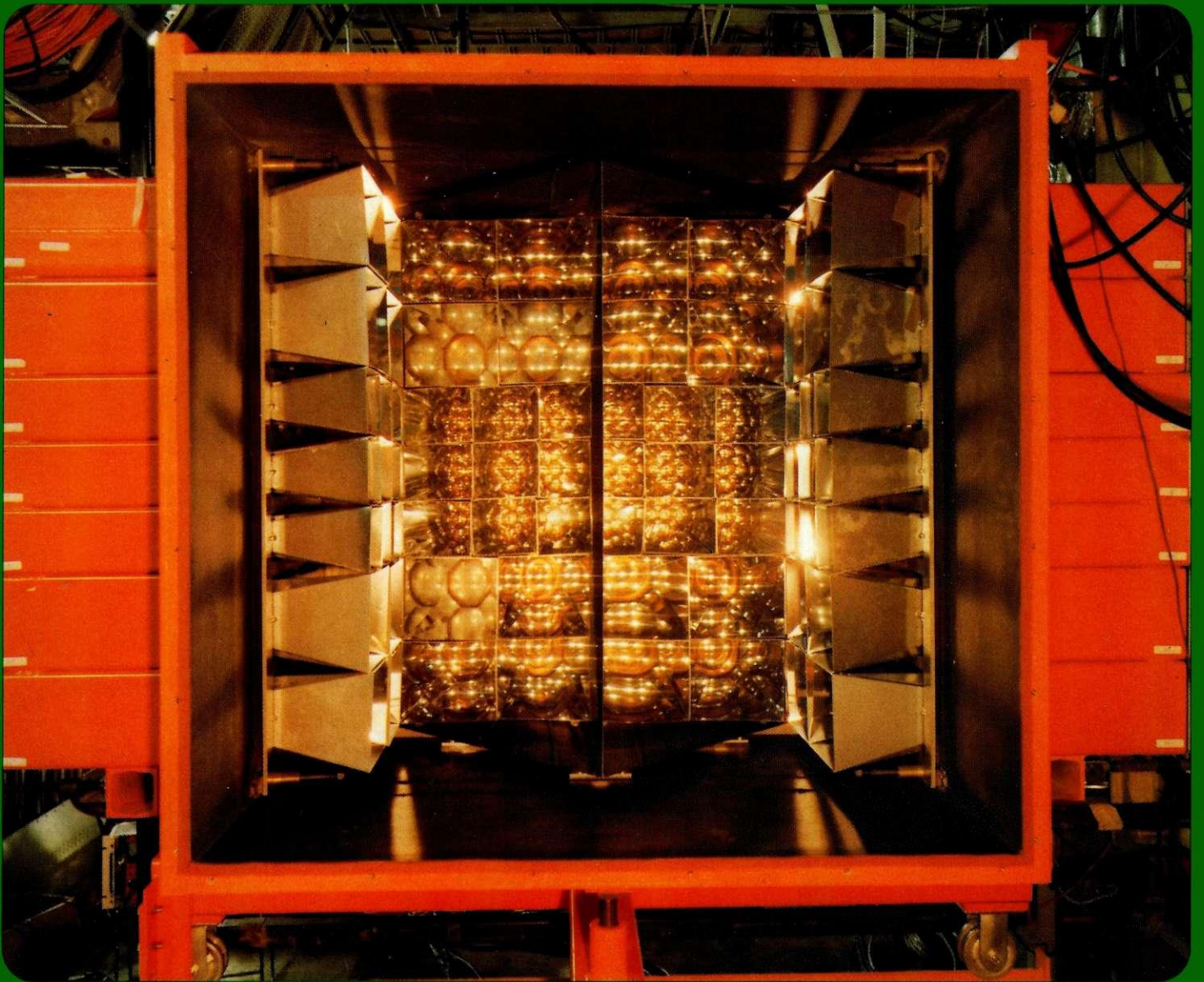


COURRIER CERN

Revue internationale de la physique des hautes énergies



VOLUME 23

5

JUIN 1983

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

VOLUME 23 N° 5

JUIN 1983

Correspondants dans les Laboratoires:

Argonne, Laboratoire national (USA)
W. R. Ditzler
Berkeley, Laboratoire Lawrence (USA)
W. Carithers
Brookhaven, Laboratoire national (USA)
N. V. Baggett
Cornell, Université (USA)
D.G. Cassel
Daresbury, Laboratoire (RU)
V. Suller
DESY, Laboratoire (RFA)
P. Waloschek
Fermi, Laboratoire de l'accélérateur
national (USA)
R. A. Carrigan
KfK, Institut de physique nucléaire
expérimentale, Karlsruhe (RFA)
M. Kuntze
GSI, Société pour l'étude des ions lourds,
Darmstadt (RFA)
H. Prange
INFN, Institut national de physique
nucléaire (I)
M. Gigliarelli Fiumi
Institut de physique des hautes énergies,
Pékin (Chine)
Tu Tung-sheng
IURN, Institut unifié de recherches
nucléaires, Doubna (URSS)
V. Sandukovsky
KEK, Laboratoire national (J)
K. Kikuchi
Los Alamos, Laboratoire national (USA)
O. B. van Dyck
Novosibirsk, Institut (URSS)
V. Balakin
Orsay, Laboratoire (F)
Anne-Marie Lutz
Rutherford Appleton, Laboratoire (RU)
D. Cragg
Saclay, Centre d'études nucléaires (F)
A. Zylberstein
SIN, Villigen (CH)
J. F. Crawford
Stanford, Centre de l'accélérateur linéaire
(USA)
L. Keller
TRIUMF, Laboratoire (Canada)
M. K. Craddock

Des exemplaires peuvent être obtenus aux
adresses suivantes:

Allemagne fédérale:
Gerda v. Schlenther
DESY, Notkestr. 85, 2000 Hamburg 52

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

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

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

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

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

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

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

Premier signe du Z? 167
Un avant-goût?

La Conférence de Santa Fe sur les accélérateurs 168
Rapport sur une récente réunion au sujet des machines

Théorie scientifique et avenir du calcul colossal
Par Kenneth G. Wilson 172

Comité européen pour les futurs accélérateurs 178
Le point de vue du président de l'ECFA, John Mulvey

Nouvelles des Laboratoires

Laboratoire FERMI: Le dernier aimant de l'économiseur-doubleur
d'énergie est posé 181
Progression vers le nouvel anneau

CERN: Horizons hadroniques / Où tout n'est qu'ordre et beauté . . . 182
*Nouveaux résultats sur les taux de réaction à haute énergie /
Innovations dans la technique des émulsions nucléaires*

DESY: Des upsilons à DORIS-II 185
Spectroscopie et beauté

Nouvelles brèves 186

*Photographie de couverture: Le plus petit des trois compteurs
Tchérenkov multicellulaires utilisés au Laboratoire Fermi dans l'expérience
E400 pour l'étude de la production de particules charmées par des
neutrons de 300 GeV. Du côté amont, le hublot opaque du compteur a
été enlevé pour saisir l'image des 34 cônes collecteurs de lumière perçue
dans l'axe du faisceau après réflexion par deux fenêtres minces aluminées
coupant cet axe à 45°. Le compteur a été conçu et construit par Carl
Lindenmeyer, du Laboratoire Fermi, et par Jim Wiss et Mike Diesburg de
l'Université de l'Illinois.*

(Photo Laboratoire Fermi)

Premier signe du Z?

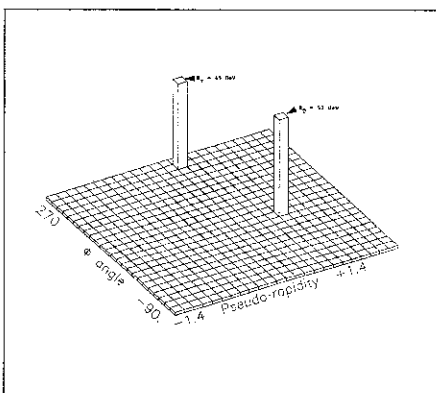
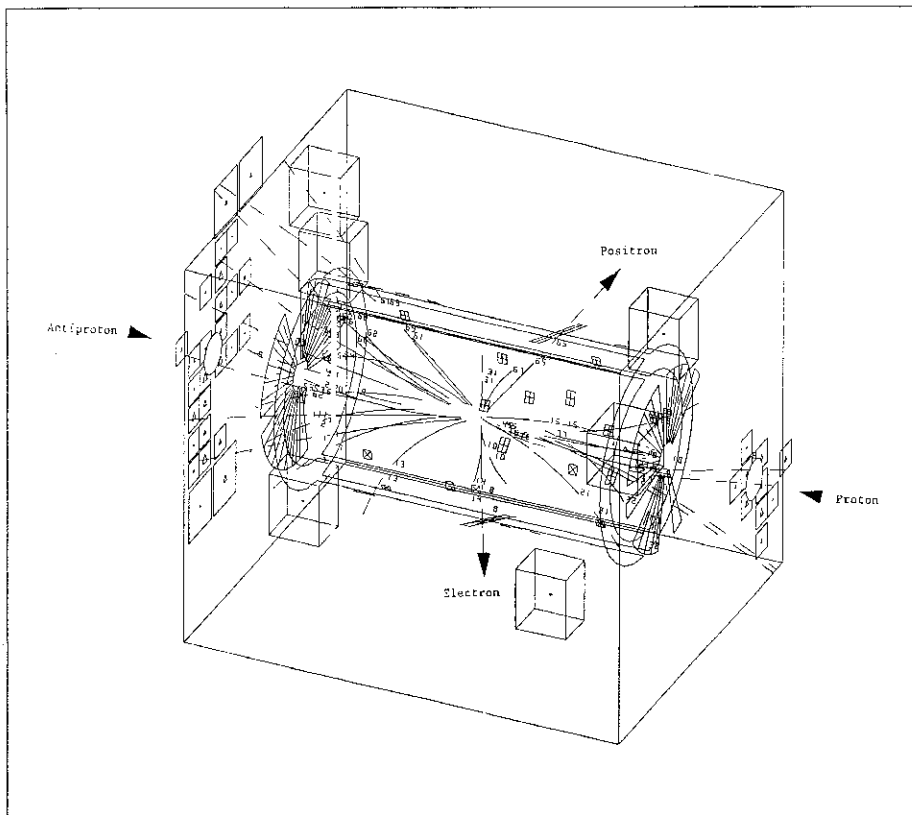
L'importante expérience UA1 auprès du collisionneur SPS du CERN a enregistré dans une collision $p\bar{p}$ à 540 GeV la production d'une paire électron-positon très énergétique suggérant la création puis la désintégration d'un Z^0 , particule attendue de longue date*.

Durant la période d'expérimentation avec le collisionneur à la fin de 1982, les expériences UA1 et UA2 ont accumulé neuf événements caractérisés par la production d'un électron énergétique isolé associé à une énergie manquante révélant la présence d'un neutrino. Ces événements ressemblaient à des désintégrations de bosons W, les porteurs du courant chargé faible, dont la masse est environ 90 fois celle du proton.

En avril, au début de la période d'expérimentation 1983 avec le collisionneur, on avait bon espoir d'obtenir un taux de collision plus élevé qui donnerait aux expérimentateurs une bonne chance d'observer le boson Z électriquement neutre, porteur du courant neutre de l'interaction faible. On prévoit pour le Z un taux de production dix fois plus faible que celui de ses partenaires chargés (W) et une masse légèrement plus élevée, environ 100 fois celle du proton.

Pour avoir une bonne probabilité de capter un seul Z, les expérimentateurs devaient accumuler plusieurs fois la quantité de données déjà enregistrée. Au début de la période de 1983 il était d'abord difficile d'augmenter le taux de collision et l'espoir d'une prompte découverte du Z commençait à s'évanouir. Mais la chance semble-t-il se trouvait du côté des expérimentateurs. Le 4 mai, l'équipe d'UA1 réussissait triomphalement à découvrir un événement candidat de Z (dans des données sai-

*** Un second événement candidat de Z, fournissant cette fois une paire de muons, a également été enregistré.**



Événement remarquable (à l'énergie de 540 GeV) enregistré par le grand détecteur UA1 auprès du collisionneur proton-antiproton (SPS) du CERN. En haut : deux traces s'éloignant l'une de l'autre, sous un grand angle, et produites par des particules d'énergies très élevées, identifiées d'après l'information calorimétrique comme étant un électron et un positon. Ci-contre : représentation « legographique » du signal très net de la paire électron-positon.

sies quelques jours plus tôt). La signature du Z — une paire électron-positon de très haute énergie — est moins contestable que celle des événements W. Une première estimation de la masse, à partir de cet unique événement, indique qu'elle est de l'ordre de 100 GeV comme prévu.

En cas de confirmation, la théorie électrofaible serait désormais complètement démontrée. Ce serait le couronnement de 50 années de travail assidu par plusieurs générations de physiciens. Dans les années 30, des recherches d'avant-garde avaient fait naître l'idée que la force faible était propagée par une particule porteuse, tout comme l'électromagnétisme est transmis par le photon. Mais tandis que le photon est de masse nulle, le porteur de l'interaction faible devait être massif.

Dans les années 50, puis 60, les théoriciens ont lentement combiné diverses idées pour parvenir à celle d'une force unifiée électrofaible rassemblant les interactions électroma-

gnétique et faible. Une conséquence secondaire de cette unification était la prédiction apparemment insolite selon laquelle l'interaction faible devrait également exister sous une forme qui n'influencerait pas la charge électrique. C'était le courant neutre, découvert au CERN en 1973 dans la chambre à bulles Gargamelle.

Cependant, les particules W et Z prévues dans le cadre de la théorie électrofaible étaient d'abord hors d'atteinte. Il a fallu l'imagination et la magnifique technologie des accélérateurs qui ont servi le projet des antiprotons au CERN pour que le rêve d'observer ces particules devienne une réalité.

Ultérieurement, un numéro spécial du COURRIER CERN sera consacré à l'épopée électrofaible et au projet antiprotons du CERN.

La Conférence de Santa Fe sur les accélérateurs

Quelques participants à la conférence sur les accélérateurs, au cours de la visite du centre de Santa Fe, semblaient avoir des vues divergentes quant à la meilleure voie à suivre pour l'avenir.

La dixième Conférence nationale sur les accélérateurs de particules des Etats-Unis a été accueillie cette année par le Laboratoire national de Los Alamos à Santa Fe, du 21 au 23 mars. Elle a eu un succès retentissant, car elle a souligné l'activité intense qui règne dans le domaine des accélérateurs. Le nombre des participants s'élevait à 900 environ et quelque 500 documents ont été présentés au cours d'exposés. Un tiers environ des documents et des participants provenaient de pays autres que les Etats-Unis.

Au cours de la séance d'ouverture, on a mis l'accent sur certaines des actualités dignes d'être rapportées, parmi lesquelles les communications sur l'état actuel du complexe proton-antiproton du CERN et de l'économiseur d'énergie du Laboratoire Fermi, présentées par Giorgio Brianti et Rich Orr, les applications des accélérateurs dans la fusion magnétique, par N. Rostoker, et l'expérience acquise avec les nouveaux accélérateurs d'ions lourds qui entrent maintenant en service au GANIL (voir les numéros d'avril et mai) et auprès d'autres instituts, par Pierre Lapostolle.

L'un des exposés suivi avec un très vif intérêt a été celui concernant les projets d'accélérateurs de la Chine par Xie Jialin. Le collisionneur électron-positon de Beijing permettra d'aborder la physique du méson charmé et du lepton lourd; il fournira également une source de rayonnement synchrotronique et une possibilité d'utiliser des cibles fixes pour la physique nucléaire. Un cyclotron en cascade, à Lanzhou, servira à la recherche sur les ions lourds et l'installation de rayonnement synchrotronique de Hefei permettra à la Chine de commencer ses travaux dans le très vaste domaine de recherche rendu accessible par ce rayonnement. Ces projets en sont au stade de la planification, des études techniques ou du prototype.

Le sujet des machines à hautes énergies a été traité dans des exposés sur la source d'antiprotons du Laboratoire Fermi, le collisionneur li-



néaire de Stanford, le LEP du CERN, Tristan au Japon, le Bévalac de Berkeley, les plans d'usines de kaons et le CBA de Brookhaven.

Dans les centres dotés d'accélérateurs à énergies basses et intermédiaires, la mise en service réussie du premier cyclotron supraconducteur, à Michigan, a été annoncée. On a également rapporté l'exploitation de deux autres machines supraconductrices — des accélérateurs linéaires servant d'injecteurs pour des tandems — avec un champ d'accélération allant jusqu'à 3 MeV/m et une énergie de sortie de 20 MeV. La discussion sur les premiers travaux réalisés avec l'anneau de refroidissement par électrons d'Indiana a suscité un grand intérêt.

Développements technologiques

Le développement des technologies avancées utilisées pour les accélérateurs a été traité en détail dans plusieurs séances. L'expérience récente ayant été bonne, les partici-

pants ont exprimé leur optimisme à propos du rôle que pourront jouer dans la prochaine génération d'accélérateurs les aimants supraconducteurs et les cavités HF. L'optimisme se fonde, non sur l'apparition de quelque nouveau matériau fantastique, mais plutôt sur les excellentes perspectives d'un développement continu des matériaux dont on dispose déjà. On a déclaré que nous avons maintenant les outils et la compréhension nécessaires pour augmenter la densité de courant critique à 10 T en améliorant la pureté et la microstructure des matériaux et par des perfectionnements des procédés de fabrication et de mise en œuvre. Pour les cavités HF on a démontré la possibilité d'obtenir des gradients de champ de 2 à 3 MV/m, et les perspectives de doubler ces chiffres semblent bonnes. La supraconductivité permet d'espérer obtenir, dans un proche avenir, des dipôles de 10 T et des gradients accélérateurs d'environ 5 MV/m.

Quatorze ans après l'invention du



Verre en main, de gauche à droite : John Lawson, Giorgio Brianti, Phil Morton et Bob Jameson (président de la Conférence).

principe de la « focalisation forte uniforme dans l'espace » en URSS, un grand nombre de laboratoires mettent actuellement au point des structures accélératrices à quadrupôles HF (QHF). Horst Klein (Francfort-Main) a passé en revue les toutes récentes activités d'une quinzaine de laboratoires, énumérant vingt QHF, dont huit ont déjà accéléré un faisceau, tandis que les douze autres sont en voie d'achèvement. Ces quadrupôles devraient fournir d'abondantes informations sur la possibilité d'utilisation de cette nouvelle structure accélératrice qui suscite un vif intérêt.

Y. Hirao (Tokio) a présenté le linac à quadrupôles HF de 132 cellules « LITL ». Celui-ci, à une fréquence de 100 MHz, a réussi à accélérer des ions depuis l'hydrogène jusqu'au lithium. Un courant de protons de 70 μ A a été mesuré avec une transmission de 95 % et tous les paramètres du faisceau concordent de façon satisfaisante avec les simulations sur ordinateur.

Physique avec les faisceaux

Dans le domaine de la dynamique des faisceaux, il est clairement apparu que la simulation sur ordinateur a atteint un nouveau niveau de technicité. Des programmes très élaborés (certains étant exécutés pendant des heures sur les tout récents ordinateurs à grand débit) ont été écrits pour étudier le vieux problème de la stabilité des faisceaux d'intensité élevée (A à MA) sous l'influence des

champs propres. Les résultats concordent assez bien avec les mesures là où elles existent.

On a noté de nouveaux progrès dans la compréhension, d'une part, du refroidissement stochastique, en particulier de faisceaux (protons et antiprotons) en paquets et, d'autre part, de processus de dépolarisation dans les faisceaux (électrons et positons) polarisés stockés. La première recherche fait apparaître la possibilité de refroidir des faisceaux en paquets et prescrit des systèmes de refroidissement mieux conçus ; la seconde suggère des méthodes de préservation de la polarisation dans des collisionneurs à haute énergie tels que PEP, PETRA et LEP.

Les sujets se rapportant aux nombreuses installations modernes nécessitant des intensités élevées se classaient en trois catégories principales : instabilités en plusieurs kiloampères, accélérateurs d'électrons à intensité élevée ; croissance de l'émittance et limites de courant des faisceaux d'ions lourds de haute intensité dans les longues lignes de transport ; modes HF d'ordre élevé limitant les performances des anneaux de stockage d'électrons.

Des mesures d'impédance transverses et de Q des modules d'accélération pour l'accélérateur expérimental avancé à plusieurs kiloampères (ATA) ont été communiquées, avec leurs implications pour l'instabilité provoquant l'éclatement du faisceau. Dans un document présenté en même temps, deux méthodes ont été exposées pour la réduction des oscillations du faisceau par des cellules spéciales d'amortissement de Landau. D'autres méthodes ont été proposées pour opérer avec des faisceaux d'électrons d'intensité élevée, notamment la remise en circulation à travers des cavités d'induction ou des bétatrons avec ou sans champ toroidal. Des linacs HF à ondes stationnaires et à gradients très élevés peuvent également être utiles à de très fortes intensités.

La production de faisceaux intenses, à faible émittance, est d'import-

tance cruciale pour obtenir la fusion par confinement inertiel avec des ions lourds. Plusieurs groupes ont rendu compte de premières phases d'expériences destinées à vérifier le comportement de l'émittance dans des conditions de charge d'espace dans des voies de transport à quadrupôles électrostatiques (Berkeley, Brookhaven), à quadrupôles magnétiques (Darmstadt) et à solénoïdes (Maryland-Rutherford).

Des modes HF d'ordre élevé s'associant au mouvement transversal du faisceau retiennent les courants de paquets isolés et des longueurs de paquets dans les anneaux de stockage d'électrons ; des effets de champ de sillage limitent également les performances de l'anneau. Trois documents CERN présentaient les implications de l'étude technique pour la dispersion d'énergie des paquets et leur longueur dans le LEP. Une comparaison avec les performances de PETRA fournit un point de repère pour l'optimisation des caractéristiques du LEP. Une étude des instabilités des paquets isolés dans PETRA a suggéré plusieurs moyens d'élever les courants de seuil. De nouveaux codes informatiques ont été écrits à DESY pour étudier les modes de cavités à symétrie cylindrique et les champs de sillage, y compris les éléments de champ jusqu'à l'octupôle.

Les Chinois ont exposé une méthode permettant d'utiliser les potentiels de Hertz pour résoudre le cas des modes azimuthalement périodiques de cavités HF axisymétriques. La méthode des éléments finis a été étendue à trois dimensions, mais nous attendons encore un bon code tridimensionnel polyvalent pour opérer avec un nombre utile de modes.

