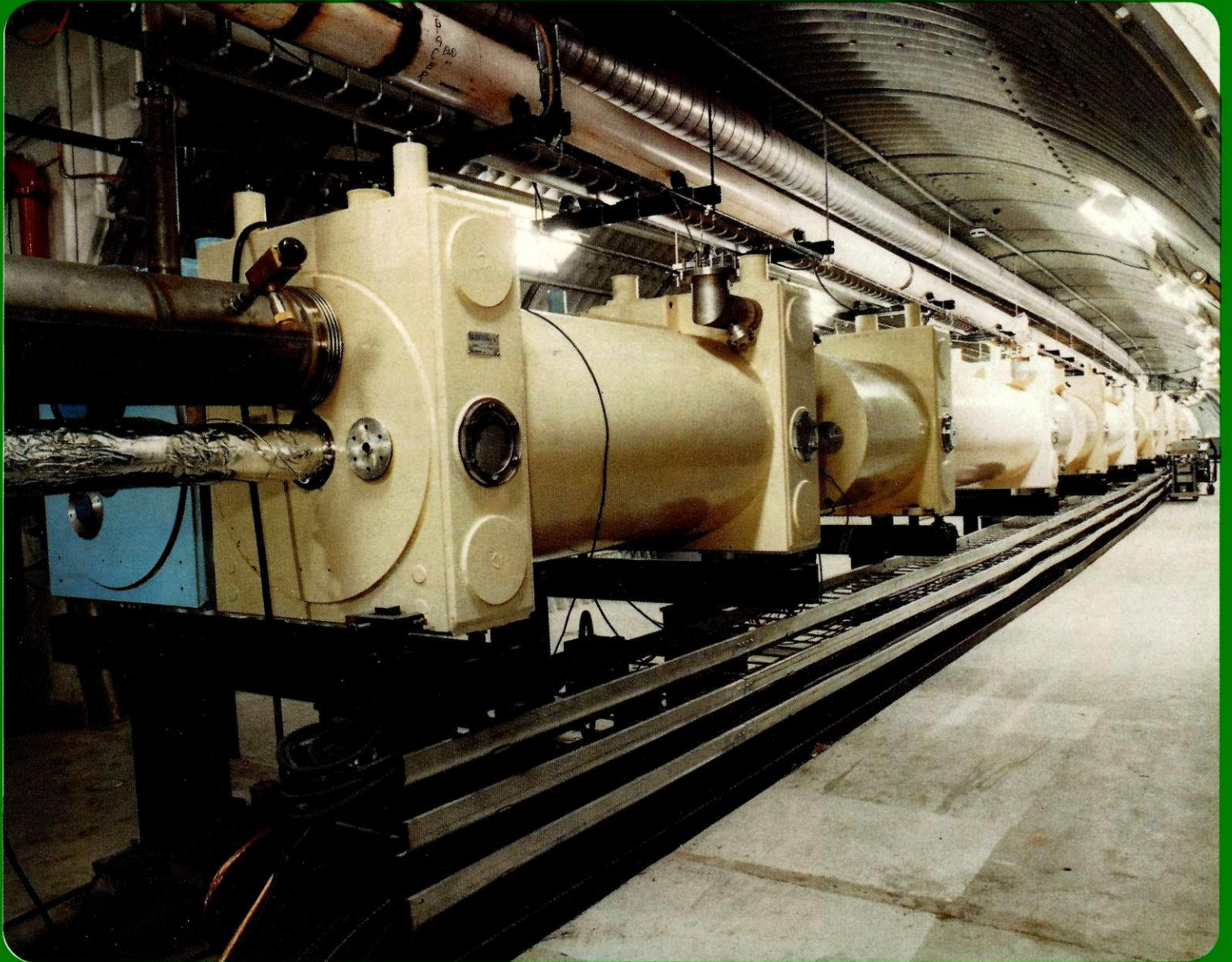


# COURRIER CERN

Revue internationale de la physique des hautes énergies



VOLUME 23



JUILLET/AOÛT 1983

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

### 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'opi-  
nion de la Direction du CERN.

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

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

VOLUME 23 N° 6

JUILLET/AOÛT 1983

Physique des particules et cosmologie . . . . . 211

*par John Ellis et Dimitri Nanopoulos*

De Galilée au Z<sup>0</sup> . . . . . 217

*Rencontres commémoratives en Italie*

### Nouvelles des Laboratoires

LABORATOIRE FERMI: Réunion annuelle des utilisateurs . . . . . 218

*Préparatifs pour atteindre le TeV, et bien plus*

CORNELL: La famille upsilon s'agrandit . . . . . 220

*Le tableau spectroscopique se remplit pour les états liés de  
quarks lourds*

ORSAY-CERN: Etat d'avancement des linacs injecteurs de LEP . . . 221

*Premiers pas vers l'énergie du LEP*

CERN: Faisceaux nucléaires . . . . . 223

*Plans pour accélérer des ions lourds*

DESY: Faisceaux polarisés . . . . . 224

*Alignement des spins dans les anneaux PETRA et DORIS*

LAPP (Annecy): Hodoscope à haute résolution . . . . . 225

*Nouvelles techniques de détection*

CONFÉRENCE: Collisions photon-photon . . . . . 226

*Compte rendu de la récente réunion d'Aix-la-Chapelle*

Nouvelles brèves . . . . . 227

*Photographie de couverture: Période magnétique complète de l'accéléra-  
teur-collisionneur de Brookhaven comprenant six dipôles et deux quadru-  
pôles, tous supraconducteurs. L'alimentation de l'ensemble a permis  
d'atteindre le champ requis pour des faisceaux de protons de 400 GeV.  
L'un des faisceaux de protons empruntera l'anneau extérieur, aux aimants  
de couleur crème. On aperçoit à gauche un aimant bleu de l'autre anneau  
de protons. (Photo Brookhaven)*

# Physique des particules et cosmologie

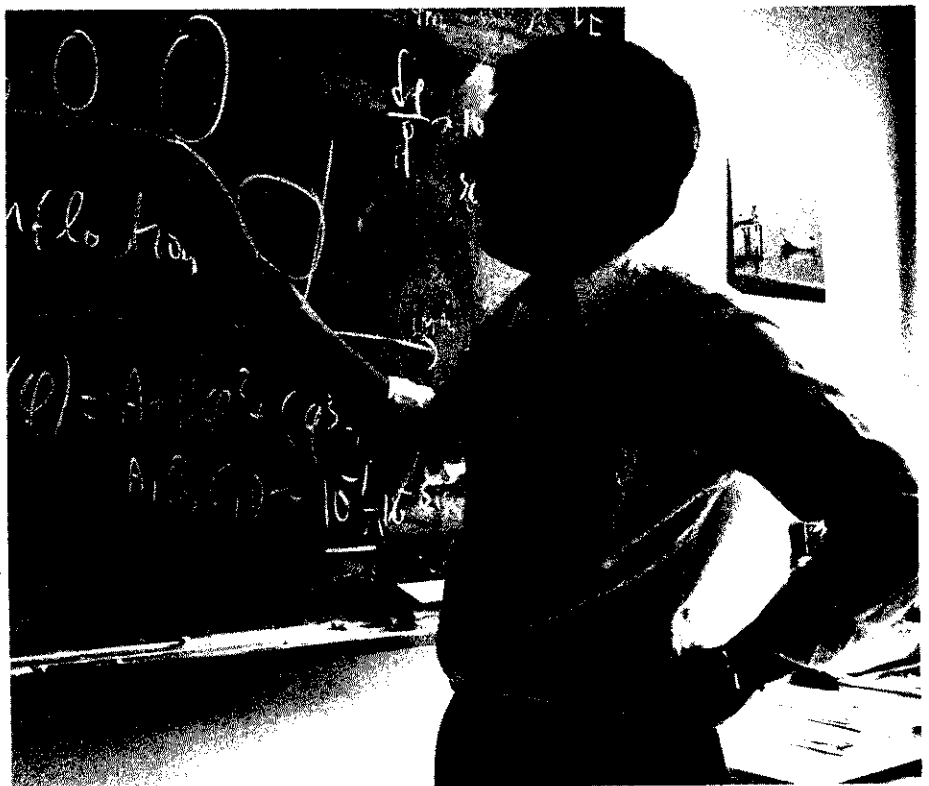
par John Ellis et Dimitri Nanopoulos

John Ellis.

*La réconciliation de la physique des particules (l'étude de l'infiniment petit) et de la cosmologie (l'étude de l'infiniment grand) représente sans doute l'ultime problème auquel les théoriciens de la physique peuvent oser s'attaquer. Il y a quelque temps (numéro de janvier-février 1981, page 3), nous avons publié le point de vue d'un éminent cosmologue, Stephen Hawking, sur la physique des particules. Aujourd'hui, deux théoriciens spécialistes des particules, John Ellis (actuellement au SLAC) et Dimitri Nanopoulos, au CERN, jettent un coup d'œil à travers l'autre extrémité du télescope, et ils décrivent leur perception de la cosmologie.*

A première vue, on pourrait penser que ces sciences de l'infiniment petit et de l'infiniment grand ont très peu d'éléments à se communiquer. Toutefois, au cours des quelques dernières années, le dialogue entre la physique des particules et la cosmologie s'est développé très rapidement. Alors que maintenant certains théoriciens des particules se préoccupent beaucoup des observations sur les abondances des éléments légers dans des nuages de gaz très éloignés, les cosmologues attendent avec impatience d'en savoir plus sur la vitesse de désintégration du boson  $Z^0$ . Dans cet article, nous exposons les raisons à la base de cette symbiose croissante entre la microphysique et la macrophysique; de plus, nous évoquons certains aspects du développement de cette convergence dans ce domaine en rapide changement.

Ce rapprochement a été accéléré par les récents progrès réalisés dans les disciplines de la physique des particules et de la cosmologie. Au cours des quelques dernières années, ces deux domaines ont été les témoins de l'élaboration d'un «modèle standard». Dans le cas de la

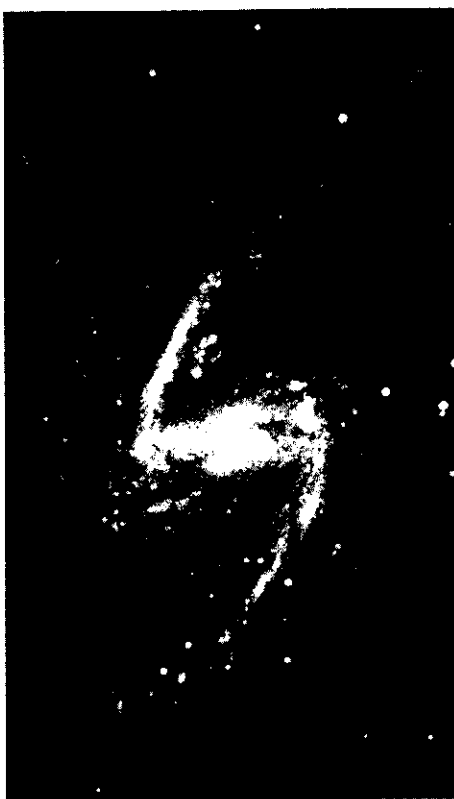


Dimitri Nanopoulos.

physique des particules, il s'agit de la théorie de jauge des interactions forte, faible et électromagnétique entre les quarks et les leptons, qui combine la chromodynamique quantique (CDQ) et le modèle de Glashow-Salam-Weinberg. Ce modèle standard décrit avec succès toutes les données fournies par des expériences en physique des particules, mais il laisse non résolues de nombreuses questions anciennes et il en pose beaucoup de nouvelles. Combien existe-t-il de quarks et de leptons? Pourquoi les masses des particules élémentaires prennent-elles les valeurs observées? Pourquoi les interactions fortes sont-elles fortes et pourquoi les interactions faibles sont-elles faibles? Les théoriciens suivent de nombreuses directions différentes dans leurs recherches spéculatives des réponses à ces questions, ainsi qu'à d'autres. Les caractéristiques communes de ces spéculations incluent l'existence de particules légères ayant des interactions très faibles, et donc difficiles à produire et à détecter dans des expériences auprès d'accélérateurs, ainsi que la prévision de la présence de nouvelles particules massives dont la production pourrait exiger l'emploi d'un accélérateur dont le coût serait supérieur au résultat net de toute l'économie mondiale. Il est alors naturel que les théoriciens impatientes fassent appel pour la confirmation de leurs idées au seul accélérateur non soumis aux restrictions budgétaires, c'est-à-dire le Big Bang.

