Traversée étanche 300 kv
céramique métal qualité AF 997

FABRICATIONS DE NOTRE USINE D'EVREUX

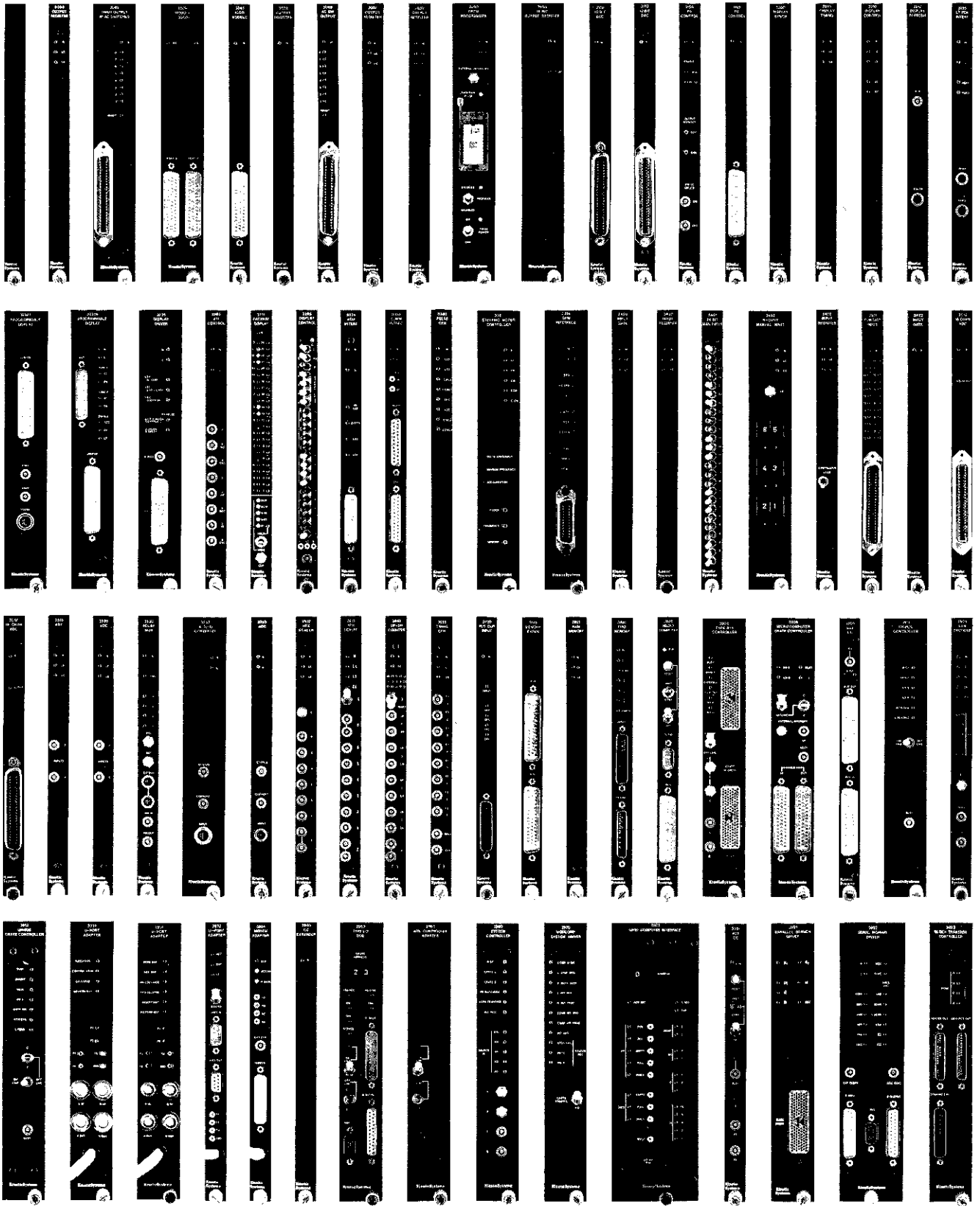
PASSAGES ELECTRIQUES ETANCHES
Céramiques métallisées et brasées
PIECES pour MECANIQUE, NUCLEAIRE,
ELECTROMECHANIQUE
Tubes, barreaux, plaques, disques en AF 997
Pièces usinées rectifiées
PIECES pour ELECTRONIQUE
Radômes, fenêtres électromagnétiques
Poudres abrasives et pour projection
Revêtements céramiques par projection plasma
LUMIDOSIMETRES en Verre Phosphatique
(BREVET C.E.A.)
LUMIDOSIMETRES en fluorure de Lithium pour
dosimétrie individuelle (Brevet C.E.A.)
ARTICLES DE LABORATOIRE en oxydes frittés
Creusets pour évaporation

Desmarquest & C.E.C. s.a.



Z.I. N°1 - 27000 EVREUX - France
Tél. (32) 39.15.95 - Télex 180573 F DESCERA

New CAMAC Catalog describes these modules:



Our 230-page 1977 CAMAC catalog is just off the press. Write for your FREE copy.