Sujets spéciaux

Toutes les principales propositions américaines concernant une machine à électrons, à ondes entretenues et à énergie intermédiaire ont été exposées au cours d'une séance

Charlie Baltay à l'heure des conclusions parle des futures installations pour la physique des particules aux Etats-Unis. Son exposé s'appuyait principalement sur les résultats de la réunion de la Société américaine de physique, tenue à Aspen et dont un compte rendu a paru dans le numéro d'octobre 1983 de cette revue.



spéciale où H. Herminghaus a présenté un rapport sur la mise en service, en moins de deux mois, de la seconde phase du projet MAMI, à Mayence. En mars, cette phase a permis d'obtenir 15 μ A à 178 MeV. Un système de surveillance du faisceau, basé sur l'observation du rayonnement synchrotronique, donne des informations précises sur le faisceau pendant chacun des 58 tours. Il fournira des données utiles sur les performances d'un microtron dans la gamme des énergies intermédiaires.

Les sources d'ions, les accélérateurs électrostatiques et les faisceaux polarisés ont reçu leur part d'attention. C.K. Sinclair (SLAC) a présenté sommairement les sources d'électrons polarisés. Le modèle à la plus forte intensité utilise la photoémission à partir de GaAs avec des photons polarisés circulairement (jusqu'à 50%) d'une énergie supérieure à 1,4 eV. L'intensité atteint un maximum de 100 A et s'élève en moyenne à 0,1 A.

Y. Jorgen (Louvain) a rendu compte des performances d'une source d'ions lourds à charge élevée, à ECR (electron cyclotron resonance) du type supraconducteur, fonctionnant fiablement sur le cyclotron de Louvain. Il s'agit là de la version la plus récente et aux performances les plus élevées de la source ECR: les courants sont de 10 μ A des états de charge les plus abondants de l'oxygène, du néon, de l'argon et du krypton.

La production d'antiprotons au Laboratoire Fermi et au CERN a été présentée dans plusieurs exposés et par affiches. L'utilisation de cibles avec faisceaux de haute intensité, qui était auparavant du domaine des usines de mésons, doit être étudiée. Dans le même genre, on a pu entendre un exposé bien illustré, présenté par M. Wilson (Los Alamos) sur les dispositifs et techniques de pointe utilisés pour installer et entretenir des composants dans les milieux à fortes radiations qui sont ceux des puissants accélérateurs d'aujourd'hui.

Systèmes de commande

Les comptes rendus sur les commandes et l'instrumentation variaient depuis l'impressionnant système de commande d'accélérateurs multiples à DESY (véritable tour de force) jusqu'à des descriptions ésothériques de modèles de logiciels et de modules de diagnostic Fastbus du type «fureteur». Chose étonnante, la plupart des communications traitaient de matériels qui ne sont pas encore disponibles sur le marché, à l'exception des systèmes de commande du LEP (CERN) et du PSR (Los Alamos). Toutefois, même pour le matériel fabriqué sur commande, on insiste beaucoup sur les structures de bus standard (la multibus figure parmi celles qui ont la préférence) et l'intelligence distribuée. L'accent mis sur cette dernière est dû à la technicité croissante de microprocesseurs bon marché et à la reconnaissance du fait que le coût des systèmes de commande dépend de plus en plus du logiciel. L'intelligence distribuée est actuellement mise à profit principalement pour simplifier le logiciel, un excellent exemple de cette tendance étant le système de commande de l'accélérateur médical d'ions lourds à Berkeley.

Dans un exposé très vivant, Lou Costrell a donné une vue d'ensemble du système Fastbus pour l'acquisition et le contrôle des données. Cette réalisation représente un effort interlaboratoire important pour traiter l'énorme quantité de données produites dans les accélérateurs de haute énergie et les détecteurs.

Plusieurs dispositifs inédits destinés à mesurer les profils des faisceaux ont été présentés et ont suscité beaucoup d'intérêt. Parmi ceux de Los Alamos, on peut citer un ensemble compact inséré dans les faisceaux à basse énergie pour fournir une mesure rapide de la densité d'espace de phase dans une dimension transversale, ainsi qu'un système souple et ingénieux qui numérise des images multiples d'un faisceau produites à partir de son rayonnement et

effectue la reconstruction de l'espace de phase. Une sonde à fil à entraînement pneumatique et de conception mécanique simple, mise au point au National Bureau of Standards, mesure les profils de densité du faisceau en deux dimensions à une vitesse maximale de dix par seconde. Ces systèmes utilisent tous des microprocesseurs.

Aimants permanents

J. LeDuff et Y. Petroff ont présenté une vue d'ensemble de la technologie des aimants permanents, qui se développe très rapidement. Il est déjà possible de l'utiliser pour les anneaux de stockage d'électrons pour la microlithographie et le laser à électrons libres. Les énergies de la machine se situeraient dans la gamme de plusieurs centaines de MeV.

K. Halbach et R. Gluckstern ont présenté des communications sur les aimants multipôles permanents à force variable. Halbach a décrit un ensemble comportant à la fois un aimant en acier et un aimant permanent, ce qui donne finalement un multipôle à force variable. Gluckstern a décrit un ensemble de quadrupôles où la force réelle des combinaisons pouvait être modifiée par rotation des différents quadrupôles. Ces deux systèmes paraissent prometteurs pour les applications pratiques.

Applications

Une caractéristique particulière de



Lors du banquet de la Conférence (de gauche à droite), Günther Plass, Bob Jameson et son épouse et, au premier plan, l'astronome du Caltech Roger Blandford qui, au cours du repas, a parlé des «accélérateurs cosmiques».

cette conférence est que l'on prête beaucoup d'attention aux applications pratiques de la technologie des accélérateurs. J. Duggan a parlé des applications des accélérateurs de plus en plus nombreuses pour résoudre des problèmes immédiats, surtout en médecine et dans l'industrie. Il y a aujourd'hui plus de trois mille accélérateurs utilisés aux Etats-Unis à des fins médicales. Ils produisent des isotopes pour une grande variété de produits pharmaceutiques radioactifs et servent pour le diagnostic et le traitement; ils illustrent de façon spectaculaire le transfert de la science et de la technologie à des besoins humains vitaux.

Il est maintenant possible d'envisager sérieusement l'utilisation d'accélérateurs d'ions lourds comme pilotes pour des générateurs par fusion par confinement inertiel. Toutefois, de nombreuses questions technologiques critiques et difficiles restent encore à résoudre avant que l'on puisse évaluer si cette solution est économiquement réalisable. Une autre méthode, présentée par A. Maschke, utiliserait des ions lourds de basse énergie, ayant des vitesses d'environ 75 cm/s, pour provoquer une implosion dans une sphère de gaz deutérium-tritium. L'énergie de pilotage requise est de 2,5 kJ/μg et la masse du pilote est alors environ dix fois supérieure à celle du combustible imploré.

Une nouvelle séance sur les sources de rayonnement a été incluse pour la première fois à cette conférence car ces applications ont ré-

cemment connu une expansion importante dans le domaine du rayonnement synchrotronique et de la création d'autres sources de rayonnement. On a mis l'accent sur des sources de rayonnement spéciales, comme le laser à électrons libres (FEL) (fonctionnant soit dans le mode de passe unique, soit par l'intermédiaire d'un anneau de stockage d'électrons), des onduleurs et des aimants de réduction locale de la courbure de l'orbite (aimants «wiggler») dans un anneau de stockage d'électrons et de rayonnement laser rétrodiffusé par effet Compton. C. Brau (Los Alamos) a présenté d'impressionnants résultats d'amplification par laser pour un FEL à passe unique, en indiquant clairement l'avantage de la méthode faisant appel aux aimants «wiggler» coniques. On a observé une augmentation du rayonnement allant jusqu'à 3%, ce qui donne de grandes promesses pour les très prochains résultats dans le mode oscillateur; les modifications en ce sens sont actuellement en cours.

L'un des grands moments a été la présentation par S. Krinsky de la Source nationale de rayonnement synchrotronique (NSLS) de Brookhaven, au cours de laquelle il a systématiquement tiré les conclusions concernant les critères d'optimisation pour les onduleurs et les aimants «wiggler» dans un anneau d'électrons et énuméré les facteurs limitatifs de la brillance de la source dus à la limite de la diffraction, à la grandeur de l'émittance du faisceau

non nulle et à la longueur finie de la source spéciale de rayonnement à onduleur ou à aimant «wiggler». Ces arguments doivent jouer un rôle dans l'évolution des anneaux à rayonnement synchrotronique tels que le projet de Source de rayonnement avancée (ALS) (source de rayonnement synchrotronique à 1,3 GeV à faible émittance) décrite par R. Shah (Berkeley), d'autres anneaux étant actuellement étudiés aux Etats-Unis et en Europe occidentale.

Le domaine d'applications des sources actuelles de rayonnement synchrotronique des anneaux de stockage d'électrons s'élargit actuellement par la possibilité de produire un rayonnement gamma par rétrodiffusion par effet Compton. A. Sandorfi a parlé d'un flux très élevé (supérieur à $10^7/s$) de gammas polarisés, d'une énergie allant jusqu'à 300 MeV, qui seront obtenus par la collision de photons de laser de 3 eV avec les électrons de 2,5 GeV de la NSLS. Cette méthode s'est vu allouer des crédits pour la construction et étendra le nombre des disciplines scientifiques à la NSLS pour y inclure la physique nucléaire des basses énergies.

Techniques pour l'avenir

Les nouvelles techniques d'accélérateur, notamment les accélérateurs collectifs tels que les linacs à recirculation, ont suscité un vif intérêt. Deux de ces accélérateurs qui commandent le puits de potentiel à l'avant d'un faisceau d'électrons relativistes de haute intensité ont fait l'objet de discussions: l'accélérateur IFA (Ionization Front Accelerator) et l'accélérateur commandé par un champ héli-coïdal. On a rendu compte d'un IFA de seconde génération en voie d'achèvement à Sandia; il est conçu pour produire des champs d'accélération contrôlés de 100 MV/m sur 1 mètre. On a entendu des rapports concernant des expériences à Maryland sur une structure hélicoïdale et sur des ions accélérés collective-

ment à partir de plasmas produits par laser; il est courant d'obtenir des énergies d'ions allant jusqu'à plusieurs MeV par nucléon. Parmi les idées nouvelles concernant les accélérateurs collectifs on peut citer l'utilisation d'une instabilité d'ondes due à la charge d'espace dans un guide diélectrique et une onde magnétique progressive, sur un nuage d'électrons toroïdal.

Les systèmes d'accélérateur à laser, et les simulations de leurs particules, ont suscité des discussions. Certains de ces systèmes utilisent des lasers pour produire une onde de battement dans un plasma à la fréquence du plasma d'électrons. Il en résulte un très important champ électrique sur une région très réduite. On pense que des énergies d'électrons très élevées (d'environ 1 TeV) pourraient être produites, mais cela nécessite des intensités de laser très élevées et le nombre de particules accélérées serait faible. Aucune expérience pour ces formules n'a été rapportée.

Plusieurs idées originales ont été présentées concernant des techno-

logies plus classiques. On a proposé un accélérateur à induction en hippodrome avec des enroulements du type «stelerator» sur la section incurvée pour assurer la stabilité du faisceau. Un faisceau extrait d'un accélérateur à induction a été focalisé avec une série de feuilles. Un accélérateur à champ de focalisation transversal a été proposé; il produit un faisceau en forme de ruban focalisé et accéléré entre des paires de plaques incurvées alternativement dans un sens et dans l'autre. Une étude intéressante pour un accélérateur à induction à intensité élevée avec neuf voies de faisceaux parallèles (Hermes III) a été présentée.

Au cours de la séance de clôture, trois exposés ont été présentés par des spécialistes de renom sur des sujets d'un intérêt particulier. E. Vogt (TRIUMF) a passé en revue les machines à électrons et à ions lourds pour la recherche nucléaire. Il a qualifié de conservatrice la première de ces deux formules et d'hypothétique la seconde; elles ont toutes les deux leurs chauds partisans. C. Baltay (Columbia) a présenté un

rapport plein de brio sur la réaction d'Aspen sur les futures installations de haute énergie aux Etats-Unis — quelle technologie sera assez puissante pour aller au-delà du Tévatron, du LEP, etc.? Quel laboratoire sera assez grand pour abriter le Déserton — l'accélérateur qui s'engagera dans le «désert» qui se trouve juste au-delà de l'horizon actuel des énergies, ou qui même le traversera? Enfin, Pief Panofsky a rappelé qu'il est difficile de regarder très loin en avant. L'utilité d'une nouvelle machine pouvant être différente de ce que l'on attend, il sera peut-être nécessaire de changer les plans. Il a encouragé les planificateurs: bien que les lois d'échelle du coût de l'accroissement des énergies ne présagent apparemment rien de bon, les laboratoires ont réduit le coût unitaire par MeV au point que le coût total ne dépend pas essentiellement du seul accélérateur.

(Nous sommes reconnaissants à R. Jameson et à Olin van Dyck de nous avoir fourni les informations concernant cette conférence.)

Théorie scientifique et avenir du calcul colossal

par Kenneth G. Wilson

Poussés par les forces conjuguées du Japon et de l'ordinateur, des changements extraordinaires sont en cours dans le monde des affaires. Le changement n'est pas toujours visible dans le monde universitaire ou dans les administrations qui évoluent bien plus lentement.

L'échelle de durée caractéristique des activités de recherche et de développement est en réduction rapide; le laser, découvert il y a plus de vingt ans, est l'illustration du style d'antan. Nous allons assister mainte-

nant à une révolution dans les communications basée sur les lasers et les fibres optiques: au cours de ces vingt années, le laser a cessé d'être une curiosité scientifique pour devenir l'objet d'une activité industrielle classique de recherche et de développement. Mais, dans le monde de l'informatique en particulier, on ne dispose plus de vingt ans pour la recherche et le développement: seulement de trois à cinq ans peut-être. Un produit reste compétitif entre trois et cinq ans, puis il faut retourner

à la planche à dessin. Cette contrainte signifie que le bricolage d'un objet bien connu est un style de recherche et de développement qui n'a plus cours; elle impose également une plus grande connaissance scientifique permettant de se porter plus vite vers les terrains nouveaux.

Dans l'industrie, l'attitude traditionnelle consiste à tout garder secret. La compétition industrielle évolue maintenant vers une situation où, afin de prendre un avantage, chaque compagnie doit très tôt être au cou-

Le présent article a pour fondement une conférence qu'a donnée Kenneth Wilson au CERN dans la série proposée dans le cadre du séminaire d'informatique. Prix Nobel de physique 1982 (voir numéro de décembre 1982, page 403), Wilson prône un accroissement et une amélioration de l'utilisation qui est faite de l'ordinateur en physique.

Pendant des années, physique et informatique ont eu tendance à suivre leur propre voie et, même si nombre de physiciens utilisent l'ordinateur dans leur travail, leurs méthodes sont souvent très traditionnelles. Toutefois, il apparaît de plus en plus clairement qu'une grande part de l'activité actuelle en informatique et en ingénierie du logiciel présente un intérêt pour la physique des hautes énergies.

L'an dernier au CERN s'est tenue une journée d'étude consacrée au logiciel employé en physique des hautes énergies. Cette étude portait comme sous-titre: «Où allons-nous à partir d'ici?» L'objectif était d'encourager les échanges en matière de programmation entre tenants de l'informatique en physique des hautes énergies et dans d'autres domaines de recherche et d'autres professions. Cette réunion a fourni un aperçu du bénéfice que la physique pourrait tirer des progrès de l'informatique réalisés dans d'autres domaines. Rares, cependant, sont les lignes de communication directe qui existent; c'est pourquoi des recommandations ont été formulées pour que soient prises des mesures visant à améliorer l'appréhension du problème. Ce que Ken Wilson a à dire sur le sujet compte sûrement au nombre de ces mesures.

rant des nouveautés surgies du monde extérieur au sien. C'est une nécessité qui deviendra plus importante que de garder le secret. L'industrie doit maintenant se réorganiser de sorte à faciliter la communication et l'afflux des idées venues de l'extérieur.

Un changement de cette sorte signifie que le rôle de la science et des scientifiques dans la société va se modifier considérablement par rapport à ce qu'il a été. Quand le monde des affaires recherchera l'information pour tirer parti des recherches fondamentales, les activités scientifiques devraient se trouver beaucoup plus étroitement mêlées à celles du commerce. Le domaine porte-fanion de ce changement sera l'informatique, favorisée par les plus courtes durées de recherche et de développement.

Quels effets les développements de l'informatique auront-ils sur la recherche fondamentale? En physique des particules élémentaires, les expérimentateurs analysent des événements riches de centaines de particules et il est évident qu'une simulation par Monte Carlo consomme une énorme puissance de calcul. Heureusement, le principe de la conservation de l'énergie nous sauve: des centaines et non des millions de particules sont mises en jeu. Mais le théoricien d'aujourd'hui se trouve confronté au problème de l'analyse sur des durées extrêmement courtes des événements mesurés par l'expérimentateur. Quelques centaines de particules ne suffisent pas pour aborder de simples théories analytiques telles que celle de l'atome d'hydrogène ou celle du mouvement de la terre autour du soleil. Il est nécessaire de faire appel, au moins partiellement, à une simulation sur ordinateur.

Pour le théoricien, cette simulation doit traiter non pas du résultat final d'une expérience mais des facteurs qui l'influencent. Quand l'intervalle de temps considéré est très court, le nombre de particules n'est plus limité par la conservation de l'énergie.

Plus précisément, quand on a affaire aux éphémères gluons de l'intérieur du proton ou du neutron, dix ou cinquante d'entre eux ne suffisent pas dans le calcul. En fait, pour n'en garder qu'un nombre fini, il faut utiliser un réseau. Mais, dans le proton, un réseau même fini comprendra des milliers si ce n'est des millions de nœuds, à chacun desquels il faut associer des gluons. La puissance de calcul nécessaire à ces simulations théoriques, qui restent des calculs de Monte Carlo, surpasse largement les besoins des expérimentateurs, tout simplement parce que le nombre d'objets mis en jeu est infiniment plus grand.

Quand j'ai effectué la somme globale de la puissance de calcul dont je voudrais disposer, j'ai découvert que personne ne construisait le type d'ordinateur qu'il me fallait. Aussi, mon premier problème n'était pas le manque d'argent: même si j'en avais, la machine dans laquelle le dépenser n'existait pas. Poursuivant le raisonnement, j'ai progressivement acquis une vue d'ensemble de la situation en informatique, non seulement dans les universités mais

«Il ne viendrait à personne l'idée de suggérer que l'on est prêt à faire un travail de physique expérimentale sérieux après seulement un cours de deux semaines de soudage. C'est pourtant l'attitude vis-à-vis du calcul électronique: un cours de FORTRAN de deux semaines est une préparation suffisante!»

Kenneth Wilson diffusant le message en faveur de l'informatique...

(Photo Cornell University)



également dans l'industrie et c'est ici que le gros des besoins se trouve.

L'un des problèmes est celui de la formation. L'attitude type des physiciens envers l'informatique est qu'il leur suffit d'une préparation au FORTRAN de deux semaines pour être prêts à programmer sérieusement, qu'il s'agisse de la simulation d'un problème théorique ou de l'analyse des données d'une expérience.

En fait, la simulation sur ordinateur que réalise un théoricien ressemble d'assez près à une expérience. Elle doit fournir une réponse sous la forme d'un nombre ; elle ne produit pas une fonction ou une idée. Aussi, il faut d'abord savoir concevoir une simulation dont le résultat numérique est intéressant ; c'est un processus semblable à la conception d'une expérience et à la détermination de tous ses paramètres. On doit analyser les résultats numériques et affronter les mêmes problèmes que dans l'étude de données expérimentales.

Il ne viendrait à personne l'idée de

suggérer que l'on est prêt à faire un travail de physique expérimentale sérieux après seulement un cours de deux semaines de soudage ; c'est pourtant l'attitude vis-à-vis du calcul électronique : un cours de FORTRAN de deux semaines est une préparation suffisante !

Quel est le genre de formation nécessaire ? Elle comprend deux volets. D'une part, une formation analogue à celle des expérimentateurs — un apprentissage de plusieurs années au cours duquel on écrit sa thèse de doctorat, travaillant avec un directeur chevronné qui sache concevoir une expérience, analyser les données, s'assurer que les erreurs systématiques ne submergent pas le résultat, etc. Ces mêmes problèmes se retrouvent dans la simulation sur ordinateur. Il est donc clair que les personnes qui s'y destinent devraient subir le même type d'apprentissage.

L'autre nécessité est la formation à la programmation, à gérer des progiciels de grande taille. Cette idée a été

ridiculisée par la communauté scientifique, celle-là même qui de concert avec le monde des affaires et la communauté des laboratoires nationaux (Etats-Unis) continue d'accumuler une énorme réserve de programmes de FORTRAN qui ne peuvent être ni lus ni modifiés et constitue un frein incroyable à l'ensemble du progrès scientifique. Elle consomme des quantités énormes du temps disponible, qui serait plus utilement employé à d'autres activités et force les projets informatiques dans des moules rigides quand on préférerait en fait choisir une orientation différente !

Au cours des années 1960, l'industrie et les laboratoires nationaux des Etats-Unis élaboraient activement ces énormes programmes, peu soucieux de la situation qu'ils étaient en train de créer. Vers 1971, la limite fut atteinte. Aujourd'hui, dans les laboratoires nationaux, on ne trouve que peu de programmes écrits au cours des dix dernières années.

En informatique, l'effort principal

porte maintenant sur la solution de ces problèmes. Comment écrire des logiciels importants dont on sache ensuite ce qu'ils représentent et qui soient utilisables? Plutôt que d'exhorter les programmeurs à écrire dans des langages spécifiques, les informaticiens discutent des techniques de gestion du logiciel applicables à tous les langages. Ensuite viennent la conception des algorithmes et toute une liste de sujets qui ont été développés pendant une vingtaine d'années.

Tout étudiant qui doit utiliser l'ordinateur dans la préparation de son doctorat devrait suivre un cours de trois mois afin de se former aux techniques de calcul appropriées. L'apprentissage de l'informatique devrait également être mieux intégré au cursus universitaire aussi bien au niveau de la licence qu'au niveau du troisième cycle. Mais il faut en changer soit le langage soit le cadre car un étudiant ne dispose pas (aux Etats-Unis) du temps nécessaire à la préparation d'un programme en FORTRAN pendant la durée d'un cours normal sur un autre sujet (environ 40 heures d'enseignement).

Ensuite vient le problème du réseau. Il se présente à de nombreux physiciens qui veulent travailler depuis leurs instituts à une expérience qui se déroule ailleurs, parler à leurs collègues dans d'autres instituts et échanger données et programmes.

Il existe un autre aspect des réseaux que beaucoup de scientifiques ignorent. C'est la communication interdisciplinaire dont voici un exemple: un ingénieur en électricité de Cornell se préparait à donner un cours sur l'architecture des ordinateurs. Il devait couvrir une huitaine d'ordinateurs différents dont il connaissait environ la moitié (il lui manquait les informations sur l'autre moitié). Il a donc placé dans le tableau d'affichage du réseau ARPANET une demande d'information concernant ces ordinateurs peu familiers. Des experts de ces quatre ordinateurs lui ont fait parvenir leurs réponses par ce même réseau.