Selon le modèle standard du Big Bang en cosmologie, on peut extrapoler le présent flux d'expansion de Hubble pour les objets éloignés dans l'univers en remontant le cours du temps pour revenir à des époques pendant lesquelles la matière constituant l'univers était beaucoup plus dense et plus chaude que maintenant. Sauf si de nouveaux mécanismes physiques interviennent, cette extrapolation peut être valide sur la totalité du parcours temporel, jusqu'à une époque dite de Planck correspondant à des énergies des parti-

cules de l'univers qui étaient de l'ordre de  $10^{19}$  GeV, valeurs pour lesquelles les effets gravitationnels devaient être importants. Il est probable que ces énergies ont été atteintes au cours des premières  $10^{-43}$  secondes du Big Bang. Ultérieurement, l'univers s'est refroidi lors de son expansion. En plus de l'expansion de Hubble, il existe deux autres éléments importants représentant des indications circonstanciées en faveur du modèle du Big Bang. L'un d'eux



concerne le rayonnement constituant le fond hyperfréquence à 3 K, considéré généralement comme la relique d'une époque lors de laquelle l'univers était plus de mille fois plus petit et plus chaud qu'actuellement, avec la matière ionisée en totalité. Les photons du bruit de fond hyperfréquence sont considérés eux-mêmes comme des reliques qui se sont échappées lorsque l'univers s'est refroidi après cette époque, alors que les noyaux ionisés et les électrons se

combinaient pour former les atomes neutres qui peuplent notre monde familier. Il existe une autre indication montrant que l'univers fut dans le passé un milliard de fois plus petit et plus chaud que maintenant. Elle résulte de l'observation de la proportion de la matière de l'univers présente sous la forme d'hélium-4. Ce rapport est d'environ  $\frac{1}{4}$  alors que seuls quelques pourcents ont pu être produits dans les étoiles. On pense généralement que cet hélium-4 provient de la fusion de neutrons et de protons sous l'effet de réactions thermonucléaires au cours des trois premières minutes du Big Bang, avec formation simultanée de plus petites quantités d'autres noyaux légers. Bien qu'il n'y ait aucune preuve expérimentale pour la validité d'un tel saut dans l'inconnu, ces succès du modèle du Big Bang ont cependant encouragé les physiciens à pousser l'extrapolation jusqu'à un milliard de milliards de fois plus loin dans le temps, à cette époque du Big Bang, lorsque les énergies typiques des particules étaient d'environ  $10^{15}$  GeV, et cela presque à titre de simple routine.

Bien que la théorie du Big Bang soit très fructueuse, elle laisse cependant ouvertes de nombreuses questions et elle en soulève de nouvelles. Pourquoi l'univers est-il si vieux et si volumineux? La densité initiale de l'univers a dû être établie de manière très précise pour qu'il puisse survivre  $10^{60}$  fois plus longtemps que l'époque de Planck et se dilater jusqu'à ses dimensions actuelles. En fait, l'univers est encore très « sous-gonflé », avec une densité proche de la valeur critique qui provoquerait son nouvel effondrement lors d'un « Big Crunch » (grande implosion). Pourquoi l'univers est-il presque homogène et isotrope? Des domaines de l'univers qui étaient séparés dans le passé de manière causale semblent s'être comportés de manière identique, comme cela peut être déduit par exemple de l'uniformité du bruit de fond hyperfréquence. Par ailleurs, quelle est l'origine des petites perturbations qui ont conduit à la formation

des galaxies et des autres structures actuellement présentes dans l'univers? Quelle est l'origine de toute la matière de l'univers? La matière visible de l'univers comprend environ un proton ou neutron pour chaque ensemble de  $10^9$  ou  $10^{10}$  photons, alors qu'apparemment il n'existe pas de concentrations importantes d'antimatière. Existe-t-il de la matière dissimulée dans l'univers sous la forme de particules subissant l'interaction faible, telles que des neutrinos? La théorie du Big Bang prévoit l'existence de populations à peu près égales de neutrinos et de photons, auquel cas la majeure partie de la masse de l'univers devrait être sous la forme de neutrinos si leur masse est supérieure à quelques eV. Est-ce que les neutrinos ont joué un rôle important dans la formation de la structure de l'univers? Des neutrinos massifs ou d'autres particules légères subissant l'interaction faible ont pu faciliter la croissance de perturbations dans l'univers, incluant les galaxies elles-mêmes. Combien existe-t-il de types de particules légères? La réponse intéresse non seulement les théoriciens de la formation des galaxies, mais elle conditionne également les calculs de nucléosynthèse de l'hélium-4 en cosmologie.

Ce panorama des problèmes cosmologiques révèle déjà de nombreuses liaisons importantes avec la physique des particules, dont certaines exigent des extrapolations audacieuses concernant le temps et l'énergie. Les calculs de nucléosynthèse cosmologique sont sensibles au nombre des types de particules ayant une masse inférieure à environ 1 MeV, car la densité de leur énergie thermique a pu entraîner une augmentation du taux d'expansion de l'univers au cours de la nucléosynthèse, avec en conséquence un accroissement du rendement de la production d'hélium-4. Pour que le résultat se situe au-dessous de la fraction massique observée (soit  $\frac{1}{4}$ ), il fallait sans doute qu'il n'existe pas plus de trois ou au plus quatre types de particules proches du genre neutrino. Nous con-

## Astrophysique au Laboratoire Fermi

*Il y a plusieurs années que le Laboratoire Fermi, avec le concours de David Schramm de l'Université de Chicago, a commencé à forger des liens plus étroits avec les astrophysiciens et, donc, à célébrer la communauté intellectuelle de la physique des particules et des origines cosmologiques de la création. Au cours de l'année écoulée, un séminaire d'astrophysique, connaissant une participation active, y a été organisé, et un grand nombre d'astrophysiciens sont venus au Laboratoire pour de longs séjours.*

*Toutes ces initiatives ont maintenant culminé dans l'établissement d'un groupe d'astrophysique auprès du*

*Laboratoire, opération qui découle de l'acceptation d'une demande à la NASA d'une subvention destinée à en assurer le financement. En septembre, quatre spécialistes, dans les domaines à la fois de l'astrophysique et de la physique des particules, travailleront au Laboratoire: Edward Kolb, Michael Turner, Keith Olive et David Seckel avec la participation de David Schramm. En juin 1984, cette équipe sera renforcée par Alex Szalay. Le groupe prépare pour le printemps prochain des journées d'étude, intitulées «Inner space, outer space» (espace confiné, espace infini).*

naissions déjà les neutrinos d'électron, de muon et de tau; il reste donc peu de place pour d'autres. Les physiciens des particules souhaitent ardemment que cette conclusion soit confirmée car elle fournirait la réponse à l'une de leurs questions fondamentales concernant le nombre des types de quarks et de leptons. A cet égard, la cosmologie se révèle supérieure aux expériences de physique des particules, étant donné que l'actuelle meilleure limite expérimentale pour le nombre de neutrinos provenant de la désintégration du J/psi est de plusieurs centaines de milliers! De futures expériences sur l'annihilation électron-positon et sur la désintégration d'états liés lourds quark-antiquark (particules upsilon) pourraient en particulier améliorer cette limite, tout comme des expériences sur la désintégration du kaon chargé, mais avec de plus fortes incertitudes. Toutefois, il peut se faire que seules les observations du taux de désintégration du Z<sup>0</sup> en particules neutres non observées soient en mesure de

nous confirmer la limite cosmologique sur le nombre de neutrinos.

Des neutrinos plus légers que 1 MeV devaient avoir des difficultés à se désintégrer ou à s'annihiler après la nucléosynthèse sans provoquer des perturbations concernant les observations astrophysiques et cosmologiques telles que celle du rayonnement de fond hyperfréquence. Si ces particules sont effectivement stables, leurs masses doivent être inférieures à environ 100 eV, car autrement leur densité massique serait supérieure aux limites observées pour la densité de l'univers. Etant donné que les meilleures limites expérimentales sur les masses des neutrinos de muons et de tau sont respectivement d'environ 300 keV et 200 MeV, il s'ensuit que cette limite cosmologique est très en avance! Récemment, on a obtenu des indications selon lesquelles le neutrino d'électron pourrait avoir une masse d'environ 30 eV. Si tel était le cas, cela aurait de profondes implications cosmologiques. Les neutrinos cons-

titueraient alors la forme dominante de la matière dans l'univers et leurs perturbations gravitationnelles auraient pu être les précurseurs de la formation des galaxies. Elles pourraient permettre de réconcilier certaines théories de la formation des galaxies avec la régularité du rayonnement de fond hyperfréquence. Ces théories de la perturbation «adiabatique» dans lesquelles la matière et le rayonnement varient ensemble sont celles que semblent corroborer les théories de grande unification pour la baryosynthèse dont nous parlerons plus tard. En l'absence de neutrinos massifs, elles seraient défavorisées par comparaison avec les perturbations «isothermes» selon lesquelles le fond hyperfréquence est naturellement plus régulier. Certaines observations astrophysiques récentes peuvent être considérées comme favorisant le modèle des perturbations adiabatiques avec des neutrinos massifs, selon lesquelles les galaxies doivent se structurer en «gaufres» et «chaînes». Les physiciens spécialistes des particules ne sont pas les seuls qui soient impatients d'obtenir des informations sur les masses des neutrinos, à la suite de nouvelles expériences telles que celles qui utilisent le faisceau neutrino de basse énergie au CERN.

Il peut exister d'autres particules neutres légères (subissant l'interaction faible) qui peuplent l'univers. De nombreuses théories basées sur la supersymétrie prévoient l'existence de gravitinos, photinos et «shiggesses» légers, neutres, qui sont respectivement les partenaires supersymétriques des gravitons, photons et bosons de Higgs. Ils sont peut-être moins abondants que les neutrinos au cours de la nucléosynthèse ainsi qu'à l'heure actuelle et leurs masses pourraient atteindre un keV. Dans ce cas, ils auraient facilité la formation des galaxies individuelles et ils pourraient être responsables de la masse manquante aux échelles galactiques. Des particules neutres stables, avec des masses supérieures à quelques GeV, sont également com-

patibles avec la cosmologie, étant donné que la plupart d'entre elles se seraient annihilées avant la nucléosynthèse cosmologique. Des indications relatives à de telles particules neutres plus lourdes peuvent être recherchées à l'aide du collisionneur proton-antiproton du CERN ainsi que dans l'annihilation électron-positon.

Jusqu'à maintenant, nous avons surtout discuté des interfaces entre la physique des particules et la cosmologie faisant intervenir des époques du Big Bang pour lesquelles les observations fournissent des indications. Nous allons commencer à extrapoler encore plus loin dans le temps, avant la nucléosynthèse cosmologique. Lorsque l'univers était environ  $10^{12}$  fois plus petit et plus chaud qu'actuellement, on pense qu'il est intervenu une transition à partir d'un plasma de quarks et gluons pour aboutir aux hadrons familiers. Il est possible que les perturbations et les ondes de choc générées au cours de cette transition aient déclenché la formation de galaxies. De ce fait, des expériences sur la transition de phase quark-hadron seraient très intéressantes pour les cosmologues tout comme pour les astrophysiciens spéculant sur l'existence d'«étoiles à quarks». De telles expériences pourraient être réalisables auprès des futurs accélérateurs d'ions lourds.

Extrapolant encore plus loin, de deux ou trois ordres de grandeur, nous atteignons l'époque au cours de laquelle la théorie de jauge unifiée de Glashow-Salam-Weinberg des interactions faibles subit la transition vers la phase brisée avec de faibles valeurs de l'énergie et de la température que nous connaissons actuellement. Avant cette époque, le modèle standard des particules élémentaires aurait présenté une symétrie exacte et une extrapolation ultérieure implique nécessairement des spéculations sur d'autres étapes dans l'unification des interactions fondamentales entre les particules. De nombreuses idées, parmi les plus intéressantes, sur les problèmes cosmologi-

ques fondamentaux antérieurement évoqués font intervenir des spéculations sur la grande unification des interactions forte, faible et électromagnétique.

