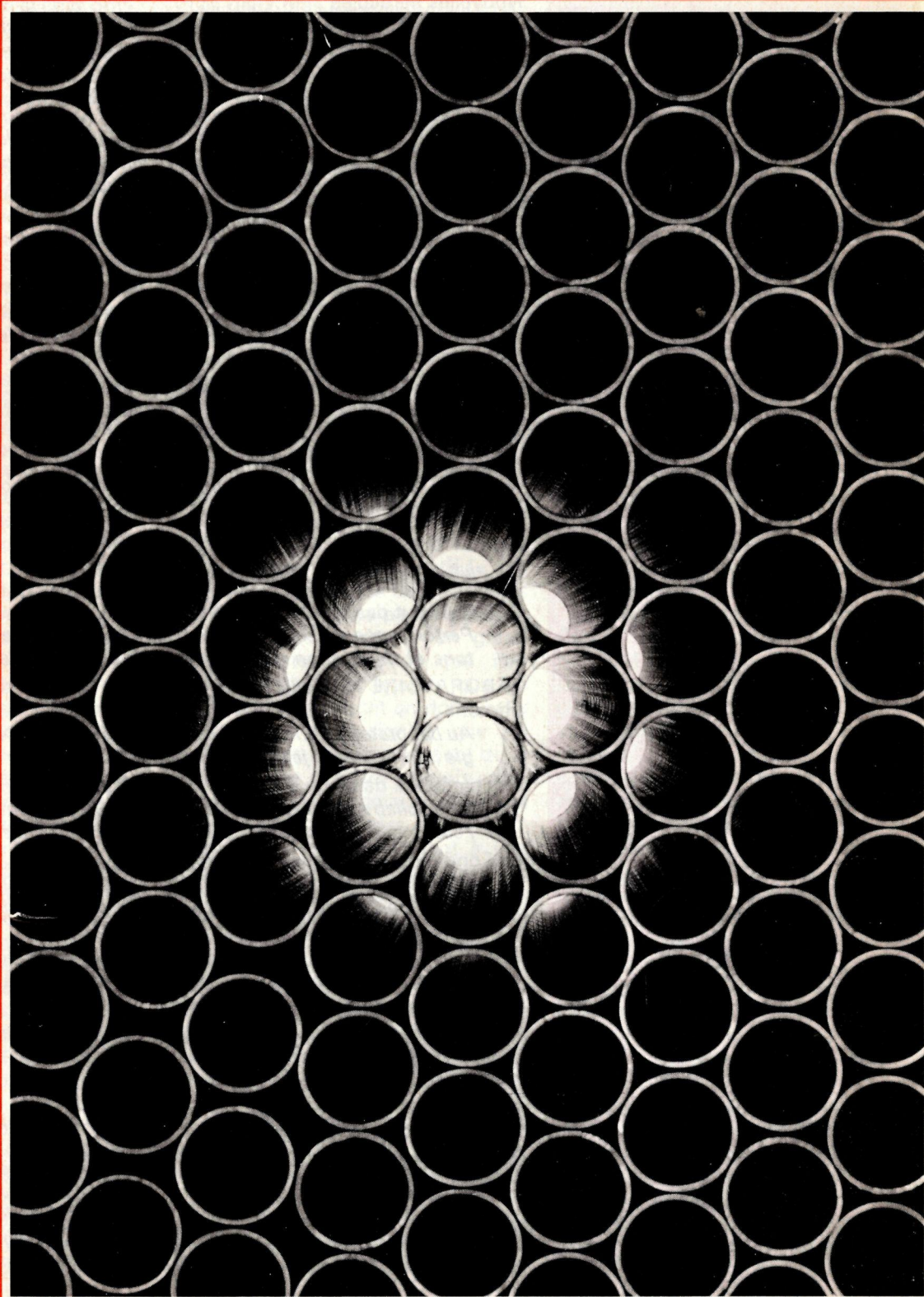




Le CERN — Organisation européenne pour la recherche nucléaire — a été créé en 1954 en vue d'assurer «... la collaboration entre Etats européens pour les recherches nucléaires de caractère purement scientifique et fondamental, ainsi que pour d'autres recherches en rapport essentiel avec celles-ci.» Son rôle est de centraliser et de coordonner les recherches théoriques et expérimentales entreprises en Europe dans le domaine de la physique subnucléaire, cette avant-garde de la science qui s'attaque directement aux grands problèmes des lois fondamentales qui gouvernent la structure de la matière.

L'Organisation a son siège à Meyrin, près de Genève, en Suisse. Elle comprend deux laboratoires situés côte à côte et connus sous le nom de Laboratoire I et Laboratoire II.

Le Laboratoire I existe depuis 1954. Son programme repose sur l'utilisation de deux accélérateurs de protons: un synchro-cyclotron de 600 MeV (SC) et un synchrotron de 28 GeV (PS). De grands anneaux de stockage à intersections (ISR) sont alimentés avec des protons fournis par le PS pour des expériences effectuées avec des faisceaux de collision. Des savants d'un grand nombre d'universités européennes, ainsi que du CERN lui-même, prennent part aux expériences et on estime que 1500 physiciens environ sont tributaires du CERN pour leurs recherches.

Le Laboratoire I couvre approximativement 80 hectares répartis de façon presque égale de part et d'autre de la frontière franco-suisse. L'effectif total s'élève à environ 3100 personnes et on compte, en outre, quelque 1000 boursiers et attachés scientifiques. Douze pays européens contribuent, au prorata de leur revenu national net, au budget du Laboratoire I, dont le montant total s'élève à 391,1 millions de francs suisses pour 1974.

Le Laboratoire II du CERN qui vit le jour en 1971, est financé par 11 pays; un synchrotron à protons souterrain (SPS) pouvant fournir une énergie maximale de 400 GeV est en construction.

Le Laboratoire II est également à cheval sur la frontière franco-suisse, avec 412 hectares en France et 68 hectares en Suisse. Son budget pour 1974 est de 227,1 millions de francs suisses et son effectif total s'élève à 350 personnes plus 10 attachés scientifiques.

COURRIER CERN est publié mensuellement par le CERN en français et en anglais. Il est distribué gratuitement au personnel du CERN et aux personnes qui s'intéressent à la physique subnucléaire.

Les articles peuvent être reproduits sous réserve de mention COURRIER CERN. La plupart des illustrations peuvent être fournies gratuitement aux rédactions.

Les annonces sont publiées sous la seule responsabilité des annonceurs.

Rédacteur en chef: Brian Southworth
Rédacteurs: Henri-L. Felder
Michel Darbin

Annonces: Micheline Falcicola
Photographies: PIO-CERN

Service d'information du public
CERN, 1211 Genève 23, Suisse
Tél. (022) 41 98 11 / Télex 23 698

Imprimé par:
Presses Centrales Lausanne S.A.
1002 Lausanne (Suisse)

Sommaire

Nouvelles particules	415
<i>Histoire de la découverte de particules lourdes et stables défiant toute explication théorique, hypothèses sur leur nature</i>	
Le 400 GeV du CERN prend forme	419
<i>Etat d'avancement de la construction du SPS et plus particulièrement du système magnétique, des systèmes d'injection et d'éjection, de l'installation haute fréquence et du dispositif de commande</i>	
Nouvelles du CERN	
Le PS vers les hautes intensités	423
<i>Fonctionnement du synchrotron à protons au-delà de 9×10^{12} particules par impulsion et performances de l'accélérateur linéaire, du synchrotron injecteur et de l'anneau principal</i>	
Mise en service au SC du système d'extraction	424
<i>Premiers faisceaux extraits d'intensité satisfaisante au synchro-cyclotron amélioré de 600 MeV</i>	
Chambre à dards à hydrogène	425
<i>Une chambre à dards remplie d'hydrogène donne des résultats encourageants</i>	
Nouvelles des autres Laboratoires	
DESY: Début des expériences avec DORIS	426
<i>Performance actuelle des anneaux de stockage d'électrons-positons et description des deux grands systèmes de détection</i>	
LABORATOIRE FERMI: Des protons, source d'électrons et de photons	428
<i>Au Laboratoire Fermi, des faisceaux d'électrons et de photons d'énergie la plus élevée jamais atteinte ont été produits</i>	
La chambre à dards de 8 m de MOSCOU/SERPOUKHOV	428
<i>Une collaboration soviétique utilise une grande chambre à dards pour l'étude des muons avec le synchrotron de 76 GeV</i>	
La Fondation européenne de la science	429
<i>Première session plénière d'un organisme regroupant seize nations et qui doit contribuer à l'organisation de la science en Europe</i>	
DARESBURY: NINA et ses accordeurs	429
<i>Des quadripôles programmés permettent d'améliorer le contrôle du comportement du faisceau dans le synchrotron à électrons</i>	
Le projet d'anneau de stockage EPIC	430
<i>Examen par le Conseil britannique de la recherche scientifique d'une proposition relative à la construction d'un anneau de stockage d'électrons-positons de 15 GeV</i>	

Photographie de couverture: Un stock de tubes éclairés en contre-jour nous fournit ce mois-ci la photo de couverture. Ces tubes doivent être installés dans le tunnel du synchrotron à protons de 400 GeV pour former des gaines isolantes glissées sur les barres omnibus distribuant l'énergie électrique aux aimants. En page 419, un article décrit l'état d'avancement du chantier. (CERN 99.10.74)

Nouvelles particules

Quiconque est en relation avec la physique des hautes énergies ne peut qu'être frappé par l'effervescence créée par la découverte de nouvelles particules, d'abord à Brookhaven et Stanford, puis à Frascati et DESY. Car des particules nouvelles, les accélérateurs de haute énergie en découvrent à profusion depuis vingt ans. Pourquoi subitement tant d'enthousiasme?

Pour répondre brièvement à la question, il faut savoir que ces particules ont été découvertes dans un domaine de masse où on ne les attendait absolument pas, compte tenu de leurs propriétés qui restent pour l'instant tout à fait inexplicables. Dans cet article, nous nous proposons de décrire ces découvertes, puis d'envisager certaines des hypothèses avancées.

Commençons par le Laboratoire national de Brookhaven où une équipe MIT/Brookhaven étudie depuis le printemps dernier des collisions entre deux protons produisant, entre autres, un électron et un positon. Plusieurs groupes dirigés par Sam Ting poursuivent depuis huit ans une série d'expériences réalisées surtout avec le synchrotron DESY de Hambourg, sur la production de paires électron-positon dans les collisions de particules. Leur but est d'étudier certaines des caractéristiques électromagnétiques des particules avec lesquelles l'énergie se manifeste sous la forme d'un photon qui se matérialise en donnant une paire électron-positon. Ces expériences sont difficiles à réaliser en raison de la très faible probabilité de production de ces paires lors des collisions. Le système de détection doit pouvoir déceler l'événement intéressant sur un million au moins d'événements appartenant à d'autres types.

Cette équipe MIT/Brookhaven (S. Ting, J.J. Aubert, U.J. Becker et J. Biggs) avait déjà une longue expérience de ces problèmes lorsqu'elle installa un système de détection comprenant un spectromètre à deux bras sur un faisceau de protons extraits lentement du synchrotron de 3 GeV de Brookhaven. L'équipe utilisait des faisceaux de 28,5 GeV venant frapper une cible de béryllium.

Les deux bras du spectromètre formaient des angles de 15° de part et d'autre du faisceau incident et l'appareillage annexe était constitué d'aimants, de compteurs Tchénkov, de chambres proportionnelles multifils, de compteurs à scintillations et de compteurs en verre au plomb. Cet équipement permet d'identifier les électrons et les positons issus d'une même source et de mesurer leur énergie.

A partir du mois d'août dernier, les expérimentateurs commencèrent à penser qu'ils avaient peut-être mis le doigt sur quelque chose d'important. Le spectromètre enregistrait un nombre anormalement élevé d'événements pour lesquels l'énergie totale de l'électron et du positon représentaient 3,1 GeV. C'est de cette manière qu'on découvre habituellement les résonances: une particule instable, qui se désintègre trop rapidement pour pouvoir être observée, est identifiée par l'addition des énergies des particules plus stables produites par sa désintégration. Lorsqu'on étudie un grand nombre d'interactions et que l'on constate à plusieurs reprises que les énergies s'additionnent en donnant la même valeur, cela signifie que les particules mesurées proviennent de la scission d'une particule non observée de masse égale à la somme des masses des particules mesurées.

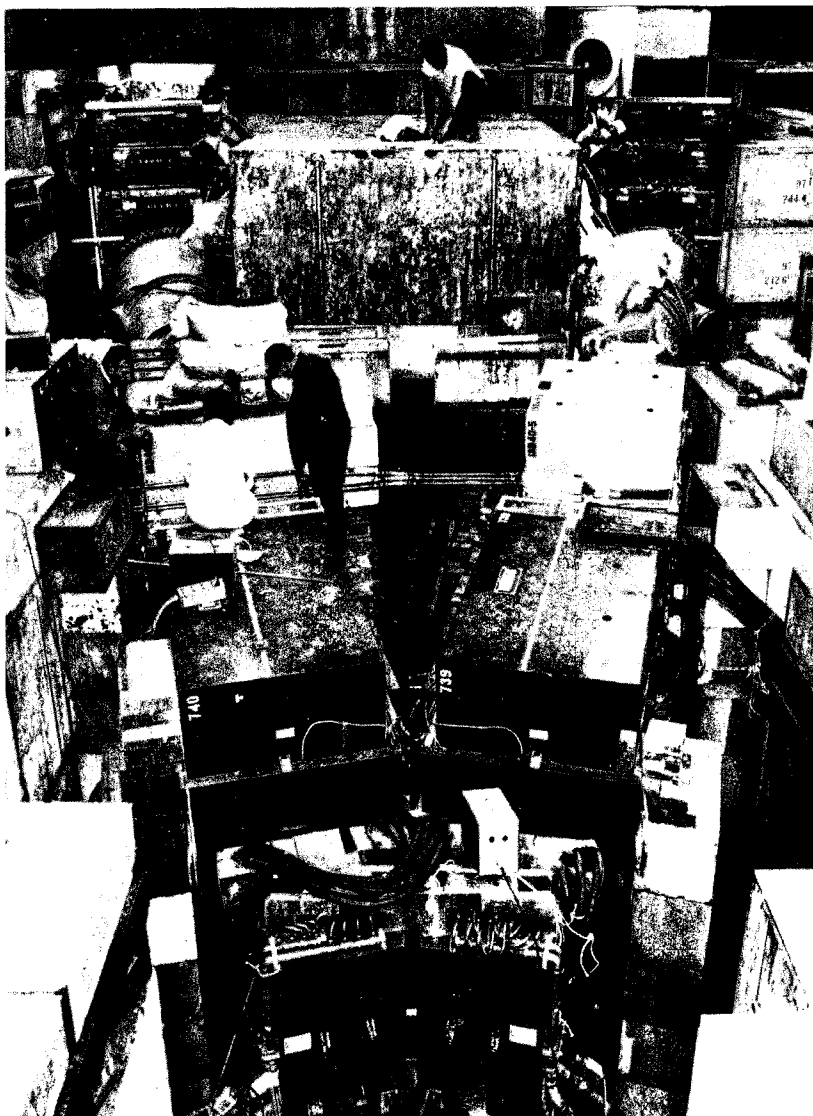
Les chercheurs se livrèrent à une incroyable série de vérifications sur leurs appareils pour s'assurer que rien ne venait fausser les résultats. Cette particule qui se désintégrait sous la forme de l'électron et du positon mesurés était quelque chose d'assez surprenant. On avait déjà exploré minutieusement ce domaine d'énergie sans rien trouver. De plus, il s'agissait d'une résonance « étroite », c'est-à-dire que l'énergie totale s'établissait à 3,1 GeV avec une bonne précision, au lieu de varier entre 2,9 et 3,3 GeV par exemple. La largeur est une mesure de la stabilité des particules déduites du principe d'incertitude d'Heisenberg qui exige que le produit de la durée de vie moyenne et de la largeur soit constant. Lorsque la largeur a une

valeur faible, la particule a une durée de vie élevée. Dans le cas qui nous occupe, aucune autre particule aussi massive (plus de trois fois la masse du proton) ne possède, et de loin, une telle stabilité.

Fin octobre, l'équipe avait recueilli quelque 500 événements relatifs à une particule de 3,1 GeV. Ils auraient aimé étendre leurs recherches à la masse maximum accessible à leurs détecteurs (environ 5,5 GeV), mais une nouvelle retentissante en provenance de la côte Ouest les obligea à publier précipitamment leurs résultats vers la mi-novembre. Ils baptisèrent leur découverte « particule J », lettre dont la forme rappelle l'idéogramme chinois correspondant au mot « ting »... Leur expérience reçut dès lors une priorité absolue. Sam Ting a même dit que le directeur du Laboratoire, George Vineyard, lui avait demandé quels étaient ses besoins en temps de machine, ce qui est plutôt inhabituel.

L'apparition de la particule au Centre de l'accélérateur linéaire de Stanford à la date du 10 novembre fit sensation. Burt Richter déclara que c'était le week-end le plus passionnant et le plus mouvementé de toute sa carrière de physicien des hautes énergies. L'événement s'était produit après l'achèvement des travaux effectués vers la fin de l'été en vue d'accroître l'énergie de l'anneau de stockage électrons-positons SPEAR.

SPEAR avait fonctionné jusqu'en juin avec des faisceaux d'une énergie maximum de 2,5 GeV, en sorte que l'énergie totale de collision ne dépassait pas 5 GeV. Vers la fin de l'été, l'exploitation de l'anneau avait été arrêtée pour l'installation d'un système HF et d'alimentations qui devaient permettre d'atteindre environ 4,5 GeV par faisceau. La remise en service eut lieu en septembre et, deux jours après, des faisceaux étaient de nouveau en orbite. Sur les quatre nouvelles cavités HF, trois seulement étaient sous tension, de sorte que les faisceaux ne pouvaient pas être poussés au-delà de 3,8 GeV. En l'espace de deux semaines, la luminosité avait atteint



Le système de détection de l'expérience de Brookhaven qui a décelé la particule J. Ce système comprend deux bras spectrométriques symétriques de 20 m de long. Au premier plan, les trois aimants installés sur chaque bras déterminent les impulsions de l'électron et du positon. On trouve ensuite des compteurs Tchénkov qui identifient les particules; ils s'ajoutent à d'autres compteurs du même type installés dans les aimants. Finalement, des chambres proportionnelles multifils déterminent la position précise des particules. (Photo Brookhaven)

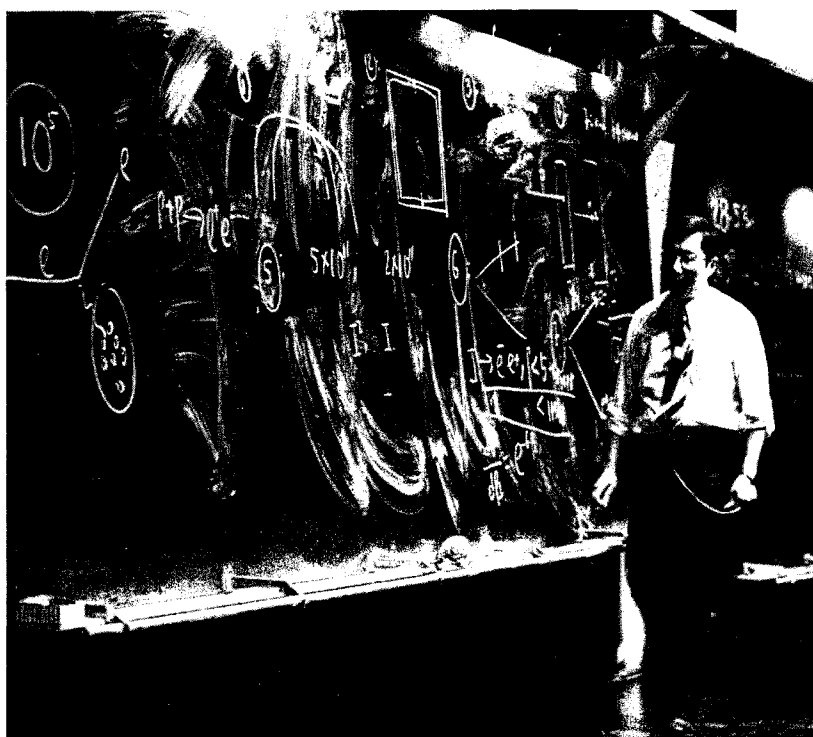
Au CERN, Sam Ting a retracé, le 21 novembre, l'histoire de la découverte de la particule J.

$5 \times 10^{30} \text{ cm}^{-2}\text{s}^{-1}$ (la luminosité détermine le nombre d'interactions que les physiciens peuvent observer) et on décida de réserver une partie du temps de machine aux expérimentateurs pour qu'ils mettent à l'épreuve leur système de détection.

Ce fut l'équipe Berkeley/Stanford (Richter, M. Perl, W. Chinowsky, G. Goldhaber et G.H. Trilling) qui entra en action pendant le week-end des 9 et 10 novembre pour vérifier rétrospectivement certaines de ses observations de juin qui semblaient curieuses. Le système de détection, composé d'un grand aimant solénoïde, de chambres à fils, de compteurs à scintillations et de compteurs à gerbes, entourait presque entièrement l'une des deux régions d'intersection où les électrons et les positons subissent des collisions frontales.