Les théoriciens font en plus grand nombre appel aux ordinateurs; en même temps, ils s'attachent davantage à résoudre des problèmes à partir de principes fondamentaux. Non seulement en physique des particules élémentaires où de toute façon on s'attend à les voir travailler à partir de principes fondamentaux, mais également en physique du solide, en physique appliquée, en chimie, en géologie et dans de nombreux domaines d'ingénierie. Ces personnes ont besoin de communiquer entre elles de sorte à ne pas réinventer constamment la même chose. Le réseau d'ordinateurs est nécessaire pour permettre cette communication.

C'est particulièrement important pour mettre en contact la communauté universitaire et l'industrie au moment où cette dernière évolue d'un mode de travail en circuit fermé où l'on rejette l'information offerte à un mode en circuit ouvert où on la sollicite. Les chercheurs de l'industrie peuvent utiliser le réseau pour demander de l'aide à l'extérieur. Je fais pression très fortement à Washington en faveur d'un réseau d'ordinateurs répondant aux besoins de tous les scientifiques.

Ensuite vient le logiciel. Le problème du logiciel a finalement donné le coup d'arrêt au développement aussi bien dans les grands laboratoires que dans le monde des affaires. Je pense que c'est la raison essentielle pour laquelle la demande pour un superordinateur (comme le Cray) n'est pas apparue immédiatement. Si cette demande avait progressé normalement sur la lancée des années soixante, les superordinateurs seraient aujourd'hui chose courante.

Le problème du logiciel se résume en un mot: FORTRAN. Ce langage est restrictif car il impose une limite à la complexité des programmes qu'il permet d'écrire. Le FORTRAN a deux défauts: d'une part il est illisible, d'autre part il n'est pas modifiable. Les informaticiens s'en plaignent depuis des années, mais ils n'ont pas proposé de remède. Ils ont vanté les mérites de l'ALGOL d'abord, puis du

PL/1, puis du PASCAL. Mais je ne vois dans aucun de ces langages de remède réel aux défauts du FORTRAN.

Une analogie permet de pénétrer au cœur du problème. Un programme de FORTRAN de soixante pages contient grosso modo autant d'informations qu'un manuel de l'enseignement supérieur. Pour donner à ce manuel la qualité d'un programme de FORTRAN, prenez-le et mélangez-en tous les mots. De même, pour comprendre un épais programme de FORTRAN, il faut continuellement sauter d'avant en arrière sur l'ensemble du listage. Peut-on y faire quelque chose? J'ai tenté de comprendre quels sont les concepts exploités en informatique qui pourraient être vraiment utiles et je suis convaincu qu'il en existe qui, avec un habillage adéquat, permettraient de supplanter aisément le FORTRAN. Mais on ne les a pas habillés pour le traitement scientifique de l'information, on utilise ces concepts dans d'autres domaines tels que la gestion des bases de données ou dans les systèmes d'exploitation, parce que les programmeurs scientifiques ont déclaré ne rien vouloir d'autre que le FORTRAN, et les informaticiens les ont pris au mot. De plus, l'habillage exige quelqu'un qui comprenne vraiment ce que désirent les programmeurs

«La communauté des laboratoires nationaux (Etats-Unis) continue d'accumuler une énorme réserve de programmes de FORTRAN qui ne peuvent être ni lus ni modifiés et constitue un frein incroyable à l'ensemble du progrès scientifique.»

scientifiques — conditions que ne remplissent pas les informaticiens.

Mais j'aimerais donner une idée de ce que pourrait être la programmation si l'on utilisait certains de ces concepts dans un système de programmation scientifique. Il ne s'agit pas d'éliminer le FORTRAN mais de le rabaisser au niveau de l'assembleur, un langage dont la machine et non l'utilisateur écrit les instructions. Qu'importe si l'assembleur est illisible si de toute façon vous ne le lisez jamais !

Les informaticiens réfléchissent au moyen de transposer des modèles développés par l'homme au cours des millénaires pour aborder des problèmes d'organisation complexes et utiliser l'ordinateur dans le cadre de ces modèles. Prenez par exemple un manuel, un support de l'information organisé de sorte à être lisible. Supposons que nous désirions un programme ressemblant à un manuel. Le premier chapitre contiendrait la liste des équations à résoudre. (Je parle comme un théoricien, aussi les équations m'intéressent-elles !) Le chapitre 2 présenterait les méthodes numériques de résolution de ces équations. Le chapitre 3 énumérerait les conditions aux limites. Le chapitre 4 décrirait les structures des données. Ensuite le livre traiterait des méthodes d'optimisation destinées à permettre une exécution ultrarapide du programme sur votre ordinateur de prédilection. Dans un programme normal en FORTRAN, une partie de chacun de ces différents chapitres est présente dans chaque boucle.

Comment ce système de chapitres séparés fonctionnerait-il dans la pratique ? A la fin du deuxième chapitre, après insertion des codes correspondant aux méthodes numériques appropriées, on pourrait définir une transformation qui appliquerait ces codes aux équations du premier chapitre. Une telle transformation consisterait par exemple à remplacer un signe «intégrale de» par une section de code donnée. Des systèmes de transformation existent déjà qui sont

proches d'atteindre le niveau de performance requis. L'avantage des transformations tient au fait que les équations du premier chapitre font partie du programme final. Donc, si le reste du programme est modifié mais pas les équations, l'exécution ne se fait pas : les équations doivent correspondre au reste du programme. Si les équations ont été écrites de manière ordonnée mais ne font pas partie du programme, elles correspondent à la tâche antérieure du programme et non pas à sa tâche actuelle.

Un apport scientifique est nécessaire dans un système destiné à servir des scientifiques ; c'est pourquoi j'ai organisé à Cornell le projet GIBBS que je dirige, mais tous mes collaborateurs seront des informaticiens. J'espère qu'il se créera beaucoup de projets semblables, car il est évident que chacun d'entre eux encourt une forte probabilité d'échec, comme c'est le cas pour les systèmes d'exploitation.

Enfin, il reste la question du matériel. Comment allons-nous obtenir une puissance de calcul suffisante pour aborder les problèmes théoriques fondamentaux et, bien sûr également, les problèmes expérimentaux ? La tendance principale pour les composants de l'ordinateur n'est pas l'accroissement de la vitesse mais la réduction du coût. Pour maximiser la puissance de calcul, il ne s'agit pas de posséder un ordinateur de plus en plus rapide mais d'exploiter de vastes batteries d'ordinateurs en parallèle.

On prend de plus en plus conscience dans l'industrie informatique qu'il faut penser en termes de traitement parallèle à tous les niveaux. Mais il y a, là également, une occasion exceptionnelle pour les scientifiques de participer au développement de cette méthode de traitement en servant d'utilisateurs-cobayes au tout début de la mise au point des systèmes, quand il faut le talent de physiciens confirmés pour les faire fonctionner. Quand les fabricants auront apprécié les difficultés rencontrées, ils pour-

ront repenser leur approche et résoudre les problèmes. Ce que l'industrie veut c'est quelque chose qu'un chercheur puisse utiliser les yeux fermés. Monsieur Tout-le-monde pourra alors peut-être commencer à s'en servir.

Pour illustrer diverses méthodes de traitement en parallèle, je prendrai une fois de plus une analogie avec l'activité humaine, dans ce cas un comptoir d'aéroport. La première possibilité, de peu d'intérêt, correspond à la présence d'un seul agent au comptoir. S'il ne peut suivre l'allure de la demande, on lance un projet pour mettre au point un agent encore seul mais muni de quatre bras !

L'approche suivante du traitement en parallèle est celle de l'architecture dite du superordinateur vectoriel. Ici, nous avons plusieurs agents au comptoir et une file de clients. Le premier client s'approche du premier agent qui prend un ticket et le client muni de son ticket s'adresse au deuxième agent. Ce dernier écrit le nom du client sur le ticket. Le client s'avance alors vers le troisième agent qui inscrit sa destination. C'est le travail à la chaîne.

Ce type d'organisation fonctionne bien tant que tous les clients désirent des tickets, mais que se passe-t-il quand survient un client qui réclame ses bagages perdus ? La chaîne s'arrête brusquement pendant qu'un agent s'active à trier les bagages perdus et c'est seulement quand il a terminé que la chaîne reprend son travail de traitement des tickets.

«Ce que l'industrie veut c'est quelque chose qu'un chercheur puisse utiliser les yeux fermés. Monsieur Tout-le-monde pourra alors peut-être commencer à s'en servir.»

Certains des superordinateurs ont le même problème. Leur vitesse est incroyable quand il s'agit de multiplier ou d'additionner mais le calcul d'une adresse compliquée doit se faire ailleurs, à l'aide d'un système unique beaucoup plus lent.

Ensuite vient le type d'organisation d'abord illustré par l'Illiack-4 et maintenant réincarné dans diverses machines commerciales. Ici les clients sont rangés face aux agents et, dès qu'un autre agent muni d'un mégaphone aboie «Clients, approchez-vous du comptoir!», ils s'avancent. L'agent au mégaphone dit alors: «Prenez un ticket», puis il se met à crier les instructions pour remplir les tickets. Une fois encore la méthode est bonne pour produire des tickets, aussi efficace que la chaîne. Mais elle souffre exactement de la même carence. Quand un seul client veut réclamer ses bagages perdus, un agent obéit à l'injonction de l'agent au mégaphone et fouille parmi les bagages.

Dans les ordinateurs réels, les processeurs sont connectés dans une matrice carrée; chacun d'entre eux ne peut transmettre d'informations qu'à son voisin le plus proche. C'est la forme de communication la plus commune et la plus rapide. Pour des problèmes structurés de façon très régulière, comme dans les calculs de Monte Carlo de la théorie de jauge sur réseau, cette organisation est extrêmement efficace. Mais pour des questions telles que le suivage des surfaces singulières dans un écoulement, en dynamique des fluides, les besoins du calcul en un point donné sont très différents de ce qu'ils sont ailleurs.

Aucune de ces structures ne semble très utile pour l'analyse détaillée des données expérimentales. Une autre forme plus prometteuse de traitement en parallèle a été développée mais, jusqu'à ce jour, sa seule réalisation commerciale est chère dans l'absolu et par rapport aux performances. Sa structure est analogue à celle des plus efficaces des comptoirs d'aéroport. Les clients de

la file s'adressent au premier agent disponible. Chaque agent peut traiter chaque demande indépendamment de ce que font tous les autres. L'une des grandes particularités de cette approche est de permettre à un instant donné l'examen global de boucles ou de sous-programmes entiers, de sorte que chaque processeur individuel peut exécuter un traitement de longue haleine avant de devoir communiquer avec le reste du système. C'est un aspect extrêmement important parce que si, depuis quelque temps déjà, des informaticiens étudiaient des systèmes d'exploitation à traitement en parallèle, ils se retrouvaient inéluctablement avec un système d'exploitation capable d'un traitement parallèle mais cent fois plus lent qu'ils ne l'avaient voulu au départ dans le transfert des messages d'une chaîne de traitement à une autre.

Dans le traitement en parallèle, il faut créer le moyen de réduire la fréquence des communications indispensables entre processeurs, de sorte qu'ils puissent exécuter des tâches énormes avant de devoir échanger des messages.

Je voudrais maintenant terminer par la présentation d'une variante de cette architecture que l'on met au point à l'Université de New York. Elle n'a pas encore d'existence physique; seul le concept de base a été simulé. Il correspond au cas où nous avons 4000 agents derrière le comptoir. La file unique de clients peut alors constituer un goulot d'étranglement car ils ne peuvent parvenir aux agents à la vitesse désirable. Dans la nouvelle approche, quand l'un de ces agents en a fini avec un client, il se dirige vers la file. Si deux agents se télescopent en chemin, l'un d'eux se retire et l'autre continue vers la file, ramène deux clients, en cède un à son ami et garde l'autre.

Si l'on a 4000 agents, celui d'entre eux qui parvient effectivement à la file prend en moyenne 32 ou 64 clients qu'il distribue ensuite aux collègues qu'il a tamponnés.

L'ossature de «l'hyperordinateur»

comprend 4000 processeurs et 4000 unités de mémoire ainsi qu'un réseau de fils enchevêtrés et de nœuds permettant à chaque processeur d'accéder à toutes les unités de mémoire. Mais quand deux processeurs réclament la même adresse d'une donnée, il se produit une collision en un nœud du réseau et les deux demandes fusionnent en une seule. Aucun retard ne se produit même si 4000 processeurs désirent accéder à la même adresse d'une mémoire, par exemple quand tous les processeurs cherchent à travailler sur la même boucle. Le processeur ne se contente pas d'accéder à l'index d'une boucle mais l'incrémente d'une unité pendant qu'il traite le corps de la boucle. Pour ce faire, les créateurs de l'hyperordinateur ont inventé une instruction dénommée «ramener et incrémenter» (Fetch and Add). La fusion de deux instructions demandant de ramener la valeur numérique et de l'incrémenter d'une unité produit une demande de ramener l'index et de le réévaluer par deux unités. Au retour, la valeur initiale de l'index est fournie à un processeur et la valeur plus un parvient à l'autre, ainsi chaque processeur emploie une valeur différente de l'index.

J'estime que cette conception est la meilleure pour l'avenir lointain du traitement en parallèle des travaux scientifiques. Les domaines tels que ceux de l'intelligence artificielle, le traitement de la parole, prennent une autre direction; le traitement en parallèle y est envisagé avec des structures arborescentes. Elles sont préférées dans ce cas parce que bidimensionnelles; elles se conforment très bien aux puces. C'est un type d'organisation séduisant dans le cas de nombre de problèmes d'intelligence artificielle mais de peu d'utilité en physique, car il entraînerait des embouteillages dans les communications entre tous les processeurs.

Je n'ai aucun doute que dans les années à venir nous verrons davantage ce type de matériel et probablement tous les types de traitement informatique que j'ai décrits.

Comité européen pour les futurs accélérateurs

Point de vue de John Mulvey,
président de l'ECFA

John Mulvey, président de l'ECFA (à gauche), en conversation avec John Adams, ancien directeur général du CERN.

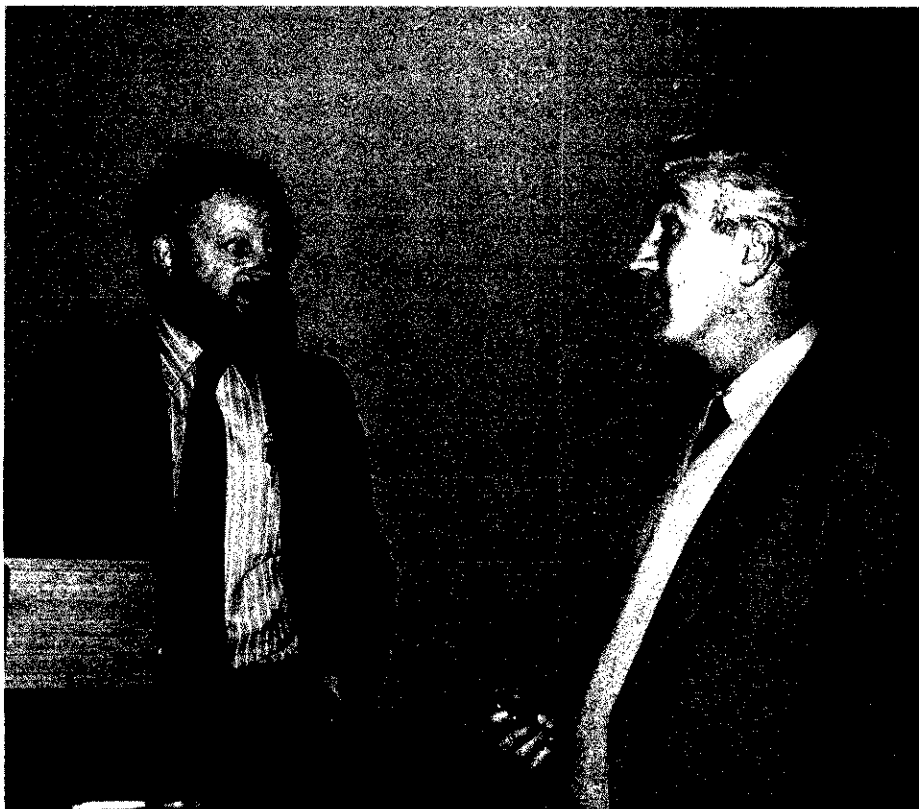
(Photo CERN 424. 12.80)

Il y a près de 21 ans, en décembre 1962, Victor Weisskopf et Cecil Powell, alors respectivement directeur général du CERN et président du Comité des Directives scientifiques, mettaient sur pied un groupe de physiciens européens des hautes énergies et le chargeaient de donner son avis sur des mesures permettant d'atteindre des énergies plus hautes. Le PS du CERN était exploité depuis 1959 et son programme d'expérimentation était bien établi; le moment était venu de penser à l'avenir.

Le président de ce groupe, qui devait prendre plus tard le nom de « Comité européen pour les futurs accélérateurs », était Edoardo Amaldi; dans le rapport de poids qu'il présentait au Conseil du CERN en juin 1963, il passait en revue toute la structure et examinait l'évolution possible de ce domaine de la recherche dans les Etats membres du CERN. Parmi ses propositions figurait la construction des anneaux de stockage à intersections (ISR) et d'un accélérateur à protons de 300 GeV, envisagé à l'époque comme l'installation principale d'un deuxième laboratoire CERN, situé ailleurs en Europe.

Le projet ISR étant alors très en avance sur son temps, l'opinion était répandue qu'il était « impossible » à réaliser. Il fut néanmoins approuvé et c'est en 1971 que cette machine, toujours unique en son genre, entra en service. En fin de compte, celle-ci dépassa de beaucoup ses spécifications nominales et occupa la première place au championnat de l'énergie jusqu'à ce qu'elle soit supplantée en 1981 par le collisionneur proton-antiproton (le SPS). L'approbation du projet de 300 GeV, plus tard appelé SPS, fut toutefois reportée et le Comité européen fut reconvoqué au début de 1966, à nouveau sous la présidence de Amaldi, afin de réexaminer ses recommandations. C'est après cette date que ce Comité se réunit de façon régulière et prit la forme qu'il a aujourd'hui.

Il y a quelques mois, j'ai parlé à Amaldi des années pendant lesquelles



les l'ECFA a été constitué et je lui ai demandé comment il voyait le rôle de l'ECFA aujourd'hui. En premier lieu il a souligné que, bien que créé à l'initiative du CERN, l'ECFA a été depuis son commencement un organe indépendant. Dans la lettre d'invitation à la réunion de 1966, Amaldi expliquait que le Comité «... devrait représenter les opinions... des physiciens des Etats membres travaillant dans le domaine de la physique des hautes énergies. C'est ainsi que la collaboration avec le CERN est censée offrir, en plus des propositions techniques et scientifiques, une critique constructive».

L'ECFA ne fait pas partie de l'organisation qu'est le CERN; cette indépendance est essentielle pour l'ECFA dont le rôle est de présenter les points de vue de la communauté sur toutes les questions se rapportant à la physique des hautes énergies en Europe. Par exemple, un point important qui est inscrit actuellement à l'ordre du jour de l'ECFA correspond au programme futur de

recherche à DESY ainsi qu'au projet HERA.

L'activité de l'ECFA présente une autre facette qui a été soulignée par Amaldi et très bien illustrée par les rapports du Comité placés sous sa présidence; l'ECFA est en effet chargé de passer en revue toutes les activités entreprises dans le domaine de la physique des hautes énergies en Europe — non seulement les plans de futurs accélérateurs mais également leur emploi, les ressources nécessaires dans les universités pour soutenir les expériences ainsi que le caractère de la communauté elle-même. Ces rapports ont couvert tout le spectre d'activité et ont établi un modèle pour les suivants. Le plus récent, datant de 1978, a été préparé avec pour toile de fond la proposition de construire le LEP; il sera mis à jour en 1984.

L'ECFA n'a aucun lien officiel avec les gouvernements des Etats membres et ne dispose d'aucun budget; la capacité de travail et l'enthousiasme de ses membres constituent ses

Edoardo Amaldi, pour beaucoup le père de l'ECFA, dont le rapport de poids présenté en 1963 devait préparer la voie à l'élargissement futur du panorama européen en matière d'accélérateurs.



seules ressources. Son travail principal est accompli par les membres de la communauté lors des journées d'étude et des réunions qu'il organise et parraine. Les études qui en résultent sont utiles en elles-mêmes bien qu'elles puissent également conduire à des recommandations qui sont soumises à l'approbation de la Plénière de l'ECFA, organe investi de l'autorité de la communauté et qui, partant, influence les laboratoires et les Conseils scientifiques des gouvernements.

L'évaluation complète du potentiel de la physique et de la faisabilité du projet LEP a constitué la principale activité de ces dernières années. Effectuées en étroite collaboration avec l'équipe du CERN, ces études ont donné naissance aux principales spécifications relatives à la conception, y compris à l'optimisation des énergies des faisceaux d'environ 90 GeV (ou proches de 120 GeV grâce à l'emploi de cavités supraconductrices HF). Pour ces études, l'ECFA a réuni de nombreux physiciens européens, préparant ainsi le terrain pour un accord remarquablement vaste au sein de la communauté, lequel a permis une approbation rapide une année seulement après que le LEP eut été présenté officiellement et pour la première fois au Conseil du CERN.

Dans le cadre des études consacrées au LEP, l'ECFA a étudié le développement de la physique des hautes énergies en Europe au cours des dernières décennies de ce siècle. Il a conclu qu'étant donné son potentiel scientifique le LEP est certes la machine prioritaire de demain mais que la portée des questions fondamentales auxquelles il faut apporter réponse requiert la construction d'une autre machine d'avant-garde en Europe. La deuxième idée présentant le plus d'attrait fut le projet de collisionneur électron-proton proposé par DESY, avec qui l'ECFA a collaboré à un certain nombre d'études qui se sont conclues par la proposition HERA, à savoir la construction d'un anneau à électrons de 30 GeV plus celle d'un anneau supraconducteur à

protons de 820 GeV, avec quatre zones d'expériences. En octobre 1981, une journée d'étude sur la physique électron-proton s'est tenue à Wuppertal (RFA) et, en juin de l'année dernière, la Plénière de l'ECFA a de nouveau considéré la proposition, dans le cadre d'un examen des projets d'accélérateurs existants dans le monde, et a confirmé tout son appui au projet HERA.

Le Ministre de la science et de la technologie d'Allemagne fédérale a pris récemment une décision de principe concernant le projet HERA : celui-ci devrait aller de l'avant dans la mesure où certaines conditions seront remplies, parmi lesquelles la participation d'autres états au budget de construction. Il s'agit là d'une bonne nouvelle et nous devons encourager nos pays à prendre part à cette entreprise de premier ordre — tout en maintenant bien sûr leur engagement vis-à-vis du CERN.