Le modèle standard n'est pas satisfaisant du fait de sa structure non nette avec trois facteurs de groupe de jauge indépendants:  $SU(3) \times SU(2) \times U(1)$ , possédant chacun son propre couplage de jauge. On souhaiterait élaborer finalement une théorie comportant un couplage de jauge universel. Il existe de nombreux aspects de la physique des particules qui ne sont pas expliqués dans le modèle standard. Par exemple, on ne sait pas pourquoi les charges électriques de l'électron et du proton sont égales et opposées à  $10^{-20}$  près, comme cela est mis en évidence par l'impossibilité de détecter des attractions ou répulsions électrostatiques entre des galaxies différentes. De même, le modèle standard n'évoque aucune relation entre les quarks et les leptons, comme cela est suggéré par leur apparition dans trois générations de particules, ou même plus, qui possèdent des masses analogues. A première vue, l'unification des interactions forte et faible semble très difficile car les amplitudes de leurs couplages diffèrent considérablement. Toutefois, le groupe de renormalisation a permis aux théoriciens des particules de calculer les variations de ces couplages selon l'énergie de l'expérience dans laquelle ils sont mesurés. Etant donné qu'ils varient de manière logarithmique avec l'échelle d'énergie, il s'ensuit que l'énergie, pour laquelle les couplages fort et faible deviennent du même ordre si aucun nouveau phénomène physique n'intervient, est astronomiquement élevée (environ  $10^{15}$  GeV). Heureusement, cette échelle d'énergie est considérablement plus faible que l'échelle de Planck ( $10^{19}$  GeV) pour laquelle les effets gravitationnels quantiques deviennent importants, de sorte que dans une première tentative d'unification des interactions forte, faible et électromagnétique, il est possible de

négliger la gravité. Les plus simples de ces théories de grande unification (TGU) se basent sur le groupe de symétrie (SU(5)).

Dans toutes les théories de ce type, la représentation de la charge électrique dans un groupe non abélien implique que les charges sont quantifiées et que par conséquent les charges de l'électron et du proton sont égales et opposées. Cette étape implique également l'existence de monopôles magnétiques dont nous discuterons plus loin. Le paramètre de mélange pour le courant neutre faible (l'angle de Weinberg) est calculable dans les TGU et la prévision des modèles simples est en accord avec les données expérimentales. Les quarks et les leptons se distribuent dans des multiplets communs du groupe des TGU, ce qui implique des relations entre les masses de ces entités. Par exemple, s'il existe seulement six quarks, la masse du lepton tau (environ 1,8 GeV) implique l'existence d'un quark de beauté avec une masse d'environ 5 GeV dans des TGU minimales, et cela est en accord avec l'expérience. Ainsi, les défenseurs de ces théories s'intéressent à la suggestion des cosmologues selon laquelle il pourrait n'exister que trois neutrinos et par conséquent trois générations contenant seulement six quarks. Etant donné que les TGU placent les quarks et les leptons dans le même multiplet, elles envisagent de nouvelles interactions provoquant des transitions quark-lepton pouvant conduire à la désintégration du baryon. Dans les modèles les plus simples, les modes dominants pour la désintégration du nucléon sont supposés fournir un positon et un pion, avec une durée de vie de l'ordre  $10^{30}$  ans. Une expérience récente n'a pas encore découvert de mode de désintégration, mais les défenseurs des TGU ne sont pas découragés pour autant car dans les TGU supersymétriques la prévision la plus naturelle correspond à un antineutrino et à un kaon mais ce mode n'a pas encore été examiné complètement.

## Premier colloque CERN-ESO

*L'organisation cette année du premier colloque CERN-ESO (Organisation européenne pour des recherches astrophysiques dans l'hémisphère austral) est un nouvel exemple de la collaboration croissante entre physiciens des particules et cosmologistes. Consacré à la macrostructure de l'univers, la cosmologie et la physique fondamentale, ce colloque se tiendra au CERN du 21 au 25 novembre prochain. Parmi les sujets et les orateurs de la liste provisoire (certains détails ne sont pas encore arrêtés), on relèvera: l'unification électrofaible par P. Darrulat (CERN), les théories des champs unifiées par P. Fayet (Paris), tests expérimentaux des théories des champs unifiés par E. Fiorini (Milan) et G. Giacomelli (Bologne), paramètres dynamiques de l'univers par S. Faber (Santa Cruz), les amas par J. Oort (Leyde), la formation des galaxies par Y. Zeldovich (Moscou), les neutrinos par R. Mössbauer, la nucléosynthèse par J. Audouze (Paris), arguments tirés de l'observation en faveur de l'évolution de l'univers par L. Woltjer (ESO), théories des champs unifiés et début de l'univers par A. Linde*

*(Moscou), gravitation quantique par S. Hawking (Cambridge), avec une introduction de D. Sciama (Oxford et Trieste) et des communications, en conclusion, de J. Ellis (SLAC) et M. Rees (Cambridge).*

*Ce colloque a pour objectif de faire le point des connaissances dans ce domaine et de permettre un débat entre disciplines. Le temps sera divisé de manière égale entre la présentation des communications officielles et la discussion générale de chaque sujet. Une liste de présidents de séance et de personnalités chargées de conduire les discussions est en cours d'établissement.*

*L'auditoire se composera d'un nombre quasi égal d'astrophysiciens et de physiciens des particules, et il sera limité au chiffre de 150 environ. La participation se fera sur invitation uniquement; les personnes résolument intéressées sont priées d'écrire, avant le 31 juillet, à l'un des présidents du comité organisateur: G. Setti (ESO), Karl-Schwarzschildstrasse 2, D-8046 Garching-München, Allemagne fédérale, et L. van Hove, CERN, division Théorie, CH-1211 Genève 23 (Suisse).*

Lorsque nous appliquons les TGU à la cosmologie, nous devons extrapoler jusqu'à une époque  $10^{18}$  plus chaude que l'était celle de la nucléosynthèse. Que trouvons-nous alors? Quand une poétesse entend dire que toute la matière doit se désintégrer, elle se demande comment cette matière a été créée. Les TGU permettent aux quarks et donc à la matière baryonique d'être synthétisés de

préférence à l'antimatière selon une réalisation naturelle d'une idée due à Sakharov. Des interactions qui violent la conservation du nombre baryonique, ainsi que la conjugaison de la charge et la conservation de la charge-parité peuvent conduire à un univers initialement symétrique jusqu'à un état contenant plus de matière que d'antimatière, dès qu'elles s'écartent de l'équilibre thermique.

Un scénario naturel de TGU correspond aux désintégrations hors de l'équilibre des bosons ou fermions superlourds de ces TGU. La synthèse d'une asymétrie quarkonique est impossible si l'échelle d'une TGU est très inférieure à environ  $10^{14}$  GeV. A peu près à l'époque de la transition de phase quark-hadron, tous les anti-quarks doivent être annihilés par des quarks pour former des mésons, photons et leptons, alors que le petit surplus de matière survit pour devenir la matière visible de notre univers actuel. Il est naturel de se demander si la violation requise de la charge-parité peut être reliée à celle qui est observée dans le système du kaon neutre, mais cela semble improbable. Cependant, de nombreuses TGU qui prévoient une symétrie matière-antimatière suffisamment importante considèrent également que le moment dipolaire électrique du neutrino pourrait être important et permettre son observation à bref délai.

Telles sont donc les « bonnes nouvelles » cosmologiques que nous offrent les TGU, mais il nous faut passer maintenant aux « mauvaises nouvelles ». Les monopôles de grande unification sont très embarrassants étant donné que la cosmologie classique du Big Bang fait qu'il est difficile de comprendre comment moins d'un monopôle a pu être créé dans tout volume à liaison causale pendant l'ère de TGU. Etant donné que les monopôles ne s'annihilent pas de manière très efficace, cela suggère qu'il pourrait actuellement exister beaucoup plus de monopôles dans notre environnement que la quantité permise par les limites sur la masse de l'univers et par la persistance des champs magnétiques galactiques. De plus, on a récemment découvert que les monopôles de grande unification peuvent catalyser la désintégration des baryons avec une énorme vitesse, incompatible avec les observations sur les étoiles à neutrons, sauf si le flux de monopôles est très faible. Ce problème a incité les théoriciens à réfléchir sur le gonflement cosmologique.

La brisure de la symétrie des TGU à une température d'environ  $10^{15}$  GeV se produit par l'intermédiaire d'une transition de phase. Il est possible que l'univers en cours de refroidissement se soit aggloméré dans un faux vide avec une grande énergie et sur-refroidi. L'énergie du vide aurait provoqué une dilatation exponentielle de l'univers dans une phase de De Sitter, jusqu'à ce que la transition de phase soit achevée. Cette dilatation exponentielle aurait pu expliquer les grandes dimensions actuelles de l'univers, de même que sa forme presque plate, avec une densité de masse proche de celle qui est requise pour que l'expansion se termine par un éventuel grand effondrement. Malheureusement dans la version originale de cet univers en expansion il était difficile de comprendre comment la transition de phase pouvait s'achever de manière ordonnée avec peu d'hétérogénéités et de monopôles.

Toutefois, on a compris ultérieurement que si le potentiel de Higgs des TGU est assez plat, chaque bulle du véritable vide doit se dilater exponentiellement après sa formation. Une dilatation suffisante signifierait que notre univers en totalité a pu provenir d'une seule bulle, et que le monopôle le plus près de nous devrait probablement se situer à une distance supérieure à  $10^{10}$  années-lumière. Au premier abord, il semblerait probable qu'un tel univers en bulle devait être très plat, homogène et isotrope, tout comme la surface d'un ballon qui a été gonflé. Lorsque les théoriciens étudièrent le spectre des perturbations dans un tel univers en expansion, ils découvrirent qu'elles étaient presque indépendantes de l'échelle des distances, comme les observations astrophysiques semblent le confirmer. Malheureusement l'amplitude des perturbations était beaucoup trop importante. De plus, pour que le potentiel de Higgs des TGU devienne assez plat pour le gonflement, il faut que se réalise un accord très fin sur les paramètres qui est non naturel dans des TGU classiques.

Ces deux difficultés peuvent être évitées dans des théories supersymétriques qui permettent d'ajuster à volonté l'amplitude des perturbations et l'allure plate du potentiel. Bien que ces ajustements soient techniquement réalisables, ils deviennent progressivement plus précis à mesure que la température de la transition de phase continue de chuter au-dessous de  $10^{19}$  GeV. Pour cette raison, il est intéressant de considérer la possibilité d'une expansion primordiale intervenant avant la transition de phase des TGU, auquel cas les monopôles pourraient n'être pas beaucoup plus rares que les présentes limites astrophysiques. Le développement complémentaire du scénario de l'expansion primordiale exige que l'on s'attaque à la gravité, ce qui représente une autre longue aventure.

Le moment est venu d'achever notre étude de la physique des particules et de la cosmologie. Nous constatons qu'il s'agit d'un champ de recherches vigoureux qui se développe rapidement. De nombreuses théories sur les particules ne peuvent être testées qu'à l'aide du grand accélérateur dans le ciel et de nombreux cosmologues attendent avec impatience des données fournies par les expériences en physique des particules. Le dialogue entre l'infiniment grand et l'infiniment petit continuera de nous captiver dans l'avenir.

# De Galilée au $Z^0$

*La récente Conférence de San Remo, intitulée Science au service de la paix, marquait le 150<sup>e</sup> anniversaire de la naissance d'Alfred Nobel. De chaque côté de la scène, un imposant déploiement d'éminents scientifiques.*

*(Photo R. Pecoraro)*

Le 3 mai, certains des plus grands physiciens du monde, réunis dans un petit théâtre de la Riviera italienne, acclamaient spontanément l'annonce, par Herwig Schopper, de l'observation au CERN d'un premier candidat  $Z^0$  (voir numéro de juin, page 167). Cette communication était faite à l'occasion d'un séminaire international de physique nucléaire, une des six réunions rassemblées sous le titre générique de «Science pour la paix» et remarquablement organisées par Nino Zichichi et un comité scientifique de prix Nobel et de directeurs d'établissements de recherche, dans le cadre des manifestations organisées à San Remo et à Rome pour commémorer conjointement Alfred Nobel et Galilée\*.

L'annonce de la découverte fut accueillie par des éloges adressés au CERN par Sheldon Glashow, l'un des théoriciens dont les idées semblent maintenant confirmées, et par I.I. Rabi qui, voici plus de trente ans, avait aidé à donner des motifs de créer un laboratoire européen, pour procurer une «concurrence» aux physiciens américains, mais qui n'en attendait pas tant. Simon van der Meer était présent pour expliquer la technique du refroidissement stochastique, qui a fait passer la physique avec les antiprotons du domaine du rêve à celui de la réalité et qui a rendu possibles ces expériences décisives.

L'exposé de Sam Ting sur les conceptions fondamentales à la base des expériences sur les photons, les leptons, les quarks et les gluons orienta naturellement la réflexion vers les grandes machines actuellement en construction, en projet ou simplement imaginées, quoique Glashow se soit demandé si nous n'aurions pas plutôt besoin d'un autre Einstein que de nouveaux accélérateurs, sauf s'ils étaient de très grandes dimensions. La stérilité que



l'on prête au «désert» ne semble plus si rigoureuse.