Lors de la première série de mesures réalisées avec SPEAR, au cours de laquelle toute la gamme des énergies accessibles à cette machine avait été passée en revue, la section efficace (c'est-à-dire la probabilité d'interaction entre un électron et un positon) était relativement élevée avec les faisceaux de 1,6 GeV (correspondant à une énergie de collision de 3,2 GeV) par rapport aux énergies voisines. Les expériences de juin, qui donnèrent ces résultats curieux, avaient pour but de réétudier ce domaine d'énergie. Les mesures de section efficace portaient sur des électrons et des positons de 1,5, 1,55, 1,6 et 1,65 GeV. On constata de nouveau une valeur assez élevée à 1,6 GeV, mais les résultats pour 1,55 GeV étaient encore plus étranges. Sur huit périodes d'expérimentation, six mesures concordaient avec les données à 1,5 GeV et deux donnaient des valeurs supérieures (cinq fois plus dans un cas). Il était clair qu'un esprit malin s'était glissé dans l'appareil.

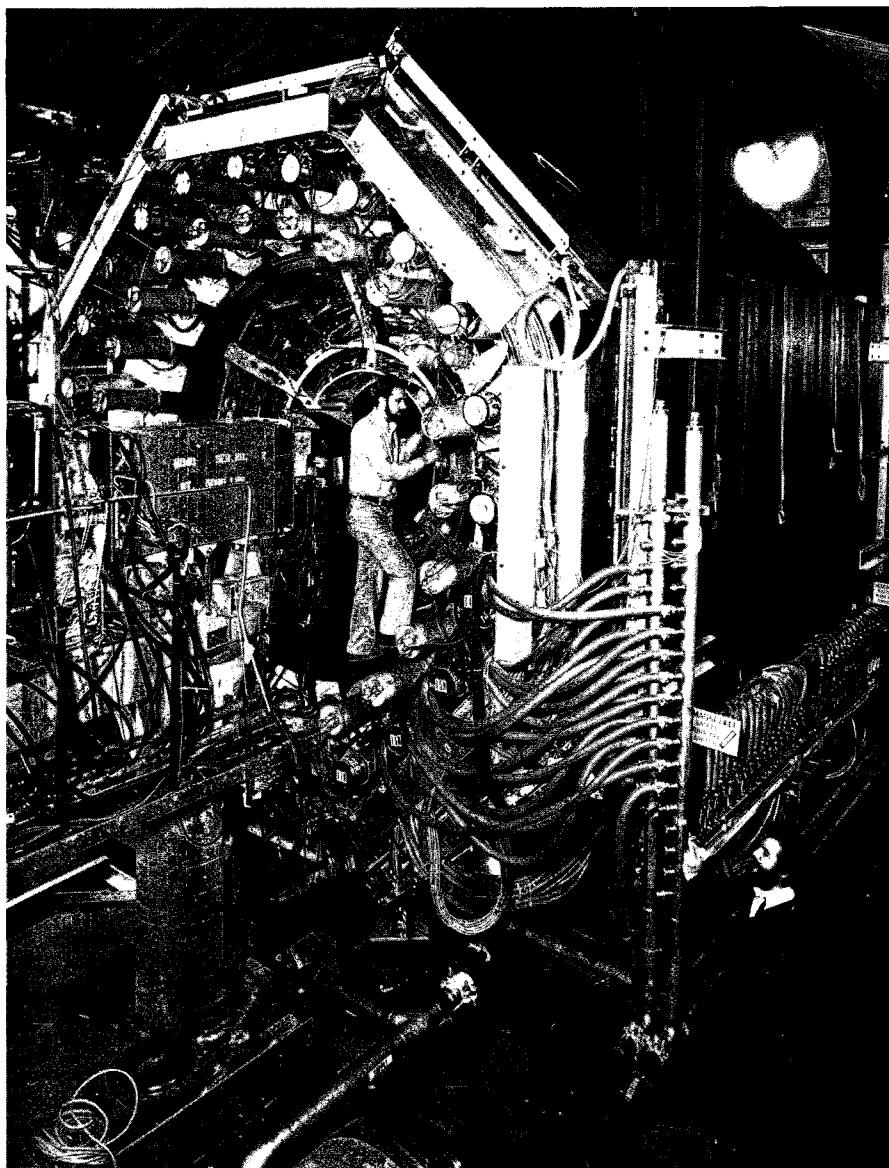
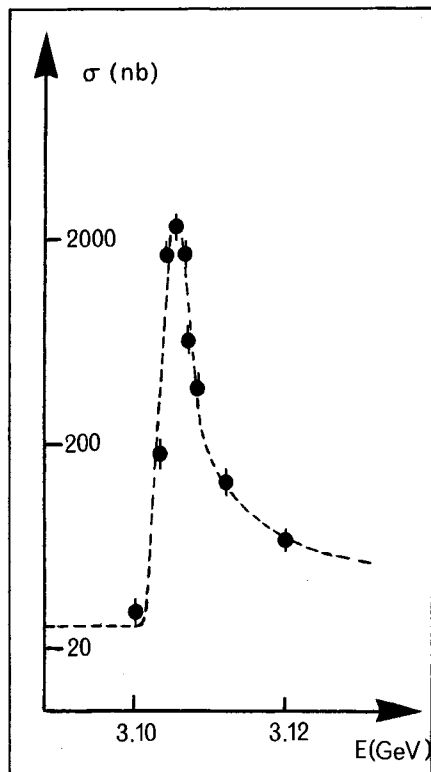
La transformation de SPEAR I en SPEAR II laissant du temps pour réfléchir, on s'efforça, mais en vain, de découvrir cet esprit farceur. C'est à cette date qu'on commença à soupçonner la présence d'une résonance entre les énergies de collision de 3,1 et 3,2 GeV.



CERN 118.11.74

Le célèbre système de détection de l'anneau de stockage SPEAR à Stanford, qui a déjà permis de réaliser un taux élevé de production de hadrons et, dernièrement, d'identifier de nouvelles particules. (Photo SLAC)

Apparition spectaculaire de la particule de 3,1 GeV détectée au SPEAR. En ordonnée, les sections efficaces en nanobarns pour la production des hadrons (c'est-à-dire la probabilité des réactions électron-positon produisant des particules d'interaction forte). En abscisse, les énergies, indiquant une probabilité centuple à 3,1 GeV.



La chasse commença dans la nuit du 9 au 10 novembre avec des faisceaux dont l'énergie était modifiée par paliers de 0,5 MeV. Le dimanche matin à 11 heures, la nouvelle particule était détectée sans équivoque possible. Une série de mesures de la section efficace vers 3,1 GeV montrait que la probabilité d'interaction était brusquement multipliée par dix pour passer de 20 à 200 nanobarns. L'équipe laissa alors libre cours à son euphorie et déboucha le champagne pour fêter cette importante découverte. Gerson Goldhaber se retira pour rédiger en toute tranquillité un compte rendu en vue d'une publication immédiate.

Pendant son absence, on décida de figurer les résultats en revenant avec précaution dans le domaine d'énergie de la résonance. On donna un léger coup de pouce pour porter l'énergie des faisceaux de 1,55 à 1,57 GeV et c'est alors qu'un vent de folie se mit à souffler. La probabilité d'interaction augmenta brusquement, la section efficace sautant d'environ 20 nanobarns

à 2000 nanobarns, et le détecteur se trouva submergé d'événements produisant des hadrons. Le professeur Panofsky, directeur du SLAC, arriva sur ces entrefaites et se mit à arpenter les lieux en invoquant le ciel tant il était stupéfait de ce qu'il voyait. Gerson Goldhaber réapparut ensuite avec son texte dans lequel il annonçait fièrement la découverte d'une résonance avec une probabilité de 200 nanobarns et fut dix fois plus fier encore de devoir se remettre à l'ouvrage.

Quelques heures après ces mesures avec SPEAR, les câbles téléphoniques transatlantiques se mirent à bourdonner de rumeurs et de demandes de renseignements. Dès qu'ils surent ce qui était arrivé, les laboratoires européens entreprirent de chercher comment ils pourraient eux aussi participer à l'excitation générale. Les premiers candidats à se mettre sur les rangs furent évidemment les anneaux de stockage électrons-positons de Frascati et DESY.

Dès le 13 novembre, les équipes

d'expérimentateurs travaillant sur l'anneau de stockage ADONE (des chercheurs de Frascati et des Universités de Naples, Padoue, Pise et Rome) commencèrent à explorer ce domaine d'énergie. Ils disposaient de systèmes de détection pour trois expériences appelées gamma-gamma (un détecteur à grand angle solide pour le repérage des particules neutres avec un rendement élevé), MEA (un spectromètre magnétique à structure solénoïdale équipé de chambres à étincelles à grands interplaques et de détecteurs à gerbes) et baryon-anti-baryon (des hodoscopes coaxiaux de scintillateurs couvrant un grand angle solide). Les opérateurs d'ADONE réussirent à porter l'énergie du faisceau légèrement au-dessus de son maximum normal de 1,5 GeV et, le 15 novembre, la nouvelle particule était observée dans chacun des trois systèmes de détection. Les données confirmaient sa masse et sa stabilité élevée.

Au Laboratoire DESY, l'anneau de



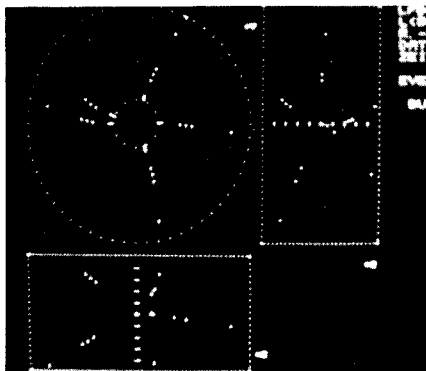
1.

stockage DORIS fut mis en action avec les systèmes de détection PLUTO et DASP (voir en page 427). Pendant le week-end du 23 au 24 novembre, un signal très net à un niveau d'énergie totale d'environ 3,1 GeV fut perçu dans les deux détecteurs; PLUTO mesurait les événements produisant un grand nombre de hadrons et DASP les événements à deux particules émergentes. La distribution angulaire de la diffusion élastique électron-positon fut mesurée à 3,1 GeV et aux énergies voisines et on constata nettement une modification. Actuellement, les détecteurs s'attachent à mesurer les rapports d'embranchement, c'est-à-dire le rapport des fréquences avec lesquelles se produisent des désintégrations différentes de la particule.

Entre-temps, SPEAR II avait frappé un nouveau coup: le 21 novembre, une autre particule était observée à 3,7 GeV. Comme pour la première, il s'agissait d'une résonance très étroite qui montrait la même stabilité élevée. L'équipe Berkeley/Stanford a baptisé ces particules ψ (3105) et ψ (3695).

Personne n'avait jamais donné la recette pour ces particules et c'est ce qui peut expliquer l'immense intérêt qu'elles suscitent. Au stade actuel, nous ne pouvons que nous livrer à des hypothèses sur leur nature.

Mentionnons d'abord que, l'année dernière, on s'attendait à découvrir quelque chose au sujet de la relation entre hadrons et leptons. Les leptons, dont fait partie l'électron, sont des particules dont on pense qu'elles ne subissent pas l'interaction forte. Leurs interactions, par exemple celles qui sont produites dans un anneau de stockage électrons-positons, peuvent donner des hadrons (c'est-à-dire des particules subissant l'interaction forte) en raison des caractéristiques électromagnétiques que ces particules ont en commun. En s'appuyant sur la théorie qui énonce que les hadrons sont constitués de quarks (théorie que l'expérience semble confirmer de plus en plus — voir numéro d'octobre,



2.

page 332), on peut calculer la fréquence avec laquelle l'interaction électron-positon donnera des hadrons et cette fréquence doit diminuer lorsque l'énergie augmente. Les résultats obtenus il y a un an environ avec l'accélérateur à boucle de dérivation de Cambridge et l'anneau de stockage SPEAR montraient que les hadrons étaient produits en bien plus grand nombre que ne le prévoyait la théorie.

On a observé dans les ISR du CERN et le synchrotron de 400 GeV du Laboratoire Fermi ce qui semble être la réaction inverse: dans les interactions entre hadrons, telles que les collisions proton-proton, la fréquence de production des leptons est nettement plus élevée qu'on ne le prévoyait. Les nouvelles particules se trouveraient-elles derrière le mystère hadron-lepton? Et si oui, de quelle manière?

On a également avancé l'idée que ces particules seraient dotées de propriétés nouvelles qu'il faudrait ajouter à celles qui nous sont familières, telles que la charge, le spin ou la parité. A mesure qu'on découvrirait la complexité du comportement des particules, il fallait choisir des noms pour décrire leurs différents aspects. Ces noms sont liés, dans la description mathématique des processus, aux nombres quantiques. Lorsque les particules interagissent, les nombres quantiques sont généralement conservés et sont répartis selon des combinaisons parfois très différentes entre les particules émergeant de l'interaction. S'il existe de nouvelles propriétés, elles influenceront elles aussi les interactions qui ont lieu.

Pour expliquer ce qui peut se produire, on peut envisager la propriété appelée « étrangeté ». Celle-ci a été attribuée à des particules telles que le kaon neutre et le lambda pour expliquer pourquoi elles étaient toujours produites par paires: le nombre quantique d'étrangeté est alors conservé, le kaon ayant une étrangeté de +1 et le lambda de -1. C'est parce que le kaon possède l'étrangeté qu'il est une particule très stable. Il se désintégrera difficilement sous forme d'autres particules ne possédant pas cette propriété.

Événements producteurs de hadrons à 3,1 GeV:

1. Au groupe gamma-gamma de l'anneau de stockage ADONE à Frascati, où un grand ensemble de chambres à étincelles détecte un événement donnant lieu à trois particules chargées au moins, accompagnées d'une pluie électromagnétique (en bas à droite).
2. Au détecteur PLUTO de l'anneau de stockage DORIS à DESY, où l'ordinateur permet de représenter simultanément trois projections d'un événement à cinq particules chargées.

Deux nouvelles propriétés ont été récemment invoquées par les théoriciens: la couleur et le charme. La couleur est une propriété suggérée dans le cas des quarks pour rendre compte des statistiques servant à calculer les conséquences de leur existence. On aurait donc neuf quarks de base: trois variétés colorées de chacun des trois quarks qui nous sont familiers. Le charme, quant à lui, a été suggéré pour expliquer certaines observations concernant les interactions à courant neutre dont il est question plus loin.

C'est la stabilité remarquable des nouvelles particules qui rend si attrayante leur explication par l'action de la couleur ou du charme. D'après la mesure de la largeur de ces résonances, il semble que la durée de vie soit d'environ 10^{-20} s et qu'elles ne se désintègrent pas aussi rapidement que les autres résonances de leur domaine de masse. Peut-être possèdent-elles un nouveau nombre quantique?

Malheureusement, même si les nouvelles particules sont colorées, elles devraient, puisqu'elles sont produites par interaction électromagnétique, se désintégrer de la même manière et, par ailleurs, le calcul ne leur attribue pas une stabilité élevée. De plus, les données montrent que l'énergie n'est pas suffisante pour qu'elles soient formées de constituants de charme. Il est possible qu'on puisse expliquer ces particules par de nouvelles propriétés, mais pas sous une forme aisément calculable.

On peut penser également que ce qu'on a découvert serait en définitive le boson intermédiaire. L'existence de cette particule a déjà été suggérée voici longtemps comme médiateur de la force faible. De même que la force forte se communique, entre les hadrons, grâce à l'intervention des mésons et la force électromagnétique, entre des particules chargées, grâce aux photons, la force faible, pense-t-on, pourrait, elle aussi, agir par l'échange d'une particule plutôt que de manière ponctuelle.

Lorsqu'on pensait que les interactions faibles entraînaient toujours un échange de la charge électrique

Le 400 GeV du CERN prend forme

entre le lepton interagissant et le lepton émis, le boson intermédiaire (appelé souvent particule W) était toujours envisagé comme une particule chargée. La découverte des courants neutres au CERN en 1973 a révélé qu'un échange de charge entre les leptons n'était pas obligatoire; il pouvait exister aussi une version neutre du boson intermédiaire (appelée souvent particule Z). Cette particule Z cadre également avec la théorie qui tente, avec des résultats jusqu'ici encourageants, d'unifier les interprétations des forces électromagnétique et faible.

Ces travaux attribuaient à la particule Z une masse d'environ 70 GeV et, si on la détectait aux alentours de 3 GeV, certaines des hypothèses les plus élégantes des théories de la réunification en seraient affectées. Il serait peut-être utile d'étudier les asymétries dans les désintégrations des nouvelles particules car, si elles appartiennent à la variété Z, il devrait y avoir violation de la parité.

L'année qui se termine aura été l'une des plus passionnantes qu'ait jamais connues la physique des hautes énergies. Alors que l'écho de la découverte des courants neutres restait entier, 1974 commençait avec le mystère de la production des hadrons dans l'anneau de stockage SPEAR, se poursuivait avec les nouveaux renseignements sur les hautes énergies provenant du Laboratoire Fermi et des ISR du CERN (y compris le taux de production élevé des leptons) pour se terminer sur la découverte des nouvelles particules. Et pendant ce temps, les théoriciens s'efforçaient fiévreusement de soutenir le rythme que leur imposaient les découvertes des nouveaux accélérateurs et des anneaux de stockage.

J.B. Adams, directeur général du Laboratoire II, en compagnie d'un groupe de visiteurs d'Union soviétique dans le grand hall de montage. Au centre, le professeur N.N. Bogoloubov, directeur de Doubna. On peut voir sur la droite une pile d'aimants quadripolaires de focalisation qui attendent d'être installés dans le tunnel du SPS.

La construction du synchrotron à protons souterrain de 400 GeV, le SPS, a atteint l'étape de l'assemblage des éléments de la machine. Après les années consacrées à l'étude technique, à l'adjudication des contrats, à la fabrication et aux essais des éléments isolés, nous assistons maintenant à l'assemblage de ces éléments qui peu à peu prennent la forme d'un accélérateur.

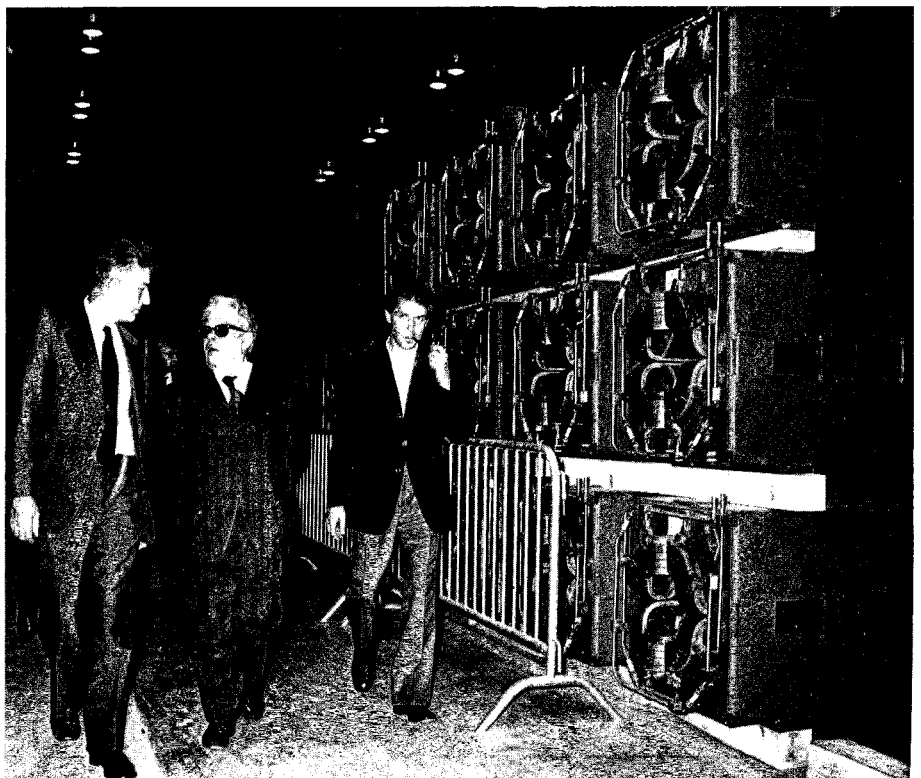
Lorsque la construction sera achevée, en 1976, nous disposerons d'un synchrotron de 2,2 km de diamètre installé dans un tunnel situé en moyenne à 50 m au-dessous du niveau du sol. L'accélérateur utilisera plus de 1000 aimants (aimants de courbure, aimants de focalisation quadripolaires et éléments de correction). Un champ de crête de 1,8 T créé par les aimants de courbure maintiendra en orbite des protons accélérés à 400 GeV. Le faisceau proviendra du synchrotron à protons du CERN (le PS). Il sera injecté à une énergie d'environ 10 GeV et accéléré dans le

SPS par deux cavités à ondes progressives, exploitées à 200 MHz. Les protons accélérés pourront alors être éjectés pour alimenter des expériences installées en 1976 dans la zone d'expérimentation Ouest et, en 1978, dans la zone Nord.