Dans le climat économique actuel, moins clément qu'au tout début de l'ECFA, les budgets consacrés à la recherche fondamentale (dont la physique des hautes énergies) subissent de lourdes contraintes dans la plupart de nos pays et ont diminué par rapport à la richesse nationale au lieu d'en suivre l'évolution. Mais, étant donné le coût élevé des expériences en physique des hautes énergies, il est difficile de justifier de longues périodes passées à « faire du sur place ». Comme cela fut récemment clairement démontré au CERN, le progrès exige de meilleurs équipements d'expérimentation qui doivent être utilisés avec les machines existantes et de nouveaux accélérateurs pour mettre de nouveaux phénomènes à la portée de l'homme. L'équilibre entre investissement et exploitation, construction et recherche devient précaire et une des principales tâches de l'ECFA est de veiller à cet équilibre en Europe.

Le LEP a été approuvé dans le cadre du programme du CERN qui est soumis à un budget annuel constant. Dans ce cadre général, il était prévu de fermer les ISR qui, bien que rejetés

dans l'ombre par les découvertes spectaculaires réalisées avec le collisionneur proton-antiproton (le SPS), conservent un programme sans équivalent. Leur fermeture, prématurée d'un point de vue scientifique, sera une triste conséquence des contraintes économiques de notre époque. Le budget du matériel du CERN, qui n'a pas été maintenu constant dans la réalité, est actuellement mis à rude épreuve ; les restrictions en matière de personnel constituent également un sérieux handicap et la récente décision du Conseil du CERN d'autoriser un recrutement en nombre limité pour remplacer des départs est la bienvenue. La charge que la construction du LEP impose à la poursuite du programme de recherche au CERN est très lourde. Les effets en sont par ailleurs amplifiés par la santé et la vigueur même de cette recherche ; il n'est pas possible de donner satisfaction à toutes les excellentes propositions d'expériences avec cibles fixes auprès du SPS et d'améliorations de l'exploitation du collisionneur proton-antiproton. Le projet LEAR est une autre application novatrice de l'ingéniosité du CERN en matière d'accélérateurs, qui attire une communauté nouvelle et dynamique d'utilisateurs. Pour ne pas dépasser le montant des ressources disponibles, d'autres décisions très difficiles devront être prises.

Et puis, comme le CERN doit consacrer davantage de ressources aux accélérateurs, sa contribution aux expériences avec le LEP sera infé-

rieure à un tiers de ce qu'elle était normalement pour les expériences auprès des ISR et du SPS. Une part plus importante de l'assistance aux expériences incombera aux institutions nationales. A certains égards il conviendrait de s'en réjouir, étant donné la tendance qui a existé de centraliser à l'excès le développement et la construction des détecteurs au CERN. Toutefois, cela met un accent plus important sur la nécessité d'une assistance technique et financière adéquate dans les uni-

versités et les instituts de recherche des Etats membres. L'ECFA examinera cette question dans le cadre de son étude de 1984.

Les autres activités actuelles de l'ECFA vont de l'emploi des ordinateurs et des réseaux aux accélérateurs du futur lointain. Une série de groupes de travail a défini des normes correspondant à une vaste gamme de logiciels et de matériels utilisés dans l'acquisition et l'analyse de données. Des exemplaires des rapports que ces groupes ont rédigés

peuvent être obtenus auprès de leur coordonnateur, Egil Lillestol (à Bergen), ou auprès de Peggy Rimmer (au CERN). Un autre aspect de cette activité est constitué par un projet qui vise à relier tous les groupes européens de la physique des hautes énergies par un réseau de télécommunications HEP-NET. Le groupe d'études constitué à cette fin compte un représentant de chaque Etat membre; un accord est intervenu sur un certain nombre de tâches et le travail a commencé sur la conversion du protocole de transfert de fichiers qui permettrait des transferts entre CERNET et les systèmes italien, scandinave et britannique. (Des informations peuvent être obtenues auprès de Mike Sendall, au CERN.)

Concernant l'avenir, le désert est tout fleuri d'espèces exotiques de tous types et les théoriciens nous subjuguent avec leurs histoires des grandes découvertes qui seront faites bien au-delà de l'horizon des TeV. Même sans ces tentations, les expérimentateurs doivent aller voir. Avec des aimants de 10 T, un collisionneur proton-antiproton de 10 TeV par faisceau est une possibilité attrayante pour le tunnel du LEP à long terme, après le programme électron-positon. Un «désértron», anneau plus grand implanté dans un désert aux Etats-Unis, pourrait atteindre des énergies un tout petit peu plus hautes mais il est difficile d'envisager quels seraient la taille et le coût d'une machine à protons d'une énergie beaucoup plus grande, tout comme il est difficile de croire que l'on pourrait atteindre plus de 1 TeV dans un collisionneur électron-positon... à moins de trouver une nouvelle méthode qui permette de porter les gradients accélérateurs de la valeur actuelle de 10 MV/m ou environ (100 MV/m ont été démontrés) à celle variant de 1 à 10 GeV/m. C'était là le principal sujet de la réunion ECFA-Rutherford qui s'est tenue en septembre dernier à Oxford (voir numéro de décembre 1982, page 405). Certes d'ingénieuses idées ont été décrites mais rares

Constitution de l'ECFA

Les membres de la Plénière de l'ECFA, qui se réunit normalement deux fois par an, sont choisis par les treize Etats membres du CERN; le CERN lui-même y est représenté par une Délégation. Les réunions de la Plénière de l'ECFA sont des réunions ouvertes auxquelles participent également des observateurs de la Fondation européenne pour la science, de la Société européenne de physique et de deux Etats non membres (Israël et la Finlande).

Au sein d'un organe plus petit, «l'ECFA restreint», un physicien représente chacun des Etats membres et un autre les physiciens du CERN. Des réunions plus fréquentes sont prévues pour discuter des questions afférentes à la physique des hautes énergies, pour donner des avis au président de l'ECFA sur l'activité du Comité et pour préparer les réunions de la Plénière. Le directeur général du CERN et le directeur général de DESY sont membres ex-officio de l'ECFA restreint. Récemment, cet organe a

tenu un plus grand nombre de ses réunions dans les Etats membres, les faisant précéder d'une réunion de discussion avec les membres de la communauté de physique des hautes énergies du lieu.

Le président est élu par la Plénière de l'ECFA pour un mandat de trois ans, qui normalement n'est pas renouvelable. Par la voix de son président, l'ECFA dispose d'un porte-parole au sein du Conseil du CERN. Son président est également membre ès qualités du Comité des directives scientifiques du CERN et du Comité du Conseil; il assiste aux réunions du Comité des finances et il donne des avis au directeur général. Le président de l'ECFA est également invité à participer aux réunions du Conseil scientifique élargi de DESY.

Depuis sa création en 1976 par la Commission de l'UIPAP pour les particules et les champs, le Comité international pour les futurs accélérateurs (ICFA) compte trois membres de l'Europe de l'Ouest: le directeur général du CERN, le président du Comité des directives scientifiques du CERN et le président de l'ECFA.

Nouvelles des Laboratoires

étaient celles qui étaient vraiment nouvelles et les démonstrations pratiques de leur faisabilité ne sont pas pour demain. Si l'obtention de telles énergies représente un formidable défi, fournir la puissance permettant d'obtenir les luminosités souhaitables semble être une gageure encore plus grande.

Le compte rendu de cette réunion peut maintenant être obtenu auprès du CERN ou du Laboratoire Rutherford-Appleton; l'ECFA invite les chercheurs européens qui travaillent ou qui seraient désireux de commencer à travailler dans ce domaine de recherche à une brève réunion qui se tiendra à Trieste le 1^{er} juin à la suite de la « Journée sur l'utilisation des lasers et des phénomènes collectifs dans les accélérateurs » que le Centre international de physique théorique organise les 31 mai et 1^{er} juin. Si dans le futur, il est possible de regarder au-delà de l'horizon des TeV, il convient pour cela de consacrer une certaine quantité d'efforts à cette recherche; nous devons encourager un plus grand nombre de chercheurs à s'engager dans cette physique grosse de tant de défis et à constituer des groupes de recherche avec des représentants d'autres domaines tels que la physique des plasmas et la physique des lasers à haute puissance. Nous devons également attirer et former de jeunes physiciens qui remplaceront les spécialistes d'aujourd'hui dont la population vieillit. L'ECFA appuie avec force une nouvelle initiative prise par le CERN qui propose de mettre sur pied une Ecole de physique des accélérateurs. L'idée est de donner à cette école un cadre européen, les cours étant dispensés au CERN et dans d'autres laboratoires et des maîtres de conférence étant mis à la disposition des universités. Sous la direction de Kjell Johnsen, un petit groupe est actuellement en train de dresser les plans de cette nouvelle entreprise.



FERMI Le dernier aimant de l'économiseur- doubleur d'énergie est posé

Le 18 mars, un quadrupôle supraconducteur a été installé en A-49 dans le tunnel de l'anneau principal du Laboratoire Fermi pour achever l'installation de l'aimant destiné au nouvel anneau de l'économiseur-doubleur d'énergie qui se fraie un chemin à travers les supports des aimants classiques de l'anneau principal existant. L'anneau de l'économiseur-doubleur d'énergie a maintenant 774 dipôles et 216 quadrupôles et aura finalement 204 bobines de commande.

La remise en service de l'anneau principal et les essais de l'anneau économiseur-doubleur d'énergie ont bien marché. Le 16 avril, les secteurs E et F du doubleur (un tiers de l'an-

La version définitive du quadrupôle supraconducteur est délicatement ajustée dans le nouvel anneau de l'économiseur-doubleur du Laboratoire Fermi.

neau) ont été alimentés par un courant de 2200 A, équivalent à 500 GeV. Le lendemain, l'anneau principal fonctionnait pour la première fois depuis près d'un an. Le faisceau a été porté à 150 GeV, soit l'énergie d'injection pour l'économiseur.

Le 22 avril, le faisceau a été injecté depuis l'anneau principal dans l'économiseur au niveau de la section droite EO. Le 23, un faisceau de faible intensité avait été transporté sur un tiers de la circonférence de l'anneau jusqu'à une décharge temporaire. L'accordage fin s'est poursuivi dans les deux anneaux, mais la prochaine étape importante correspondra à l'achèvement de l'installation de l'économiseur, ce qui permettra de tenter des tours complets.

Pendant l'essai sur un tiers de l'anneau, aucun problème de retour à l'état normal n'a été rencontré. Les

Comparaison des sections efficaces totales proton-antiproton (en haut) et proton-proton (en bas) à différentes énergies de collision (axe horizontal inférieur). Les points situés à droite, avec de grandes erreurs, constituent les nouveaux résultats obtenus avec le collisionneur proton-antiproton SPS, montrant que la section efficace totale continue à augmenter et correspond bien aux prévisions établies à partir des observations faites à des énergies plus basses. Les petits cercles, au centre, proviennent des anneaux de stockage à intersections.

champs et les alignements des aimants supraconducteurs ont demandé peu de correction. Les nouveaux systèmes de contrôle de la position et de la perte du faisceau ont été essayés pour la première fois et ont bien fonctionné.

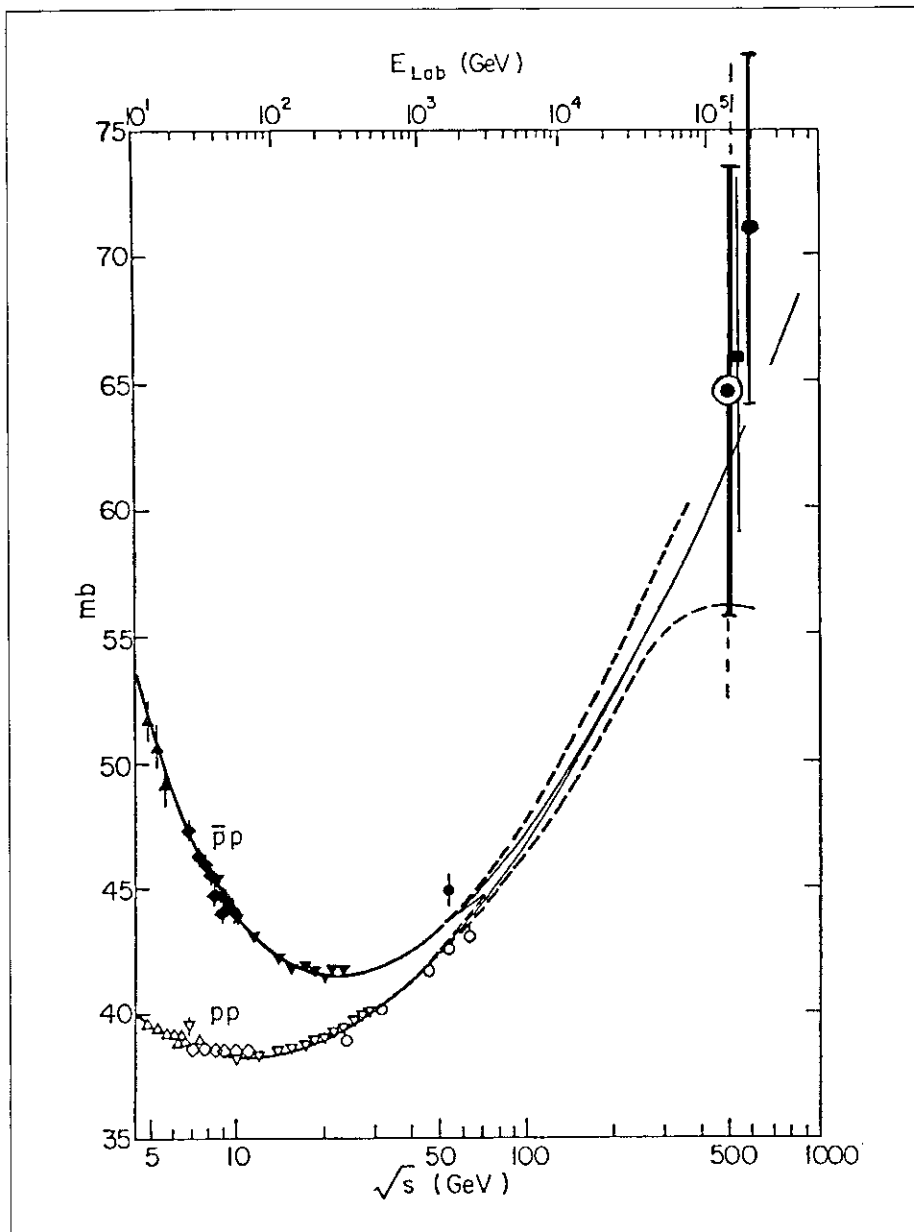
CERN Horizons hadroniques

Dans le numéro de mai, un article (page 136) décrivait quelques-uns des nouveaux résultats de diffusion des hadrons indiquant qu'à haute énergie on observe peut-être un comportement sous-jacent universel indépendant des quarks composant les particules en collision.

Il y a dix ans à peine, la controverse faisait rage au sujet du comportement général des hadrons à haute énergie. On n'a commencé à y voir plus clair qu'avec la parution des premiers résultats des ISR.

Aujourd'hui, la controverse est moins intense mais le sujet a été revitalisé par les possibilités ouvertes aux ISR de comparer dans des conditions semblables les comportements proton-proton et proton-antiproton, et par l'accès à un nouveau domaine d'énergie offert au SPS grâce aux collisions proton-antiproton.

Les sections efficaces totale et élastique représentent des mesures importantes de l'affinité des hadrons entre eux. La section efficace totale indique la réactivité des particules mises en jeu, tandis que la section efficace élastique quantifie la tendance des particules diffusées à simplement rebondir l'une sur l'autre sans changement dans leurs compositions respectives. Une comparaison systématique de ces deux paramètres essentiels du comportement hadronique fournit des indices importants au sujet des mécanismes sous-jacents de l'interaction. La comparaison des états particule-particule (proton-proton) et particule-antiparticule (proton-antiproton) est également révélatrice.



Le comportement des sections efficaces proton-proton élastique et totale a été mesuré avec précision aux ISR. De nouvelles études ont été lancées pour tirer parti de la disponibilité de collisions proton-antiproton depuis 1981 (voir numéro de juin 1981, page 196).

Les mesures des sections efficaces totale et élastique sont effectuées par le groupe CERN/Naples/Pise/Stony Brook qui obtient la section efficace totale à partir du taux de réaction observé, par une équipe Louvain/Northwestern utilisant la technique consacrée des pots romains, détecteurs mobiles servant à sonder les cônes de diffusion à très petit angle, et par une équipe Ames/Bologne/CERN/Dortmund/Heidelberg/Varsovie qui travaille avec l'aimant à champs inversés.

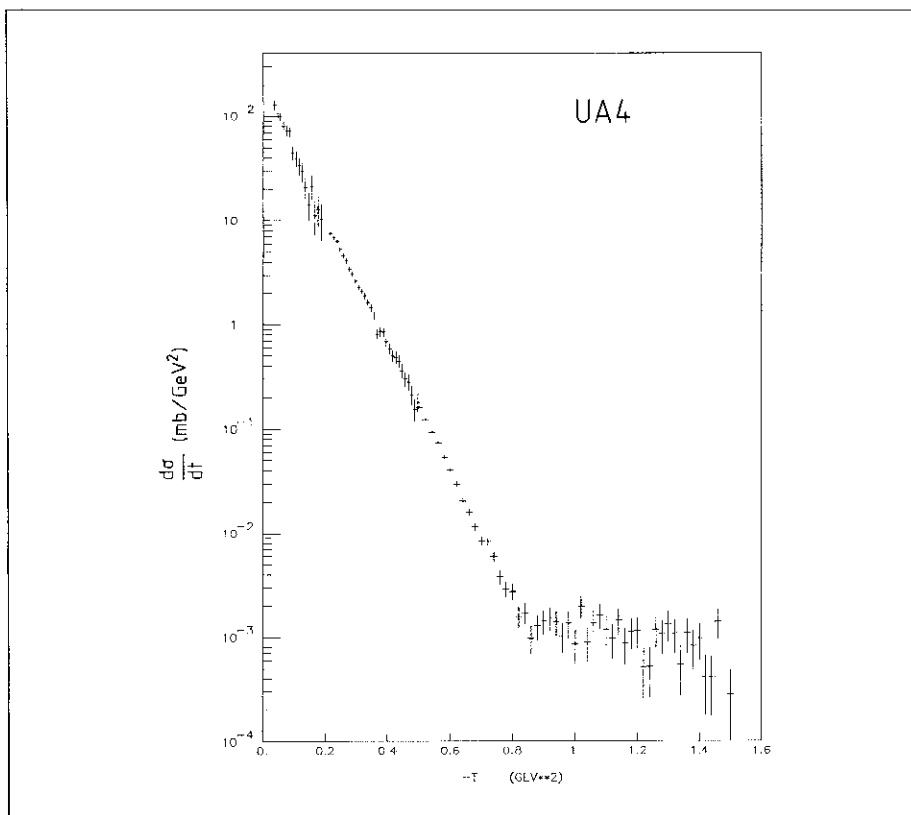
Pris ensemble, les résultats permettent maintenant de comparer valablement les diffusions proton-proton et proton-antiproton dans l'ensemble du domaine cinématique accessible.

D'une façon générale, les sections efficaces élastique et totale semblent converger pour les deux cas quand l'énergie augmente. Il est traditionnel de décrire le spectre de diffusion élastique par une exponentielle décroissante dont le décrément logarithmique est lié à la taille apparente des particules en collision.

A faible transfert d'impulsion, il semblerait qu'on observe une légère augmentation de ce décrément aussi bien dans les diffusions proton-proton que proton-antiproton. De plus, on note aux faibles énergies une pente plus forte dans le cas proton-antiproton, cependant la différence disparaît aux énergies de collision plus élevées.

Dans l'ensemble, les observations semblent bien décrites par le modèle classique d'échange de Regge et ne nécessitent pas le recours à des idées nouvelles (Odderons).

Quand débuta l'exploitation des ISR, il y a à peine plus de dix ans, l'observation d'un accroissement de la section efficace proton-proton



Spectre préliminaire de la diffusion élastique proton-antiproton mesuré au cours de l'expérience UA4 avec le collisionneur proton-antiproton SPS du CERN. La décroissance exponentielle qu'on peut observer est plus brutale pour les faibles transferts d'impulsion (entre 0 et 0,2 GeV²) puis elle s'adoucit. Vers 0,8 GeV² apparaît un épaulement rappelant celui qu'on constate à des énergies plus basses dans les anneaux de stockage à intersections.

(entre 0 et 0,2 GeV²). Pour des transferts d'impulsion plus élevés, l'exposant se réduit à environ 13,5. Il n'est pas encore établi si l'on passe entre ces régions par un changement brutal ou s'il existe une zone de transition bien distincte.

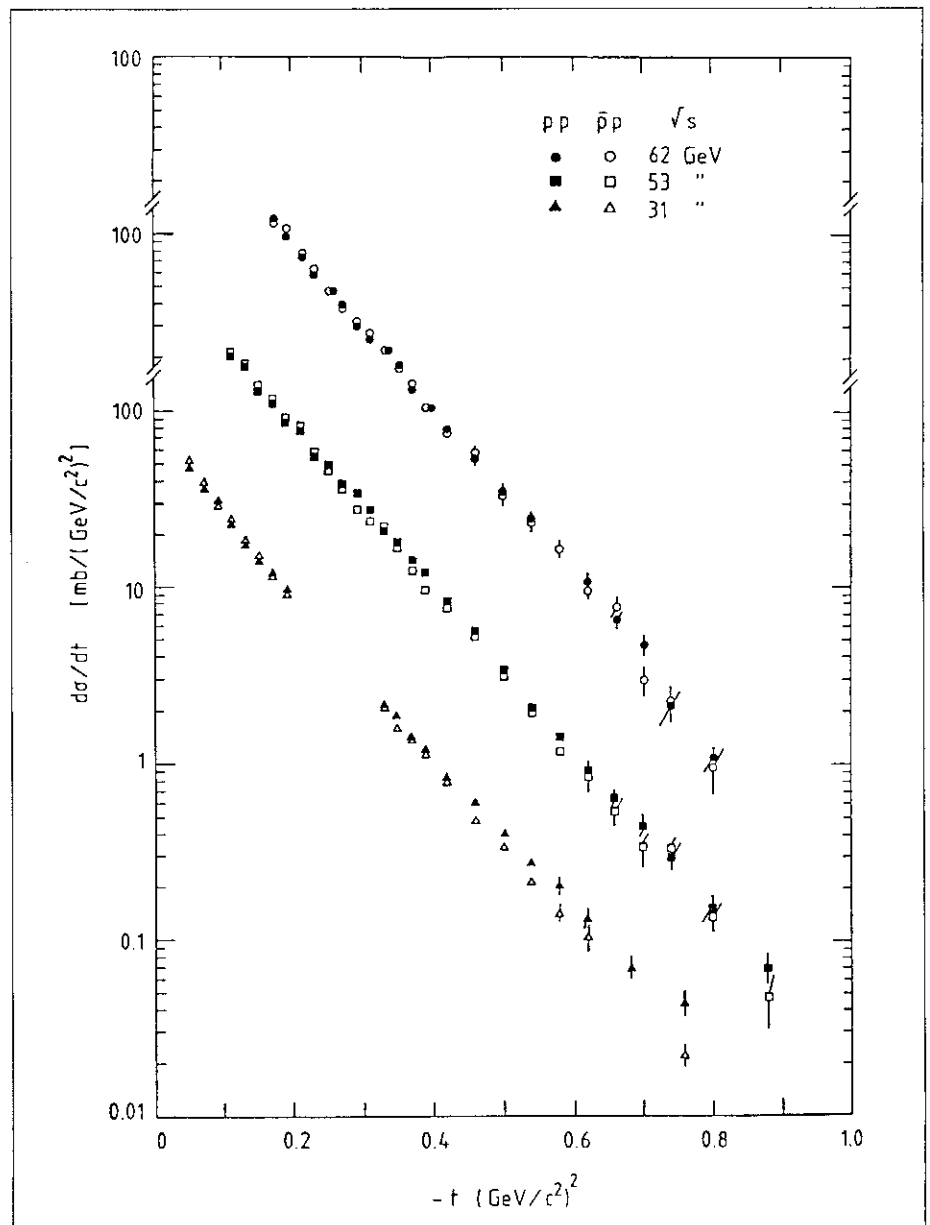
Pour des transferts d'impulsion encore plus élevés (quelque 0,8 GeV²), le spectre de diffusion élastique présente un épaulement bien marqué qui semble être le vestige de l'une des premières découvertes aux

avait créé une certaine surprise. Jusqu'alors on avait généralement pensé qu'aux énergies accessibles auparavant les taux d'interaction des particules s'abaissaient vers un plancher préluant à une limite asymptotique. Mais les ISR ont prouvé que la limite asymptotique était encore bien loin.