Maintenant que le LEP a fait tomber la barrière psychologique d'une machine de dix kilomètres, la présentation des projets actuels en Europe et aux Etats-Unis — un solide programme pour les années 90 — n'a pas tardé à dévier vers des spéculations relatives à des équipements encore plus imposants, à la limite des moyens dont on pourrait disposer en théorie. On évoqua le mirage du Déserttron de  $20 \times 20$  TeV et d'autres idées, comme l'ELOISATRON (European Long Intersecting Storage Accelerator, long accélérateur et anneau de stockage européen) préconisé par Nino Zichichi.

Selon Victor Weisskopf, on continuera à construire des accélérateurs, parce que l'importance des dépenses pour la recherche fondamentale est un trait marquant de notre civilisation. De même que le CERN en est venu à symboliser les «Etats-Unis» scientifiques de l'Europe, de même l'une de ces spéculations se concréc-

tisera peut-être un jour sous la forme d'un Laboratoire qui représentera les Nations Unies du monde de la science. Mais comme la bonne science a besoin également de bonne fortune, on devra trouver de nouvelles sources de financement. Aussi était-il bon peut-être que ce séminaire sur «La physique nucléaire au service de la paix» se tînt dans le magnifique Casino de San Remo. Une session spéciale sur «La science, la paix et la liberté», rendit hommage à Alfred Nobel, constituant aussi un complément adéquat au programme scientifique.

Ce fut à Rome que furent honorées la mémoire de Galilée et la publication, il y a 350 ans, de ses «Dialogues» qui jetèrent les bases de la science moderne et qui, malheureusement, firent entrer son auteur en conflit avec l'Eglise. A l'arrivée des participants, la capitale italienne était en liesse, des processions de voitures, avec leurs occupants agitant des drapeaux, se frayaient un chemin dans la ville, bloquant complètement

\* 150<sup>e</sup> anniversaire de la naissance d'Alfred Nobel et 350 ans après la publication des «Dialogues», l'ouvrage décisif de Galilée.

Le 9 mai, le pape Jean Paul II a accueilli au Vatican les participants à un symposium international sur La science galiléenne aujourd'hui, parmi lesquels (au premier rang, de gauche à droite) Gösta Ekspong (Suède) et le directeur général du CERN Herwig Schopper. Ce symposium marquait le 350<sup>e</sup> anniversaire de la publication des célèbres Dialogues de Galilée, événement considérable pour la science. Maintenant que les malentendus du passé ont été dissipés, la voie est libre pour une entente féconde entre la science et la foi.

(Photo Osservatore Romano)



la circulation, et le bruit dépassait la limite supportable par quiconque n'était pas Romain. Hélas, l'allégresse de la foule ne s'adressait pas aux éminents visiteurs, mais à l'équipe locale de football, qui avait regagné le trophée national après 41 ans. L'accueil prévu pour les 33 prix Nobel et les quelque 200 physiciens du monde entier apparut d'autant plus solennel lorsque ceux-ci se réunirent, en présence de la Garde suisse, dans la Sala Regia du Vatican pour être salués par le pape Jean Paul II. Le Saint-Père réaffirma son espoir que la dissipation des malentendus et de la méfiance passés conduise à une concorde fructueuse entre la science et la foi. Les scientifiques ont le privilège d'exercer une grande influence morale, qui devrait être employée à la défense de l'homme et de sa dignité. Leur mission est immense et noble et le monde attend d'eux un service à la hauteur de leurs aptitudes intellectuelles et de leurs responsabilités morales.

Le séminaire sur «La science gali-

léenne aujourd'hui» s'est tenu au Palais Barberini, dans la salle même où Galilée avait souvent rendu visite à son ami qui plus tard, devenu le pape Urbain VII, entra en conflit avec lui. Les sessions, très fournies, donnèrent l'occasion de dresser un vaste panorama de la science moderne dans lequel, en plein accord avec les principes de Galilée, l'humilité intellectuelle présida à la recherche de la vérité.

En conclusion du séminaire, Nino Zichichi appela à l'optimisme, puisque après tout le pouvoir intellectuel de l'homme est immense. Notre quête d'une connaissance plus complète de la Nature devrait conduire à une vie meilleure, dans la paix et la dignité humaines.

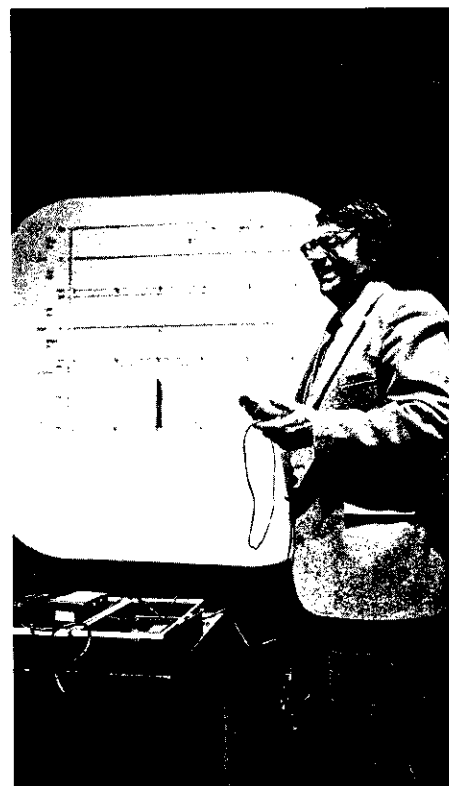
(Source: Simon Newman)

# Nouvelles des Laboratoires

## FERMI Réunion annuelle des utilisateurs

C'est dans une atmosphère résolument optimiste qu'un nombre record de 370 utilisateurs se sont réunis en avril au Laboratoire Fermi pour la quinzième Réunion annuelle des utilisateurs. Cette assemblée s'est tenue à une date où les travaux visant à accélérer des faisceaux dans un tiers de l'économiseur d'énergie (voir numéro de juin, page 181) battaient

Lors de la récente réunion annuelle des utilisateurs du Laboratoire Fermi, Peter Limon a décrit les progrès obtenus dans les essais de mise en orbite d'un faisceau dans un tiers de l'anneau du doubleur d'énergie du Laboratoire Fermi. Pendant son exposé, les moniteurs de faisceau ont montré que le faisceau avait parcouru plusieurs centaines de mètres, mais par la suite, le même jour, il traversait avec succès le tiers de l'anneau avant d'être dirigé sur un absorbeur de faisceau temporaire.



James D. Bjorken présente le nouveau projet du Laboratoire Fermi pour un collisionneur proton-antiproton, à usage spécifique, capable d'atteindre des énergies de collision de 4 ou 5 TeV. Il ne déparerait pas le site du Laboratoire Fermi et utiliserait le Tévatron comme injecteur.

## PROPOSAL FOR A DEDICATED COLLIDER AT THE FERMI NATIONAL ACCELERATOR LABORATORY

APRIL, 1983  
PRELIMINARY

Operated by the Universities Research Association  
under contract with the U.S. Department of Energy



leur plein. Le directeur du Laboratoire, Léon Lederman, et son équipe ont annoncé que la construction de l'anneau touchait à sa fin et que la mise en orbite d'un faisceau pourrait intervenir peu de temps après. L'effervescence qui accueillait cette nouvelle fut encore stimulée par la prise de conscience des succès majeurs obtenus en Europe et la nécessité de prendre des décisions cruciales pour assurer à nouveau la prédominance des Etats-Unis dans ce domaine\*.

Le programme de cette réunion de deux jours comprenait des conférences de Léon Lederman, de Guy Stever, président de l'Universities Research Association et d'Alvin Trivelpiece, directeur de la recherche sur l'énergie au Ministère de l'énergie des Etats-Unis. Les utilisateurs ont été particulièrement intéressés par les exposés de collaborateurs du Laboratoire Fermi sur la situation des installations du Laboratoire destinées au futur programme d'expériences en cible fixe. Des discussions très animées ont suivi les exposés de

Ken Stanfield sur les zones d'expériences et de Taiji Yamanouchi sur le calendrier des activités. Les utilisateurs se sont montrés spécialement préoccupés par des retards qui affecteraient apparemment les calendriers prévus et qui les empêcheraient de reprendre dès que possible un programme d'expériences actif.

La situation du programme TeV-I, le programme de collisionneur proton-antiproton du Laboratoire Fermi, a été évoquée dans des exposés de John Peoples (étude et calendrier de construction envisagé pour la source d'antiprotons), d'Alvin Tollestrup (rapport d'activité sur le principal détecteur du collisionneur pour TeV-I) et de Dave Johnson (possibilités envisageables pour l'autre région d'interaction en DO). Des comparaisons avec le programme du CERN étaient inévitables. On a constaté qu'il existait des raisons d'être optimiste, puisque l'énergie sera plus élevée (2 TeV au lieu de 0,54 TeV) et qu'on prévoit également une luminosité supérieure, ce qui permettra d'explorer

**\* Le premier tour complet du faisceau autour du nouvel anneau doubleur supraconducteur du Laboratoire Fermi a été réalisé le 2 juin à 100 GeV.**

avec de meilleures statistiques des phénomènes « connus », comme les  $Z^0$  et les W, et peut-être aussi d'accéder à des domaines nouveaux et inattendus de la physique.

A. Brener a rendu compte des installations de calcul électronique du Laboratoire Fermi et a décrit l'état de saturation qui affecte actuellement le système BCyber. Il a exposé le programme d'acquisition d'un système amélioré qui exigera l'installation, avant la fin de l'année, d'une puissance de calcul supérieure d'un facteur de deux au moins. Ce nouveau système permettra uniquement de couvrir les besoins en calcul des deux à trois prochaines années. Brener a souligné la nécessité absolue de disposer d'une nouvelle architecture pour tenir compte des besoins à long terme du Laboratoire Fermi dans le domaine du calcul électronique.

L'un des grands moments de la réunion fut une session du vendredi après-midi consacrée à une discussion des options du Laboratoire Fermi présentées au sous-comité sur les nouvelles installations (comité Woods Hole) du Comité consultatif pour la physique des hautes énergies (HEPAP). Dans une brillante introduction, le président du Comité, Stanley Wojcicki, a décrit les objectifs de celui-ci, la méthode par laquelle il espère parvenir à ses recommandations et les événements, tantôt favorables et tantôt défavorables, auxquels est confrontée la physique des particules aux Etats-Unis. J.D. Bjorken a donné un aperçu de la nouvelle proposition du Laboratoire Fermi de construire un collisionneur spécialisé (Dedicated Collider, DC) avec deux faisceaux de 2 TeV chacun et Maury Tigner a résumé les résultats d'un séminaire de Cornell sur un collisionneur proton-proton de deux faisceaux de 20 TeV chacun, baptisé Désértron. Il s'en est ensuivi une discussion générale particulièrement animée.

Dans son exposé du samedi sur le budget de la science du Ministère de l'énergie des Etats-Unis pour l'année

Mise en évidence de trois nouveaux états de l'upsilon fournie par le détecteur de CUSB installé auprès de l'anneau électron-positon CESR de Cornell. En haut : des photons pris individuellement, produits par les désintégrations radiatives d'un upsilon 2S, font apparaître une bosse au-dessus du bruit de fond. En bas : spectre correspondant, dégagé du bruit de fond, montrant de quelle belle manière il a été ajusté à l'aide de trois raies gamma à 149, 128 et 108 MeV, correspondant aux trois états 1P de l'upsilon. Le signal à 427 MeV est dû aux désintégrations (confondues) des états 1P en états 1S.