Nous avons rendu compte de l'exécution des principales phases du programme de génie civil au fur et à mesure de leur achèvement et le numéro de novembre décrivait les préparatifs des expériences. Nous évoquerons ici les progrès réalisés dans la construction de certains des éléments de la machine.

Aimants à gogo

Pendant l'année 1974, des stocks impressionnants d'aimants de courbure et de quadripôles se sont accumulés dans le grand hall de montage. A une certaine époque, on a pu compter plus de 300 dipôles (225 du type A, 75 du type B), 100 quadripôles et de nombreux aimants de correction



CERN 207.9.74



CERN 10.11.74

plus petits, le tout empilé après montage et essais avant d'être transporté dans le sous-sol. L'installation dans le tunnel a commencé en novembre et se poursuit au rythme moyen de cinq aimants par jour. A la fin de l'année, un sextant complet sera installé, ce qui correspond à 140 aimants répartis sur un arc d'environ 1 km. Etant donné que le rythme d'installation est plus rapide que le rythme de production, les stocks d'aimants s'amenuisent, ce qui libère progressivement le hall de montage.

La fabrication des aimants se poursuit dans des conditions assez satisfaisantes. La quasi-totalité des feuilles d'acier utilisées pour les culasses ont été livrées aux constructeurs. Alors que les livraisons représentent plus de 12 000 t, le champ coercitif moyen a pu être maintenu dans une limite de 0,002 oersted autour de la valeur nominale. Plus de la moitié des culasses sont déjà fabriquées et les calendriers de livraison ainsi que les spécifications de construction sont respectés.

Pour ce qui est des bobines des aimants de courbure et des quadrupôles, le tableau est un peu moins encourageant. Les bobines sont de deux types. Le type A a été normalement livré pour montage au CERN. La fabrication du type B connaît un certain retard et les deux fournisseurs vont s'efforcer de le combler. La moitié environ des quadrupôles ont été livrés. Il est important de maintenir leur rythme de production afin de conserver un stock raisonnable dans lequel on peut puiser à mesure que l'installation progresse.

Les aimants descendent dans le tunnel au rythme de cinq par jour (au cours d'une période d'activité intense causée par un retard, ce rythme a même été porté à seize par jour). Ces aimants étaient empilés par groupes de 25, selon leurs caractéristiques magnétiques, car l'objectif final prévoit un lissage de ces caractéristiques tout autour de l'anneau. Pour ce faire, on essaie de choisir des lots journaliers présentant les mêmes caractéristiques d'ensemble, en puisant dans les divers groupes. Il est par conséquent important que le stock ne se réduise pas trop afin d'éviter, en fin d'installation, de se retrouver avec un lot final d'aimants incompatibles.

En amont et en aval de la machine

D'autres aimants, en nombre important, sont utilisés pour le transfert du faisceau jusqu'au SPS, les systèmes d'injection et d'éjection et le transfert des particules accélérées jusqu'aux expériences.

En amont de la machine, tout se passe très bien jusqu'ici. La quasi-totalité des aimants de déflexion et des quadrupôles de focalisation, prévus pour le tunnel TT-10 plongeant depuis la ligne PS-ISR pour atteindre le niveau du SPS, sont arrivés sur le site et ont été essayés.

Dans l'anneau, les aimants de déflexion rapide et les aimants à septupôle utilisés pour l'injection et l'éjection posent de grandes difficultés technologiques. L'assemblage des aimants de déflexion rapide a commencé en novembre et doit se pour-

suivre durant toute l'année prochaine — sous la contrainte du calendrier. Ces aimants font brusquement passer les protons d'une orbite à une autre, sous l'action d'une impulsion de courant traversant leurs bobines. Leurs alimentations, qui travaillent ainsi en régime pulsé et dont les premiers modèles ont été essayés, comprennent un réseau formateur d'impulsions et une commutation avec un thyatron en céramique rempli de deutérium, monté en parallèle avec une ligne de trois ignitrons. Le thyatron permet une rapide montée de l'intensité alors que les ignitrons absorbent la majeure partie du courant après quelques microsecondes.

Ces alimentations fourniront des impulsions de plusieurs milliers d'ampères dont la durée pourra atteindre 24 μ s. Il est bien sûr difficile de parvenir à de tels résultats. De plus, il a fallu adapter encore l'alimentation de l'aimant de déflexion rapide pour permettre le rejet des protons dans une décharge de faisceau au cours des essais de l'accélérateur ou lorsque des difficultés d'exploitation se présentent. Un faisceau de 10^{13} particules à 400 GeV représente une énergie de plus d'un demi-mégajoule et la décharge doit l'absorber sans que l'échauffement local soit exagéré. Les absorbeurs comprendront une coque cylindrique en acier coulé, avec noyau en cuivre et en aluminium. Dans toute la mesure du possible, le faisceau déchargé sera réparti sur la section du noyau, après passage à travers un champ magnétique croissant. L'alimentation de l'aimant de décharge devra également faciliter la dispersion

La construction du SPS se poursuit. Dans le tunnel de la machine, des aimants sont déjà installés sur la totalité d'un arc dont la courbure nous cache l'extrémité. Plus que six kilomètres à parcourir...

du faisceau par addition d'une oscillation de 20 % au sommet de l'impulsion de 10 kA, qui dure 25 μ s. De telles impulsions imposent de sévères contraintes sur les éléments de l'alimentation; des essais d'endurance sont actuellement en cours.

Au cours de l'année, on a poursuivi le développement des aimants à septum électrostatique, formé d'un plan de fils de tungstène de 0,15 mm de diamètre, avec écartement de 1,5 mm, qui protègent les protons encore en circulation dans l'anneau par rapport aux protons en cours d'éjection vers les expériences. Une cathode en alumine (paraluman) a présenté de meilleures caractéristiques de tenue sous tension qu'une cathode en titane (130 kV/cm au lieu de 100 kV/cm, ou moins, suivant la pression). Toutefois, la couche d'oxyde est plus facilement détériorée par le claquage électrique et il est important d'éviter que les ions produits dans la région du faisceau en orbite pénètrent dans l'espace compris entre les fils et la cathode, où ils pourraient provoquer un claquage. En conséquence, on installera des électrodes de nettoyage au-dessus et au-dessous du faisceau en orbite.

La fabrication de la plupart des éléments utilisés sur les faisceaux (aimants à septum, moniteurs de faisceau, aimants de fractionnement, cibles, etc.) se poursuit normalement mais il reste d'importants travaux à effectuer durant toute une année pour achever leur préparation.

Le système HF

Le système d'accélération HF a posé bien des problèmes au cours du premier semestre 1974. Ceux-ci n'étaient d'ailleurs pas liés aux éléments les plus complexes (amplificateurs HF) mais à la réalisation de travaux de soudage et de brasage des cavités, qui paraissent a priori plus terre à terre. Deux cavités seront installées sur l'anneau; elles comprendront chacune cinq sections équipées de onze tubes de glissement. Il a été très difficile de souder les tiges de ces tubes sur les

cavités cylindriques et de braser les ensembles de tubes en cuivre, en se conformant aux précisions et qualités de tenue requises.

Actuellement, ces problèmes semblent résolus. Une section de cavité complète a été livrée et les tubes de glissement sont installés. Les quatre autres sections complétant la première cavité doivent parvenir sous peu sur le site et tout sera prêt pour des essais sous tension HF, au début de 1975. Si tout se passe bien, cette cavité sera descendue dans le tunnel en avril et, à la fin de l'été, la seconde cavité identique devrait également être installée.

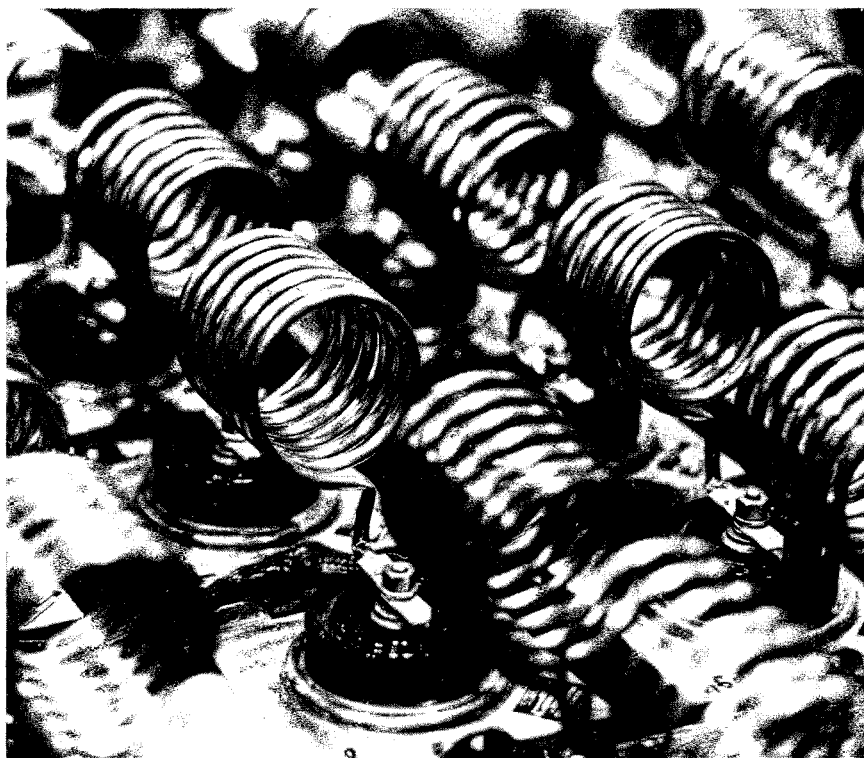
De nombreux éléments associés ont été livrés: fenêtres de l'enceinte à vide, coupleurs reliant les cavités aux lignes de transmission de l'énergie HF, lignes elles-mêmes avec leurs disques de céramique, charges de terminaison.

Chaque cavité recevra 500 kW d'énergie HF à 200 MHz, fournie par un amplificateur équipé de quatre tubes de 125 kW. Tous les composants

Ce curieux alignement de ressorts de lit est en fait un réseau formateur d'impulsions, composé d'inductances (les ressorts...) branchées à des condensateurs, et servant à exciter les aimants de déflexion rapide prévus pour l'injection, l'extraction et la décharge du faisceau du SPS, le futur synchrotron à protons de 400 GeV du CERN. Ce type de réseau, chargé à 60 kV, donne des impulsions de 4 kA pendant 25 μ s avec des temps de montée et de descente de l'ordre de 100 ns. En fonctionnement normal, le réseau est plongé dans de l'huile isolante. Quatorze réseaux seront installés en surface autour de l'anneau du SPS.

utilisés dans l'alimentation de la première cavité sont maintenant en cours de montage. Deux autres amplificateurs de puissance seront construits; il y aura donc un amplificateur de réserve qui pourra être éventuellement employé pour alimenter une troisième cavité si le futur développement de l'accélérateur l'exige.

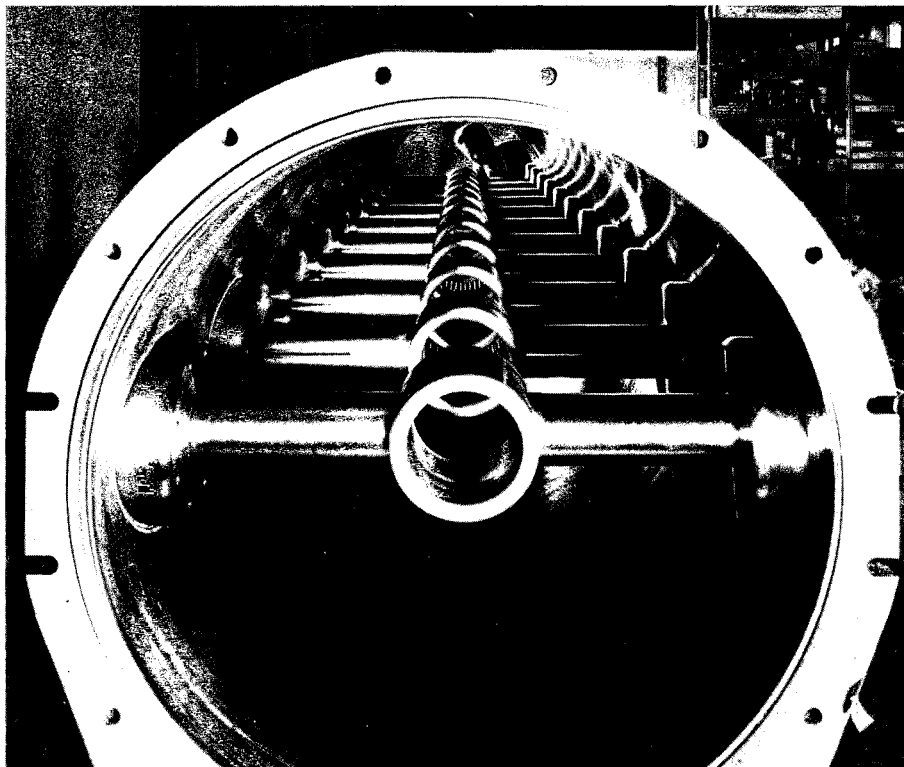
L'intérêt suscité par une exploitation à 200 MHz concerne également l'accélération dans le PS utilisé comme injecteur du SPS. Le Laboratoire II construit actuellement un système formé de quatre cavités qui sera installé sur le PS. La modulation du faisceau à 200 MHz facilitera l'étude de son comportement à l'arrivée dans le SPS, car il sera possible d'utiliser les mêmes unités pour le contrôle du faisceau sur l'ensemble du cycle d'accélération. Il est probable que le système HF du PS ne se limitera pas à ce seul rôle et qu'une structure en paquets à 200 MHz sera imposée avant que les protons soient dirigés vers le SPS. Cela aidera à résoudre le pro-



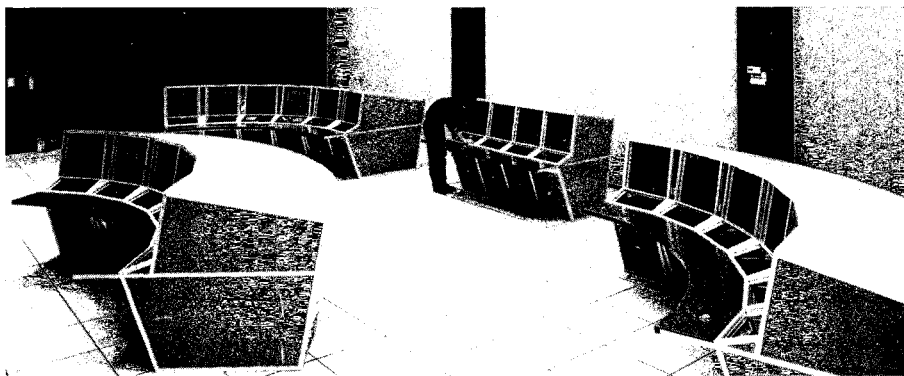
CERN 87.10.74

Une section de l'une des cavités HF qui accéléreront les protons dans le SPS. Cette machine présente une caractéristique originale: l'accélération est analogue à celle qui est utilisée dans les accélérateurs linéaires, d'où la présence d'une ligne de tubes de glissement sur l'axe de la cavité. Cinq de ces sections constitueront une cavité complète et deux cavités seront initialement installées.

La salle de commande du SPS. Trois des pupitres (le pupitre de gauche et deux autres de la série extérieure) pourront appeler l'un quelconque des éléments commandés de la machine, ou la totalité d'entre eux. Le pupitre central sera affecté aux commandes de sécurité et aux signalisations d'alarme. Les ordinateurs qui relient les consoles à l'accélérateur sont installés au-delà de la paroi de droite. On espère que l'un des pupitres sera complètement équipé à fin décembre, afin de procéder à des essais et de poursuivre le développement du système de commande qui est le plus élaboré et le plus souple parmi tous les systèmes équipant les accélérateurs déjà en service.



CERN 32.11.74



CERN 25.11.74

blème de la « capture » pour le système HF de la grande machine, ce qui réduira sans doute le rayonnement parasite provoqué par les pertes de particules. Il est plus facile de contrôler dans le PS la capture des particules non groupées que dans le SPS.

D'importants travaux sont également consacrés à la mise au point des différents éléments de contrôle intervenant dans l'exploitation du système HF du SPS. Ils doivent saisir des informations sur le comportement du fais-

ceau et indiquer à ce système ce qu'il convient de faire pour maintenir un comportement satisfaisant. Nous sommes bien loin de la célèbre boucle d'asservissement construite dans une boîte de « Nescafé », qui a rendu de si importants services en 1959 pour la mise en route du PS. Des éléments et des circuits complexes permettront d'exercer un contrôle souple de l'exploitation du SPS (à l'aide d'une fréquence intermédiaire de 10,7 MHz), qu'il s'agisse de manipuler des fais-

ceaux d'intensité élevée ou faible, des paquets isolés, etc.

Parmi les électrodes de détection qui seront utilisées, on a essayé un type à large bande, installé sur le PS, qui a fourni des résultats très satisfaisants. Ces électrodes pourront capter des signaux de fréquence compris entre 100 Hz et 5 GHz, et leur emploi pourra même être étendu au courant continu, à la condition de remplacer les électrodes coaxiales par des transformateurs d'intensité du faisceau. C'est la première fois que de telles électrodes de détection sont efficacement exploitées à des fréquences très élevées.

La commande de la machine

Le montage du système de commande de l'ensemble de la machine représente l'un des aspects les plus complexes de la réalisation du projet. Indépendamment de toutes les caractéristiques très élaborées de ce système, telles que la large possibilité d'emploi des ordinateurs, la seule installation de centaines de kilomètres de câbles pour la surveillance et la commande de centaines de milliers de composants et la réalisation correcte de dizaines de milliers de connexions constituent, par elle-même, un exercice de pure logistique assez impressionnant. Environ 175 km de câble ont été posés dans le sextant de la machine installé en premier lieu et, à la période de pointe, on réalisait et testait en moyenne une connexion toutes les dix secondes.

La totalité des vingt-quatre ordinateurs NORD-10 qui assureront l'ensemble des fonctions de commande ont été livrés. Un ordinateur supplémentaire, affecté au contrôle de la zone d'expérimentation Nord doit arriver en février.

De nombreux ordinateurs NORD-10 occupent maintenant leurs positions finales, comme par exemple dans les bâtiments auxiliaires, au voisinage des puits d'accès 2 et 3. Ils ont été utilisés pour les premiers essais du système de transmission de messages. Des signaux ont été lancés afin de vérifier les performances requises

Une exposition a été organisée par le service d'entretien et d'amélioration des quelque 300 aimants des lignes de faisceaux des zones expérimentales du PS. Le but de ce service, mis en place depuis environ quatre ans, est d'obtenir une fiabilité optimale des composants compte tenu de différents facteurs tels que les effets de vieillissement accéléré dû aux radiations, les difficultés de dépannage sur place, etc.

(moins d'une erreur non détectée pour un transfert de 10^{11} bits), et, pendant un essai, on a pu transmettre sans difficulté un peu moins de 10^{10} bits. Presque la moitié de l'équipement CAMAC, utilisé pour l'interface avec les ordinateurs, a été livré. Une grande partie de ces éléments sont déjà installés et les modules du système de multiplexage arrivent sur le site, conformément au calendrier.

Pour le logiciel, on a développé une version améliorée du langage de commande. Il est maintenant possible d'échanger des programmes et des données entre les ordinateurs à l'aide de simples instructions fournies à l'une de ces machines. Les travaux de programmation portent maintenant surtout sur la rédaction de programmes spéciaux liés aux éléments spécifiques des ordinateurs.

Les pupitres de commande, actuellement en cours de construction, permettront, par l'intermédiaire d'écrans à touches lumineuses, de consulter simultanément ou individuellement les systèmes de contrôle, offrant ainsi une grande souplesse d'exploitation.

Pour vérifier le fonctionnement des dispositifs de surveillance du faisceau dans l'accélérateur, un transformateur d'intensité du faisceau, une sonde de faisceau à ionisation et un moniteur à émission secondaire ont été installés sur le PS de 28 GeV et dans le hall d'expérimentation Ouest. Ces instruments sont reliés à un ordinateur NORD-10. Les essais ont été très satisfaisants: il est possible d'isoler un élément particulier de l'information issue du moniteur et ayant traversé l'ordinateur de commande, ce qui offre une nouvelle possibilité d'étude du comportement du faisceau.

Nouvelles du CERN

* Le 10 décembre, la barrière de 10^{13} ppi a été franchie! Voir prochain numéro.

Le PS vers les hautes intensités

Alors que sur le site du Laboratoire II la construction du synchrotron à protons souterrain (SPS) de 400 GeV se poursuit activement (voir en page 419), au Laboratoire I, le synchrotron à protons (PS) se prépare à sa future tâche d'injecteur. Pour cela, il devra être capable d'accélérer jusqu'à 10 ou 14 GeV un faisceau de 10^{13} ppi.