L'avènement au SPS du collisionneur proton-antiproton a ouvert encore un nouveau domaine d'énergies. De l'imposante expérience UA1 (qui mesure autant de choses qu'il se peut) et de l'étude spécialisée UA4 (Amsterdam/CERN/Gênes/Naples/Pise, voir numéro de septembre 1982, page 271) nous parviennent des informations sur la section efficace proton-antiproton.

Les résultats montrent que la croissance de la section efficace totale proton-antiproton se poursuit; elle atteint environ 65-70 millibarns, approximativement le résultat prévu par extrapolation des données à plus faibles énergies (ISR). Cela semble indiquer que la croissance de la section efficace est aussi rapide que le permettent les principes théoriques fondamentaux.

Les deux groupes ont annoncé une chute exponentielle relativement rapide (exposant de l'ordre de 17) de la section efficace élastique différentielle à faible impulsion de transfert



Comparaison de la diffusion élastique proton-proton et proton-antiproton aux anneaux de stockage à intersections par une collaboration Ames / Bologne / CERN / Dortmund / Heidelberg / Varsovie.

ISR: une vallée dans le spectre de diffusion proton-proton rappelant fortement la diffraction optique.

Cependant, même dans le domaine d'énergie des ISR, cette vallée se déplace à énergie croissante en devenant moins prononcée. Ce comportement est souligné par les résultats proton-antiproton du SPS qui montrent que l'épaule est considérablement décalé par rapport à la position de la vallée aux ISR.

On tente de décrire ces résultats à l'aide de divers modèles théoriques. Le proton (et l'antiproton) possèdent non seulement une certaine taille apparente mais également une « opacité ». Dans les conditions expérimentales, un faisceau incident ne perçoit pas un proton totalement opaque (« noir ») mais « gris » et pénétrable. Il reste à savoir si à une énergie infinie le proton deviendra opaque, s'il restera gris ou encore s'il deviendra transparent. Des études supplémentaires auprès du collisionneur fourniront des éléments de réponse.

Où tout n'est qu'ordre et beauté!

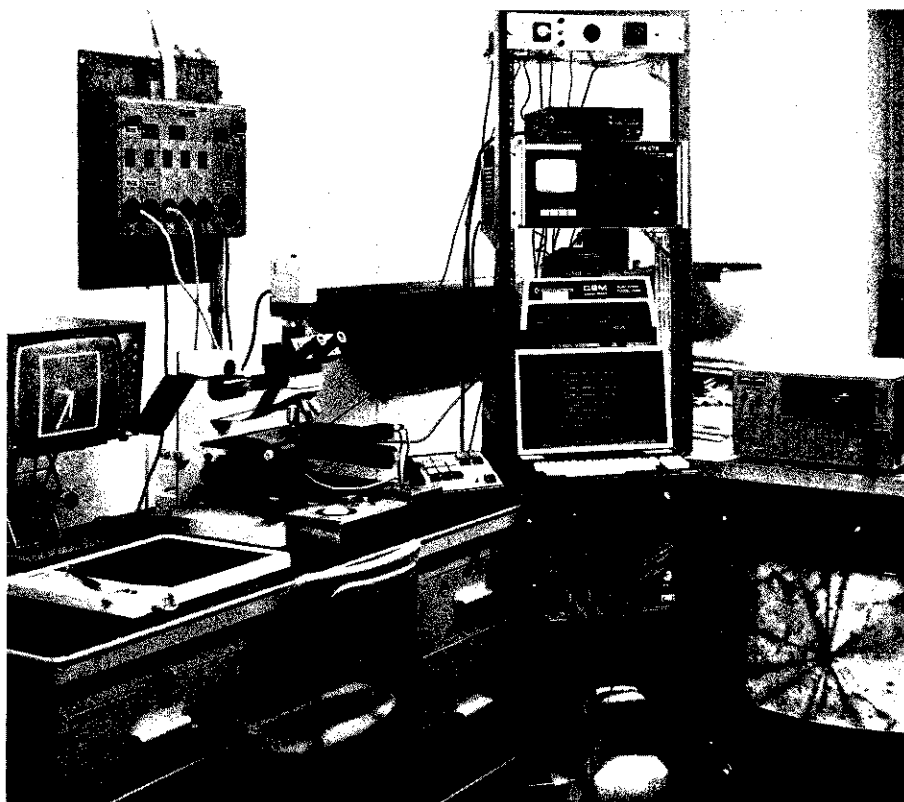
La technique des émulsions nucléaires, qui avait apporté un grand nombre de contributions déterminantes à la physique des particules dans ses débuts, a connu ensuite une période d'une dizaine d'années pendant laquelle elle a été presque totalement négligée dans les expériences de physique avec les accélérateurs. Cette désaffection était due non pas tellement aux possibilités fondamentales de cette technique mais plutôt au fait que la recherche des événements dans l'émulsion et leur mesure ultérieure étaient des opérations incroyablement fastidieuses. Un regain d'intérêt est venu avec la nécessité d'étudier les particules porteuses de charme et de beauté dont les durées de vie, bien que courtes, restent observables par des détecteurs en mesure de distinguer des événements au niveau du micron. Or c'est

exactement la caractéristique particulière que présentent les émulsions nucléaires: elles permettent de repérer des événements dans l'espace avec une résolution de quelques microns ou moins.

Heureusement, on peut aujourd'hui tirer parti de cette possibilité sans se heurter aux problèmes qui existaient dans les années passées. D'autres détecteurs associés à l'émulsion sont en mesure de sélectionner et de reconstruire l'événement, et d'indiquer où il convient de porter les recherches dans l'émulsion. Des mécanismes plus modernes, associés à la micro-électronique, permettent également une analyse rapide et une mesure précise d'un événement complet enregistré dans l'émulsion.

Tous ces développements sont rassemblés dans des expériences dites « hybrides » (comme les expériences WA71 et WA75 au CERN) pour l'étude de la production et de la durée de vie des particules comportant le quark de beauté. L'expérience

*Unités du système, mis au point au CERN, qui améliore beaucoup l'efficacité et la vitesse de balayage et de mesure des émulsions nucléaires utilisées pour l'étude des interactions entre particules. Le recours à un microscope à images numérisées assisté par ordinateur (CADIM) avait contribué à relancer la technique de l'émulsion, notamment dans l'étude des particules très éphémères.
(Photo CERN 233.4.83)*



WA71, qui utilise le spectromètre Oméga « rafistolé », est une collaboration CERN / Gênes / Milan / Moscou / Paris / Rome / Santander / Valence qui a pour porte-parole G. Diambrini-Palazzi. Un faisceau de pions négatifs de 350 GeV produit par des protons venus du SPS frappe une émulsion nucléaire composée de deux pellicules d'une épaisseur de 0,5 mm chacune empilées perpendiculairement par rapport au faisceau. En aval de l'émulsion, une chambre à projection temporelle, des chambres proportionnelles multifils et des détecteurs au silicium sont placés dans le champ magnétique de l'aimant Oméga. L'appareillage est complété par un hodoscope de faisceau, un compteur à imagerie par anneau Tchénkov et un détecteur de gammas.

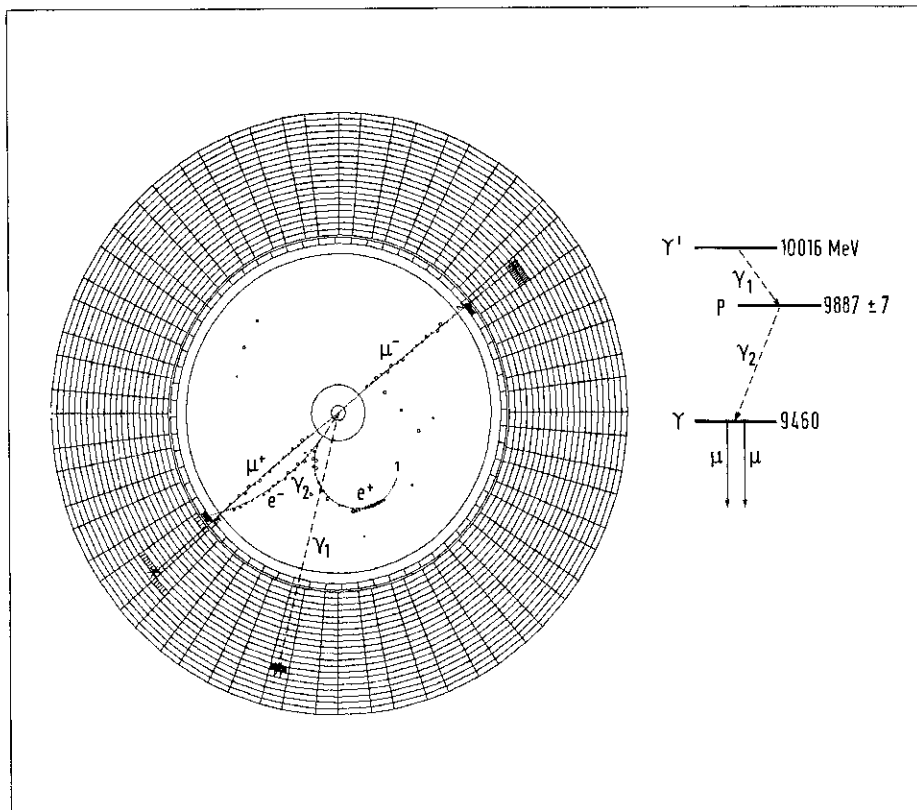
La recherche de beauté se concentrera sur les événements dans lesquels le nombre de traces observées à quelques millimètres en aval dépasse le nombre de traces émergeant du vertex dans l'émulsion, ce qui pour-

rait être le signe de la désintégration d'une particule charmée résultant elle-même de la désintégration rapide d'une particule porteuse de beauté.

Les émulsions sont analysées sous un microscope numérisé assisté par ordinateur (CADIM) et peuvent être déplacées de moins de $1\mu\text{m}$ dans les trois dimensions au moyen de moteurs pas à pas perfectionnés. Lorsque des mesures précises sont nécessaires, des numériseurs de coordonnées reliés au microscope enregistrent la position de tout point dans le champ de vision. Une image très agrandie de la tranche d'émulsion observée peut être reproduite sur un grand écran de télévision.

L'analyse s'opère par la reconstruction sur ordinateur de l'événement à partir de l'information recueillie en aval; on connaît alors l'emplacement où il convient de chercher dans l'émulsion et on obtient également une image de la configuration des traces émergentes, par exemple dans le plan de sortie de l'émulsion. On peut ainsi procéder rapidement à une analyse jusqu'au vertex dans l'émulsion et suivre les particules produites jusqu'au niveau du plan de sortie, où la superposition de la configuration prédite permet de confirmer qu'on étudie effectivement l'événement qui convient. Cette analyse rapide est passionnante: en effet, à mesure que les traces des particules s'inscrivent, depuis leur production jusqu'à l'endroit où elles quittent l'émulsion, on a tout à fait l'impression de suivre dans le temps l'événement tel qu'il s'est effectivement produit.

Toute disparité entre la multiplicité enregistrée dans les détecteurs aval et la multiplicité observée près du vertex indique qu'il faut procéder à une observation et une mesure approfondies des traces dans l'émulsion. Un observateur expérimenté est capable de déterminer en cinq minutes si un événement doit être retenu. On peut ainsi envisager d'étudier plus de 50 000 événements par an avec une dizaine de



systèmes de mesure répartis entre les équipes de la collaboration. Ces améliorations des techniques d'analyse ont sans doute permis un gain de temps de l'ordre de plusieurs dizaines par rapport à ce qui était possible dans les expériences d'émulsion nucléaire il y a vingt ans.

F. Bal, S. Tentindo et G. Vanderhaege ont plus particulièrement contribué au développement du système CADIM au CERN. Des travaux préliminaires avaient été faits dans ce domaine il y a plusieurs années, mais les développements récents sont le résultat des progrès spectaculaires obtenus par K. Nin et ses collègues de l'Université Nagoya (Japon). De nombreuses universités européennes construisent actuellement des équipements similaires.

DESY Upsilon à DORIS II

La luminosité élevée de l'anneau électron-positon DORIS II est utilisée à présent pour obtenir des données plus précises sur les désintégrations du méson Υ prime. Ce méson est un état lié d'un quark de beauté et de son antiquark, de moment cinétique orbital nul (état S) et de masse 10,016 GeV, dont les désintégrations se prêtent bien à une analyse par la «boule de cristal», le détecteur à iodure de sodium venu de Stanford.

Désintégration d'un Υ prime par émissions successives de photons, détectée par Argus auprès de l'anneau DORIS II de DESY. Le plus énergétique des deux photons s'est matérialisé en une paire électron-positon permettant de bien fixer la masse de l' Υ -P intermédiaire.

On recherche en particulier les émissions de deux rayons gamma successifs menant à l'état fondamental de l' Υ (à 9,460 GeV) avec un Υ intermédiaire dans un état P (c'est-à-dire pourvu d'un moment cinétique orbital unité). En fait, l'état P devrait comporter trois niveaux voisins dont la séparation n'est que d'environ 10 MeV.

Pour étudier ces états, il faut mesurer l'énergie des photons avec une grande précision. Cela permet de mieux comprendre les forces mises en jeu entre les quarks, de la même façon qu'au début du siècle les spectres optiques fournissaient de précieux indices sur la structure atomique.

Il est difficile de capter ces cascades d' Υ -S et jusqu'à présent on n'en a annoncé qu'un nombre relativement faible. Les premières observations ont été effectuées par le détecteur CUSB en utilisant l'anneau électron-positon CESR de Cornell (voir numéro de septembre 1982, page 274). Pourtant, on espère que les statistiques permettront rapidement d'atteindre une précision des mesures suffisante pour satisfaire tout au moins quelques théoriciens.

L'autre zone d'interaction de DO-

Nouvelles brèves

RIS II abrite le détecteur Argus, équipé de compteurs plomb-scintillateur dont la précision pour la détermination de l'énergie des photons est inférieure à celle de l'iodure de sodium. Cependant, Argus est équipé d'un spectromètre magnétique couvrant un grand angle solide. On peut donc mesurer très exactement l'énergie des photons qui se matérialisent en paires électron-positon dans les parois intérieures du détecteur ou dans celle de l'enceinte à vide. Dans le cas du détecteur Argus, un seul de ces événements en vaut plusieurs dizaines avec matérialisation dans les compteurs de gerbes.

A la suite de la matérialisation, les électrons et les positons perdent de l'énergie dans les solides où ils ont été produits; pour réduire l'imprécision qui en résulte, on diminue autant que possible l'épaisseur des parois. Cependant, cela restreint également le nombre des événements: il n'y a guère que 3% des photons qui se matérialisent en paires électron-positon facilement mesurables.

Par bonheur, l'équipe Argus a trouvé l'un de ces événements à cascades S-P-S. On en déduit la masse de l'upsilon-P intermédiaire avec une erreur de seulement 7 MeV: 9,887 GeV. Dans cet événement, c'est le photon de plus haute énergie (427 MeV) qui s'est matérialisé. Maintenant l'on recherche un événement où l'un des photons de basse énergie (230 MeV) se matérialise. Cela pourrait porter la précision à 3 MeV.

Personnalités

Lors d'une cérémonie célébrée le 18 avril au CERN, Vladimir Lavrov, ambassadeur d'URSS en Suisse, a remis à John Adams le diplôme de membre étranger de l'Académie des sciences d'Union soviétique, en raison de ses «accomplissements exceptionnels et de sa contribution éminente à la science et à la technologie». Dans sa réponse, l'ancien directeur général du CERN a notamment déclaré que cette distinction était un honneur pour lui-même, pour la profession des physiciens des accélérateurs ainsi que pour le CERN.

Le 30 avril, un colloque extraordinaire de l'Institut suisse de recherche nucléaire (SIN) a marqué le 80^e anniversaire de la naissance de Rolf Widerøe, un des pionniers de l'accélération dont le nom est célèbre. Il fut en effet l'inventeur de l'une des premières techniques

d'accélération dans une structure linéaire, technique qui aujourd'hui porte son nom.

A la suite de la célébration du 25^e anniversaire du Groupe des données sur les particules (voir numéro de juillet/août 1982, page 237), Arthur H. Rosenfeld est devenu docteur ès sciences honoris causa de l'Université de Durham (Royaume-Uni). Les travaux de Rosenfeld comme chef du Groupe des données sur les particules entre 1964 et 1974 ont donné naissance à une collaboration internationale qui est hautement appréciée parmi les physiciens des particules et les physiciens nucléaires. Toute une génération de physiciens s'était habituée à appeler les fameuses listes «The Rosenfeld Tables». Depuis 1975, la compilation des données largement disséminées concernant la physique des particules a été coordonnée par un groupe du département de physique de Durham en collaboration



Vladimir Lavrov, ambassadeur d'URSS en Suisse (à gauche), remet à John Adams le diplôme de membre étranger que l'Académie des sciences d'URSS lui a décerné.

(Photo CERN 145.4.83)

avec le Groupe des données sur les particules.

Ces dernières années, Rosenfeld s'est intéressé essentiellement aux questions énergétiques.

Prix Louis Rosen

Le Comité directeur du Groupe des utilisateurs de LAMPF a décidé de fonder une nouvelle distinction, le prix Louis Rosen. Consistant en une récompense de 1000 dollars et un certificat, ce prix sera attribué chaque année pour la thèse de doctorat de troisième cycle la plus remarquable fondée sur les recherches effectuées au LAMPF. L'appréciation sera portée par le Comité directeur. Les thèses devront être soumises pour examen au Bureau du groupe des utilisateurs (Users Group Office) du LAMPF pour le 31 août. Pour être recevable, une thèse doit avoir été achevée après le mois d'août de l'année précédente. Le nom du lauréat sera proclamé à la réunion annuelle des utilisateurs en novembre.

Ecole d'été sur les accélérateurs aux Etats-Unis

La troisième Ecole d'été des Etats-Unis sur les accélérateurs de particules de haute énergie se tiendra cette année du 6 au 16 juillet, au Laboratoire national de Brookhaven et à Stony Brook, Université de l'Etat de New York. L'Ecole a pour but de disséminer les connaissances actuelles et de favoriser la spécialisation dans ce domaine, de stimuler l'enseignement de la physique des accélérateurs à l'université et de développer les échanges entre physiciens des particules et des accélérateurs. Les personnes intéressées sont invitées à prendre contact avec Paula Hughes, Accelerator Summer School Administrator, Accelerator Department, Brookhaven National Laboratory, Upton, New York 11973, USA.

Travaux de construction pour le LEP en cours au CERN: le bâtiment qui servira à abriter les linacs injecteurs prend forme près du synchrotron à protons de 28 GeV (le PS).

(Photo CERN 185.4.83)

En bas:

Dick Lundy (à gauche) explique à Donald Hodel, secrétaire américain pour l'énergie, la construction d'un aimant de l'économiseur-doubleur d'énergie au Laboratoire Fermi.

(Photo Laboratoire Fermi)



Five Year Fellowship in High-Energy and Nuclear Physics

LAWRENCE BERKELEY LABORATORY'S Nuclear Science Division has a position open as Divisional Fellow for a person with outstanding promise and creative ability, and with an interest in experimental physics pertinent to high energy, nucleus-nucleus collisions. Experimental programs in this area are presently being carried out at LBL's Bevalac, CERN's ISR and SPS; in addition, LBL is currently developing plans for a new heavy ion facility. Candidates with a background in either nuclear or high-energy physics are welcome. The appointment will be for a term of five years with the intention of promotion to a senior staff position.

Applicants are requested to submit a curriculum vitae, list of publications, statement of research interest, and the names of three referees to:

Howel G. Pugh
Nuclear Science Division
Mail Stop 70A/3317
Lawrence Berkeley Laboratory
Berkeley, CA. 94720

as early as possible, and before the closing date of September 30, 1983. LAWRENCE BERKELEY LABORATORY is an equal opportunity/affirmative action employer.



**LAWRENCE
BERKELEY
LABORATORY**

RUTHERFORD APPLETON LABORATORY

HIGH ENERGY PHYSICS RESEARCH ASSOCIATES

There are vacancies for Research Associates to work with experimental groups in high energy physics. Groups from the Rutherford Appleton Laboratory are working on experiments at CERN, DESY and SLAC.

Candidates should normally be less than 28 years old. Appointments are made for 3 years, with possible extensions of up to 2 years. RAs are based either at the accelerator laboratory where their experiment is conducted, or at RAL depending on the requirements of the experiment. We have in addition home-based programmes on development of detectors, microprocessor systems, etc. Most experiments include UK university personnel with whom particularly close collaborations are maintained.

Please write for an application form quoting VN 045 to

**Recruitment Office, R20,
Rutherford Appleton Laboratory,
Chilton, Didcot, Oxfordshire OX11 0QX,
ENGLAND.**

POSTDOCTORAL OPPORTUNITIES IN EXPERIMENTAL NUCLEAR PHYSICS

The experimental nuclear physics group of the Los Alamos National Laboratory has postdoctoral opportunities available in programs of current interest to the Laboratory's Physics Division. Basic research programs include heavy-ion collisions at low, medium and very high incident energies, low energy antiproton-nucleus collisions, neutrino mass and oscillation measurements, medium energy proton and pion scattering, neutron physics, very low energy reactions of astro physical and fusion reactor interest, kaon-nucleus physics, and high pressure equation-of-state experiments. These positions offer an excellent opportunity for communication with our large theoretical physics divisions and our unsurpassed computer facilities offer superb research opportunities.