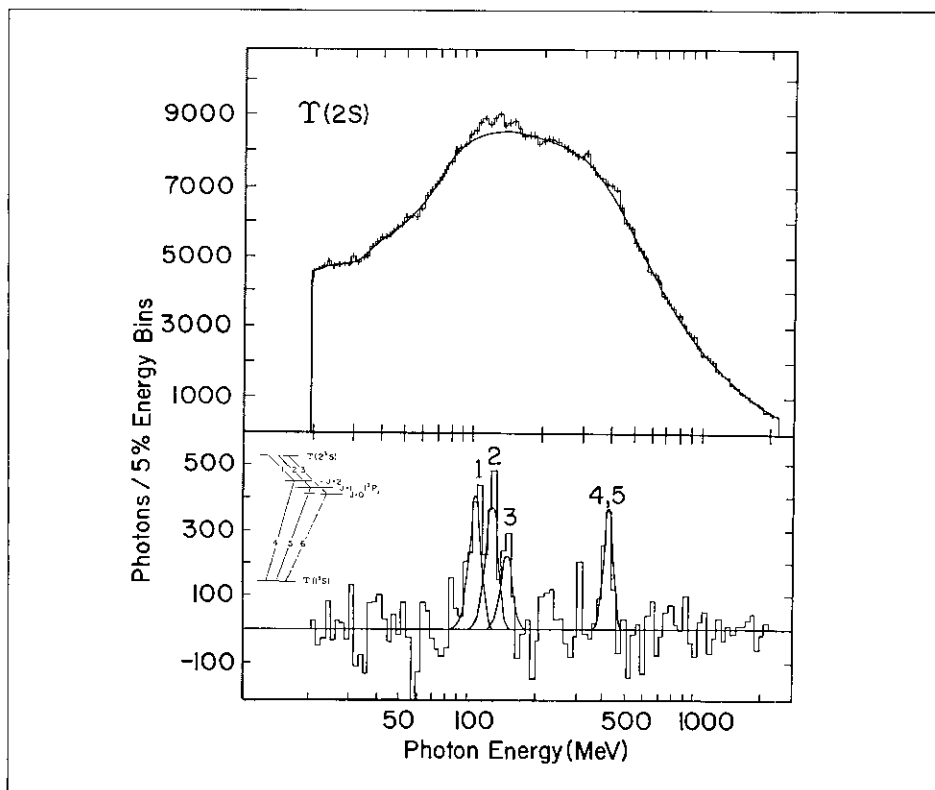
fiscale 1984, Alvin Trivelpiece n'a rien dit qui soit de nature à chasser l'enthousiasme grandissant ; il a souligné qu'à Washington le climat est favorable à la recherche fondamentale, que les deux grands partis lui apportent apparemment leur soutien et que l'administration est ouverte aux suggestions en vue de nouvelles initiatives majeures dans le domaine de la science.

Une partie de la nouvelle physique que permettraient d'étudier les nouvelles machines a été évoquée par Martin Perl (SLAC) qui a donné une conférence consacrée à l'état de la recherche sur les leptons, domaine qui est sa spécialité et pour lequel il a reçu le prix Wolf de physique de 1982, un honneur qu'il a partagé avec Léon Lederman. La conférence s'est achevée par une intéressante causerie de Ken Wilson, de Cornell, prix Nobel 1982, sur le calcul électronique et ses ramifications. Ken Wilson a su persuader son assistance de la nécessité de tirer parti de la révolution des microprocesseurs pour jeter les bases d'un nouvel essor industriel. Il a également exposé un scénario dans lequel le financement du Désértron pourrait être assuré de manière efficace par des sociétés d'informatique et d'électronique, sans qu'il soit nécessaire de se tourner vers le Gouvernement fédéral américain. C'est sur cette note euphorique que les participants se séparèrent pour continuer à préparer l'ère du Tévatron.

## CORNELL

### La famille upsilon s'agrandit

Le groupe CUSB qui travaille auprès du collisionneur électron-positon CESR a ajouté trois nouvelles particules à la famille upsilon. Les upsilons sont considérés comme étant des états liés quark-antiquark porteurs de beauté, avec des spins parallèles (états triplets) et possédant égale-



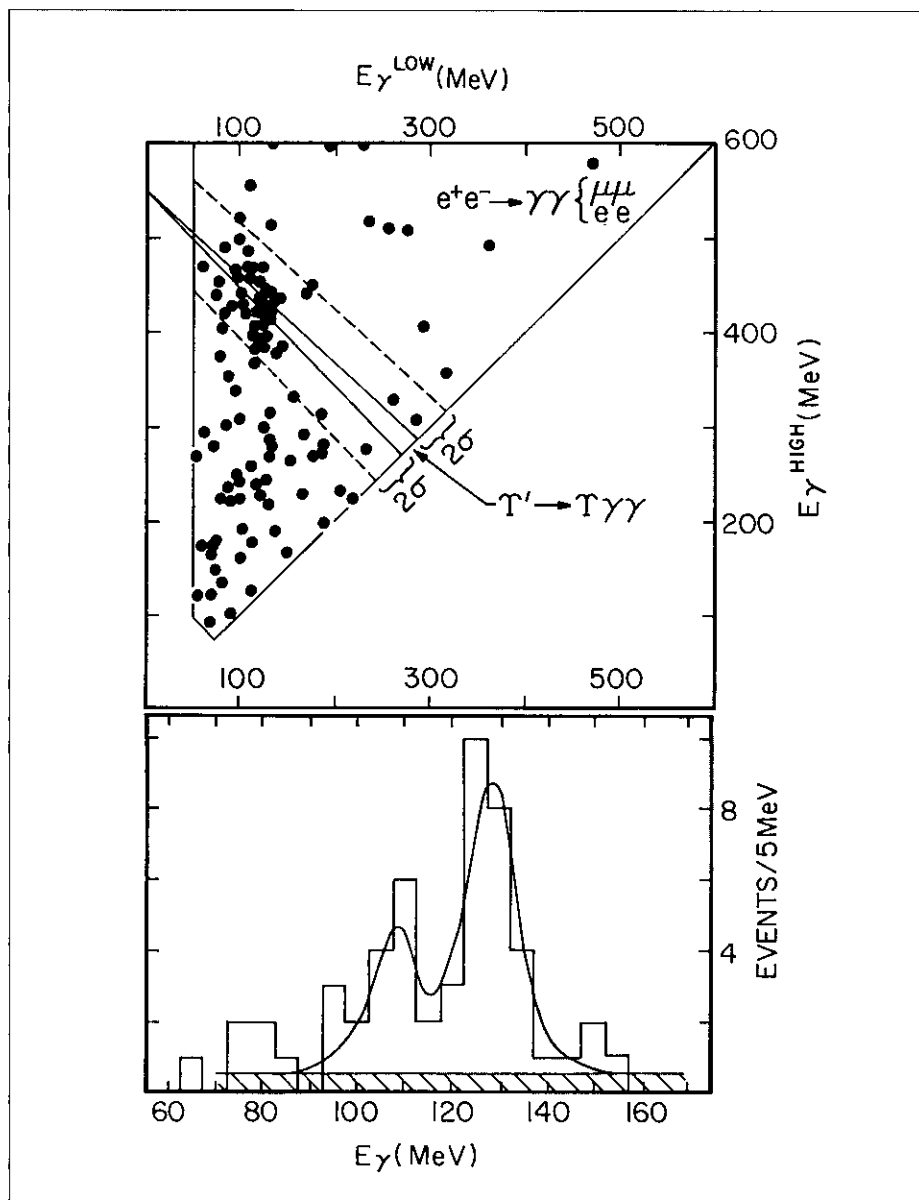
ment un moment angulaire orbital. Pour les états appelés P, ce moment est égal à l'unité, alors que celui des états S est égal à zéro. Le groupe CUSB a maintenant observé le plus bas des états P dans les désintégrations radiatives du premier état de l'upsilon S excité.

Il est relativement aisé d'observer les quatre états d'upsilon S les plus bas étant donné qu'ils possèdent les mêmes nombres quantiques que le photon et sont directement produits dans des annihilations électron-positon. On pense qu'il existe de nombreux autres états liés, mais ils doivent être produits indirectement. En fait, le spectre des upsilons est de beaucoup plus riche en états liés que le système correspondant du charmonium, quoique les recherches les concernant soient plus difficiles en raison de multiplicités plus élevées et de taux de production moindres. L'an dernier, les premiers upsilons P excités (2P) ont été observés auprès de l'anneau CESR au moyen du calorimètre en iodure de sodium et en verre au plomb du groupe CUSB dans les désintégrations radiatives du deuxième état S excité (3S) (voir le numéro de septembre 1982, page 274).

Le groupe CUSB a également étudié les désintégrations radiatives 2S dans le but de rechercher l'état le plus bas des upsilons P (1P). On pensait que ce travail serait plus difficile, en dépit du taux de production plus élevé des particules 2S, car on prévoyait que les taux pour les transi-

tions dipolaires électriques seraient nettement inférieurs à ceux des transitions 3S-2P. Au cours d'une période d'exploitation allant de décembre 1982 à mars 1983, une luminosité intégrée totale de  $30 \text{ pb}^{-1}$  a été obtenue et 150 000 upsilons 2S ont été détectés. Les événements correspondants ont été analysés à l'aide des deux techniques qui avaient déjà été employées, avec succès, pour les événements 3S.

La première consiste à analyser le spectre inclusif des photons (pris individuellement) produits dans des désintégrations d'upsilons 2S. Dans la région de 90 à 160 MeV on remarque une large prééminence au-dessus du bruit de fond et à 427 MeV on observe un pic plus petit et étroit, mais significatif du point de vue statistique. L'interprétation selon laquelle le signal correspondant à l'énergie la plus faible est dû à des transitions radiatives de l'état 2S en upsilon 1P est étayée par un certain nombre d'observations. La prééminence entre 90 et 160 GeV est plus large que la résolution des détecteurs et elle a été ajustée à l'aide de trois raies gamma à 149, 128 et 108 MeV, correspondant aux trois états de l'upsilon 1P. Ces trois raies sont produites dans le rapport prévu pour des transitions dipolaires électriques des états 2S vers l'état 1P. Le centre de gravité pour la masse du 1P (9900 MeV) ainsi que le rapport de branchement mesuré de 16 % coïncident avec des prévisions. Les raies prévues pour le passage du 1P vers



En haut : diagramme de corrélation des énergies des deux photons pour la chaîne de désintégration des upsilons  $2S$ - $1P$ - $1S$ . L'état  $1S$  est détecté par sa désintégration en deux électrons ou en deux muons. Les lignes diagonales en trait plein correspondent à la différence de masse des upsilons  $2S$  et  $1S$  ; c'est sur elles que les photons de désintégration devraient se regrouper. En bas : le spectre du photon de plus faible énergie présente des raies nettes à 107 et 128 MeV. En raison du faible rapport de branchement, la troisième raie (à environ 150 MeV) n'apparaît pas.

## ORSAY-CERN Etat d'avancement des linacs injecteurs de LEP

A proximité du PS du CERN, la construction du tunnel qui doit abriter les linacs injecteurs de LEP, le futur collisionneur électrons-positons de haute énergie, est déjà bien avancée. Ces linacs (appelés LIL, LEP Injector Linacs) ont fait l'objet, en mars 1982, de la signature d'une convention de collaboration entre le CERN et l'IN2P3 (Institut national de physique nucléaire et de physique des particules — CNRS).

Le début de l'année 82 était également marqué par une décision importante concernant la philosophie du projet des linacs ; en effet, suite à des discussions du «LEP Machine Advisory Committee», il fut décidé que les linacs seraient équipés d'un système de compression d'impulsion (cavités de stockage comme dans la version SLED de Stanford) permettant de ramener à six le nombre de klystrons-modulateurs qui était initialement de neuf.

Au cours des deux années écoulées, le travail a porté essentiellement sur l'étude de divers prototypes (tels que l'injecteur fort courant, le modulateur prototype, la section prototype) mais aussi sur des calculs de dynamique des faisceaux. L'effort a maintenant basculé vers la préparation des spécifications techniques en vue des appels d'offres pour la réalisation des divers composants des linacs.

L'injecteur fort courant (le linac d'électrons initial de 200 MeV) est constitué d'un canon triode fonctionnant sous une tension de 90 à 100 kV, suivi d'un groupeur en ondes stationnaires de 30 MeV. L'ensemble a été monté au Laboratoire de l'accélérateur linéaire d'Orsay en vue de tester les caractéristiques du faisceau transmis. Cette station d'essai (voir le numéro de mai 1982,

l'état fondamental sont observées à 427 MeV (elles sont confondues), ce qui est en accord avec la différence de masse  $2S$ - $1S$ .

Le CUSB a eu recours à une deuxième technique d'analyse différente pour rechercher les états  $1P$ . Cette dernière consiste en l'observation simultanée des deux photons dans la chaîne de désintégration  $2S$ - $1P$ - $1S$ . Le premier photon provient de la désintégration  $2S$ - $1P$  et le second de la désintégration  $1P$ - $1S$ . L'upsilon  $1S$  est détecté par sa désintégration en deux électrons ou en deux muons. Dans ce mode d'analyse, les quatre particules dans l'état final sont observées dans le détecteur.