Au cours d'une période d'étude de la machine qui a eu lieu le 7 novembre, un faisceau d'une intensité de $9,3 \times 10^{12}$ ppi *, valeur proche de l'intensité spécifiée, a pu être accéléré.

Cet essai n'a mis en évidence aucun phénomène imprévu lié à la haute intensité et, à ce titre, a été un succès qui permet maintenant de présumer que le PS pourra franchir sans difficulté majeure la barrière des 10^{13} ppi.

Au cours des 24 heures de l'opération, les équipes des accélérateurs concernés, c'est-à-dire du Linac de

50 MeV, du synchrotron injecteur de 800 MeV (ou PSB-Proton Synchrotron Booster), et du synchrotron à protons (PS), ont dû déployer beaucoup d'efforts pour ajuster leurs machines auxquelles on réclamait des performances encore inhabituelles.

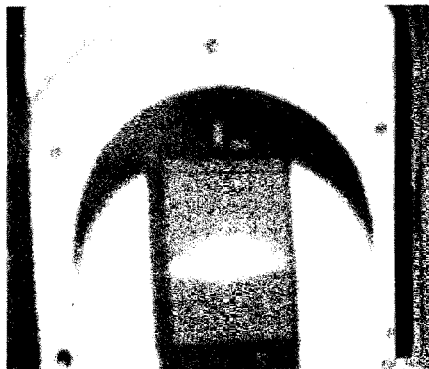
Le Linac qui fournit de manière opérationnelle des impulsions de 50 mA a dû fournir des impulsions de 80 mA, ce qui est maintenant facilité par les modifications apportées au grouper qui permet d'atteindre, au centre du faisceau, une densité de 11 mA/mm/mrad. Malgré un réglage très délicat, particulièrement en ce qui concerne le système HF, la stabilité du faisceau Linac est restée excellente, aussi bien d'une impulsion à l'autre que pendant une impulsion.

Au PSB, beaucoup de progrès ont été faits (voir vol. 14, page 251). En effet, on a pu obtenir des intensités de $1,2$ à $1,3 \times 10^{13}$ ppi, mais le faisceau était encore trop gros pour être injecté dans le PS.

A haute intensité, les effets de



CERN 134.11.74

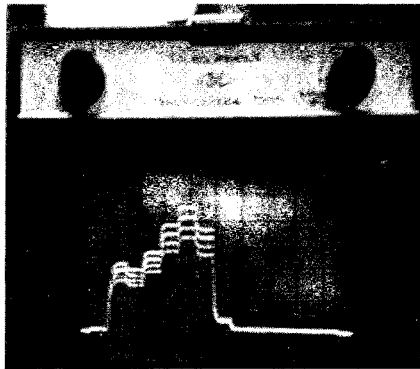


1.

charge d'espace entraînent un glissement vers le bas et une dispersion des fréquences bétatroniques. Des lignes de résonance sont traversées par les particules, ce qui provoque un gonflement du faisceau. En programmant de façon appropriée le point de fonctionnement au cours du cycle d'accélération, on a pu minimiser ce phénomène d'augmentation des émittances en évitant à chaque instant les résonances les plus dangereuses, si bien que, à 800 MeV, l'émittance verticale est passée de 16 à $12 \pi \times 10^{-6}$ rad/m.

D'autre part, un système plus raffiné d'amortissement des instabilités longitudinales (voir vol. 14, page 251) a été mis au point: on provoque un réarrangement des particules dans le paquet en excitant le faisceau à une fréquence double de la fréquence synchrotronique, à deux reprises au cours du cycle d'accélération.

Ces améliorations ont permis d'obtenir, à la sortie du PSB, un faisceau ayant les émittances nominales et qui



2.

pouvait alors être injecté dans le PS, les systèmes de recombinaison des paquets et de transfert au PS fonctionnant convenablement. Il faudra cependant apporter des améliorations pour obtenir une recombinaison parfaite des paquets et mieux adapter encore le faisceau à l'acceptance du PS, mais cela ne présente plus de grosses difficultés.

Au PS, c'était la première fois que l'on recevait un faisceau si intense et les corrections approximatives qui ont été faites seront raffinées au cours des prochains essais. Les points délicats sont la compensation des résonances (principalement sextupolaires) à l'injection et la programmation en fonction du temps du point de fonctionnement, cela pour réduire le gonflement du faisceau pendant le cycle d'accélération.

Pour la compensation des résonances sextupolaires à l'injection, on a utilisé pour la première fois les 32 sextupôles prévus. Le réglage grossier de ces lentilles s'est révélé convenable

1. Photo d'oscilloscope montrant la tache produite par le faisceau éjecté, dans le hall du synchro-cyclotron.

2. Distribution radiale de l'intensité du faisceau dans le synchro-cyclotron au voisinage du canal d'extraction, analysée par un nouveau détecteur à émission secondaire.

Le canal à septum électromagnétique du système d'extraction du synchro-cyclotron de 600 MeV présenté avant son installation. Les premiers essais d'extraction sur la machine reconstruite ont fourni des faisceaux plus intenses.

mais il faudra encore plusieurs périodes d'étude de la machine pour obtenir une optimisation parfaite.

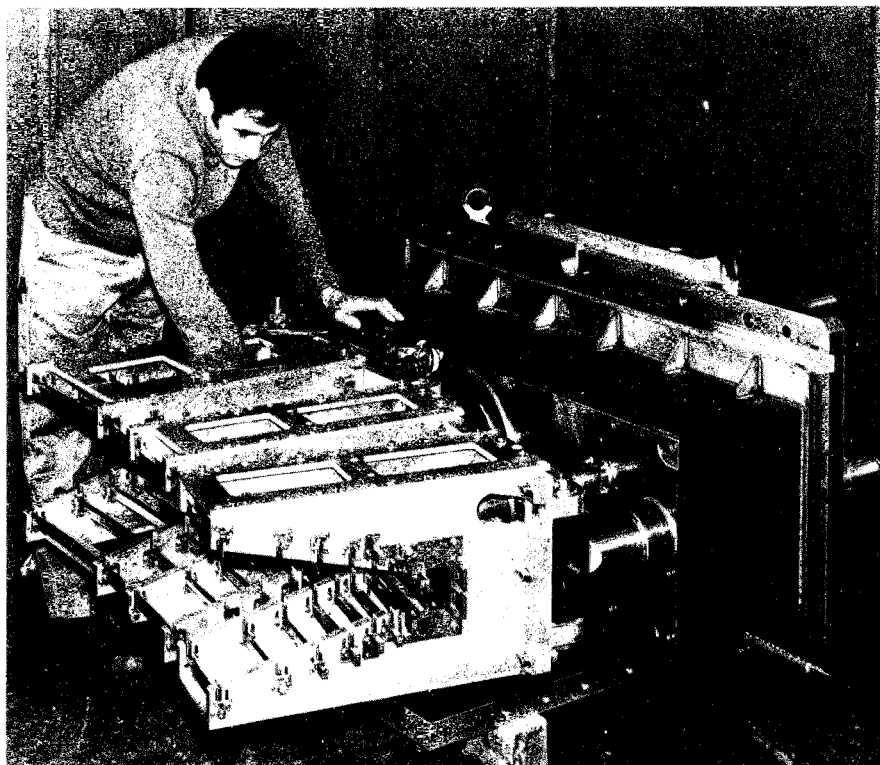
Le passage de la transition à l'aide du système de saut de gamma-transition (voir vol. 14, page 10) s'est effectué sans problèmes. Comme prévu théoriquement, un léger gonflement de l'émittance a été mesuré. Cela devrait disparaître avec la nouvelle alimentation des quadrupôles, actuellement en construction, qui sera plus rapide.

Les instabilités collectives de faisceau ont pu être amorties avec les octupôles prévus à cet effet, et le faisceau a été éjecté rapidement à 10 GeV/c avec une efficacité de 93 % sans réglage particulièrement délicat.

Mise en service au SC du système d'extraction

Nous avons rendu compte dans notre numéro d'octobre (page 334) des premières étapes de la remise en service du synchro-cyclotron de 600 MeV du CERN après l'achèvement de son programme d'améliorations. Pour les essais initiaux, on s'était abstenu de faire fonctionner le système d'extraction. Celui-ci a été remis en service pour la première fois le 20 novembre et on a pu rapidement obtenir des faisceaux de protons extraits d'une qualité satisfaisante.

L'extraction a réussi dès la première tentative et après quelques essais de mise au point, on a mesuré une intensité du faisceau éjecté d'environ 300 nA (2×10^{12} protons). Pour ces essais, le système HF a été pulsé au seizième de son taux de répétition nominal (afin de limiter l'irradiation de la machine dans la période où on s'efforce de maîtriser le faisceau), ce qui correspond à 5 μ A avec un équipement HF utilisé au maximum. Les 300 nA obtenus pour l'instant représentent déjà trois fois l'intensité des faisceaux extraits avant la refonte de la machine et montrent qu'on s'achemine normalement vers la nouvelle valeur nominale de 7 μ A.



56.10.74

Les vues 1 et 2 montrent des traces photographiées dans la chambre à dards à hydrogène développée au CERN. Le gaz comporte très peu d'impuretés ($0,5\% \text{ CH}_4$ et $0,1 \times 10^{-4} \text{ SF}_6$) et, à une pression de 500 torr, on obtient en moyenne 1,5 dard/cm de trace.

1. Cette photographie prise dans un plan parallèle aux lignes du champ électrique montre la longueur des dards qui atteignent en vraie grandeur de 3 à 8 mm le long de la trajectoire d'une particule ionisante (β^-).

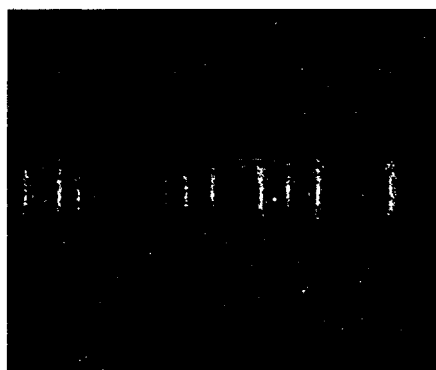
2. Photographie prise dans un plan perpendiculaire aux lignes du champ électrique où les dards apparaissent comme de petits points lumineux qui atteignent en vraie grandeur de 0,3 à 1 mm de diamètre.

En outre, on a réussi au cours de ces essais à récolter des renseignements inédits sur le comportement du faisceau pendant sa trajectoire en spirale à l'intérieur de la machine. Dans un synchro-cyclotron, il est généralement difficile de recueillir des données précises à ce sujet par suite des orbites serrées décrites par le faisceau et des effets du champ magnétique et du champ électrique HF. Le CERN a utilisé une nouvelle méthode, faisant appel à la technique de l'émission secondaire, dans laquelle des feuilles très minces sont placées sous un certain angle par rapport à la spirale du faisceau; ce procédé permet d'obtenir des données d'une bonne qualité qui aideront beaucoup à optimiser le rendement de l'extraction.

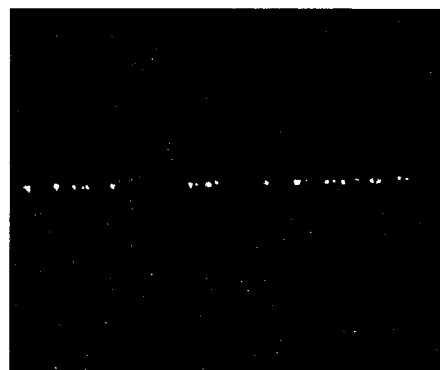
Chambre à dards à hydrogène

De nouveaux résultats ont été obtenus dernièrement dans la mise au point des chambres à dards à hydrogène. Ces chambres pourraient présenter des avantages particuliers pour certaines expériences — elles conservent les qualités des chambres à dards classiques (notamment la possibilité d'être déclenchées pour enregistrer seulement des événements intéressants) tout en servant également de cible. Des interactions avec des protons dans l'hydrogène (et des neutrons en cas d'utilisation du deutérium) peuvent être observées d'une manière analogue aux interactions dans une chambre à bulles à hydrogène.

Les travaux ont repris à la Division des chambres à traces (TC-L) avec le soutien du Groupe des chambres à bulles d'Orsay. Il y a quelques années, on avait étudié la possibilité d'obtenir des dards dans l'hydrogène à Argonne (vol. 10, page 283) à Doubna et au CERN (vol. 10, page 228). C'est au CERN en 1971 (Nuclear Inst. III, 1973, 485-495) qu'ont été observées les premières traces à faible pression. Les nouvelles recherches ont permis d'améliorer les performances.



1.



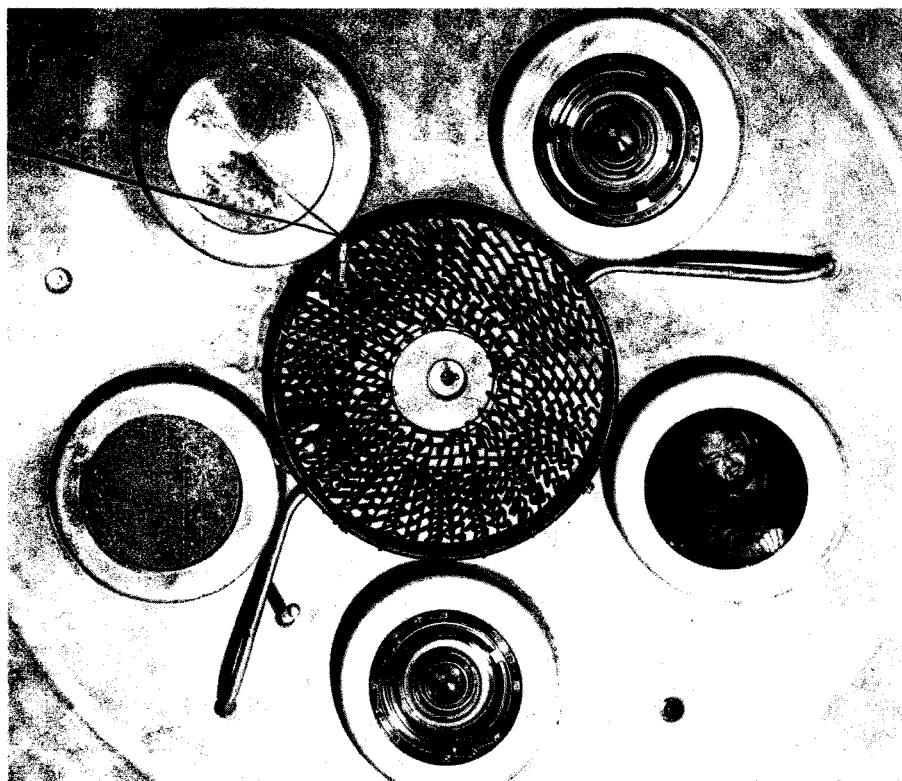
2.

Les premiers travaux ont porté sur l'amélioration des résultats obtenus précédemment avec la petite chambre à dards existante ($9 \times 21 \times 26$ cm) et l'obtention d'un rendement satisfaisant à la pression atmosphérique. On a construit un générateur de Marx à très haute tension (pouvant atteindre 2 MV) qui est utilisé, avec une nouvelle ligne de Blumlein conique (à isolation d'huile) pour produire des impulsions haute tension très courtes (environ 6 ns) sur les électrodes de la chambre. Du fait de ces tensions élevées, la construction de la chambre doit être très soignée, afin d'éviter les claquages. On y est parvenu en choisissant minutieusement les formes et les matériaux et en respectant une propreté méticuleuse.

Les meilleures traces sont obtenues jusqu'à des pressions de 0,8 atmosphère dans un mélange contenant moins de 1 % d'impuretés (méthane essentiellement). Pour les essais, on utilise un amplificateur de lumière mis au point à la Division ISR du CERN.

Les photographies des traces laissées par les particules sont très contrastées. Les dards ont un diamètre compris entre 0,3 et 1 mm et une longueur de 5 à 8 mm et la qualité reste égale d'un dard à l'autre. Le gradient de champ nécessaire pour former les dards est d'environ 54 kV par cm à 0,8 atmosphère avec une impulsion de 6 ns, chiffre voisin de celui prédit par la théorie.

Ce n'est pas ainsi que se photographient habituellement les événements se produisant dans BEBC! Cette illustration a été prise depuis l'intérieur de la chambre à bulles européenne de 3,7 m et fait apparaître les hublots des caméras chargées d'enregistrer les traces de particules dans le volume de la chambre. A la suite des réparations de l'aimant, cette chambre est maintenant presque totalement remontée et les essais reprendront bientôt.



CERN 273.10.74

Nouvelles des autres Laboratoires

DESY Début des expériences avec DORIS

Les anneaux de stockage à électrons-positons (DORIS) du « Deutsches Elektronen Synchrotron » (DESY) sont entrés en exploitation régulière pour des expériences de collision de faisceaux. Des faisceaux ont été pour la première fois stockés en décembre 1973 et, depuis cette date, il a fallu résoudre de difficiles problèmes pour acquérir une parfaite maîtrise d'une machine souple, mais complexe. La mise en service se poursuit. Jusqu'ici, on atteint une luminosité de $10^{30} \text{ cm}^{-2} \text{ s}^{-1}$, à une énergie de 2 GeV. Cette luminosité, obtenue en présence de faisceaux stockés d'électrons et de positons représentant environ 250 mA, avec une durée de vie de faisceaux de près de quatre heures, est utilisée pour les périodes d'expérimentation.

À la différence des autres machines

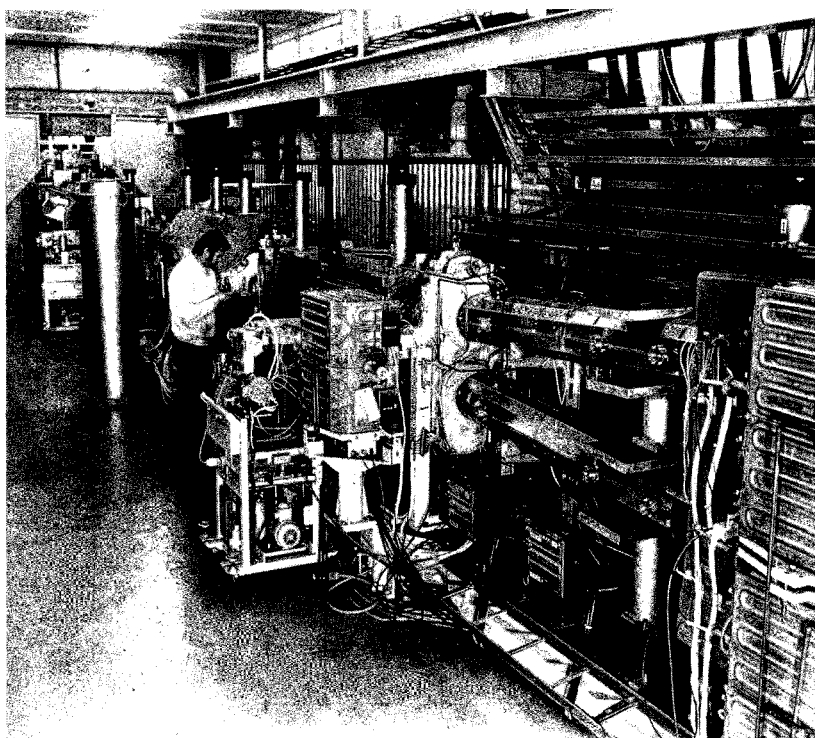
à collision de faisceaux d'électrons exploitées dans cette gamme d'énergie, DORIS possède un double anneau dans lequel les deux faisceaux sont confinés l'un au-dessus de l'autre, avec intersection en deux points, sous un faible angle de croisement vertical. On peut ainsi créer des collisions entre des électrons et des positons, mais également avec d'autres électrons ou des protons. Les collisions électron-électron constituent une source assez pure pour la réalisation de réactions du type gamma-gamma, qui se produisent également dans les collisions électron-positon mais qui doivent alors être séparées des événements résultant de l'échange monophotonique. En conséquence, ce mode d'exploitation est largement utilisé dans le programme d'expérimentation. De plus, des protons seront accélérés dans le synchrotron DESY et stockés dans l'un des anneaux de DORIS, ce qui permettra de réaliser des collisions électron-proton en vue des études de la machine concernant la stabilité de

Une des intersections des anneaux de stockage de DORIS, où les faisceaux d'électrons et de positons s'affrontent pour permettre l'étude des collisions.

faisceaux d'électrons et de protons qui se croisent. Certaines expériences de physique pourront également être effectuées.