Kinetic Systems International S.A.

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



amplificateurs de charge pour chambres proportionnelles

- Sensibilité élevée (250 mV/picocoulomb)
 - Faible bruit (0,004 picocoulomb)
 - Temps de mise en forme variable
 - Disponible en trois versions (2 pour cathodes, 1 pour anodes)
 - Technologie couches épaisses
 - Deux voies par module
 - Bas prix

Documentation sur demande :

CIT ALCATEL

Division Microélectronique

13, rue Périer 92120 Montrouge (France)
Tél. (1) 657 12 70 - Télex 270014 F

Pub. Sicaud AL 142

**NEW
in
CAMAC**

32-input voltage monitor



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

THE 2232 FEATURES:

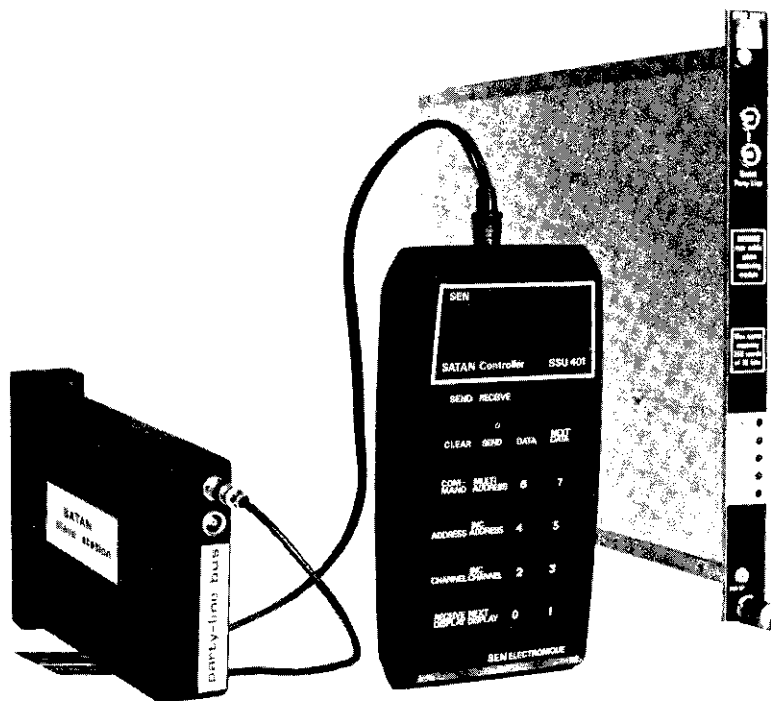
- **High sensitivity:** 12 bits or 0.025% resolution.
- **Differential inputs:** eliminate 50-60 cycle and other common mode noise.
- **Bipolar or monopolar operation:** covering a standard 10-volt range.
- **Two digitizing modes:** Continuous Scan or Single Shot.
- **Asynchronous readout:** any channel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

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

LeCroy
RESEARCH SYSTEMS

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

Satan Control System



SATAN is a serial asynchronous control system based on a single chip microprocessor providing easy local control with distributed intelligence.

Control is effected either by the computer through a CAMAC unit (SMU 2084), or locally through a calculator with keyboard and display (SSU401). A transmission speed of 2400 baud covers all positioning and setting problems.

The pocket calculator enables the user to access the data and to modify it 'on site' without any computer background, the CAMAC interface being used to enter the data into the computer tables once the local settings have been made. The transmission cable is a standard LEMO cable.

Messages include the following commands

- READ, WRITE, TEST, STROBE, etc. ;

multi-addressed commands provide for easy and efficient programming.

SATAN is the ideal solution where CAMAC becomes either too expensive or too cumbersome, and where manual setting cannot be considered due to a large distance between components.

The SATAN consists of :

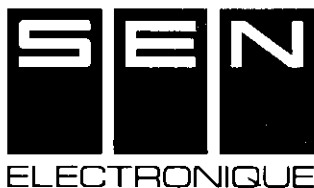
- Up to 32 Slave Stations handling 8 to 16 channels of 16 bits (SSU400)
- 1 Pocket Calculator for local introduction of data (SSU401)
- 1 CAMAC Interface for computer control (SMU 2084)

APPLICATIONS

A typical application is the control of experiments where distances between devices to be controlled are too great for conventional systems and a very high speed is not required.

Actual systems include :

- Drift Chamber/Proportional Chamber Voltage control
- Fast Discriminators control (threshold, delay, width).



SEN ELECTRONIQUE
ZÜRICH
HAMBURG
MUNICH

Case Postale 39	CH 1211 Geneva 13	tel (022) 44 29 40 tlx 23359 ch
Austrasse 4	CH 8604 Volketswil	tel (01) 945 5103 tlx 58257 ch
Postfach 223	D 2000 Wedel	tel 04103 6282 tlx 2189 548 d
Radspielerstr. 8	D 8000 München 81	tel 089 916710 tlx 529167 d