Des événements à deux photons seulement se regroupent aux énergies de 120 et de 430 MeV dans le diagramme de corrélation des énergies des deux photons. La somme de ces énergies présente un pic notable à l'énergie correspondant à la différence de masse  $2S$ - $1S$ , compte dûment tenu de l'énergie de recul. Cette

constatation est en accord avec l'hypothèse selon laquelle ces événements sont produits par le biais d'états intermédiaires  $1P$ . Deux raies à 107 et 128 MeV apparaissent très nettement dans le spectre du photon de plus faible énergie ; on ne pense pas que la troisième raie située à environ 150 MeV soit visible dans cet échantillon de double transition radiative du fait du faible rapport de branchement correspondant à la désintégration de l'état  $1P$  approprié.

La remarquable concordance obtenue à partir de ces deux différentes analyses concernant les énergies et les rapports de branchement des photons de faible énergie est rassurante.

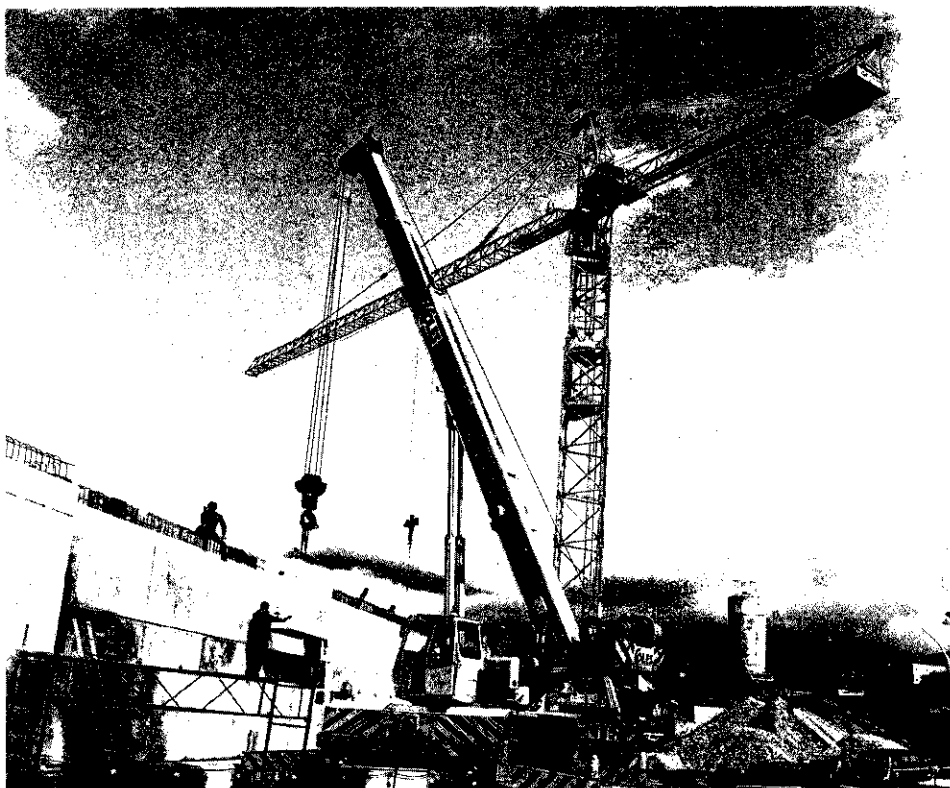
Ainsi la famille upsilon comprend-elle maintenant dix membres. La spectroscopie fournit de nouvelles et précieuses informations qui permettent de mettre à l'épreuve les théories qui décrivent les forces de liaison entre les quarks.

p. 147) a atteint pratiquement ses performances nominales. Les essais les plus récents ont permis d'accélérer des charges supérieures ou égales à 50 nanoCoulombs, à la sortie du groupeur, pour diverses largeurs d'impulsion (par exemple 5 A, 10 ns).

Les caractéristiques des micropaquets résultant du groupement sont conformes aux résultats de calcul, à savoir une extension en phase des micropaquets autour de la crête de l'onde HF, de  $10^\circ$  pour 50 % des particules accélérées et de  $24^\circ$  pour 80 % des particules accélérées; la largeur du spectre d'énergie est de 11,5 % pour 80 % des particules accélérées.

Un ensemble modulateur-klystron du linac d'Orsay a été modifié pour fournir une largeur d'impulsion HF de  $4,5 \mu\text{s}$  compatible avec le temps de remplissage de la section de groupement. Cet ensemble, grâce à son impulsion longue, a permis de tester le système de compression d'impulsion prévu pour le LIL. Il s'agit là d'un mode de fonctionnement du type SLED, emprunté au SLAC, dans lequel une partie de l'impulsion longue est stockée dans des cavités de stockage à faibles pertes puis réémise brutalement pendant un temps très court (pratiquement égal au temps de remplissage des sections accélératrices). Ceci a donc pour effet, à puissance crête constante fournie par un klystron, d'augmenter la puissance crête qui alimente les sections. En d'autres termes, pour un gradient d'accélération donné, on peut alimenter plus de sections avec un même ensemble modulateur-klystron. Compte tenu de l'économie réalisée, la version SLED utilisée pour LIL a été appelée LIPS (LEP Injector Power Saver).

Les cavités de stockage, de forme sphérique, ont été réalisées par le CERN et transportées à Orsay pour des essais qui ont été couronnés de succès. L'impulsion HF initiale de 23 MW,  $4,5 \mu\text{s}$ , a été transformée en une impulsion plus courte avec une puissance moyenne de 50 MW



pendant  $1 \mu\text{s}$  mais qui présentait une pointe à 115 MW. LIPS est dorénavant la version officielle de l'alimentation HF du LIL et permet d'économiser au total trois modulateurs-klystrons.

Un modulateur prototype LIL a été monté à Orsay. Il fournit une impulsion longue de  $4,5 \mu\text{s}$ , 280 kV, 300 A destinée à alimenter un klystron de 35 MW crête. Les performances nominales ont été atteintes et actuellement le modulateur dans sa version quasi définitive effectue des essais de durée en puissance. Les klystrons prototypes seront réceptionnés à Orsay à l'aide du modulateur prototype.

Au début de l'année 82, divers prototypes de cellules accélératrices LIL ont été ébauchés puis usinés, ce qui a permis de faire des tests d'outil de coupe au diamant et des mesures de caractéristiques HF. A la suite de quoi, 45 cellules ont été usinées, assemblées puis brasées pour faire une section prototype à trois paliers de 1,5 m de long. Un tronçon supplé-

*Travaux de construction en cours au CERN pour les linacs injecteurs du LEP (LIL). La mise en œuvre de l'assemblage pour ces linacs est prévue pour le printemps prochain et les premiers faisceaux pourraient être accélérés à la fin de 1985.*

*(Photo CERN 316.5.83)*

mentaire de treize cellules correspondant au neuvième palier a été également assemblé, mais non brasé. Hormis la mesure du coefficient de surtension qui a donné une valeur de 10 % inférieure aux prévisions, les caractéristiques HF et mécaniques se sont avérées excellentes. Deux types de coupleurs d'entrée et de sortie ont été successivement mis au point. Les coupleurs retenus font actuellement l'objet de mesures complémentaires pour approcher au mieux les cotes définitives et se familiariser avec les réglages fins d'adaptation.

L'étude de la focalisation des faisceaux dans le linac faible courant débouche sur une solution du type FODO où les quadrupôles sont disposés autour des sections. La focali-

sation des deux premières sections du linac 600 MeV est toutefois assurée par des solénoïdes longs. Le linac fort courant, par contre, utilise une solution à triplets placés entre les sections.

A l'heure actuelle, une grande partie des appels d'offres pour les composants du LIL ont été faits et plusieurs contrats ont été passés. La première section de série devrait être livrée début 1984 ainsi que le premier modulateur de série. Les premiers faisceaux accélérés sont prévus pour fin 1985.

## CERN Faisceaux nucléaires

Plusieurs grands laboratoires étudient les possibilités d'expérimentation avec des noyaux de haute énergie accélérés par des machines conçues pour des protons. En Allemagne fédérale, en France et aux Etats-Unis, des machines fournissent déjà

des noyaux à des énergies moins élevées. Des expériences réalisées avec ces faisceaux et d'autres études utilisant des cibles nucléaires ont fourni des indications prometteuses de l'existence d'un nouveau comportement.

Une recherche qui s'impose plus particulièrement est celle d'un nouvel état de la matière (le plasma quark-gluon, ou « quagma ») qui posséderait des propriétés très différentes de celles de la matière nucléaire ordinaire.

Au CERN, on a accepté le principe d'une expérience utilisant des faisceaux d'ions oxygène-16 accélérés dans le synchrotron à protons de 28 GeV. Cette machine n'en est pas à son coup d'essai dans l'accéléra-

tion de faisceaux « allogènes » puisqu'elle a déjà fourni deutons, alpha et antiprotons. Il est également prévu qu'elle fournira des électrons et des positons pour le LEP.

La difficulté principale de l'accélération des ions dans les machines existantes, conçues pour des particules plus légères, réside habituellement dans le linac. L'accélération de particules n'est possible que si leur arrivée entre les espaces de glissement est synchronisée avec les champs oscillatoires établis dans les cavités du linac; elle dépend du rapport charge/masse des particules et de l'intensité des champs.

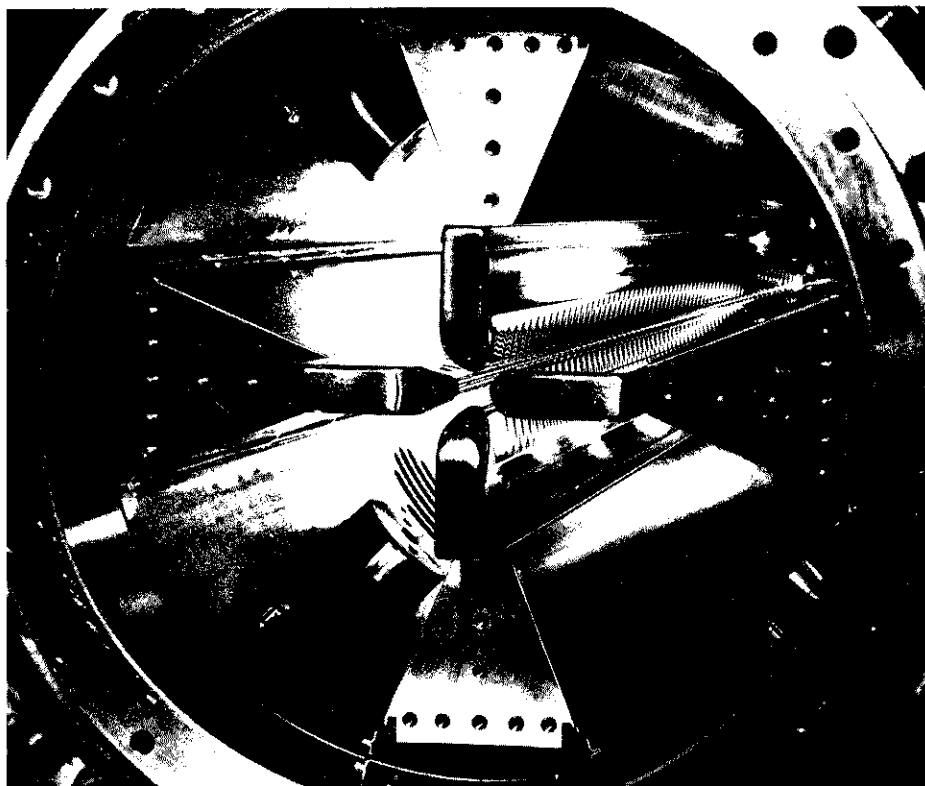
L'ancien linac du PS (situé auprès du nouveau et qui reste disponible pour l'accélération des particules) peut fonctionner avec des champs excédant d'environ un tiers ceux qu'exige son exploitation normale avec des protons. Il est donc possible d'accélérer des ions oxygène positifs de charge 6; ils atteindraient une énergie de 12,5 MeV par nucléon puis traverseraient une feuille d'arrachement qui les éplucherait totalement, enlevant les deux derniers électrons orbitaux et ne laissant que le noyau d'oxygène-16.

Quelques acrobaties HF resteraient à effectuer, mais il n'y aurait en principe aucun problème pour accélérer dans les synchrotrons les ions totalement épluchés. Le synchrotron injecteur à quatre anneaux serait utilisé avant l'injection dans l'anneau du PS car il fournit de plus fortes intensités. Cela permettrait également de ne pas mêler l'anneau du PS aux acrobaties HF car il sera déjà utilisé à de nombreuses autres tâches.