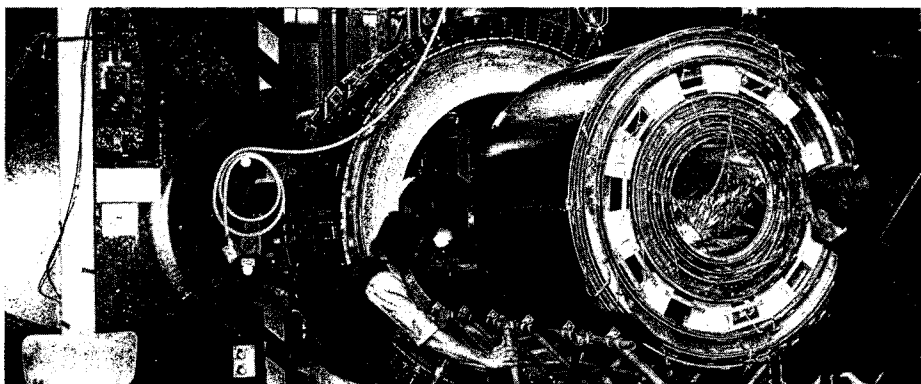
La séparation des faisceaux dans le double anneau permet une exploitation avec de nombreux paquets en circulation, ce qui constitue une source potentielle d'accroissement de la luminosité aux énergies moyennes et faibles. Malheureusement, il faut résoudre des problèmes liés aux instabilités des paquets multiples, présents dans un faisceau isolé. Jusqu'à maintenant, les intensités des faisceaux stockés séparément dans DORIS atteignent 0,8 A pour les électrons et 0,35 A pour les positons. À l'origine, ces intensités ont été limitées par plusieurs instabilités résultant de l'interaction électromagnétique entre le faisceau et son environnement et provoquant des oscillations transversales ou longitudinales des paquets, d'amplitude croissante. Des interactions avec des éléments de l'environnement à vide, et en particulier avec les modes de résonance les plus élevés des cavités accélératrices HF, ont été décelées et en partie supprimées. Dans les cavités, les trois résonances les plus dangereuses ont été fortement amorties par insertion d'antennes de couplage, ce qui a considérablement amélioré la stabilité du faisceau et permis de stocker des intensités plus élevées.

L'effet dit « tête-queue » est un autre phénomène clairement mis en évidence. Dans cette instabilité, les particules frontales d'un paquet excitent par récurrence les oscillations bétatroniques des particules terminales du même paquet. Étant donné que les rôles de ces particules se trouvent échangés au cours de chaque demi-période de l'oscillation synchrotronic, avec variation périodique de la fréquence bétatronique, l'amplitude de l'oscillation croît exponentiellement, ce qui entraîne une perte du paquet. Un remède bien connu consiste à supprimer cette variation de la fréquence bétatronique à l'aide d'aimants sextupolaires. Pour réaliser cette opération correctement, on a



PLUTO, un des grands détecteurs de DORIS: la photographie donne une idée du solénoïde supraconducteur. La culasse, visible des deux côtés, est ramenée en arrière de chaque côté de la zone d'intersection du faisceau.

(Photos DESY)



étudié un nouveau système de focalisation pour DORIS. Non seulement l'effet tête-queue a été supprimé, mais de plus la largeur du faisceau a été réduite alors que les conditions d'injection et la stabilité des faisceaux se trouvaient améliorées.

Les anneaux DORIS sont remplis à 2 GeV par injection de particules en provenance du synchrotron DESY de 7,5 GeV, exploité à 50 Hz, avec transfert d'électrons et de positons au cours d'une séquence d'impulsions prédéterminée, les autres impulsions étant utilisées pour des expériences avec le synchrotron. Avec la nouvelle optique de faisceau, le rendement à l'injection a été porté à une valeur comprise entre 50 et 80 %, du fait de la plus faible dispersion du faisceau au point d'injection. Dans quelques mois, des canaux de transfert nouvellement équipés permettront une injection à des énergies plus élevées. Entre-temps, l'énergie peut être augmentée dans l'anneau de stockage, sans difficultés fondamentales. Des faisceaux de plus de 100 mA ont été portés à 3,2 GeV et, avec une plus faible intensité, on a atteint 3,45 GeV.

DORIS est actuellement équipé pour une exploitation à 3,5 GeV. La machine disposera de trois sources d'énergie HF par faisceau, utilisant des klystrons fonctionnant à 500 MHz et fournissant 250 kW. Deux de ces émetteurs sont en état de marche et le troisième est presque achevé. Tous les aimants de courbure et de focalisation peuvent être excités jusqu'à 5 GeV et l'alimentation correspondante doit être installée au début de 1975. Toutefois, le système HF actuel ne pourra porter les faisceaux qu'à une énergie d'environ 4,2 GeV. De nouvelles unités accélératrices, fonctionnant avec une impédance de shunt plus élevée sont en cours de préparation afin d'obtenir des faisceaux d'énergie encore plus élevée.

Pour les expériences, on a installé et testé dans les sections droites deux grands systèmes de détection complémentaires: un spectromètre magnétique, à grand angle solide et résolution moyenne en quantité de mouve-

ment, appelé PLUTO et un spectromètre magnétique à deux bras appelé DASP, à résolution élevée dans un angle solide plus petit.

L'aimant PLUTO est un solénoïde supraconducteur de 0,4 m de diamètre et 1,15 m de long, fournissant un champ de 2 T, ayant le même axe que les faisceaux et enfermé dans une culasse d'acier de 90 t. Pour minimiser l'effet de cet aimant sur les faisceaux stockés, deux autres bobines supraconductrices sont insérées dans la culasse pour compenser le champ intégré le long de l'axe du faisceau. Des essais à pleine excitation de l'aimant ont montré que le champ ne perturbe pas l'exploitation de l'anneau de stockage. Le système pour la détection des événements à plusieurs branches comprend essentiellement seize chambres proportionnelles cylindriques, concentriques, avec fils séparés de 2,5 mm. Les préamplificateurs pour les 17 000 fils sont montés entre le cryostat et la culasse de l'aimant, alors que les amplificateurs principaux sont installés à 20 m de là. Leurs signaux sont lus par un ordinateur PDP 11/45. Les événements sont présélectionnés par une logique câblée, puis réduits par la machine PDP à moins de dix par seconde et finalement évalués par un ordinateur IBM 37/168. Les compteurs de muons extérieurs sont constitués par des ensembles de tubes compteurs proportionnels placés dans la culasse d'acier. L'angle solide de ce détecteur atteint 94 % de 4π stéradians. La résolution en quantité de mouvement est d'environ 5 % à 1 GeV sur plus de 65 % de 4π .

DASP permet une mesure de haute précision de la quantité de mouvement avec une bonne identification des particules dans un angle solide réduit. Ce détecteur est surtout utilisé pour l'étude des réactions à deux corps et à quasi-deux corps, des réactions inclusives et des processus gamma-gamma. Il possède un aimant à grande ouverture de géométrie variable, installé de part et d'autre du point d'intersection. Avec une hauteur d'entrefer de 90 cm, l'angle solide total

pour l'analyse magnétique est de $2 \times 0,39$ stéradians et le champ intégré vaut 1,8 T/m, ce qui assure une résolution en quantité de mouvement de 0,8 % à 3 GeV/c.

Les traces sont mesurées en avant de l'aimant avec une précision de $\pm 0,5$ mm, en utilisant des chambres proportionnelles, et en arrière de l'aimant, avec une précision de $\pm 0,25$ mm, à l'aide de chambres à étincelles. Un parcours de temps de vol de 4,7 m entre les compteurs à scintillation intérieurs et extérieurs permet de séparer les pions et les kaons jusqu'à une énergie de 1,8 GeV. Sur le reste de l'angle solide non utilisé pour l'analyse en quantité de mouvement, environ 11 stéradians sont couverts par un détecteur interne qui mesure la direction des traces et établit une discrimination entre les gamma, les électrons et les hadrons. Ce détecteur comprend des compteurs à scintillation, des compteurs proportionnels et des compteurs à gerbes qui entourent étroitement l'enceinte du faisceau. Le poids total de l'aimant est de 500 t; il s'y ajoute 300 t pour les compteurs de muons. La saisie des données et la vérification sont effectuées à l'aide d'un ordinateur PDP 11/45 qui utilise une liaison directe pour transférer les événements au calculateur central aux fins de stockage et de traitement ultérieur, en ligne.

Actuellement PLUTO et DASP en sont à la phase de mise en service. PLUTO doit être utilisé pour des mesures d'événements hadroniques à plusieurs branches alors que DASP étudiera la validité de l'électrodynamique quantique, ainsi que les spectres à une seule particule des pions, kaons et protons, afin de compléter ainsi des expériences de diffusion fortement inélastique de l'électron qui semblent bien indiquer que le nucléon possède une structure composite.

Comme on le dit en page 418, ces deux systèmes de détection ont eux aussi contribué à la frénésie causée par la découverte de particules lourdes et une grande partie de leurs premiers travaux sera sans doute consacrée à l'étude de celles-ci.

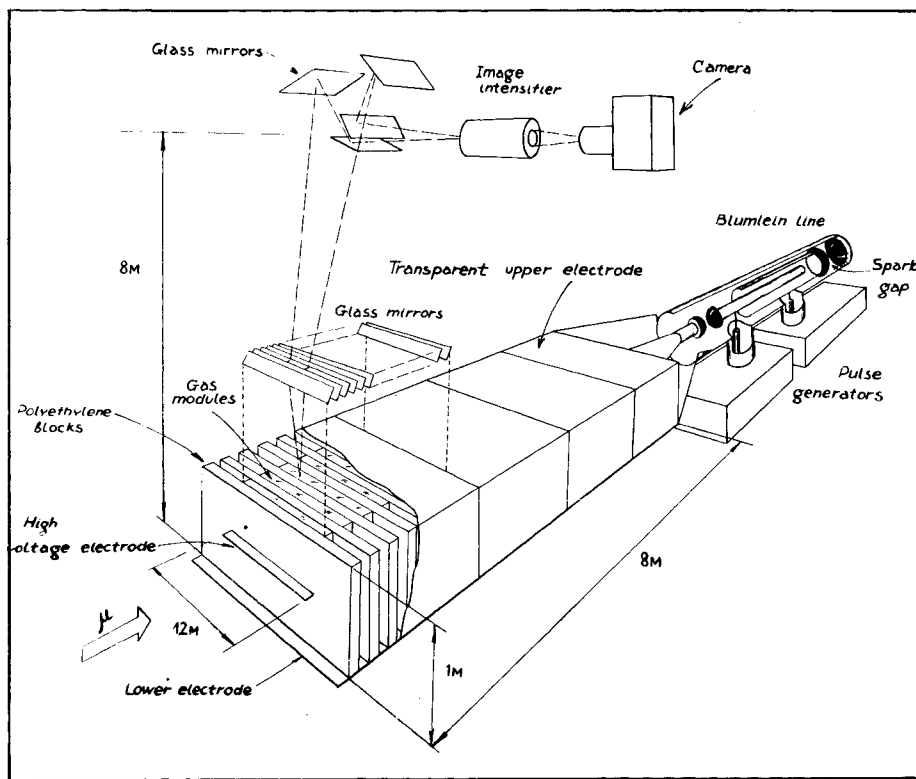


Schéma de la chambre à dards de 8 m construite par l'Institut de génie physique de Moscou et destinée à une expérience réalisée à Serpoukhov.

Éléments enregistrés sur la chambre à dards et montrant (1) des traces de muons et (2) une désintégration muon-électron.

La chambre à dards de 8 m de MOSCOU/SERPOUKHOV

La plus grande chambre à dards du monde dont la construction vient de s'achever à l'Institut de Génie Physique de Moscou (IGPM) a été utilisée au cours de l'expérience effectuée avec le synchrotron à protons de 76 GeV de Serpoukhov (IPHE) en vue d'étudier les mécanismes de production de muons dans les collisions nucléon-nucléon (recherche du boson intermédiaire, des paires de muons, etc.). L'expérience est menée en collaboration par l'IGPM et l'IPHE sous la direction de B. Dolgoshein, V. Davidenko, V. Kirrilov-Ugrumov et S. Somov.

La chambre a les dimensions suivantes: longueur 8 m, hauteur 1 m et profondeur 1,2 m — et comprend deux intervalles inter-électrodes de 50 cm. Pour arrêter les muons, des plaques de polyéthylène (10 tonnes, 400 gcm⁻²) sont insérées dans la chambre. Entre ces plaques, d'une épaisseur de 60 mm chacune, sont intercalées 120 cellules de chambres à dards — boîtes en matière plastique hermétiques remplies d'un mélange de néon et d'hélium. Un système de régénération du gaz assure la très grande pureté du mélange néon-hélium (la teneur en oxygène et azote étant inférieure à 10⁻⁴). L'addition de faibles quantités de fréon ou d'hexafluorure de soufre au mélange néon-hélium permet d'obtenir un temps de mémoire de 10 μs nécessaire pour enregistrer la désintégration des électrons.

L'électrode haute tension, située au centre de la chambre, et l'électrode de mise à la terre qui entoure cette dernière forment une ligne de transmission pseudo-coaxiale d'une impédance de 33 ohms. Les impulsions de tension sont produites par une ligne de Blumlein spéciale chargée par deux générateurs de Marx. La forme des impulsions est obtenue par décharge de la ligne de Blumlein dans les électrodes par l'intermédiaire d'un éclateur

Laboratoire FERMI Des protons, source d'électrons et de photons

À la fin d'octobre, le Laboratoire Fermi a mis en service des faisceaux d'électrons et de photons dont l'énergie se situe à un niveau jamais atteint dans le monde. Au cours d'une première période d'essais, les énergies des électrons ont été portées à 225 GeV, c'est-à-dire bien au-delà des 45 GeV du faisceau de Serpoukhov.

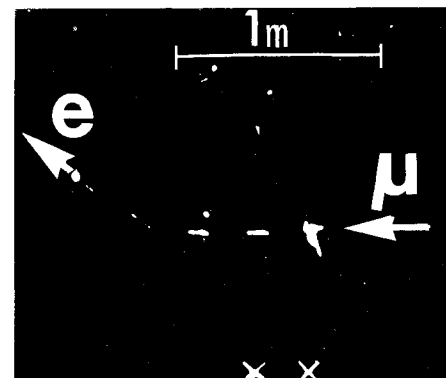
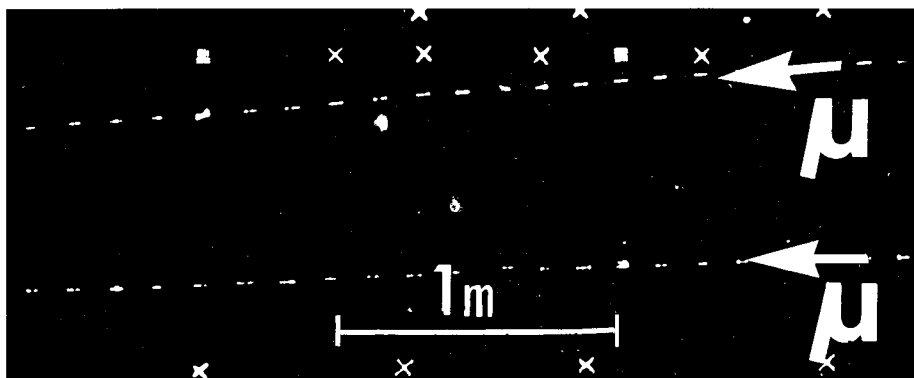
Le faisceau électrons-photons est installé dans la zone d'expérimentation « proton » où le faisceau de protons éjecté du synchrotron est dirigé sur une mince barre de béryllium de 30 cm de long. Parmi le flot de particules produites dans les interactions au sein de cette cible, il se forme un grand nombre de pions neutres qui se désintègrent rapidement en deux photons. La giclée de particules passe à travers un aimant qui dévie toutes les particules chargées, alors que les particules neutres, y compris les photons, poursuivent leur parcours selon leur direction initiale de production.

Le nombre de neutrons présents dans ce faisceau de particules neutres est élevé et, à ce stade, le faisceau de photons ne convient donc pas pour les usages ultérieurs. Le faisceau passe alors à travers une feuille de plomb dans laquelle les photons se « maté-

rialisent » en électrons et positons. Une série de quinze aimants de déflexion prend en charge le flux d'électrons, avec sélection et focalisation des électrons ayant une impulsion donnée. On s'assure que les muons pénétrants, issus des interactions initiales des particules chargées, ne viennent pas s'ajouter au flux d'électrons. Le faisceau pur d'électrons monocinétiques peut alors être dirigé sur une seconde plaque de plomb mince en produisant un rayonnement de photons dont les énergies peuvent être « marquées » par la mesure des énergies des électrons résultants.

Une expérience de mesure des sections efficaces totales emploie le faisceau de photons marqués. Avec un faisceau d'électrons dont l'intensité est de 10⁷ particules par seconde, celle du faisceau de photons est d'environ 10⁵. Ces faisceaux permettent d'effectuer des expériences dans une gamme d'énergies jusqu'alors inexplorée. L'énergie des électrons sera portée à 300 GeV, ou plus, et les intensités des faisceaux augmenteront lorsque l'accélérateur fournira régulièrement à la zone d'expérimentation « proton » des faisceaux de 5 × 10¹² ppi ou davantage.

L'accélérateur a fonctionné de manière très fiable en produisant un faisceau de 300 GeV d'intensité supérieure à 10¹³ ppi. Au cours d'un mois d'exploitation, le temps de faisceau a représenté 72 % du temps de service de la machine, ce qui a permis de fournir 2,3 × 10¹⁸ protons aux expériences.



1. haute pression déclenché par rayons X (100 kV, 30 ns).

Après le passage d'un muon dans la chambre à dards, on applique une première impulsion haute tension de 300 kV et d'une durée de 40 ns. Le facteur de multiplication des électrons le long de la trace de muons est de 10 à 100. L'intervalle séparant le passage du muon et l'application de la seconde impulsion haute tension (d'une amplitude de 800 kV et d'une durée de 20 ns) est de 6 μ s. Dans cet intervalle, 90 % des muons à l'arrêt se désintègrent dans la chambre. Par suite de l'application de deux impulsions haute tension, la trace laissée par un muon est plus brillante que celle produite par un électron. En faisant varier l'amplitude de la première impulsion, on peut modifier la brillance des traces des muons et des électrons.

Quatre caméras photographient l'intérieur de la chambre à dards par l'intermédiaire d'intensificateurs d'image qui donnent de bons clichés de dards d'une longueur moyenne de 5 mm. La chambre reçoit un faisceau de muons d'une quantité de mouvement moyenne de 2,5 GeV. Des muons polarisés sont produits dans une cible interne en cuivre formant un angle de 9° avec le faisceau de protons incident. Ils traversent la chambre à dards avant de s'arrêter et de se désintégrer dans les plaques de polyéthylène. On mesure la polarisation en observant l'asymétrie dans les désintégrations muon-électron.

On a obtenu au total 10⁵ photographies et l'analyse détaillée des données est en cours.

La Fondation européenne de la science

Des scientifiques représentant seize nations se sont réunis à Strasbourg* les 18 et 19 novembre pour la première session plénière de la Fondation européenne de la science, maintenant constituée avec statuts, budget et siège, et qui, d'ici quelques semaines, disposera de bureaux permanents.

Cette réunion couronnait le travail accompli depuis un an par le comité fondateur et son président, le professeur H. Curien, à la suite d'initiatives émanant des pays scandinaves et de la Commission des communautés européennes.

La Fondation réunit des délégués des autorités nationales, responsables de l'organisation de la recherche et des universitaires, de manière à assurer une représentation à la fois de l'aspect administratif et de l'aspect proprement scientifique de la recherche. Cette intention apparaît clairement dans le choix des dirigeants de la Fondation: le président est un physicien, Sir Brian Flowers, tandis que le vice-président, le professeur Olivier Reverdin, est un helléniste et que le docteur P. Riis représente la médecine. Le secrétaire général est M. F. Schneider, de l'Institut Max Planck de Munich.

La Fondation a pour principaux objectifs d'aider et d'encourager la coopération en recherche fondamentale et de promouvoir la mobilité des chercheurs. Cette première réunion a mis en évidence les nombreux domaines dans lesquels la Fondation pourrait faire une œuvre utile et a montré que l'esprit de coopération internationale déjà familier aux physiciens des hautes énergies, était bien vivant. Trois domaines ont d'ores et déjà été choisis pour études immédiates: l'astronomie, sujet particulièrement actuel à l'heure où des études en vue de la réalisation d'équipements coûteux sont en préparation dans de nombreux pays occidentaux; l'archéologie, où les dernières découvertes en matière de techniques de recherche ont un avenir très prometteur; enfin l'éthique des sciences sociales, en particulier dans ses rapports avec ce qu'on commence à connaître sous le nom de manipulations génétiques. La formation mathématique des physiciens et la recherche spatiale figurent aussi parmi les sujets susceptibles d'être mis rapidement à l'étude.