The Los Alamos National Laboratory is operated by the University of California for the Department of Energy. Our location in the mountains of northern New Mexico offers a pleasant life-style, a pollution free environment and ample recreational activities. Postdoctoral appointments are for one year and may be renewable for a second year. We provide competitive salaries and fringe benefits, which includes 24 days annual vacation. Candidates no more than three years past their Ph.D are invited to apply.

To apply, please send resume in confidence, by Sept. 1, 1983 to:

Jane Roberson, Associate Group Leader
Personnel Administration Division, DIV 83-L
Los Alamos National Laboratory
Los Alamos, NM 87545

University of California

Los Alamos

Los Alamos National Laboratory
Los Alamos, New Mexico 87545

An Affirmative Action/Equal Opportunity Employer: Women, Minorities, Handicapped and Veterans are Urged to Apply.

Publicité dans le COURRIER CERN

Format A4

Publication mensuelle

Les annonces paraissent simultanément dans chacune des deux éditions anglaise et française. Les insertions dans la deuxième langue sont publiées sans supplément.

Espace (page)	Surface utile (mm) largeur x hauteur	Prix par insertion (en francs suisses)			
		1 insertion	3 insertions	5 insertions	10 insertions
1/1	185 x 265	1550	1500	1450	1350
1/2	185 x 130	850	820	800	750
1/4	90 x 265	480	450	430	410
	90 x 130				

Supplément:

— pour une couleur 1500 Fr. s.

— pages de couverture:

Couverture 3 (1 couleur) 1850 Fr. s.

Couverture 4 (1 couleur) 2450 Fr. s.

Date de publication 1^{er} du mois

Délai de réception des

films positifs et textes

1^{er} du mois qui précède

Les frais de fabrication des films et de traduction des annonces sont facturés à part.

Les annulations parvenues après le 1^{er} du mois précédent ne sont pas prises en considération.

Trame offset

La publicité est limitée à 50% du volume de la publication.

Les commandes seront satisfaites dans l'ordre strict de leur réception.

Ces tarifs sont valables pour l'année 1983.

Pour toute demande de renseignements, s'adresser à:

Micheline FALCIOLA / COURRIER CERN - CERN

CH-1211 GENÈVE 23 SUISSE

Tél. (022) 83 41 03 Téléc 2 36 98

TRANSIAC, a major supplier of high-energy and fusion physics research equipment is now represented in Switzerland by SEN Electronique, which is proud to present these latest state-of-the-art products:

TR1024

Budget Priced High Resolution Multilayer Graphics Terminal



- * Extra sharp 1024 x 780 pixel CRT display
- * Faster graphics drawing at 1 microsec per pixel
- * Overlaying of multiple image or buffer menus and graphics with multiple memory planes
- * Terminal instruction set conforming entirely to that of Tektronix® 4010 Series at a fraction of the cost
- * Utilization of Plot-10®, ISSCO®, DI-3000® programs, exactly as you use them now
- * Take advantage of TRANSIAC's proprietary hardware enhancements to use the NEC 7220 Graphics Controller Chip, providing horizontal scrolling, vertical scrolling, zoom, etc.
- * ANSI Standard X3.64 VT100® compatibility soon available
- * Optional CAMAC packaging

These are several other of TRANSIAC's fine products:

2001 - 100MHz 8-bit Transient Recorder
2008 - 25MHz 8-bit Single Board Transient Recorder
2010 - 20MHz 10-bit Transient Recorder
2012 - 5MHz 12-bit Transient Recorder
2108 - 20MHz Signal Averager

3016 - 16-channel 16-bit DAC
6001 - Microprocessor Crate Controller
7001 - Semi-autonomous Data Acquisition Controller and Digitizer
7004 - 32-channel Fast Gated Integrator
TRAQ I Data Acquisition System

SEN ELECTRONICS S.A.

Avenue Ernest-Pictet 31; Tel. (022) 44 29 40 - Tlx 23 359ch - CH-1211 GENÈVE 13
OFFICES THROUGHOUT THE WORLD

SEN
ELECTRONIQUE

ONE T? Use Vacuum Photo Triodes immune to 1 Tesla multi-directional fields

Modern solenoid-enclosed detection systems with their high operating levels of magnetic field demand a new approach to calorimeter design.

Using the experience gained from our Vacuum Photo Diode AV29*, we have developed a new series of Photo Triodes. These will allow you to detect the low light levels associated, for example, with lead glass. Triode gains of > 10 lift the signals out of the noise of the following preamplifiers**, a requirement of Rousseau et al***

For maximum cost effectiveness, our 2" and 3" triodes come in versions for axial fields (0 to 20°) and transverse fields (up to 70°).

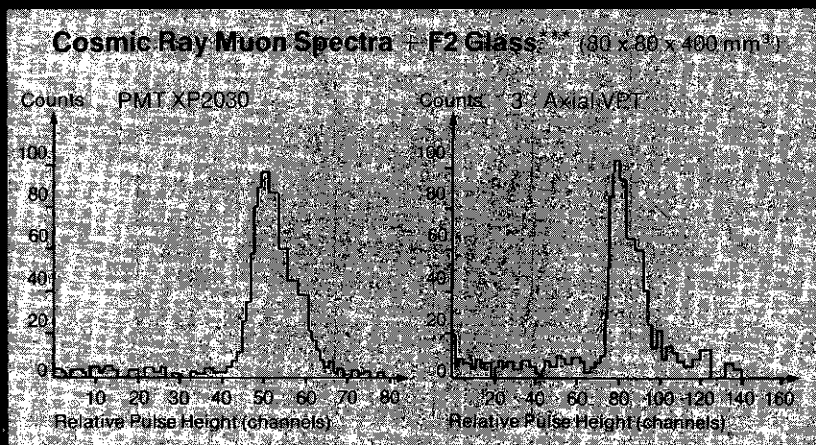
For samples and details please contact:

Philips Electronic Components and Materials Division,
5600 MD Eindhoven, The Netherlands, Telex 35000 NLJEVO

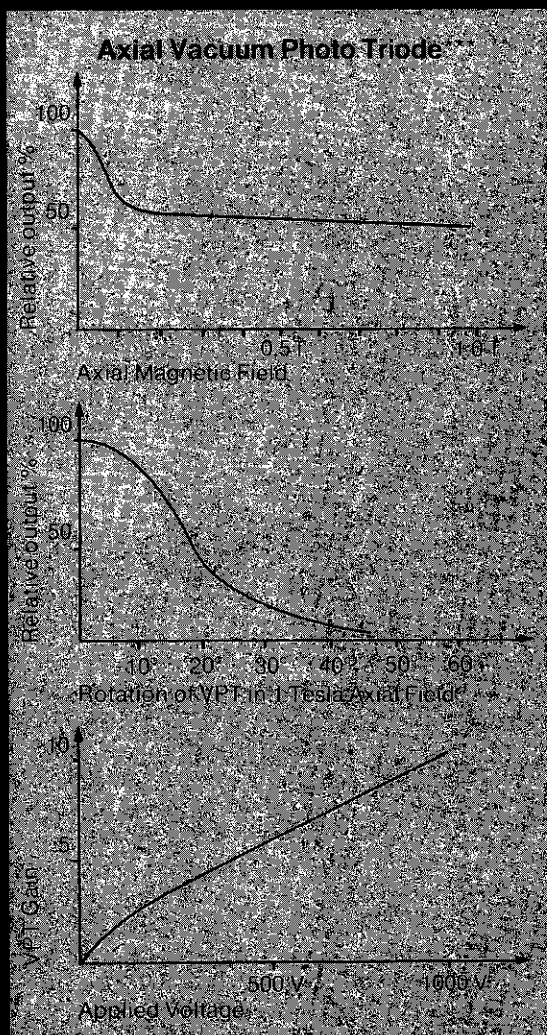
* used in the CERN Axial Field Spectrometer where light from NaI (TI) scintillators is detected in a 0.3 T magnetic flux density at 70°

** Rutherford Appleton Internal Report RL82-082 by R. Stephenson

*** IEEE Transactions on Nuclear Science, 1982 Nuclear Science Symposium, Washington D.C., October 20 - 22 1982.



Electronic
components
and materials



We've set the standard for over 20 years

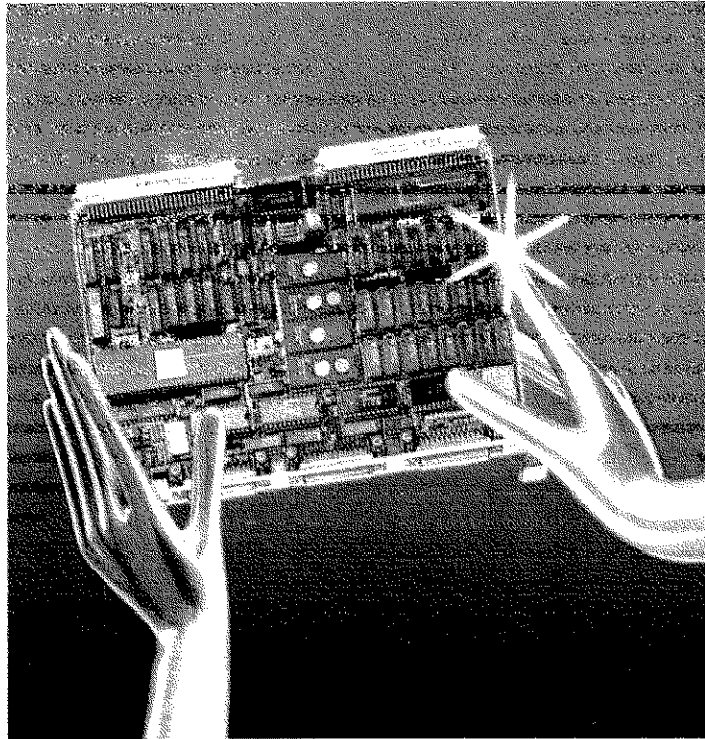
PHILIPS

SYS68K VME Boards

Software

- Monitor*
- EDITOR/ASSEMBLER*
- BASIC/Interpreter*

*ROM/EPROM-Resident



Hardware

- CPU-1
- DRAM-1 (512kB)
- MOTH-09
(9 slots motherboard)
- SIO
(6×RS 232C, 1 Modem) ①
- FWC
(Floppy/Winch. Contr.) ②
- Graphics ③

① May 83

② Aug 83

③ Oct 83

System 68000 VME

CPU-Board

68000 CPU
ROM/EPROM
RAM
Serial I/O
Baudrate
Parallel I/O

Timer
VME Bus compatible
Double Eurocard
Realtime Clock
(Battery back up)
Monitor included

8MHz
128kB max.
512kB max.
3×RS 232C
38400 Bd. max.
Centronics compatible
up to 16 bi-direct. lines
1×24 bit
yes
yes
yes
yes

W. Moor AG

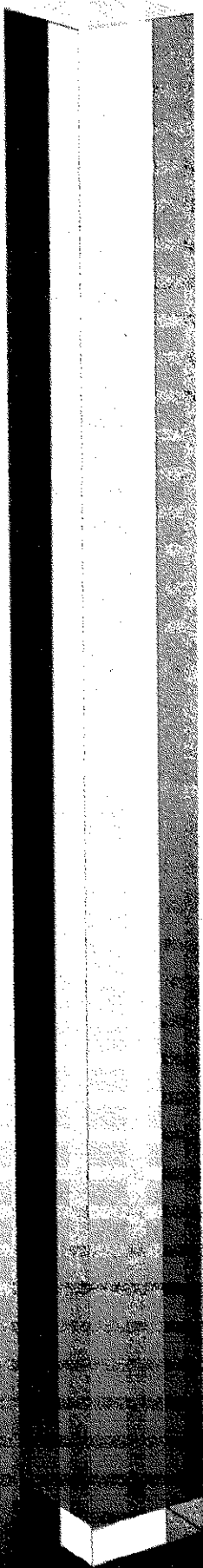


FORCE COMPUTERS GmbH
THE INTELLIGENT CHOICE

Number 1 up second source

Bahnhofstrasse 58
CH-8105 Regensdorf/Zürich
Telefon 01 840 66 44
Telex 52 042 moor ch
Telefax 01 840 06 19

4, route de Préverenges
CH-1026 Denges
Téléphone 021 71 09 01
Télex 458 237 temor ch



Ohara Scintillation Glass, Type SCG-1

Five times the light output of lead glass...and a reasonable cost.

Our new SCG-1 scintillation glass has a per volume cost roughly 50% higher than SF5 lead glass, but less than 10% of the cost of sodium iodide. Resistance to radiation damage is 100 times better than lead glass.

SCG-1 Characteristics:

Radiation Length (cm)	4.35
Refractive Index (nd)	1.603
Density (g/cm ³)	3.36
Linear Coefficient of Thermal Expansion (100–300°C)	
(10 ⁻⁷ /°C)	108
Stimulation Wavelength (nm)	375
Fluorescent Wavelength (nm)	429
Fluorescent Life Time (n. sec)	80
Light Output	5.0 times as high as SF5

SCG-1 must be protected from strong ultraviolet light, like sunlight and mercury lights.

Finely polished pieces ready for use in counters are made to your size and shape specifications including square, rectangular, hexagon, and disc shape.

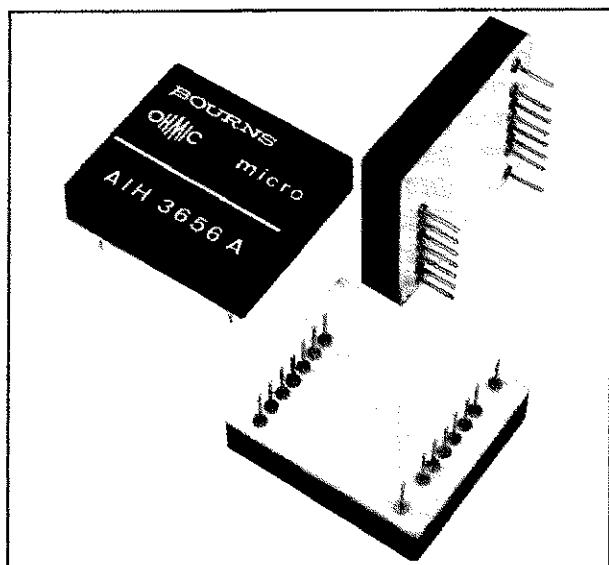
Please contact us for further information and a proposal.



OHARA OPTICAL GLASS, INC.

10 Shawnee Drive • Washington, New Jersey 07060 • U.S.A.
(201) 753-0120 TELEEX: 219998 OHARA US or 833348

BOURNS®



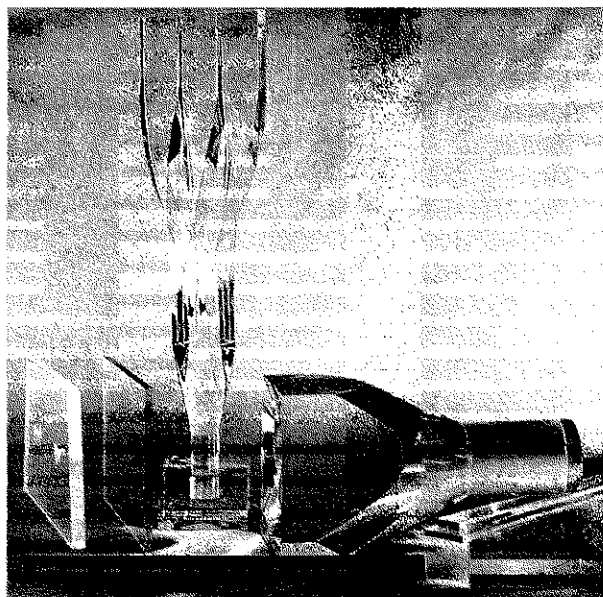
ISOLATION AMPLIFIER High Precision Transformer Coupled MODEL AIH-3656

- 3500 V = Isolation
- Isolated Internal Input-Section Power Supply
- 180 dB (TYP.) Rejection at DC
- 130 dB (TYP.) 125 dB min. Rejection at 50 Hz
- Low Noise
- Low Input Bias Current, 75 nA max.
- High Linearity and Gain Stability
- Reliable IC Based Technology
- Adaptable to BB 3656 Sockets

BOURNS®

Bourns (Schweiz) AG
Tel. 042 / 33 33 33

6340 Baar
Telex 868 722



POLIVAR S.p.A.

Via Naro, 72 P.O. Box 111
00040-POMEZIA (Roma)
Telefono 06/9121061 Telex 611227 PLVI

Lignes de production

Verre acrylique coulé en plaques, barres, blocs
scintillateurs et guides de lumière

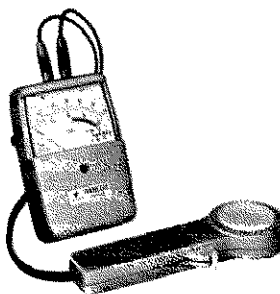


Ulrich Matter AG

Technique électrique de mesure et de régulation
5610 Wohlen Telefon 057. 22 72 55 Telex 54 579

GOSSEN LUXMETRES

Plusieurs modèles, tous avec correction
de sensibilité spectrale et d'incidence



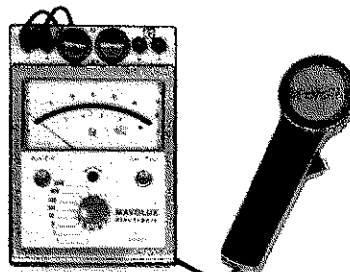
PANLUX électronique

A bas prix:

FLORASIX avec
gamme 0-3000 lx
SIXTOLUX avec
2 gammes
3000/60 000 lx

Standard:

PANLUX électronique
avec 12 gammes entre
20 et 120 000 lx



MAVOLUX électronique

De luxe:

MAVOLUX électronique
avec 16 gammes
entre 1 et 60 000 lx
et avec sortie analogue
pour enregistreur

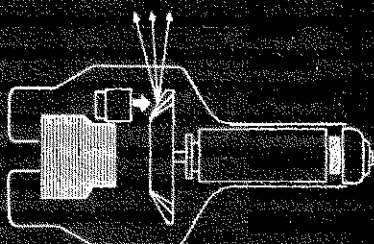
Spellman's High Power resonant inverter outperforms units 9 times its size

Power for X-Ray Systems



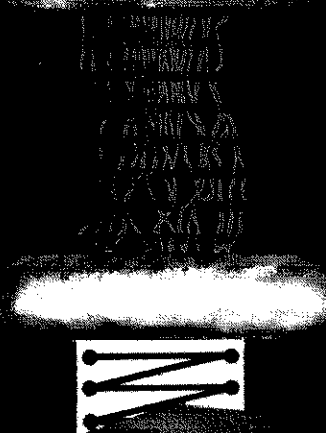
Typical $\pm 75\text{KV}$ Pulse

- 0 to $\pm 75\text{KV}$ in less than 5ms
- Low Capacitance Filament Supplies
- Up to 30KW



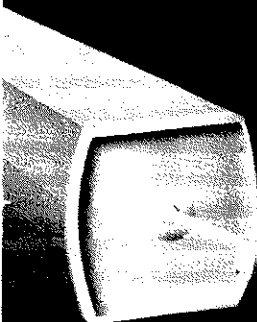
Power for Ion Implantation

- Indestructible in Vacuum Arcs
- Lowest Stored Energy
- Up to 200KV...
- Up to 10KW



Power for Lasers

- Current Driven for Pulsed Lasers



Typical Voltage Pulse Waveform



RHP 3KW Series

- Flexibility for the Laboratory
- Voltage Ranges From 3KV to 200KV
- Automatic Crossover for Current or Voltage Regulation
- Fully Programmable

The most important breakthrough in High Voltage Power Supply technology in more than 20 years

Spellman's new series resonant inverter produces pure sinusoidal current to generate high voltage power without the disadvantages inherent in conventional technologies... eliminating line frequency magnetic components... eliminating vacuum tubes... eliminating oil. This high frequency approach reduces size and weight while the sinusoidal shape of the current waveform eliminates electromagnetic interference and provides failsafe current limiting and short circuit protection. Low stored energy and 50KHz ripple frequency contribute to the unit's indestructibility under vacuum arcing.

Other Applications

- Klystron and TWT Supplies • E-Beam Systems
- Capacitor Chargers

Features

- Extremely Compact Design • 0.01% Voltage Regulation
- 0.02% RMS Ripple • High Frequency Operation

Options

- Remote Voltage Programming • Wide Range of Additional Options • IEEE Bus Interface • Voltage and Current Test Points

Spellman
High Voltage Electronics Corp

7 Fairchild Avenue, Plainville, New York 11803 (516) 349-8686 TWX: 510-221-2155
Engineering opportunities available. Write to personnel department.