L'intensité des faisceaux d'ions est un paramètre important et il sera nécessaire de prêter une attention minutieuse à l'optimisation de la source d'ions et au quadrupôle HF (QHF) préinjecteur envisagé. La preuve a été faite que les QHF peuvent remplacer les préinjecteurs classiques et cela de manière éventuellement très efficace (voir numéro de mai 1980, page 108). Le système actuel de surveillance du faisceau de

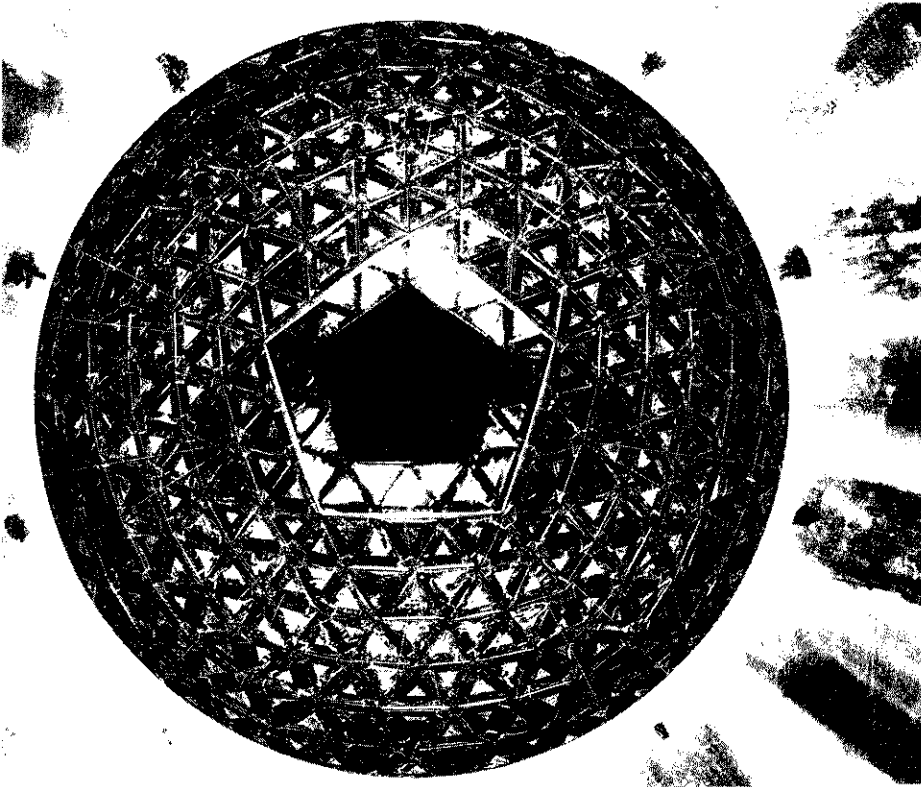
*Intérieur du quadrupôle haute fréquence (QHF) qui a été récemment essayé avec succès au CERN. On prévoit que de tels éléments, destinés aux préinjecteurs, joueront un rôle important dans tout futur projet d'accélération d'ions lourds au CERN.*

*(Photo CERN 19.3.83).*



Vue inhabituelle du détecteur «boule de plastique» (collaboration Berkeley / Darmstadt) exploité au Bévalac de Berkeley pour l'étude des ions lourds. Il est envisagé de le transférer au CERN pour des études à de plus hautes énergies.

(Photo LBL)



protons devra être perfectionné car sa sensibilité ne serait pas suffisante pour des faisceaux d'ions.

Dans le cas des faisceaux d'oxygène-16, le domaine d'énergie dont il est question va de 7 à 13 GeV par nucléon. Les Laboratoires de Berkeley et de Darmstadt sont disposés à fournir une source d'ions et un préinjecteur QHF. Les expériences utiliseraient le détecteur «boule de plastique» (qui sert actuellement pour l'expérimentation avec des ions lourds auprès du Bévalac de Berkeley), détecteur associé à des chambres à sillages lumineux.

Au cours des années, l'évolution du PS l'a transformé essentiellement en une source de particules pour les autres machines du CERN, de sorte que rares sont les nouvelles zones d'expériences qu'il peut alimenter. L'exploitation de la chambre à sillages lumineux exige un grand aimant de vertex tel que celui qui a été récemment réinstallé dans la zone d'expériences Ouest. Toutefois, cette zone n'est pas directement re-

liée au PS, étant alimentée par des faisceaux provenant du SPS de 450 GeV.

Pour les expériences avec l'oxygène-16, les faisceaux du PS seraient injectés dans le SPS dont le rôle serait celui d'une ligne de transfert géante qui ferait tourner le faisceau pour le braquer dans la direction requise.

Si de toute façon les ions doivent être injectés dans le SPS, il est bien naturel de songer également à les y accélérer. En principe, il est possible d'injecter à 7 GeV par nucléon des ions oxygène totalement épluchés et de les accélérer jusqu'à environ 225 GeV par nucléon. Cependant, aucune décision n'a encore été prise à ce sujet, mais l'option reste ouverte pour l'année 1986 et les suivantes.

Le récent colloque au sujet de l'expérimentation avec cibles fixes au SPS (voir numéro de janvier/février, page 8) a témoigné de l'intérêt porté aux ions lourds, le flot bouillonnant des sessions parallèles puis des

comptes rendus a permis de traiter des possibilités d'utiliser des faisceaux et des cibles nucléaires dans le SPS.

## DESY Faisceaux polarisés

Dans PETRA et DORIS-II, les deux anneaux de stockage électron-positon de DESY (Hambourg), il est maintenant possible d'obtenir des faisceaux polarisés et de les conserver dans des conditions qui paraissent être raisonnablement bien comprises. Alors qu'auprès de PETRA, l'énergie des particules en circulation est actuellement mesurée avec une précision de cinq chiffres significatifs à l'aide de la méthode de la dépolarisation, les deux expériences en cours auprès de DORIS (Argus et «boule de cristal») ont permis de mesurer des asymétries provoquées par une polarisation de 80 % du faisceau à l'énergie d'upsilon prime.

Les faisceaux de PETRA deviennent polarisés dans un délai de vingt minutes et, pour conserver la polarisation, il faut accepter une certaine dégradation de la luminosité. Quant à DORIS II, le temps de polarisation n'est que d'une minute et il ne semble pas y avoir de dégradation des excellents résultats obtenus pour la luminosité, égale à  $1000 \text{ nb}^{-1}$  par jour.

En 1978, un dispositif destiné à mesurer la polarisation a été installé auprès de l'anneau PETRA. Un faisceau laser polarisé est dirigé sur les électrons. Les photons rétrodiffusés du laser, qui prélèvent une grande quantité d'énergie aux électrons, sont détectés dans des compteurs disposés le long de la ligne de faisceau. La distribution de ces photons fournit les renseignements nécessaires au calcul du degré de polarisation du faisceau.

Ce procédé a été amélioré de manière considérable au cours de l'année écoulée. Il est maintenant possible d'effectuer une mesure en une

seule minute, ce qui permet de surveiller de façon plus ou moins continue le degré de polarisation. Tout facteur ayant une influence sur cette polarisation peut être rapidement identifié, puis corrigé. Un nouveau laser est actuellement en cours d'installation ; il devrait permettre de mesurer le degré de polarisation en quelques secondes.

Les premières mesures effectuées auprès de PETRA ont confirmé pour l'essentiel les prévisions relatives à la polarisation et à plusieurs effets dépolarisants. Le degré de polarisation était normalement très faible et il était en outre différent pour chaque remplissage. La machine PETRA nue détruit sa polarisation à peu près au même rythme que cette dernière est créée. Du fait de l'impossibilité de reproduire la polarisation, il était impossible de l'employer pour quelque type d'expérience que ce fût jusqu'à

ce qu'une méthode fiable soit trouvée permettant de maîtriser avec précision les conditions d'exploitation.

Dans un anneau de stockage, la dépolarisation est provoquée par plusieurs facteurs et par des imperfections de la machine. Cependant, on peut améliorer la polarisation en compensant l'effet des facteurs de distorsions verticales les plus proches des principales résonances dépolarisantes. Des combinaisons spéciales d'aimants de déformation de l'orbite sont utilisées de façon empirique pour annuler les principaux effets dépolarisants.

Avec PETRA, il est possible de maintenir la polarisation aux environs de 80 % avec une luminosité raisonnable. Une contre-réaction avec des champs de faible intensité de l'ordre de seulement 0,1 gauss peut détruire la polarisation. La fréquence fournit l'énergie exacte du faisceau et la précision de telles mesures est supérieure de deux ordres de grandeur à la dispersion en énergie naturelle du

Schéma du polarimètre à laser récemment installé auprès de l'anneau électron-positon DORIS-II à DESY.

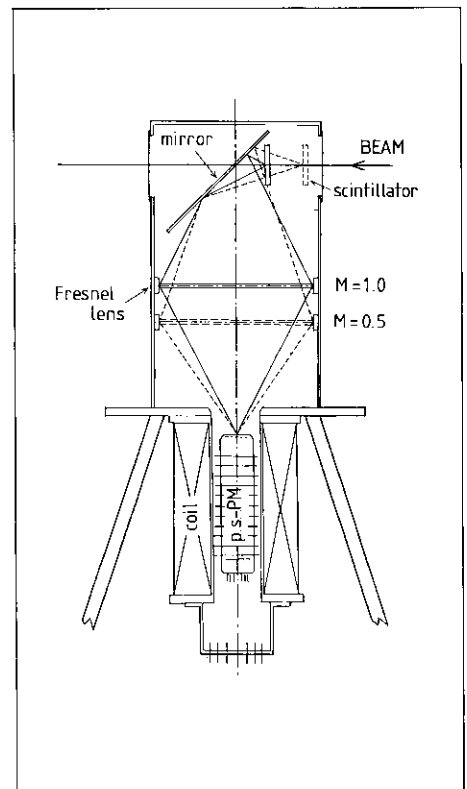
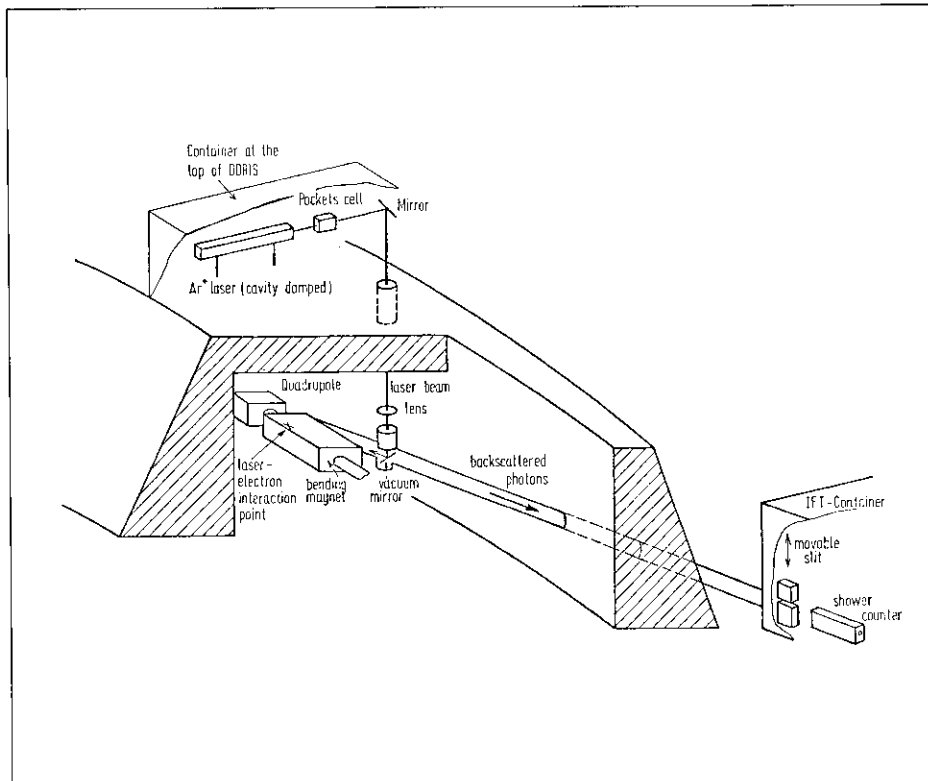


Schéma de l'hodoscope du LAPP équipé du photomultiplicateur sensible à la position (voir en bas p.s.- PM).

faisceau. Il est ainsi possible de tester d'autres propriétés importantes du faisceau, telles que le facteur de compaction de la quantité de mouvement, lequel mesure la variation du champ HF accélérateur avec l'énergie du faisceau.