Lors de la conférence de presse qui a suivi la session, Sir Brian Flowers a insisté sur le caractère original de cette organisation et l'absence de toutes ré-

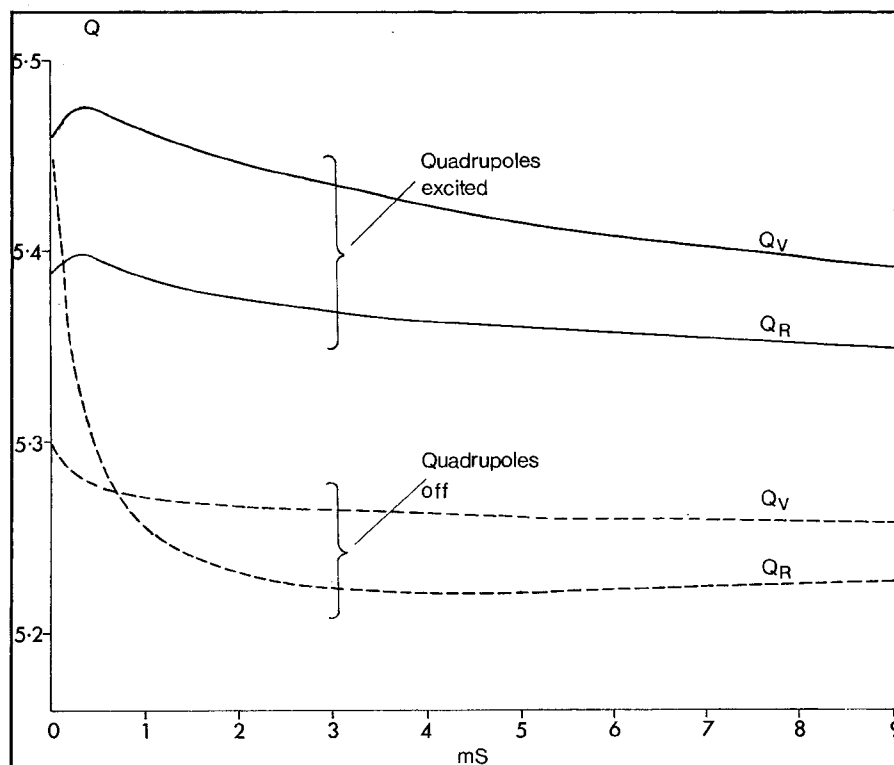
2. ges préétablies en ce qui concerne ses méthodes de travail. Il a souligné également que la Fondation ne se proposait pas d'absorber les organisations internationales existantes ni de s'immiscer dans leur administration. La Fondation espère être consultée par les gouvernements lorsque de grands projets seront envisagés et Sir Brian Flowers pense qu'elle permettra d'étudier les propositions dans un contexte plus large qu'il n'était habituel dans le passé.

* Les douze Etats membres du CERN (Allemagne fédérale, Autriche, Belgique, Danemark, France, Grèce, Italie, Norvège, Pays-Bas, Royaume-Uni, Suède, Suisse) plus l'Espagne, l'Irlande, le Portugal et la Yougoslavie.

DARES BURY NINA et ses accordeurs

NINA, le synchrotron à électrons de 5 GeV de Daresbury, vient de recevoir une paire d'aimants quadrupolaires sur quatre de ses sections droites, afin de contrôler les conditions de focalisation pendant la durée du cycle d'accélération. Antérieurement, la focalisation du faisceau à l'injection devait être différente de la focalisation à haute énergie.

Les valeurs radiales et verticales de Q (c'est-à-dire les nombres d'oscillations bêtaoniques des particules du faisceau par révolution, dans les plans radial et vertical) constituent une mesure de la focalisation. De meilleures conditions d'injection ont été obtenues avec des valeurs de Q proches de 5,5 et en évitant au faisceau d'être perturbé en traversant des résonances que l'on rencontrait lorsque la focalisation diminuait pour atteindre à haute énergie des valeurs de Q d'environ 5,2. Le contrôle par quadrupôles des valeurs de Q assure une meilleure valeur à haute énergie et supprime la perte du faisceau. Ce contrôle modifie également Q de telle sorte qu'il devient possible de créer une résonance tiers d'entier utilisée



Graphique des valeurs de Q du synchrotron NINA, dans les plans vertical (Q_v) et radial (Q_r), au cours de l'accélération de 9 ms. Les lignes inférieures (filétées) correspondent à la situation existant avant l'installation des quadrupôles. Les lignes supérieures (traits pleins) montrent l'effet des quadrupôles qui permettent de supprimer les résonances entraînant des pertes du faisceau.

pour un système d'extraction à fonction séparée.

La souplesse du contrôle constitue une caractéristique importante de l'installation. L'opérateur qui exploite NINA utilise une console de visualisation travaillant en mode conversationnel, en ligne avec l'ordinateur central du Laboratoire, pour afficher les valeurs de Q exigées dans les plans radial et vertical au cours de l'accélération; pour cela, il dispose de deux courbes de variation de Q en fonction du temps qui sont présentées sur le terminal. L'ordinateur central IBM 370 détermine les signaux à appliquer sur les quadrupôles pour obtenir ces valeurs et il vérifie que les caractéristiques nominales de l'alimentation des aimants ne sont pas dépassées.

Après affichage des signaux sur le terminal, les données sont transmises à un ordinateur PDP 11/05 programmé pour la mise en mémoire de l'information à l'entrée et pour un fonctionnement synchronisé au cycle d'accélération de NINA. Des signaux différents doivent être appliqués sur les quadrupôles F et D; chacun d'eux est digitalisé sous la forme de 500 mots de 10 bits. Les deux signaux sont appliqués pendant 9 ns sur les alimentations, avec une fréquence de répétition de 53 Hz.

Les alimentations ont dû être modifiées afin de pouvoir suivre tout signal émis par l'ordinateur, qui reste dans les limites des caractéristiques nominales. Le circuit utilise des groupes de transistors avec commutation en classe C, afin de faire varier l'énergie fournie aux condensateurs, alimentés

par des inducteurs. La tension aux bornes des condensateurs est appliquée sur les quadrupôles. Des boucles d'asservissement adaptent ces tensions aux signaux émis par l'ordinateur, étant donné que la commande par variation de tension est préférable pour des aimants pulsés.

Les quadrupôles utilisent un refroidissement par circulation d'air forcée, de manière à réduire le coût de construction en évitant les difficultés propres au refroidissement par l'eau pour une bobine à conducteur toronné. Dans cette construction, on a employé une autre technique nouvelle: les tôles des blocs d'aimants sont assemblées à l'aide d'un mince tissu de verre pré-imprégné de résine époxyde.

Le système est actuellement en exploitation et les décalages de Q mesurés sont conformes aux prévisions.

Le projet d'anneau de stockage EPIC

Le Conseil britannique de la Recherche scientifique s'est réuni fin novembre pour examiner plusieurs projets dans les domaines de la recherche dont il est responsable. En physique des hautes énergies, le projet principal concerne la construction d'un anneau de stockage électrons-positons de 14 GeV baptisé EPIC.

Le Conseil, reconnaissant le grand intérêt scientifique du projet (auquel les découvertes de nouvelles particules aux Etats-Unis ont sans doute donné

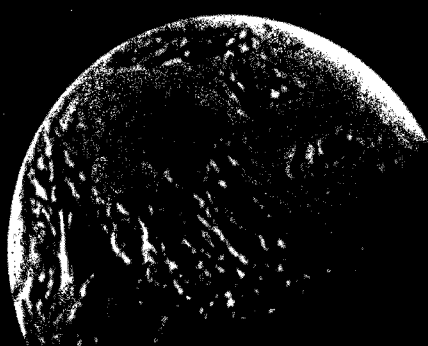
un coup de pouce particulièrement opportun), a encouragé la poursuite des travaux. Des crédits sont actuellement débloqués pour une étude technique plus détaillée de la machine, comprenant la réalisation de modèles d'aimants et d'éléments HF, ainsi qu'une étude géodésique complète du site. Le projet sera réétudié en 1975, en tenant compte des fonds dont disposera le Conseil à cette date pour les projets de recherche pure ainsi que des besoins d'autres branches de la science.

Le système EPIC (Electron Positron Intersecting Complex) a été décrit dans ses grandes lignes dans le volume 13, page 373. Une volumineuse étude a d'autre part été publiée au Laboratoire Rutherford en septembre (Rapport n° RL-74-100). Il est destiné à succéder à NIMROD, le synchrotron à protons de 8 GeV de Rutherford, et au synchrotron à électrons de 5 GeV NINA de Daresbury comme base du programme britannique de recherche en physique des hautes énergies. Dans sa conception actuelle, il se présente comme une machine à un seul anneau, d'une circonférence de 2,2 km, implantée dans un tunnel à proximité de l'emplacement occupé par NIMROD sur le site de Rutherford. Les bâtiments de NIMROD seront utilisés au maximum pour l'implantation des linacs et du synchrotron NINA (transféré de Daresbury), qui servira d'injecteur à 4,8 GeV.

Le Conseil souhaite vivement que les autres membres de la communauté européenne de la physique des hautes énergies soient consultés sur tous les aspects du projet. Naturellement, de telles consultations existent déjà, mais elles sont appelées à se développer car le Laboratoire Rutherford se propose d'inviter officiellement tous ses homologues européens à discuter des possibilités de collaboration à toutes les étapes de la construction et/ou de l'exploitation de l'anneau EPIC.

POUR L'ULTRA-VIDE

une nouvelle génération
de roulements à billes

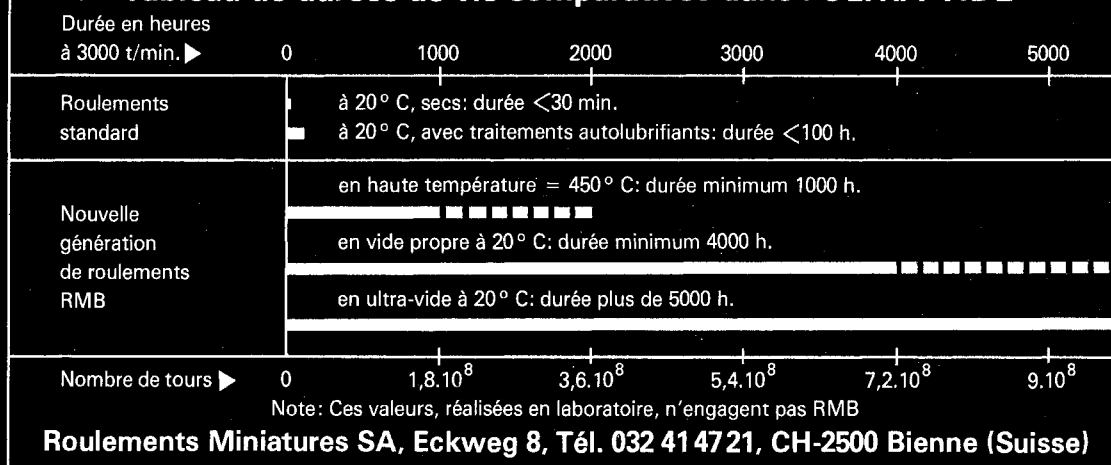


dont les éléments - bagues, billes et cages à billes - permettent pratiquement d'éviter le soudage de contact que favorisent l'ULTRA-VIDE et les HAUTES TEMPERATURES, et d'assurer une longévité particulièrement remarquable grâce:

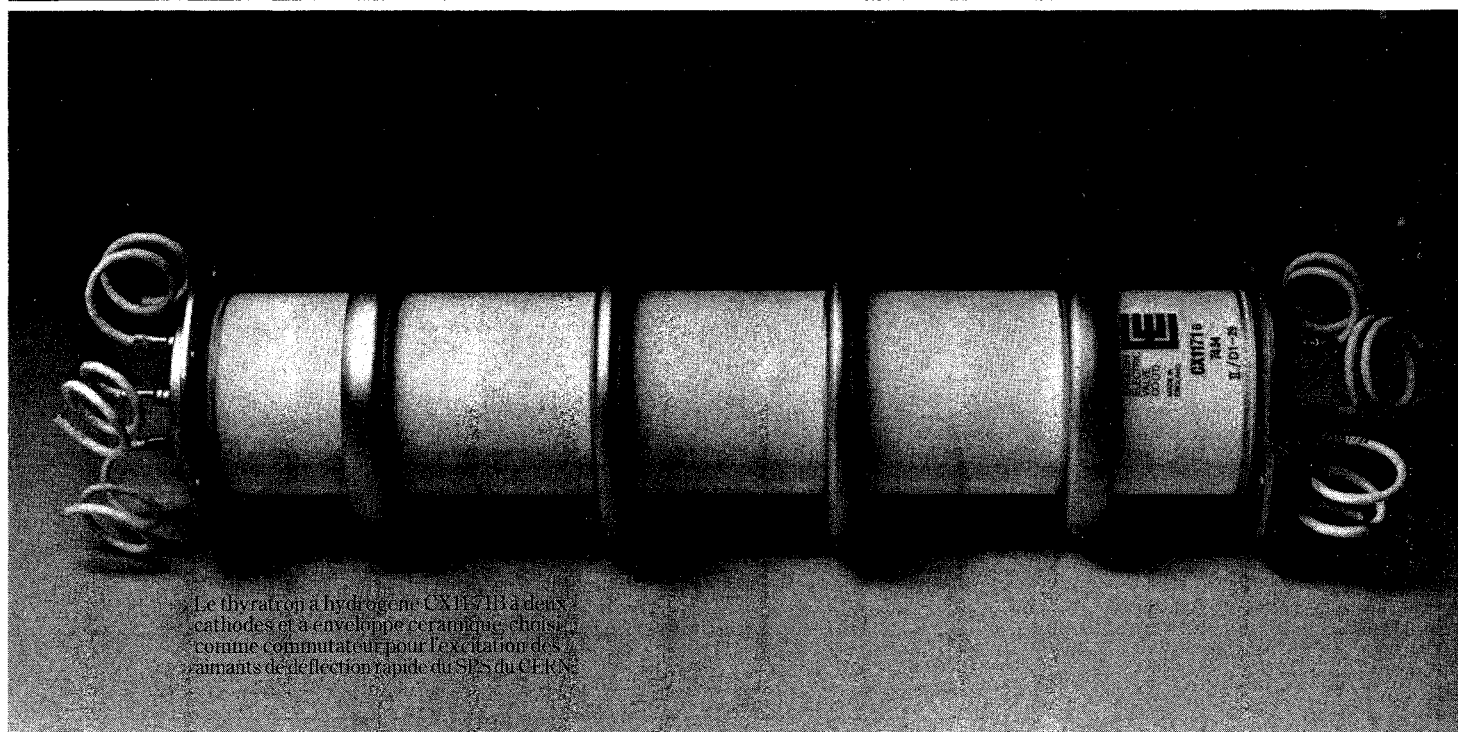
à la grande dureté des chemins de billes,

aux billes adaptées à l'application et à la cage de nature autolubrifiante.

Tableau de durées de vie comparatives dans l'ULTRA-VIDE



La double innovation EEV.



Le thyatron a hydrogene CX1171B a deux cathodes et a enveloppe ceramique, choisi comme commutateur pour l'excitation des aimants de deflection rapide du SPS du CERN.

PERSONNEL

TO MEET YOUR TEMPORARY REQUIREMENTS
SCIENTIFIC ENGINEERING
ELECTRONICS
TECHNICAL SECRETARIAL

DRAUGHTSMEN	— Electronics	Electro-mechanical
& Tracers	Mechanical	Hydraulics
ENGINEERS	— Electronics	Mechanical
TECHNICIANS	— Electronics	Mechanical
INSPECTORS	— Electronics	Mechanical
WIREMEN	— Prototype Production	
ELECTRICIANS	— MECHANICS	FITTERS — TOOL-MAKERS
— MILLERS	— WELDERS	— INSTRUMENT MAKERS
— TURNERS	— GRINDERS	— SHEETMETAL WORKERS
— MACHINE OPERATORS		

SECRETARIES

TYPISTS — Shorthand · Audio · Copy — CLERKS —
 TELEPHONISTS — TELEX OPERATORS
 Many of our staff are bi-lingual and multi-lingual

BENNEY ELECTRONICS LIMITED
 PERSONNEL DEPARTMENT

P. O. BOX 26 EASTLEIGH HAMPSHIRE ENGLAND
 Telephone: Chandler's Ford (04215) 66764 & 2643
 Telex: Harmsworth ELGH 477096

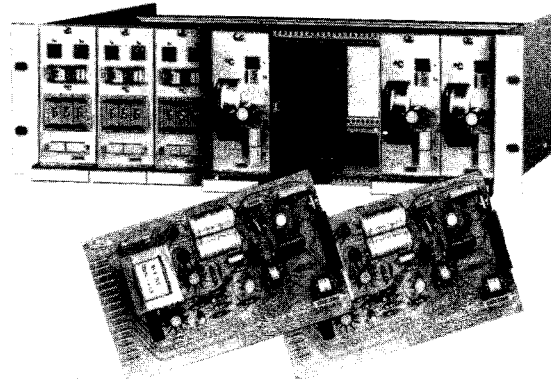
Representative in Geneva: Mme A. Borowski Tel. 31 94 12
 Contractors to HM. Government & European Establishments

If you're planning progress

JUMO MESS- UND REGELTECHNIK[®]

Electronic JUMO „TROWI-PRINT“ and „TROFE-PRINT“ temperature controllers for thermocouples or resistance sensors; in circuit-board holder or 19“ drawer unit . . . the ideal space-saving controllers on EUROPA printed circuit boards

Universal mounting through separation of setting unit and circuit-board controller



M. K. JUCHHEIM GMBH & CO · D-64 FULDA
 Telefon 0661/831 Telex 04-9701

AJ 19

Thyratron CX1171B.

LAP 86

Un problème de tension inverse? Intérêt du thyatron à deux cathodes EEV. Le thyatron conventionnel est un commutateur déclenche unidirectionnel. EEV a conçu, fabriqué et utilisé avec succès ce nouveau thyatron à hydrogène, capable de passer le courant dans les deux sens, sans affecter la tenue en tension

avant déclenchement.

Ces nouveaux tubes à deux cathodes sont disponibles avec des enveloppes en céramique de 75 mm et 122 mm et avec 2, 3 ou 4 étages.

Avez-vous des problèmes? Nous avons des idées. N'hésitez pas à contacter nos spécialistes à Chelmsford.

EEV and M-OV know how

THE M-O VALVE CO LTD, Hammersmith, London, England W6 7PE. Tel: 01-603 3431. Telex: 234356. Grams: Thermionic London.
ENGLISH ELECTRIC VALVE CO LTD, Chelmsford, Essex, England CM1 2QU. Tel: 0245 61777. Telex: 99103. Grams: Enelectico Chelmsford.



NbTi High Field Superconductor



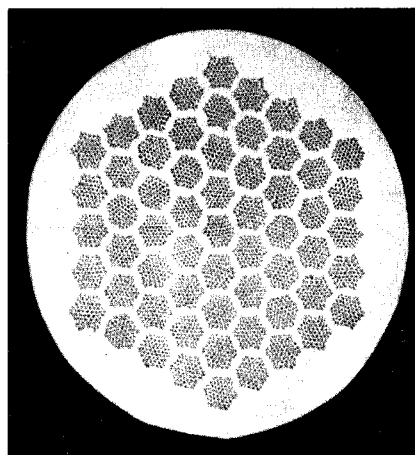
VACRYFLUX[®] 5001

Single core conductors for magnets of high homogeneity.

Multifilament conductors with circular or rectangular cross-section containing 60 to 3721 twisted superconducting filaments with smallest diameters of 10 μ (photogr.) for dynamic application.

Fully transposed braids for pulsed D.C. magnets and superconducting machines.

Cryostatically stabilized high current superconducting composites for big magnets with high stored energy.



VACUUMSCHMELZE GMBH · D 645 HANAU

BOOKS ON NUCLEAR APPLICATIONS

STP 529 Effects of Radiation on Substructure and Mechanical Properties of Metals and Alloys

548 Pages, Hard Cover, \$ 49.50
PCN 04-529000-35

STP 551 Zirconium in Nuclear Applications

526 Pages, Hard Cover, \$ 44.50
PCN 04-551000-35

DS52 Nuclear Reactor Neutron Energy Spectra

220 Pages, Soft Cover, \$ 26.00
PCN 05-052000-35

DS54 Radiation Effects Information Generated on the ASTM Reference Correlation-Monitor Steels

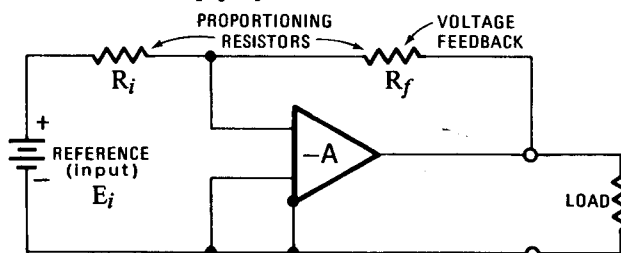
84 Pages, Soft Cover, \$ 9.75
PCN 05-054000-35

ASTM members are allowed a 20% discount. Member number must be provided. 5% foreign shipment will be added as will local sales tax.

American Society for Testing and
Materials
1916 Race Street
Philadelphia, Pa. 19103

KEPCO INFORMATION

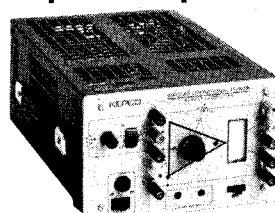
When is a Power Supply Not a Power Supply?



Power Operational Amplifier/Power Supply

- Bring feedback from current sensor and it will regulate current
- Bring voltage feedback and it will regulate voltage
- Bring feedback from your load and the power supply is a servo amp.