RÉSOLVEZ VOS PROBLÈMES DE NEUTRONS GET YOUR NEUTRON PROBLEMS SOLVED OUT

AVEC **C** counter ^3He
WITH compteur à ^3He

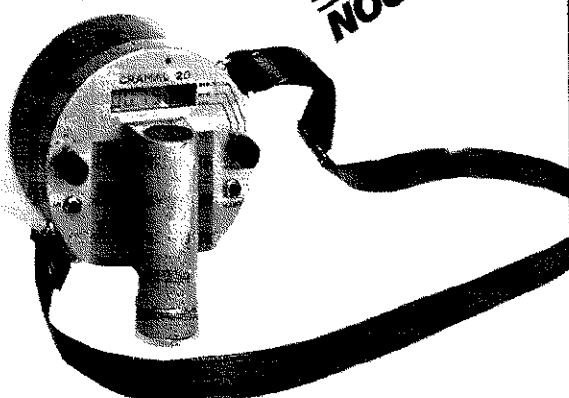
R reliable
robuste

A autonomy : 30 hours with 12 V Ni-Cd accumulator
autonomie : 30 heures sur accumulateur Cd-Ni 12 V

M microprocessor
microprocesseur

A automatic reading
automatique

L light } (6,5 kg)
léger }



**NEW
NOUVEAU**

Système CEA	Débit d'équivalent de dose	$10^{-1} \text{ } 10^5 \text{ m-rem/h}$
CEA System	Equivalent dose rate	
	Équivalent de dose	$0 - 10^5 \text{ m-rem}$
	Equivalent dose	
	Temps de cumul	$0 - 10 \text{ h}$
	Timing	



nardeux

Agence Commerciale : Z.A. de Courtabœuf - Av. d'Islande EVOLIC 4 - 91940 LES ULIS
Commercial Branch : Tél. (6) 928.59.46 - Télex : 691 259 F

DÉBITMÈTRES

Appareils calibrés et
non calibrés
pour liquides et gaz

livrables ex stock Zurich

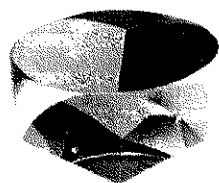


type 1100

Heraeus

Verres de silice

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



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

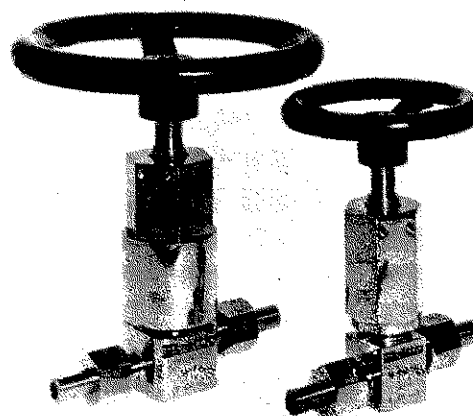
Demandez la documentation
auprès de

WISAG

Oerlikonerstrasse 88
tél. 01/311 40 40
8057 Zurich

If you need

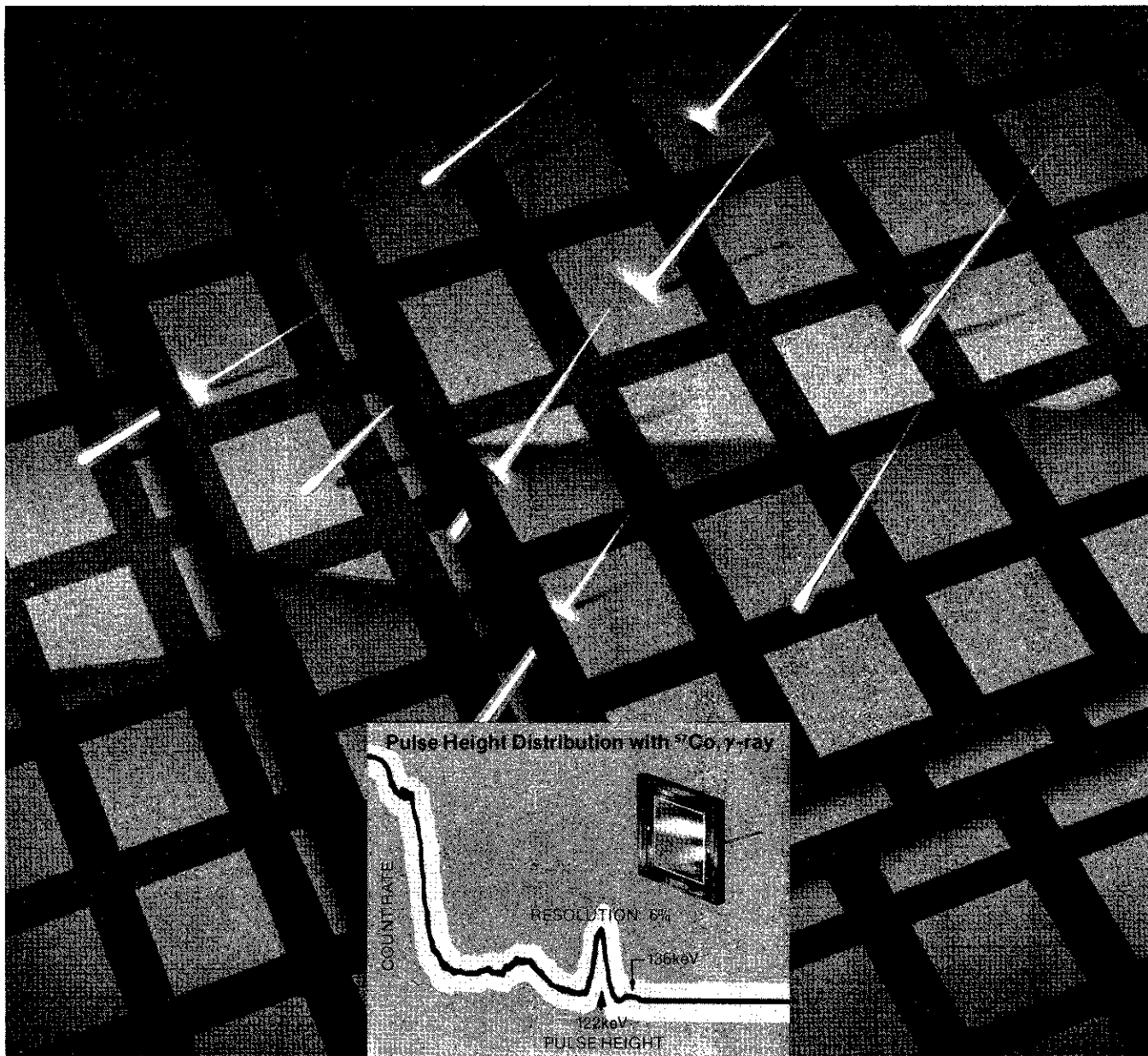
Bellows valves



Please contact:

bättig

Alfred Bättig AG
CH-8400 Winterthur/Switzerland
Phone: 052/25 27 69 Telex: 76617 valve ch



Now, for the first time, high energy resolution from PIN silicon photocells.

The new S1723 PIN silicon photocell provides the low junction capacitance and high shunt resistance needed for high speed response and low noise. Its large, sensitive surface area (100mm²) is ideal for use with BGO and other scintillation crystals. This detector is less than 3mm thick compared with 60mm or more for PMT's, yet has a 100mm² sensitive area. Thus, the S1723

occupies a small fraction of the space, and costs about half as much when used with today's solid state amplifiers.

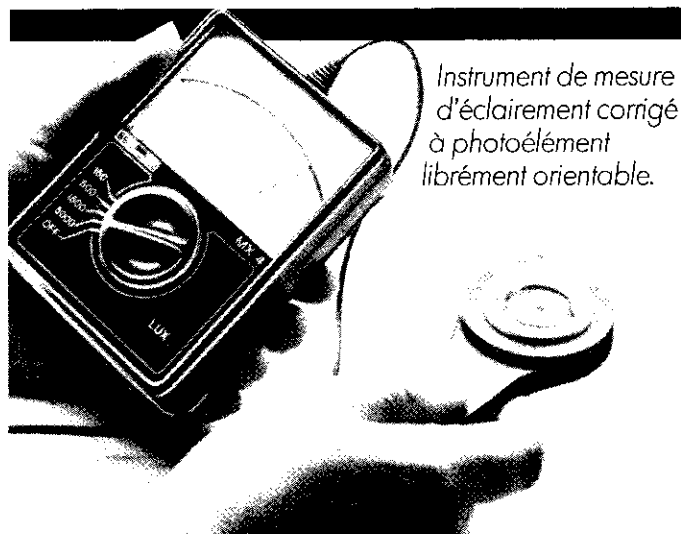
Applications include scintillation detection in the fields of High Energy Physics, Medical Diagnostics and industrial instrumentation. Hamamatsu engineers will modify the S1723 or other detectors to meet your needs.

Call or write for product bulletin and prices.

HAMAMATSU

HAMAMATSU CORPORATION • 420 SOUTH AVENUE • MIDDLESEX, NEW JERSEY 08846 • PHONE: (201) 469-6640
International Offices in Major Countries of Europe and Asia.

lx, cd/m²: LUXMÈTRE MX 4



Instrument de mesure
d'éclairement corrigé
à photoélément
librément orientable.

à partir de Fr. 395.- (sans ICHA)

- Adapté à la sensibilité de l'œil ● cos corrigé jusqu'à 85°
● 8 gammes 0...500'000 lx ● 4 gammes 0...10'000 cd/m²
● Fonctionnement sans énergie auxiliaire.

METRAWATT AG für Messapparate

Felsenrainstrasse 1 · CH-8052 Zürich · Tel. 01-302 35 35
1700 Fribourg · Tel. 037-24 77 57

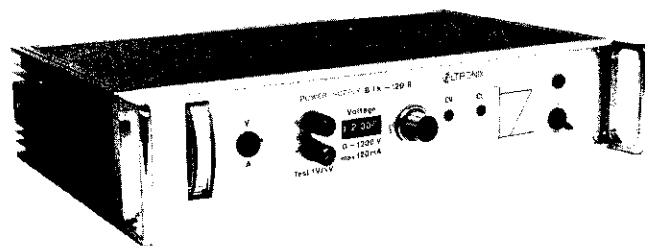
HIGHPAC B1K-120R

— A new all transistorized high voltage power supply with digital setting

Applications are in laboratory, production testing and as power source for photomultiplier, particularly the high current electrodes

It may be used as a table top or rack mounted unit

- output voltage 0 - 1200 V at 100 mA (120 mA at 1000 V)
- regulation load and line less than 100 mV
- ripple less than 100 mV p-p
- one meter switchable for voltage or current indication
- voltage or current control mode by LEDs
- output voltage may be monitored by a precision 1 : 1000 divider
- polarity negative output



Oltronix Labor AG, Grillenweg 4, CH-2504 BIEL-BIENNE
Switzerland, Tel.: (032) 42 44 45, Telex: 34 637

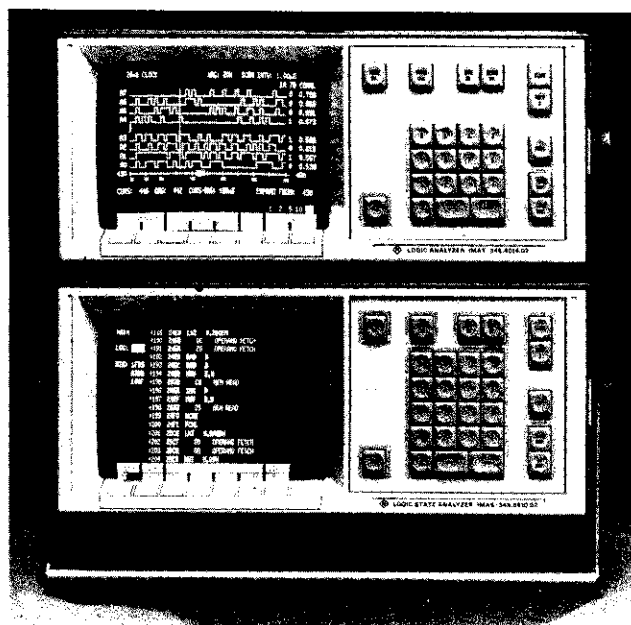
Phone: Austria 0222/23 55 55, France 03/950 70 51, Germany
07221/6 16 53, Holland 05945/1 27 00, Italy 02/49 82 451,
Norway 02/35 61 10, Sweden 08/28 28 40, Finland
358/0 505 22 55, UK 0272/57 14 04.

SYSTÈME ANALYSEUR LOGIQUE IMAS/IMAT



ROHDE & SCHWARZ

- Système analyseur pour circuits digitaux et hybrides
- Déclenchement momentané, temporel ou par pointes parasites
- Commande « maître-esclave » bidirectionnelle pour la séparation de l'analyse et du déclenchement
- Commande par touches multifonctions
- Commande par calculatrice au moyen du bus IEC



Représentation générale
et service
pour la Suisse



ROSCHI
Télécommunication SA

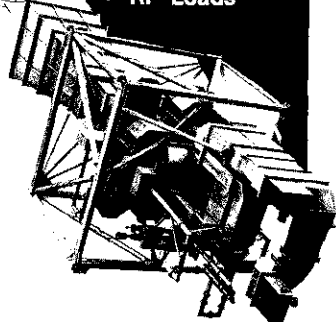
3000 Berne 31
Case postale 63
Télex 32 137
Téléphone 031 44 27 11

RF TECHNOLOGY

Components and Engineering



- Monopulse Comparators
- Pressurization Systems
- Microwave Absorbers
- Coax and Waveguide
- Waveguide Switches
- Open Wire Switches
- Coax Breakaways
- Coaxial Switches
- Phase Shifters
- Stub Tuners
- DC Breaks
- Combiners
- RF Loads



Contact Dielectric for all your RF needs from mW to MW.

DIELECTRIC COMMUNICATIONS

A UNIT OF GENERAL SIGNAL
Tower Hill Road • Raymond, Maine 04071
Tel.: (207) 655-4555 • 800-341-9678
TWX: 710-229-6890

New!

Analog light-guide transmission

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

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

Constant-output power supply units

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

H.v. capacitor chargers

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

Cassette power supply units

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

Plug-in modules

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

H.v. plug connectors

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

HEINZINGER

Regel- und Meßtechnik

Happinger Str. 71
8200 Rosenheim
Tel.: 080 31/641 41
Telex: 05 25777

Passages électriques et tubes isolants

Étanches au vide poussé et résistants à la pression, en série ou sur fabrication spéciale, répondant exactement à vos besoins: pour haute tension, haute-voltage, technique de mesure dans l'industrie, et la recherche.

Les passages électriques peuvent également être livrés en version antimagnétique.



Distribués en Suisse par:

Degussa (Schweiz) AG
Degussa (Suisse) SA
Letzigraben 89 • 8003 Zürich
Telefon 01-4913900 • Telex 822577

FRIALIT®:
pour une multitude
d'applications
très variées

Friedrichsfeld

Friedrichsfeld
GmbH • Werkzeug- und Kunststoffwerke
Postfach 7 • 6800 Mannheim 71
Telefon (0621) 47040 • Telex 4630320



F 1571

antriebe ag

votre fournisseur pour:

Entraînements électriques réglables

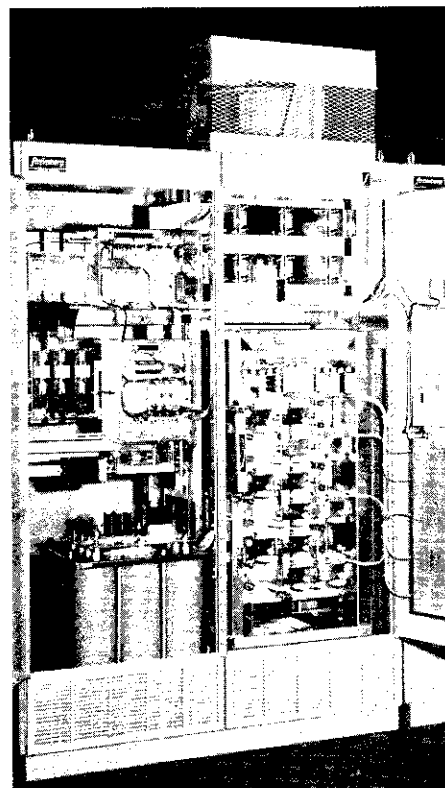
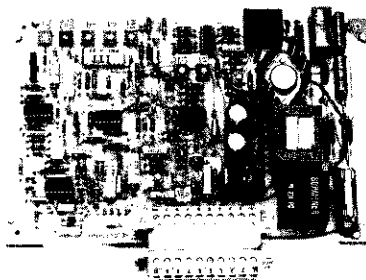
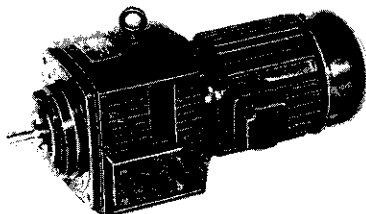
Amélioration du rendement de vos installations et machines par une accommodation optimale de la vitesse, avec les entraînements électriques à réglage continu.

Convertisseurs de fréquence

Pour régulation continue de la vitesse des moteurs triphasés à cage. Réglage de la tension et de la fréquence par modulation d'impulsion. Très bon facteur de puissance $\cos \phi$ 0,95 et sans réaction de retour dans le réseau. Monté dans une armoire en tôle d'acier, incl. interrupteur principal et contacteur de moteur. Domaine de fréquence 0,5 Hz à 1000 Hz. Tension d'alimentation 220 V, 380 V, 500 V, 660 V. Puissance entre 0,4 kW et 1250 kW.

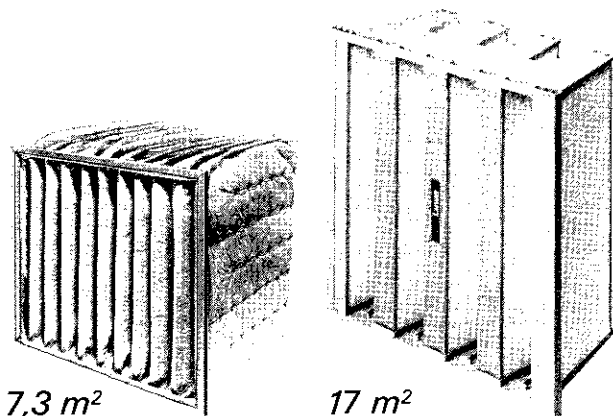
Entraînements ITC

Variateur électro-magnétique de vitesse à courant de Foucault, ajustable électriquement en continu, pour puissances entre 0,1 et 900 kW. Pour plages de régulation de 1:100. Application universelle pour machines, chaînes de fabrication, pompes, ventilateurs, etc., régulation simple de la vitesse de rotation ou du couple par système de régulation à faible consommation de puissance, transmission de force sans contact, aucun entretien spécial est nécessaire. Montage direct de moteurs IEC, combinaison optimale avec engrenages et autres éléments d'entraînement.



Antriebe SA, CH-8630 Rüti, téléphone 055/31 70 71, télex 875 778
Bureau de vente Bienne, CH-2553 Safnern, téléphone 032/55 25 80

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



Succursales, licenciés et représentations dans plus de 60 pays.

Luwa

Luwa SA
Filtres + Equipement de Protection
Kanalstrasse 5, 8152 Glattbrugg, Téléphone 01/810 10 10

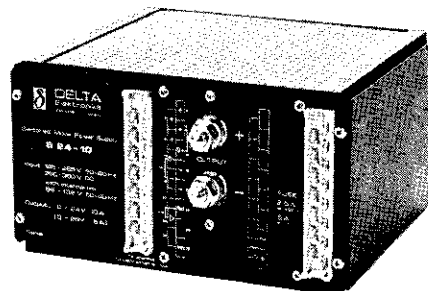


A+D PRODUCTS SA

2501 Bienne r. Albert Anker 23

Tél. 032 23 63 12 / 23 55 82 Télex 34834 adpro

Alimentations à découpage DELTA 240 Watts



S 5-40	0- 5V	0-40A
S 15-15	0-15V	0-15A
S 24-10	0-24V	0-10A

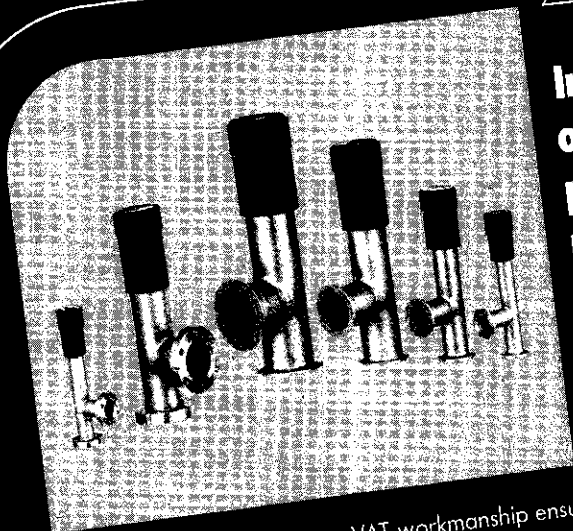
- rendement élevé 76-86% à pleine charge
- tension secteur 96-132/185-265V 50-60 Hz 250-360V DC
- softstart, compression RFI
- télécommandable
- cassette Europe 194,5 x 106 x 166, poids 2.75 kg
- plaque frontale 40TE

livrable du stock
veuillez demander les fiches techniques

114f

VAT

20 Years of VAT-Technics -
for Research and Industry



**Innovatively designed generation
of VAT bellows-sealed angle valves:
proven, reliable and economically
priced**

Fact file on VAT bellows sealed angle valves (series 52):

- manual actuation • body made of stainless steel • Viton seal on valve seat • bellows welded to body • corner dimensions according to ISO standard • exceptionally easy servicing • pressure range from $1 \cdot 10^{-9}$ to 1,000 mbar • seat and body leak rate $< 1 \cdot 10^{-9}$ mbar 1 sec⁻¹ • valve bakeable to 150°C, actuator to 100°C • service intervals 50,000 closures.

... add to this the well known VAT workmanship ensuring high quality standard and long operating life.
VAT - the leading specialist for high and ultra high vacuum valves. Our catalog 82 gives ample information - call for it!

VAT

VAT AKTIENGESELLSCHAFT für Vakuum-Apparate-Technik
CH-9469 Haag (Switzerland)
Phone : (085) 7 23 23 - Telex 855162 vat ch

EPSON HX-20

Terminal portable A4

**3 PERIPHERIQUES:
ECRAN LCD - IMPRIMANTE
MICRO K7**

**VOIES DE COMMUNICATIONS
V24 PROGRAMMABLES
EN BASIC**



Autonomie de 50 heures en BASIC RAM 16 Kb.
ROM 32 Kb. extensible à 32 Kb. et 64 Kb. en option
BASIC Microsoft & EPSON Microprocesseur compatible
MOTOROLA 6801 CMOS. Accès direct au bus par
connecteur de 40 broches Interface code-bar
RS 232 C/V24 de 110 à 38 400 bauds avec connecteurs
DIN 5 et 8 broches au dos de l'appareil. Imprimante à
aiguilles, papier normal, largeur 24 caractères, graphique.
Ecran à cristaux liquides, matrice de 120 x 32 points,
affichage de 4 lignes de 20 caract. Module micro-cassettes
en option, coupleur acoustique disponible, agréé PTT.

Je souhaite de plus amples infor-
mations sur l'EPSON HX-20

Entreprise : _____

Adresse : _____

Personne à contacter : _____

Tél. : _____

Publi Conseil



EPSON
agence officielle

J.L. BAVAUD
11, rue Leschot - 1211 Genève 4
☎ 20 82 48

EPSON
agence officielle

J.L. BAVAUD
11, rue Leschot - 1211 Genève 4
☎ 20 82 48

IL MURO DEL FUOCO

ALBERGHI, CINEMA, TEATRI, MUSEI, SCUOLE, OSPEDALI

L'elenco potrebbe allungarsi quasi all'infinito: sono luoghi dove improvvisamente può sprigionarsi un incendio con i rischi che ne conseguono.