Bipolar Operational Power Supply



+ 15 V to - 15 V@20 amps
+ 36 V to - 36 V@1.5 amps
+ 36 V to - 36 V@5.0 amps
+ 72 V to - 72 V@1.5 amps
+ 72 V to - 72 V@5.0 amps

Please ask for detailed documentation

Kontron Electronic AG

Bernerstrasse 169, 8048 Zürich, Telefon 01 62 82 82, Telex 57439

Articles techniques en caoutchouc et matières plastiques

Vollä l'adresse
qu'il vous faut :

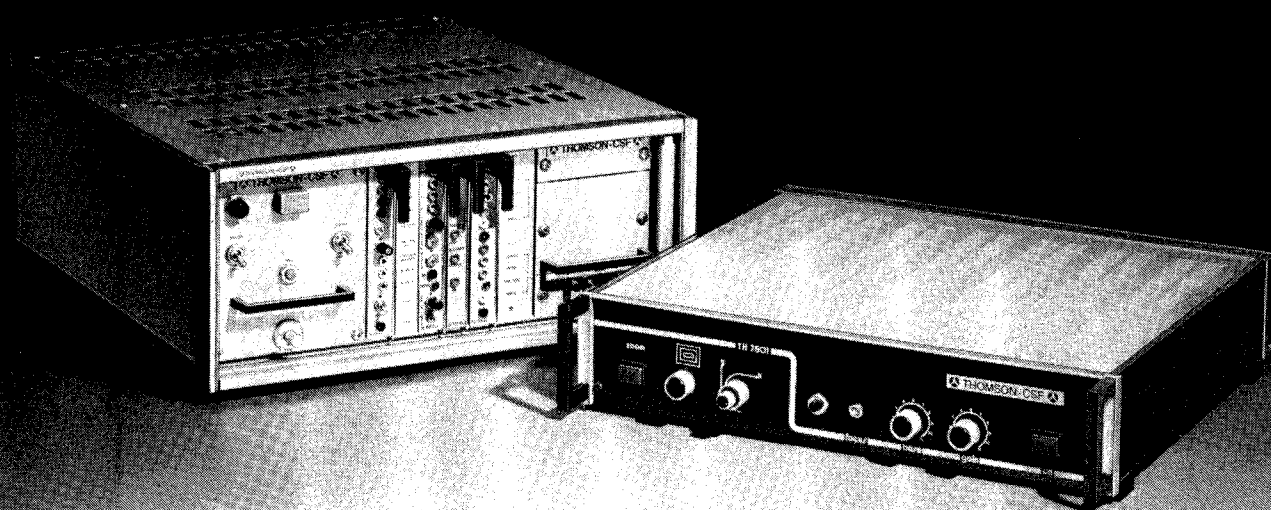
Gummi Maag
8051 Zurich
Tél. (01) 40 11 00

Envoyez-nous ce coupon et vous recevrez gratuitement la documentation suivante :

- ☐ catalogue de tuyaux
- ☐ catalogue de tuyaux pour l'hydraulique
- ☐ catalogue de tuyaux de ventilation
- ☐ catalogue de joints toriques et bagues d'étanchéité
- ☐ collection d'échantillons de plaques en caoutchouc
- ☐ éléments de transmission
- ☐ profils en caoutchouc et en plastique
- ☐ gants de protection en caoutchouc
- ☐ notre périodique MAAGinform
- ☐ matériaux diélectriques

Nom _____
Département _____
Téléphone interne No _____
Spécialement intéressé _____
Signature _____ Date _____

Nous avons des mélanges de caoutchouc spécialement résistants aux radiations donnant pleinement satisfaction - contactez-nous s.v.pl. pour tout ce qui concerne les tuyaux, les profils, les plaques, les joints, les câbles, etc. en caoutchouc et en matière plastique.



gardez une bonne image avec les coffrets à mémoire THOMSON-CSF.

- ☐ Arrêt sur image TV
- ☐ Adressage cavalier, Télévision standard ou lente
- ☐ Zoom électronique, ☐ Demi-teintes

Quatre coffrets couvrent les différents domaines d'utilisation
de nos tubes à mémoire d'image :

REFERENCE	RACK	CARACTERISTIQUES	APPLICATIONS
TH 7501	19" - 2 unités	Zoom rapport 4. Possibilité d'intégration	Arrêt sur image TV
TH 7502	19" - 3 unités	Inscription et lecture simultanées - Demi-teintes. Possibilité d'effacement progressif	TV standard et lente
TTV 3900 A	19" - 4 unités	Effacement, inscription et lecture séquentiels	Usages multiples. Adressage, inscription et/ou lecture : TV standard ou lente, accès aléatoire
TH 7500	19" - 5 unités	Deux largeurs de trace en blanc ou en noir	Adressage cavalier à distance et lecture TV



THOMSON-CSF

GRUPEMENT TUBES ELECTRONIQUES / 8, RUE CHASSELOUP-LAUBAT
75737 PARIS CEDEX 15 / FRANCE / TEL. (1) 566 70 04

Grande-Bretagne - THOMSON-CSF Electronic Tubes Ltd / Bilton House, Uxbridge Road, Ealing / LONDON W 5 2TT / Tel. (01) 579.55.11 / Telex : 25 659

Italie - THOMSON-CSF Tubi Elettronici SRL / Viale degli Ammiragli 71 / ROMA / Tel. (6) 38 14 58

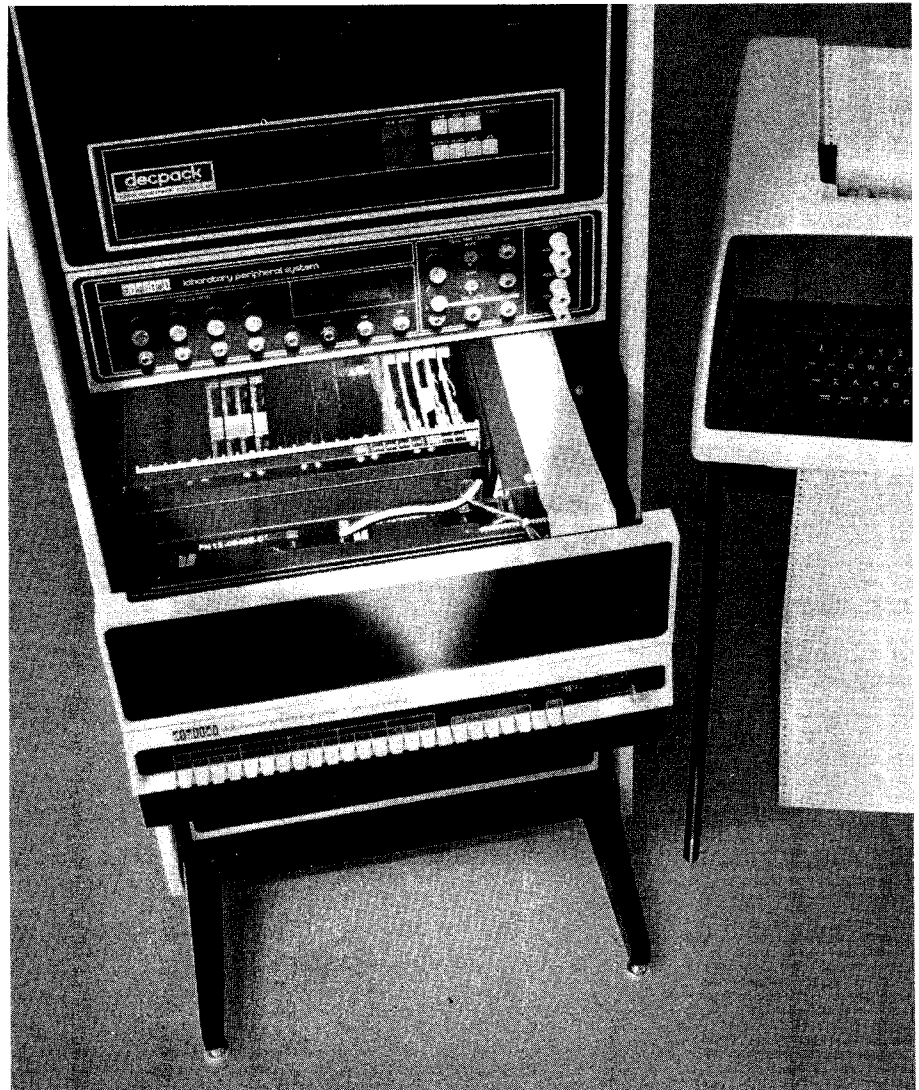
Japon - THOMSON-CSF JAPAN K.K. / Kyosho Building / 1. 9. 3 Hirakawa-cho / Chiyoda-ku / TOKYO 〒 102 / Tel. (03) 264.6341

RFA - THOMSON-CSF Elektronenröhren GmbH / Am Leonhardsbrunn 10 / 6 FRANKFURT/MAIN / Tel. (0611) 70.20.99

Suède - THOMSON-CSF Elektronrör AB / Box 27080 / S 10251 STOCKHOLM 27 / Tel. (08) 22.58.15

U.S.A. - THOMSON-CSF Electron Tubes Inc / 750 Bloomfield Avenue / CLIFTON NJ 07015 / Tel. (201) 779.1004

Five new low-cost lab computer systems with a big heart.



Powerful low-cost systems. That's Digital's DECLAB-11/10 system family. Five generous hardware/software packages designated A through E. Priced from only S.Fr. 48.000 (S.Fr. 44.000*) to S.Fr. 119.000 (S.Fr. 107.000*). Capable of handling the research jobs you're likely to encounter without having to develop additional programs. And fully compatible so they'll expand as your needs grow.

Powerful low-cost heart. That's Digital's performance-proved 16-bit PDP-11/10 CPU. The heart of the systems. Now at a new low price. With 8K words of memory, line frequency clock, power fail and auto restart, serial line unit and paper tape software, just S.Fr. 24.800 (S.Fr. 21.000*). With 16K words, just S.Fr. 31.000 (S.Fr. 27.000*).

Wide hardware range. The DECLAB-11/10 family gives you a wide range of hardware options. So you can choose the right system to meet your price/performance needs. All systems include the PDP-11/10 processor with 16K words of memory. With a choice of paper tape, magnetic cassette or cartridge magnetic disk drive storage. And a hard-copy teleprinter or DECwriter.

Plus Digital's new AR-11 one-module real-time analog subsystem. The AR-11 features a 16-channel multiplexer, 10-bit analog-to-digital converter, programmable real-time clock and display controller. Or, if you want a more comprehensive analog subsystem, you can choose our LPS laboratory peripheral system.

Lab-oriented software. User programs for the DECLAB-11/10 systems are developed using Digital's unique Applications-11 library. A package of laboratory applications modules subdivided into five categories: data processing, data display, data analysis, data acquisition and inter-

active dialogue. The library can be used in conjunction with Digital's RT-11 and CAPS-11 cassette programming systems. In addition, BASIC and FORTRAN compilers are available.

Digital. Gets to the heart of your needs.

Please send me complete information about Digital's five new DECLAB-11/10 laboratory systems.

Name _____

Position _____

Company _____

Address _____

Telephone _____

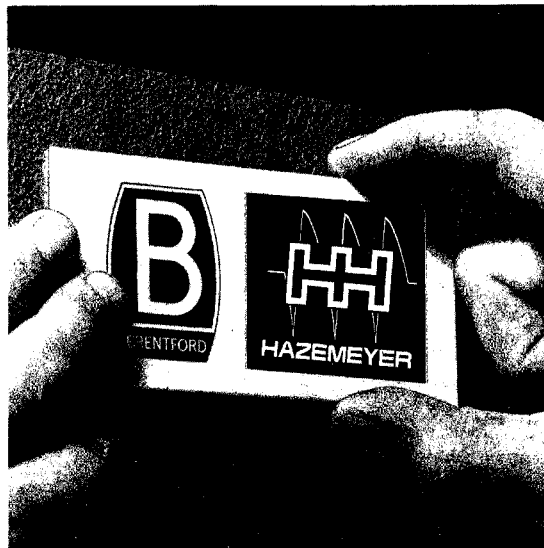
Digital Equipment Corporation
International (Europe),
81, route de l'Aire,
CH-1211 Geneva 26,
Tel. (022) 42 79 50.

Cern

Offices in Reading, London, Birmingham, Bristol, Manchester, Edinburgh, Munich, Berlin, Cologne, Frankfurt, Hambourg, Hannover, Stuttgart, Vienna, Stockholm, Oslo, Copenhagen, Helsinki, Paris, Grenoble, Utrecht, Brussels, Geneva, Zurich, Milan, Turin.

digital

*Special price for nonprofit-oriented educational, medical and research institutions.



Une puissante association...

*Maintenant Hazemeyer (Hollande) et Brentford (Angleterre)
vous offrent leur grande expérience commune
dans le domaine des alimentations continues à stabilité élevée*

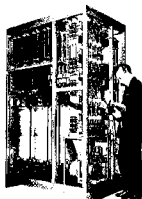
Brentford (Angleterre) et Hazemeyer, anciennement Smit Nijmegen (Pays-Bas) ont mis en commun leur vaste expérience des alimentations CC pour la recherche nucléaire et la physique des plasmas. S'appuyant sur la réalisation de centaines d'installations disséminées dans le monde entier Brentford/Hazemeyer peuvent fournir des alimentations d'une puissance de 1 kW à 20 MW. Faites-leur part de vos plus récentes exigences et recueillez le fruit de cette alliance exceptionnelle de la capacité de production et de la puissance créatrice.

Exemples:

- Des alimentations CC à haute stabilité pour intensités jusqu'à 20 kA et tensions jusqu'à 2 kV excitent entre autres des aimants de courbure et de focalisation d'accélérateurs de particules à Genève (CERN), Hambourg (DESY), Harwell (Laboratoire Rutherford), Daresbury (NINA).
- Des alimentations pulsées produisent des champs magnétiques élevés dans des aimants à septum.
- Des alimentations réglées avec précision chargent des batteries de condensateur pour des expériences de physique des plasmas.
- Des redresseurs haute tension alimentent des sources d'ions pulsés d'une puissance atteignant 6 MW.
- Des redresseurs à haute intensité produisent des champs magnétiques élevés dans des bobines Z pour la stabilisation des plasmas toroïdaux.

Brentford

Brentford Electric Limited Manor
Royal, Crawley, West Sussex RH 10 2QF
England,
Teleph.: Crawley (0293) 27755
Telex 87252



Hazemeyer

Hazemeyer B.V. RT - department
P.O. Box 23, Hengelo,
Holland,
Teleph. 05400 - 62723
Telex 44892

Partie puissance d'une alimentation continue Brentford/Hazemeyer
à stabilité élevée: 185 V, 1100 A.



Un groupe de niveau européen dans la prestation de services

Nettoyage industriel
Nettoyage d'ateliers, bureaux, laboratoires, cliniques
Hygiène, désinfection, désinsectisation, dératisation
Prestations de main-d'œuvre
Manutentions

Office nouveau du nettoyage ONET

13008 - MARSEILLE	12 bis, boulevard Pèbre	tél. (91) 73 28 50
75 - PARIS	4 et 6, rue du Buisson - Saint-Louis - X ^e	tél. (1) 208 15 57
GENÈVE	55/57, rue Prévost-Martin	tél. 25 78 88
74 - ANNECY	6, avenue de Mandallaz	tél. (50) 45 46 41
01 - SAINT-GENIS	Route de Genève	tél. (50) 41 12 07

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

the new revolutionary non-slip

DUST COLLECTION MATS

for clean rooms

a new developed material which does drastically away
with these old sticky, costly and unreliable mats.

- highest efficiency ● economic
- unlimited dust trap life
- no expensive and critical reconditioning
(just wipe off with a wet sponge)
- dust gets visible ● not pressure sensitive
- non-slipping ● resistant to acids, solvents

ask for a free sample

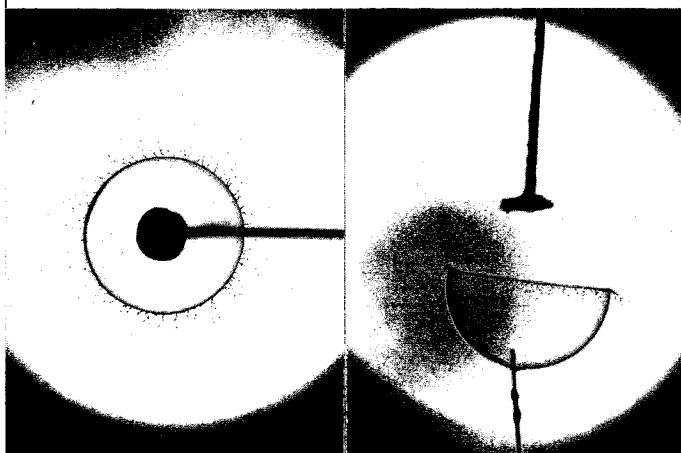
DIPL. ING. ERNEST SPIRIG
CH8640 RAPPERSWIL, POBox 160 SWITZERLAND
phone 055/27 44 03 telex 75400

NANOLITE

8 - 11 - 18 ns bis 10 kHz
nano-Kurzzeitblitzlampen für Tröpfchenforschung,
Stoßwellenrohr, Überschallkanal, Ballistik,
Schatten- und Schlierenaufnahmen.

NANO TWIN

Nanolite-Doppelblitzgerät 1 μ s - 1 s Blitzabstand.
TWIN-Kamera 9×12 nach Scheimpflug.



Platzende Seifenblase -
Zwei 18 ns Nanolites 90° versetzt.

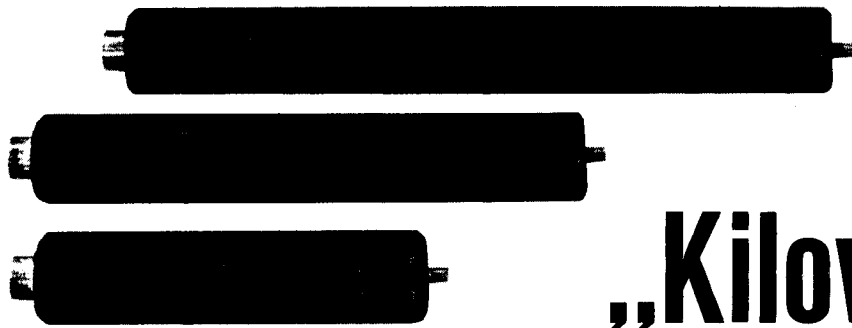


IMPULSPHYSIK GmbH

2 Hamburg 56 (Rissen) Sülldorfer Landstr. 400
Tel. (040) 81 21 51 / FS 02 189 514 ffid

Semtech 

high voltage silicon rectifiers



„Kilovolt-Stac”

KILOVOLT-STAC is designed for all standard single and polyphase rectifier circuits including use in power-supplies for X-ray generators.

Corona-free KILOVOLT-STAC rectifier specifications include:

PIV: 12,5/18/25/33/45/50/66/75/100/150&200KV

Average Rectified Current, @ 25°C:

0,1/0,2/0,3 & 1,0A

V_F: @ 100mA at 25°C:

56, 84, 112, 126, 168, 252 and 336 V

Dimensions: 1"Ø x 4,5"; 1"Ø x 6,63"; 1"Ø x 8,75"

For complete details contact:

BOURNS (Schweiz) AG Baarerstrasse 8 6301 Zug
Tel. 042 23 22 42 **Telex 78 722**

Commercial uranium...



just another metal?

Twice as dense as lead, becoming increasingly competitive in price, and readily available — BNFL commercial uranium could be just the other metal you've been looking for.

Currently in use for a wide range of radiological shielding and non destructive testing applications, balance weights for aircraft, colouring compounds for glass and ceramics and as a

constituent of catalysts for the gas industry, BNFL commercial uranium is demonstrably a versatile material of great potential value to industry.

For twenty years BNFL have been fabricating commercial uranium — casting, machin-

ing, rolling, forging, extruding.

All this expertise has been written into a Fact File on the metal, its properties, its handling and its applications. Every designer should have a copy — send for yours today.

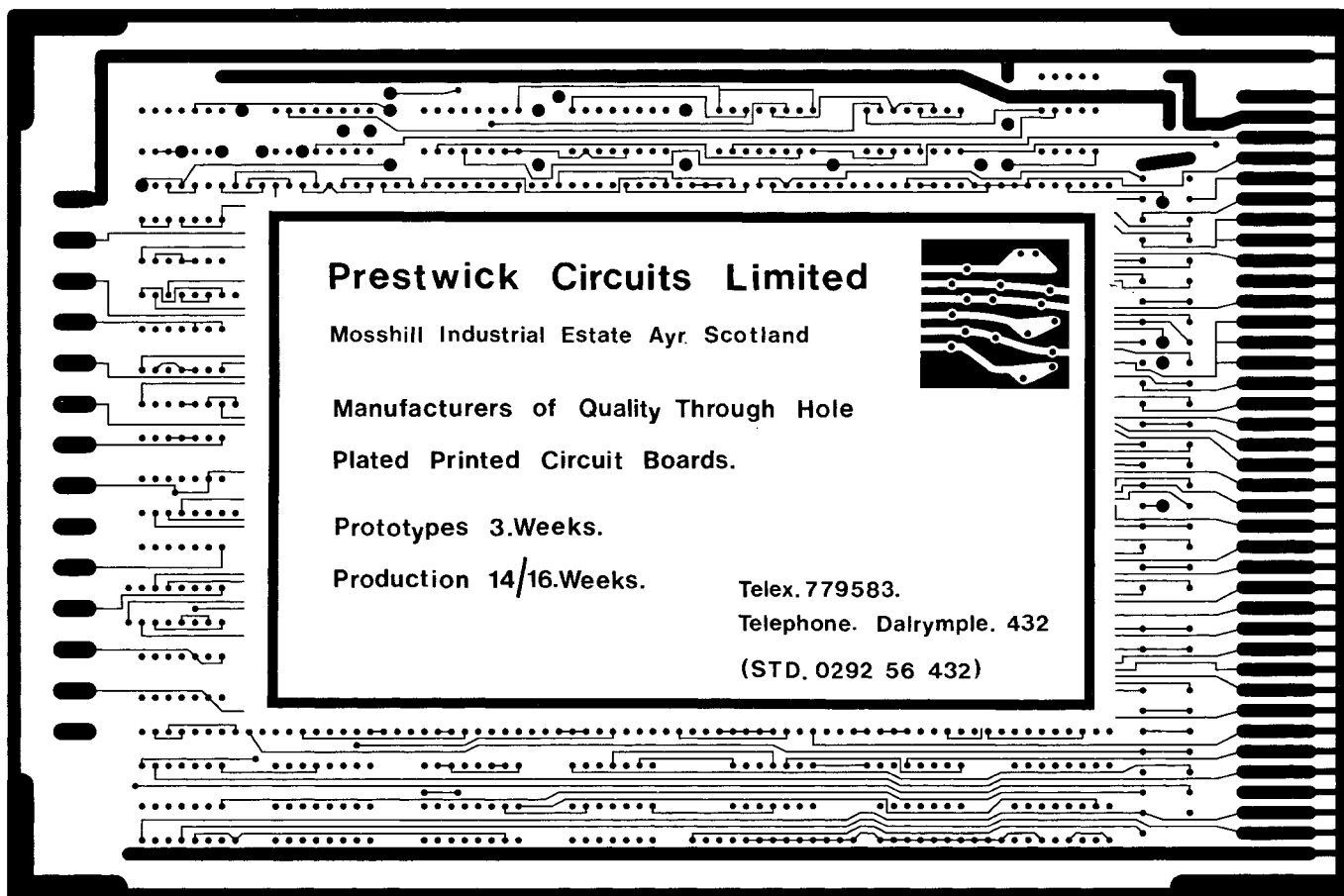
BNFL

British Nuclear Fuels Limited

Risley, Warrington, WA3 6AS

Telephone: Warrington 35953

BNF 5 



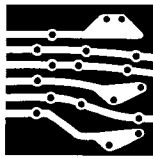
Prestwick Circuits Limited

Mosshill Industrial Estate Ayr, Scotland

Manufacturers of Quality Through Hole
Plated Printed Circuit Boards.

Prototypes 3.Weeks.
Production 14/16.Weeks.

Telex. 779583.
Telephone. Dalrymple. 432
(STD. 0292 56 432)



Le Monde du TITANE



Connaissez-vous le titane? Ce métal aux multiples possibilités associe la résistance mécanique, la légèreté et le faible prix de revient. Il a permis de réaliser des progrès considérables dans de nombreuses applications industrielles. Vous aussi, vous devriez peut-être l'utiliser... Pour en savoir plus, prenez contact avec :

metallbodio LTD.,

P.O. BOX 296 STEINENTORSTR. 20, CH-4010 BASLE
TEL. 061 23 89 53 TELEX 62 270

Représentant :

TITANIUM METAL & ALLOYS LIMITED,
2 METAL EXCHANGE BLDG., LONDON, E.C.3.

Entreprise de peinture
Suisse
Moyen-Orient
Espagne - Italie
Afrique du Nord
Ile de la Réunion
Belgique
C.E.R.N. - GENÈVE

Préziioso International S.A.

Siège social :

15, avenue Victor Hugo
75 - PARIS 16^e

Direction administrative :

B.P. N° 2
SAINT-CLAIR DU RHÔNE
38 370 Les Roches de Condrieu

Tél. (74) 85 53 07
85 52 28

Télex : 90 404 F

NEW SEN FADC 2068 A/D CONVERTER

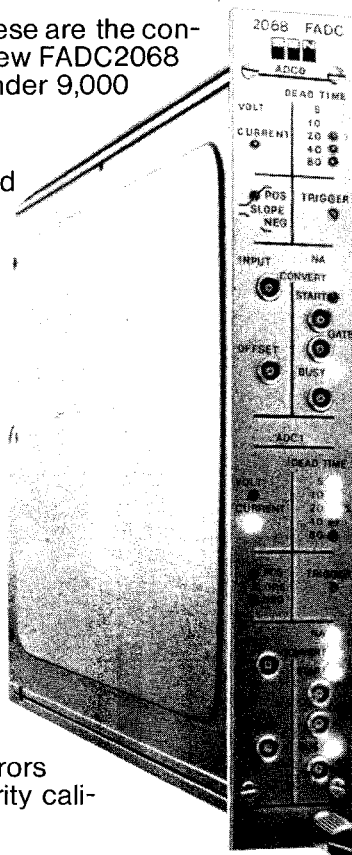
faster conversion speeds for less strain on your pocket

2 μ s for 10 bits, 4.5 μ s for 12 bits. These are the conversion speeds you get from SEN's new FADC2068 A/D Converter for an investment of under 9,000 Swiss francs.

Packaged in a double-width standard CAMAC module, the device is primarily designed for people running fast processes or events who need high-speed real time digital signal processing, e.g. in high energy physics (proportional wire chambers) or in oil refining and chemical processing (crackers, etc.).

Sample and hold with aperture from the SEN FADC2068 is less than 50 ns... with less than 5 ns available as an option. The unit uses DMA in conjunction with the crate controller 2023, and can be directly connected to a SEN 2046 to provide a 128-word buffer memory and digital window.

The FADC2068 uses a successive approximation technique with fixed errors on certain channels modified by linearity calibration provided with each unit.



Here are the specifications:

Input signal:	± 10 V, 0-+10V DC coupled other ranges on request
Trigger:	internal on end of positive or negative slope, range ∞ to 1V/ μ s rise time
Sample and hold aperture time:	less than 50 ns
Dead time:	300 ns + read time (min. 1 CAMAC cycle)
Digital output range:	10 or 12 bits
Offsets:	analog, external, internally DC subtracted from input signal analog offset range: ± 10 V digital, added internally to conversion result: value is given through a CAMAC command
Speed:	2 μ s/conversion 10 bits 4.5 μ s/conversion 12 bits
Digital interfaces:	2 complete interfaces are implemented: a) through CAMAC crate controller and dataway b) through SEN 2046 Digital Window Discriminator, acting as a discriminator and buffer for 128 16-bit numbers. (25 p. Cannon connector)
Linearity:	a) integral: $1.5 \cdot 10^{-3}$ b) differential: 2.5% over 99% of full scale. The statistical correction delivered with each module allows a differential linearity of better than 0.5% over 100% of the channels to be reached.
Temperature coefficient:	< 65 ppm/ $^{\circ}$ C (after 1 hour warm-up time)
Accuracy:	± 1 LSB adjustable over ± 1 LSB for zero and ± 1 LSB for gain

SEN
ELECTRONIQUE

31, av. Ernest-Pictet, 1211 GENÈVE 13, Suisse -
Case postale 39 - Tel. (022) 44 29 40 - Telex 23359 CH

SEN ELEKTRONIK AG, ZÜRICH, Suisse -
Tel. (01) 86 51 03 - Telex 58257 CH

SEN ELEKTRONIK GmbH, HAMBURG, Germany -
Tel. 04103 6282 - Telex 2189 548 D

I'd like more information on SEN's new FADC2068 A/D Converter

- ☐ send me a specification sheet with application notes
- ☐ send me a SEN man who can not only tell me about the new FADC2068 A/D Converter but who makes sense talking applications, too!

I'm interested in a high-speed A/D Converter for _____

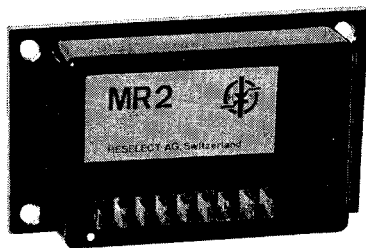
_____ (brief description of process or event here please)

Name _____

Company/Institution _____

Address _____

Rectifier-Voltage Regulator



Prices:

1-9 Fr. 114.- each
10-49 Fr. 98.- each
50-99 Fr. 94.- each
> 100 Fr. 89.- each

- Max. input voltage : 40 V_{rms} or 60 V dc
- Max. current : 6 A
- Power loss : max. 80 W (T_c = 25 °C)
- Load regulation 0 - 100 %, max. 0.03 %
- Stability : 0.1 %/ 1000 hours
- Temperature coefficient : < 0.015 %/ °C
- Thermal resistance : 2 °C/W

Type	Output voltage	
MR 1	2 to 7 V dc	Voltage adjustable by built-in
MR 2	7 to 33 V dc	cermet pot
MR 3	2 to 7 V dc	Externally programmed
MR 4	7 to 33 V dc	voltage
Dimensions 87×50×25 mm Weight : 270 g		



Telemeter Electronic AG
8027 Zürich Tel. 01 25 78 72

Circuits imprimés
cicorel

Av. de Provence 20 - 1007 Lausanne/Suisse
Tél. (021) 25 66 66 - 65 Telex 25640

LOW **COST** CAMAC

NEW

BHT 231

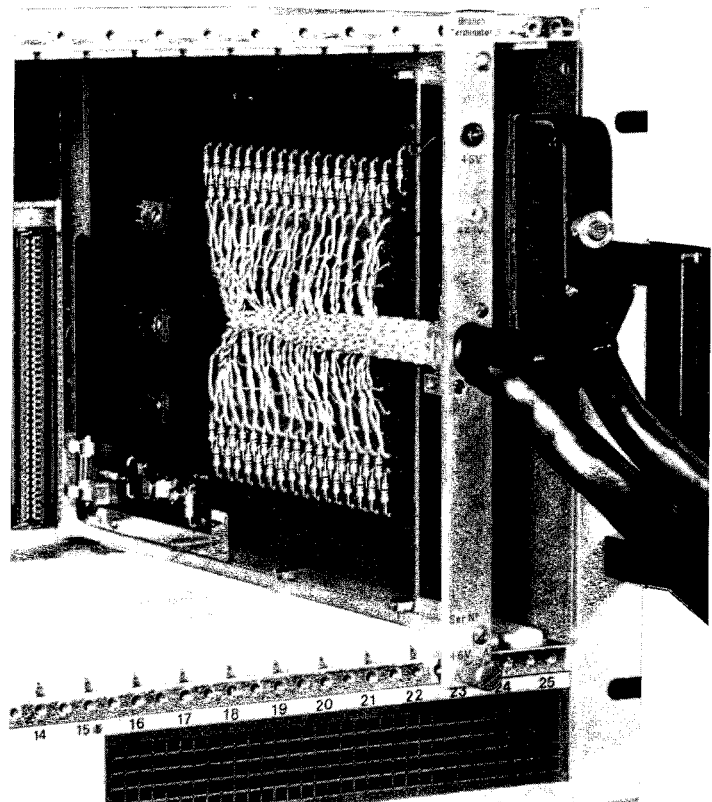
NON-INDICATING
BRANCH TERMINATOR
EX. STOCK 950.00 F.S.

CUT SYSTEM COST

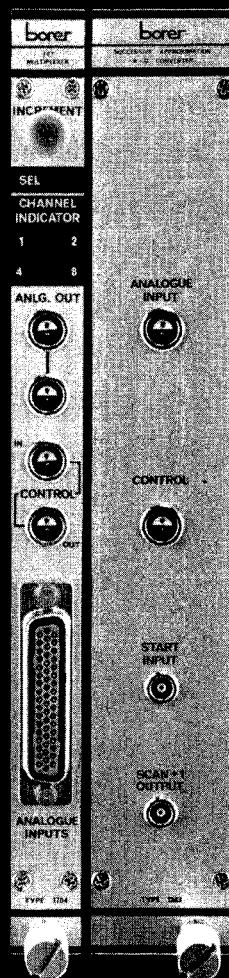
INSTRUMENTATION
EMPTY MODULES
BRANCH HIGHWAY CABLES

SEMRA BENNEY
(ELECTRONICS LTD.)

BRICKFIELD LANE,
CHANDLERS FORD, EASTLEIGH
HAMPSHIRE, UK, SO5 3 DP
TEL. (04215) 61147 & 5477



The fast way to convert A-to-D in Camac



System-minded modules for today's fastest, most versatile A-to-D conversion in Camac:

16-Channel FET Multiplexer Type 1704 **Successive Approximation ADC Types 1243/44**

- 10 or 12-bit resolution
- Differential or uni-polar inputs
- Sample and Hold feature permits narrow time slot measurements or overlapped actions in automatic scanning mode for maximum speed
- Several Multiplexers can be cascaded for optimum ADC usage
- Minimum total system access times in the fastest configurations:

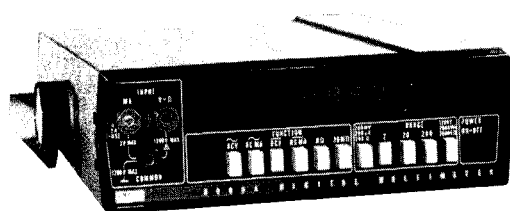
	10-bit	12-bit
Randomly addressed	20 μ s	23 μ s
In scanning mode	11 μ s	13 μ s

borer

4500 SOLOTHURN 2, SWITZERLAND
tel: 065/4 88 21 telex: 34228

FLUKE INFORMATION

Nouveau multimètre digital Fluke 8000 A



- 26 gammes
- Ω , AC, DC, courant et tension
- 3,5 digit (± 2000 digits)
- résolution: 100 μ V DC+AC; 100 nA DC+AC; 0,1 Ω
- précision en DC: 0,1% sur 1 année
- options avec accumulateurs ou sortie BCD
- Prix Fr. 995.—

Demandez la documentation complète

Kontron Electronic AG

Bernerstrasse 169, 8048 Zürich, Telefon 01 62 82 82, Telex 57439

PEARSON

Very High Voltage

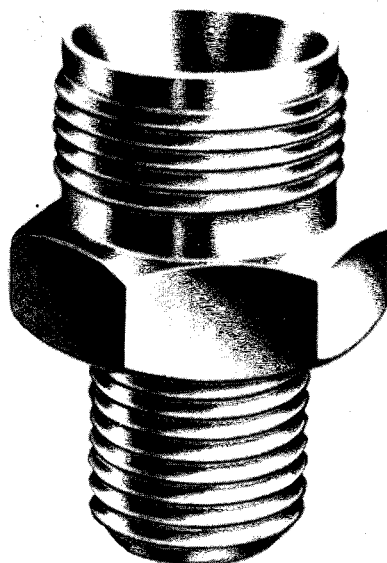
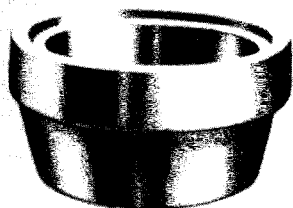
PULSE TRANSFORMERS

Pearson Electronics, Inc. specializes in the development, design, and manufacture of very-high and super-high-voltage, high-power pulse transformers and related modulator components. Typical pulse transformers manufactured by Pearson Electronics, Inc. range in output voltage from 40 kV to 600 kV. Other Pearson pulse-modulator components include precision current transformers, voltage dividers, and charging inductors. Inquiries regarding specific requirements for these components are welcomed.

PEARSON ELECTRONICS, INC.

4007 Transport St., Palo Alto, California 94303, U. S. A.
Telephone (415) 326-7285

HOKE GYROLOK FLARELESS TUBE FITTINGS



1/16" TO 1" O.D. / 3 MM TO 12 MM
HIGH VACUUM — PRESSURE —
TEMPERATURE — CRYOGENICS...

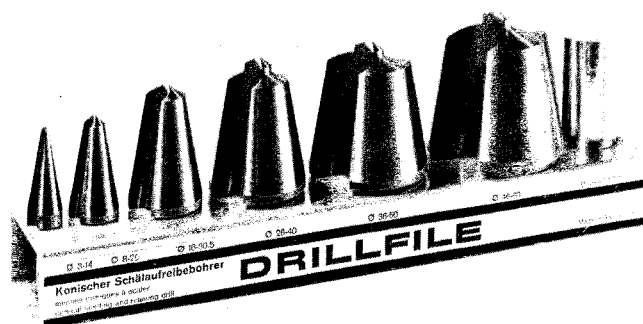
DISTRIBUTOR FOR SWITZERLAND

**mat
kemi**

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

The tapered slabbing and reaming drill is economical and very useful

DRILLFILE special drill

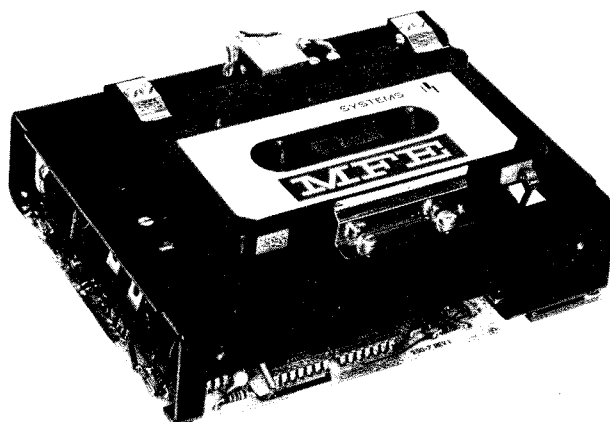


for the economical mounting of car aerials and car radios, car calling units as well as telecommunication devices **DRILLFILE** is recommended by leading firms all over the world. In its measurements **DRILLFILE** accommodates all requirements.

TIPSWITTOOL

1564 DOMDIDIER/Switzerland

DIGITAL CASSETTE TAPE TRANSPORT



- deux pièces mobiles
- 15.000 heures MTBF
- très simple
- basse consommation
- vitesse constante de la bande
- tension constante de la bande
- erreur inférieure à 1 sur 10⁷ bits
- raccordement facile à logique DTL ou TTL
- interchangeabilité garantie des cassettes



Technique Moderne Electronique S.A.
1844 Villeneuve Tél. 021/60 22 41

Nos photomultiplicateurs s'adaptent à votre problème particulier.

Un champion de grande envergure



Les photomultiplicateurs XP 2230 de R.T.C. permettent la détection en photoélectron unique, en lumière Cerenkov, en carbotrimétrie. Les XP 2230 de R.T.C. disposent du meilleur rapport rapidité/bruit et peuvent être utilisés avec des scintillateurs rapides.

Ainsi la détection en physique nucléaire progresse avec R.T.C.

R.T.C. c'est aussi l'optronique.

XP 2230
bruit $< 600 \text{ c.s}^{-1}$
écart type de la
distribution
du temps de transit :
0,35 ns



R.T.C. LA RADIOTECHNIQUE - COMPELEC - 130, av. Ledru-Rollin
75540 - PARIS CEDEX 11, tél. 355.44.99

The no-nonsense Gate Generator



How often have your experiments been hampered by gate generator deadtime . . . or by a gate generator unable to drive a bin gate . . . or by a gate generator incompatible with signal level requirements?

The new Model 222 **Dual Delay Gate Generator** eliminates the problems you've had with other gate generators and takes the nonsense out of system timing.

Deadtimeless operation permits immediate retriggering at any range setting after output returns to its quiescent level.

Precise gate width resettability is made possible by a front-panel voltage monitor point.

Flexible Start/Stop inputs respond to either NIM or TTL signals.

Separate "OR" input permits an external signal to extend the preset gate and delay interval.

Output range of < 100 ns to > 11 seconds satisfies virtually any experimental requirement.

Compact packaging requires only a fraction of previously needed bin space, further reducing per channel costs.

A bin gate driver in each channel can drive the bin gates in its own and several external bins.

Shorter setup time, fewer cabling problems, lower cost, higher event efficiency, and subsequently higher statistics are all a direct result of the previously unavailable features that have been incorporated into the Model 222. For further information on the gate generator that does it all, call or write the LRS Particle Physics Division or your local LRS Sales Office.

LRS

LeCROY RESEARCH SYSTEMS CORP., 303 West Nyack, N.Y. U.S.A.; (914) 358-7900; TWX: 710-575-2629. LeCROY RESEARCH SYSTEMS SA; 81 Avenue Louis-Casai; 1216 Cointrin-Geneva, Switzerland; (022) 34 39 23 • LeCROY RESEARCH SYSTEMS LTD.; 74 High Street, Wheatley, Oxfordshire OX9 1XP, U.K.; (08677) 3540 • CANBERRA ELEKTRONIK GMBH; 6000 Frankfurt/Main 70; Geleitsstrasse 10, West Germany; (0611) 624074 • APTEC ENGINEERING LTD.; 312 Dolomite Drive; Downsview, Ontario, Canada; (416) 661-9722 •

OFFICES THROUGHOUT THE WORLD