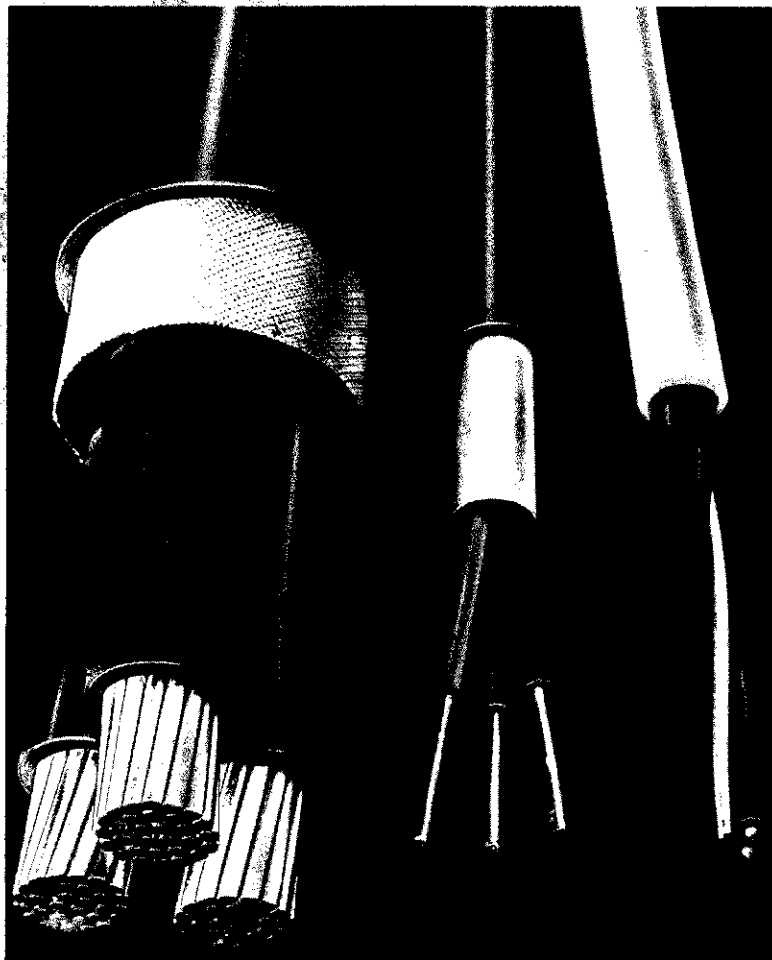
Noi abbiamo pensato alla sicurezza di persone e cose vincendo il fuoco con una nuova linea di cavi:

FP 200; AFUMEX®, RETOX®.

FP 200 continua a funzionare anche nel fuoco, consentendo l'alimentazione di luci di sicurezza, allarmi, apparecchiature antincendio.

AFUMEX® non propaga l'incendio, non emette fumo e gas tossici e quindi non causa panico e danni alle persone.

RETOX® non propaga l'incendio e anche se emette fumo riduce notevolmente l'emissione di sostanze corrosive, evitando gravi danni alle attrezzature e agli impianti.

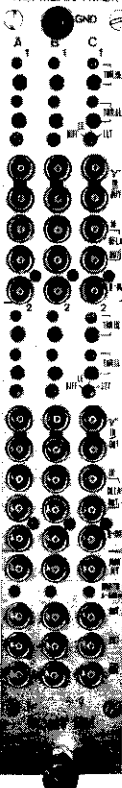


Società Cavi Pirelli S.p.A.

Gruppo Mercato Generale - Viale Sarca, 202 - 20126 Milano - Tel. 02/76001 - Telex 310135 PIREMI I

EM

F.D. MEAN TIMER



FDMT 101

Fast Multimode Discr. Pair/Meantimer

For best timing with two PM's at long scintillators.

3 Channel in a Single NIM

- New Design
- Compact
- Low Cost
- High Rate

Discriminator:

- Thresholds int. or remote controllable
- Line range: -5mV to -5V
- Daisy chain inputs
- Leading edge/diff./low level timing
- Direct out: time over thr. LL-dual NIM Ampl. + LED-Ind.
- Bandwidth 150 MHz

Analog Meantimer:

- Range up to 60 ns
- Fast reset on end of range-recovery-time ≤ 5 ns
- No single trigger outputs
- Time resolution ± 100 ps
- Output width 5 to 500 ns



ORBIT CONTROLS AG

Zürcherstrasse 20
CH-8952 Schlieren
Tel.: 01-730 27 53, Tx: 59 834

Licence

SCINTILLATORS FOR LARGE AREA APPLICATIONS

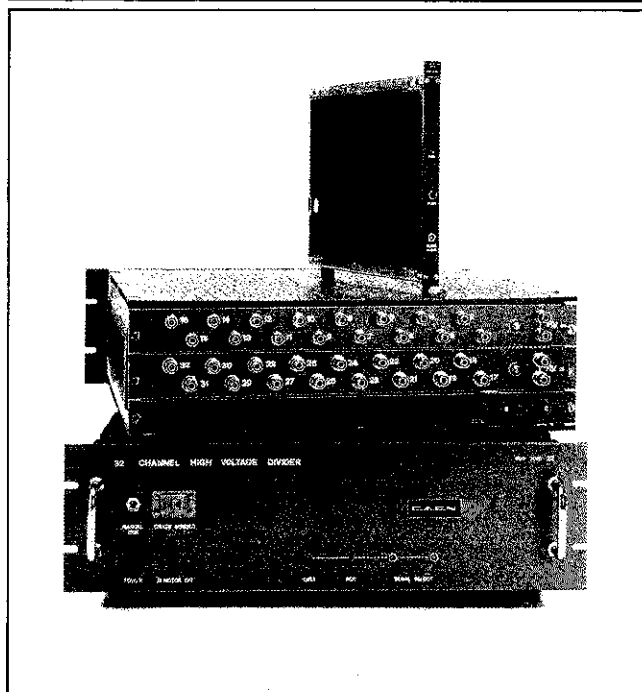
Lower cost per light output than any competitive product. Polycast Technology Corporation is the only company that can economically produce large quantities of high-quality, cast acrylic scintillators for the large scale particle experiments of the 1980's. Here's why:

Multi Production Units:	26 individual cell casting machines.
Dedicated Equipment:	Guaranteed Uniformity. 1 or more casting machines can be dedicated to scintillators.
Efficient Production Rates:	30 sheets cast per machine batch, batch sizes up to 2000 Kg.
Sheet Size:	Up to 185 cm x 254 cm.
Sheet Thickness:	1.5 mm to 102 mm.
Physical Properties:	PS10 Acrylic Scintillator
Light Yield:	45% of Anthracene.
Attenuation:	150 cm.
Maximum Emission:	415 nm.
Decay Time:	3.9 ns.

POLYCAST

Polycast Technology Corporation
PO Box 141, Stamford, CT 06904, USA
Toll Free 800-243-9002
in Connecticut (203) 327-6010 TWX 710-474-3894

HIGH VOLTAGE SYSTEM



HVS 100-32

FEATURES

- Up to 3200 CHS from one or more primary HV sources
- Intrinsic non volatile memory of the HV value
- Remote control from dedicated CAMAC module or local from hand-held keyboard
- Max. HV value 3500 Volt
- Control range 500 Volt
- 12 bit HV monitoring
- Definition ± 1 Volt
- Current range $100 \mu A \div 2$ mA on request



Costruzioni Apparecchiature Elettroniche Nucleari s.r.l.

TELEX 500454 BB I

Via Aurelia Sud 39 — 55049 VIAREGGIO Italy Tel.(0584) 46110

Gas Mixtures Unlimited



In theory, it is possible to combine 150 individual gases to produce 11,175 two-component mixtures and over half a million three-component mixtures. What's more, there is virtually no limit to the possible number of variations in the concentration of each component.

In practice, this means you can ask Messer Griesheim for any gas mixture you want, in precisely the quality you need. And get it fast.

However specialised and demanding your application – in science, education, industry or research – you can depend on the guaranteed composition of the gas mixture you have ordered.

Messer Griesheim* high purity gases and gas mixtures are supplied in handy pressure cans and in steel cylinders with specially treated linings to preserve the stability of their valuable contents.

If you need a delivery, try us. If you need advice, ask us. Whatever the case, we'll step on the gas.

* Represented in Switzerland by
Schweisstechnik AG
Langwiesenstrasse 12,
8108 Dällikon/Zürich
Telephone 01/8 44 27 11

MESSER GRIESHEIM GMBH
INDUSTRIEGASE

Bitte rufen Sie nachfragen an:
Werk, Herbolzheim
24/1041

Fertigungs-Nr.:
Best.-Nr. 34250-W-0861 BL
Gasgemisch-Zertifikat

Im Auftrag Nr. 24/1041 vom 9.11.76
Lieferanten-Rechnung-Nr. 24/1041

Hersteller: A. W. E. Anspack
503c Borch

Zusammensetzung		Vol.-%		vpm		Zusatz	
(Beimengungen und Grundgas)						(Beimengungen)	
CO ₂				500		550	
CH ₄				500		577	
C ₂ H ₆				500		543	
C ₃ H ₈				500		523	
C ₄ H ₁₀				500		500	
C ₅ H ₁₂				500		500	
C ₆ H ₁₄				500		500	
C ₇ H ₁₆				500		500	
C ₈ H ₁₈				500		500	
C ₉ H ₂₀				500		500	
C ₁₀ H ₂₂				500		500	
C ₁₂ H ₂₆				500		500	
C ₁₄ H ₃₀				500		500	
C ₁₆ H ₃₄				500		500	
C ₁₈ H ₃₈				500		500	
C ₂₀ H ₄₂				500		500	
C ₂₂ H ₄₆				500		500	
C ₂₄ H ₅₀				500		500	
C ₂₆ H ₅₄				500		500	
C ₂₈ H ₅₈				500		500	
C ₃₀ H ₆₂				500		500	
C ₃₂ H ₆₆				500		500	
C ₃₄ H ₇₀				500		500	
C ₃₆ H ₇₄				500		500	
C ₃₈ H ₇₈				500		500	
C ₄₀ H ₈₂				500		500	
C ₄₂ H ₈₆				500		500	
C ₄₄ H ₉₀				500		500	
C ₄₆ H ₉₄				500		500	
C ₄₈ H ₉₈				500		500	
C ₅₀ H ₁₀₂				500		500	
C ₅₂ H ₁₀₆				500		500	
C ₅₄ H ₁₁₀				500		500	
C ₅₆ H ₁₁₄				500		500	
C ₅₈ H ₁₁₈				500		500	
C ₆₀ H ₁₂₂				500		500	
C ₆₂ H ₁₂₆				500		500	
C ₆₄ H ₁₃₀				500		500	
C ₆₆ H ₁₃₄				500		500	
C ₆₈ H ₁₃₈				500		500	
C ₇₀ H ₁₄₂				500		500	
C ₇₂ H ₁₄₆				500		500	
C ₇₄ H ₁₅₀				500		500	
C ₇₆ H ₁₅₄				500		500	
C ₇₈ H ₁₅₈				500		500	
C ₈₀ H ₁₆₂				500		500	
C ₈₂ H ₁₆₆				500		500	
C ₈₄ H ₁₇₀				500		500	
C ₈₆ H ₁₇₄				500		500	
C ₈₈ H ₁₇₈				500		500	
C ₉₀ H ₁₈₂				500		500	
C ₉₂ H ₁₈₆				500		500	
C ₉₄ H ₁₉₀				500		500	
C ₉₆ H ₁₉₄				500		500	
C ₉₈ H ₁₉₈				500		500	
C ₁₀₀ H ₂₀₂				500		500	
C ₁₀₂ H ₂₀₆				500		500	
C ₁₀₄ H ₂₁₀				500		500	
C ₁₀₆ H ₂₁₄				500		500	
C ₁₀₈ H ₂₁₈				500		500	
C ₁₁₀ H ₂₂₂				500		500	
C ₁₁₂ H ₂₂₆				500		500	
C ₁₁₄ H ₂₃₀				500		500	
C ₁₁₆ H ₂₃₄				500		500	
C ₁₁₈ H ₂₃₈				500		500	
C ₁₂₀ H ₂₄₂				500		500	
C ₁₂₂ H ₂₄₆				500		500	
C ₁₂₄ H ₂₅₀				500		500	
C ₁₂₆ H ₂₅₄				500		500	
C ₁₂₈ H ₂₅₈				500		500	
C ₁₃₀ H ₂₆₂				500		500	
C ₁₃₂ H ₂₆₆				500		500	
C ₁₃₄ H ₂₇₀				500		500	
C ₁₃₆ H ₂₇₄				500		500	
C ₁₃₈ H ₂₇₈				500		500	
C ₁₄₀ H ₂₈₂				500		500	
C ₁₄₂ H ₂₈₆				500		500	
C ₁₄₄ H ₂₉₀				500		500	
C ₁₄₆ H ₂₉₄				500		500	
C ₁₄₈ H ₂₉₈				500		500	
C ₁₅₀ H ₃₀₂				500		500	
C ₁₅₂ H ₃₀₆				500		500	
C ₁₅₄ H ₃₁₀				500		500	
C ₁₅₆ H ₃₁₄				500		500	
C ₁₅₈ H ₃₁₈				500		500	
C ₁₆₀ H ₃₂₂				500		500	
C ₁₆₂ H ₃₂₆				500		500	
C ₁₆₄ H ₃₃₀				500		500	
C ₁₆₆ H ₃₃₄				500		500	
C ₁₆₈ H ₃₃₈				500		500	
C ₁₇₀ H ₃₄₂				500		500	
C ₁₇₂ H ₃₄₆				500		500	
C ₁₇₄ H ₃₅₀				500		500	
C ₁₇₆ H ₃₅₄				500		500	
C ₁₇₈ H ₃₅₈				500		500	
C ₁₈₀ H ₃₆₂				500		500	
C ₁₈₂ H ₃₆₆				500		500	
C ₁₈₄ H ₃₇₀				500		500	
C ₁₈₆ H ₃₇₄				500		500	
C ₁₈₈ H ₃₇₈				500		500	
C ₁₉₀ H ₃₈₂				500		500	
C ₁₉₂ H ₃₈₆				500		500	
C ₁₉₄ H ₃₉₀				500		500	
C ₁₉₆ H ₃₉₄				500		500	
C ₁₉₈ H ₃₉₈				500		500	
C ₂₀₀ H ₄₀₂				500		500	
C ₂₀₂ H ₄₀₆				500		500	
C ₂₀₄ H ₄₁₀				500		500	
C ₂₀₆ H ₄₁₄				500		500	
C ₂₀₈ H ₄₁₈				500		500	
C ₂₁₀ H ₄₂₂				500		500	
C ₂₁₂ H ₄₂₆				500		500	
C ₂₁₄ H ₄₃₀				500		500	
C ₂₁₆ H ₄₃₄				500		500	
C ₂₁₈ H ₄₃₈				500		500	
C ₂₂₀ H ₄₄₂				500		500	
C ₂₂₂ H ₄₄₆				500		500	
C ₂₂₄ H ₄₅₀				500		500	
C ₂₂₆ H ₄₅₄				500		500	
C ₂₂₈ H ₄₅₈				500		500	
C ₂₃₀ H ₄₆₂				500		500	
C ₂₃₂ H ₄₆₆				500		500	
C ₂₃₄ H ₄₇₀				500		500	
C ₂₃₆ H ₄₇₄				500		500	
C ₂₃₈ H ₄₇₈				500		500	
C ₂₄₀ H ₄₈₂				500		500	
C ₂₄₂ H ₄₈₆				500		500	
C ₂₄₄ H ₄₉₀				500		500	
C ₂₄₆ H ₄₉₄				500		500	
C ₂₄₈ H ₄₉₈				500		500	
C ₂₅₀ H ₅₀₂				500		500	
C ₂₅₂ H ₅₀₆				500		500	
C ₂₅₄ H ₅₁₀				500		500	
C ₂₅₆ H ₅₁₄				500		500	
C ₂₅₈ H ₅₁₈				500		500	
C ₂₆₀ H ₅₂₂				500		500	
C ₂₆₂ H ₅₂₆				500		500	
C ₂₆₄ H ₅₃₀				500		500	
C ₂₆₆ H ₅₃₄				500		500	
C ₂₆₈ H ₅₃₈				500		500	
C ₂₇₀ H ₅₄₂				500		500	
C ₂₇₂ H ₅₄₆				500		500	
C ₂₇₄ H ₅₅₀				500		500	
C ₂₇₆ H ₅₅₄				500		500	
C ₂₇₈ H ₅₅₈				500		500	
C ₂₈₀ H ₅₆₂				500		500	
C ₂₈₂ H ₅₆₆				500		500	
C ₂₈₄ H ₅₇₀				500		500	
C ₂₈₆ H ₅₇₄				500		500	
C ₂₈₈ H ₅₇₈				500		500	
C ₂₉₀ H ₅₈₂				500		500	
C ₂₉₂ H ₅₈₆				500		500	
C ₂₉₄ H ₅₉₀				500		500	
C ₂₉₆ H ₅₉₄				500		500	
C ₂₉₈ H ₅₉₈				500		500	
C ₃₀₀ H ₆₀₂				500		500	
C ₃₀₂ H ₆₀₆				500		500	
C ₃₀₄ H ₆₁₀				500		500	
C ₃₀₆ H ₆₁₄				500			

Making image processing an attractive proposition for scientists and industrialists alike

**Standard software on this user-friendly, desk top instrument
provides simple keypad control for:
image storage; image interpretation; image
manipulation; image measurement; and
a range of image processing functions.**



The INTELLECT 100 Image System

- Integral noise reduction (built-in recursive video processor).
- Accepts inputs from VTRs, low light T.V., broadcast T.V., electron microscopes, x-ray devices and others.
- Slow scan inputs available.
- Expandable computer power.
- FORTRAN programmable version available.
- Optional bulk electronic picture storage.

For more details of our range of image systems write for our short form brochure today.

MICRO CONSULTANTS LTD., Kenley House, Kenley Lane, Kenley, Surrey CR2 5YR, England Tel: 01-868 4151 Telex: 946643 MICRO G



A member of the Micro Consultants Group

MICRO CONSULTANTS

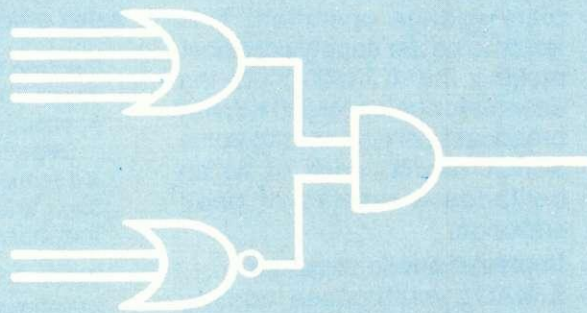
THE FASTEST ROUTE TO A TRACKING TRIGGER

True Trigger Matrix Programmability and a Wide 16-Bit Input... Make Complex Hodoscope Triggers Uncomplicated

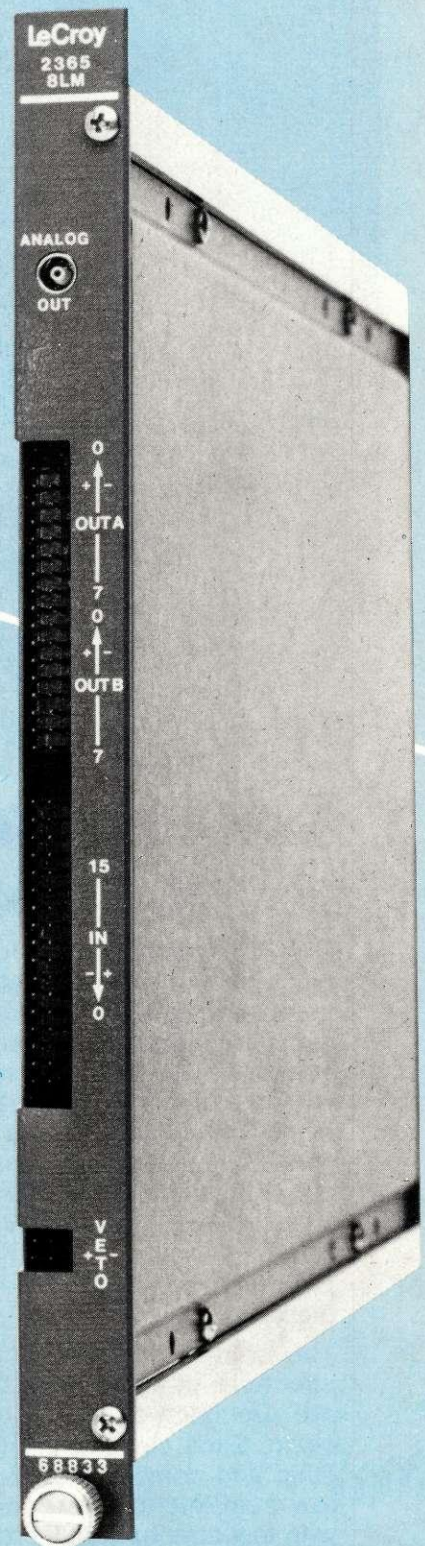
The Model 2365 is an Octal Logic Matrix (8LM) designed for all your fast logic needs. Each of the 8 channels produces a 1-bit Boolean function of the 16 ECLine logic inputs. Because the 8LM accepts such a wide input, the need to parallel and cascade logic units is greatly reduced. This minimizes the number of logic stages, shortens propagation delay, and simplifies the trigger.

Flexible CAMAC logic programming offers AND, OR, NOT, and VETO operations, increasing the versatility of the ECLine logic family. A programmable input register permits event simulation for testing. Packaged in the popular LeCroy ECLine standard and featuring Continuous Memory, the 8LM is an excellent choice.

The 8LM is available now. For details on it and other ECLine logic family modules, contact your local LeCroy Sales Representative.



LeCroy



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



EIMAC's 4CW300,000G Power Tetrode. A new generation of high-performance power tubes.

EIMAC's 4CW300,000G combines all the desired features transmitter designers look for: high peak plate current, low grid emission, low internal capacitances and low internal inductance. This is the first of a new generation of high performance power tubes for LF, HF, VHF and pulse service.

Laserfab pyrolytic graphite grids

The control grid and screen structures of the 4CW300,000G are precision-cut by a laser beam. Each element is monolithic and combines extremely low coefficient of expansion with low structural inductance. These features permit the 4CW300,000G to have a very high transconductance— 10^6 micromhos—and allow efficient, high-frequency operation.

Rugged mesh filament

The EIMAC mesh filament provides exceptionally high peak plate current and permits low plate voltage operation. This leads to power supply economy, making the 4CW300,000G the economic choice for 300 KWAM broadcast service or long-pulse switch service, each of which demands a reserve of peak emission.

Improved anode structure

EIMAC's multi-phase cooling technique provides high plate dissipation to extract heat evenly and quickly from the anode, contributing to long tube life and operating economy.

EIMAC expertise

EIMAC's expertise in electron ballistics pyrolytic grid production, thermodynamics and circuit techniques combine to bring tomorrow's tubes for to-

day's transmitter designs. More information is available from Varian EIMAC. Or the nearest Varian Electron Device Group sales office.

Electron Device Group
Varian EIMAC
Application Engineering
Department
301 Industrial Way
San Carlos, CA 94070
Telephone: 415-592-1221, ext. 218

Varian AG
Steinhauserstrasse
CH-6300 Zug, Switzerland
Telephone: (042) 23 25 75
Telex: 78 841