Avec DORIS-II, l'asymétrie de l'annihilation électron-positon en deux photons a été mesurée par les deux groupes d'expérience à l'énergie de l'upsilon prime, en l'absence de toute résonance dépolarisante. Les deux groupes ont obtenu une valeur de 80 %, qui est en accord avec des mesures effectuées à l'aide d'un polarimètre à laser.

## LAPP (ANNECY) Hodoscope à haute résolution

Grâce à des progrès technologiques constants, les matériaux pour scintillateur ont conservé leur place parmi les principaux outils de la panoplie du physicien des particules.

Le LAPP vient de mettre au point un nouvel hodoscope à scintillateurs à haute résolution qui fait appel à un photomultiplicateur spécial, disposé dans un champ magnétique axial pour localiser les électrons secondaires. Les travaux d'étude ont permis d'établir la configuration optimale des dynodes de focalisation et un prototype a été mis au point.

*Vue du détecteur PLUTO lors de sa remise en place en 1981 dans l'anneau PETRA (DESY) où il devait par la suite amasser des données importantes provenant de collisions photon-photon. Ce détecteur a eu une carrière longue et illustre auprès des deux anneaux DORIS et PETRA.*

*(Photo DESY)*

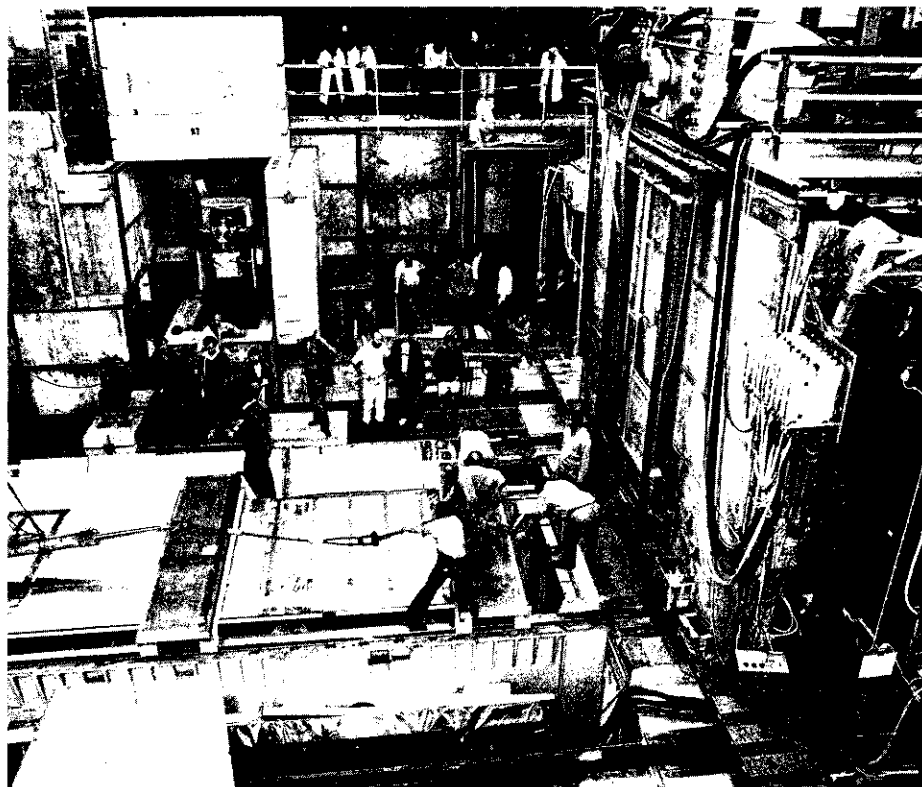
Dans ce dispositif, les électrons secondaires, après amplification par la série de dynodes, sont recueillis sur une matrice constituée de plusieurs anodes (voir le numéro de juillet/août 1980, page 199).

A partir de ce dispositif, associé à un scintillateur de 10 mm de côté, un hodoscope prototype a été construit; il a la capacité de mesurer dans deux dimensions la position de particules se trouvant dans un faisceau dense de pions d'une énergie de 10 GeV (provenant du PS du CERN) avec une précision inférieure à 1 mm.

La hauteur des impulsions a été enregistrée par un ordinateur en ligne et la position du point d'impact a été calculée. Par une analyse ultérieure en différé, il est possible d'améliorer encore la qualité de l'image enregistrée.

Un système de lentilles a été conçu pour optimiser les résultats obtenus avec l'optique à grande ouverture. Cette innovation donne également à l'hodoscope la capacité supplémentaire de balayer le faisceau en resserrant le « cadrage ». Des améliorations de l'optique ont également été démontrées.

Avec sa simplicité technique et son recours à la technique éprouvée des photomultiplicateurs, ce dispositif semble offrir certains avantages sur les détecteurs à gaz ou à transis-



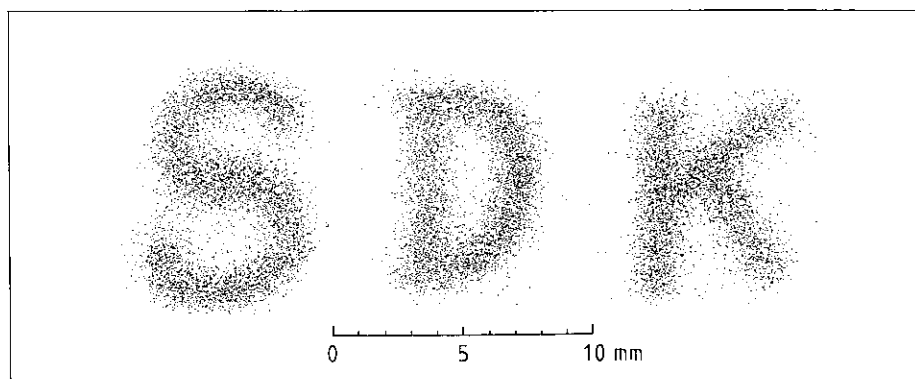
tors. Un processeur analogique à débit rapide est à l'étude en vue d'accroître les capacités de calcul en temps réel, ainsi qu'une unité plus élaborée, dotée d'une matrice polyanodique plus grande. Des applications sont prévues dans plusieurs domaines de la physique des particules ou de la médecine. Ainsi, un système hybride est étudié dans lequel le photomultiplicateur sera utilisé avec un intensificateur de brillance en vue de l'obtention d'une plus grande surface sensible.

## CONFÉRENCE Collisions photon-photon

Bien qu'elles soient difficiles à observer, les collisions photon-photon ont ouvert un domaine de recherches auquel il était difficile, voire impossible, d'accéder par d'autres méthodes. Le progrès réalisé dans ce domaine est apparu évident lors des cinquièmes journées d'étude internationales consacrées aux collisions photon-photon qui se sont tenues à Aix-la-Chapelle (Allemagne fédérale) du 13 au 16 avril et auxquelles ont participé quelque 120 physiciens.

Aux séances plénières du matin a été présenté, du point de vue de la théorie et de l'expérimentation, un panorama du terrain parcouru depuis la réunion de Paris de 1981. L'évolution importante du domaine a donné lieu à quelques séances de discussion vivantes certains après-midi et 27 communications, comparées aux

*Exemple de la résolution obtenue avec l'hodoscope, à l'aide de scintillateurs externes de définition en forme de lettres.*



# Nouvelles brèves

sept de la réunion de Paris, ont été présentées lors des séances consacrées à l'expérimentation.

Les photons qui entrent en collision font partie du rayonnement de Bremsstrahlung émis par les particules en circulation dans les anneaux de stockage électron-positon. Pour distinguer les collisions entre photons des interactions électron-positon, il faut détecter l'électron et/ou le positon sortant, ou identifier les événements en fonction de l'énergie manquante avant/arrière.

La première méthode nécessite un rendement élevé de détection des électrons effectuée dans une direction proche de celle du faisceau alors que la seconde requiert une bonne couverture de l'angle solide en vue de la détection des hadrons chargés et neutres.

Le caractère très approprié du détecteur PLUTO (DESY) pour ce type de recherches a été clairement démontré par son apport aux journées d'étude. Il est quelque peu attristant que PLUTO (au terme d'un emploi auprès des anneaux électron-positon DORIS et PETRA depuis 1974) n'ait aucun successeur idéalement équipé pour la physique à deux photons. Néanmoins, les premiers résultats fournis en ce domaine par les détecteurs installés auprès de l'anneau PEP annoncent un programme prometteur au SLAC.

Parmi les sujets étudiés figurait la production par collisions de deux photons de résonances métriques, de muons, de hadrons, de paires proton-antiproton et de quatre pions chargés, ainsi que des résultats relatifs à la fonction de structure du photon (une spécialité de ce domaine de la physique).

Les résultats obtenus avec le détecteur JADE auprès de PETRA ont fourni de nouveaux renseignements intéressants concernant les niveaux de production relatifs de paires de mésons  $\rho$  chargés et neutres dans différentes combinaisons de charge de quatre pions. Le détecteur «boule de cristal» a permis d'obtenir quelques jolis exemples de diffusion du

photon (collisions élastiques photon-photon) avec un état intermédiaire de méson  $\eta$ .

Il apparaît difficile d'obtenir de bonnes données concernant la section efficace totale photon-photon et il se peut que la réaction à deux photons présente des limitations lorsqu'on l'utilise, au travers de la fonction de structure du photon, pour tester la chromodynamique quantique (théorie des quarks et des gluons).

Pour terminer sur une note plus gaie, un problème totalement différent a été proposé aux participants lorsqu'un après-midi ils ont dû choisir entre deux excursions possibles. Cela valut aux organisateurs un autre succès car tous furent convaincus d'avoir fait le bon choix!

(Source: Egil Lillestøl)

Robert B. Palmer.



## Personnalités

Robert B. Palmer a été nommé directeur adjoint du département de Physique des hautes énergies du Laboratoire national de Brookhaven; il devient responsable des programmes de recherche pour le synchrotron à gradients alternés et pour le projet d'accélérateur-collisionneur (le CBA). Entré au département de Physique de Brookhaven en 1960, Palmer a joué un rôle important dans nombre de projets de recherche et de découvertes en physique de ce Laboratoire, ainsi que dans les travaux effectués récemment sur de nouveaux aimants supraconducteurs destinés aux accélérateurs de particule.

Deux physiciens se partagent le prix Enrico Fermi 1982: Herbert L. Anderson (Laboratoire national de Los Alamos) et Seth H. Neddermeyer (Université de Washington). Créée en 1956, cette distinction n'est décernée que pour des contributions exceptionnelles au domaine de l'énergie atomique.

Anderson a été cité «pour ses collaborations d'avant-garde avec Fermi pour mettre en évidence l'émission de neutrons dans la fission (à l'Université Columbia), pour son rôle essentiel dans la construction des premières piles à réactions en chaîne, pour ses travaux sur la production et la détermination des propriétés du tritium et de l'hélium-3, pour sa collaboration avec Fermi dans la détection de la première résonance hadronique (à l'Université de Chicago) et pour ses contributions plus récentes à la compréhension de la nature des forces nucléaires fortes et faibles».

Neddermeyer a été honoré «pour avoir participé à la découverte du positon, pour la part qu'il a prise dans la découverte du muon, pour avoir inventé l'implosion technique pour l'assemblage des matériaux nucléaires et pour l'ingéniosité, la

## Bonnes nouvelles pour le LEP

Le décret de déclaration d'utilité publique concernant le LEP, le collisionneur électron-positon du CERN, a été signé par le Gouvernement français. La voie est ainsi libre pour les travaux de génie civil concernant l'anneau souterrain de 27 km, dont la plus grande partie se trouvera en territoire français. On espère que les travaux sur le tunnel proprement dit commenceront bientôt et les premières collisions sont prévues pour la seconde moitié de 1988.

Cette machine est surtout destinée à assurer une source abondante de particules  $Z^0$ , porteuses lourdes (environ cent fois la masse du proton) de la force faible. Ces particules sont l'une des prédictions clés de la théorie électrofaible qui unifie l'électromagnétisme et la force nucléaire faible.

Il a été également encourageant pour la communauté LEP d'entendre l'annonce faite par le CERN de la découverte du  $Z^0$  (dont les premiers signes ont été cités dans notre numéro de juin). Cinq événements candidats de  $Z^0$  avaient été enregistrés début juin dans le collisionneur proton-antiproton SPS du CERN (quatre désintégrations en une paire électron-positon et une en deux muons). La masse de la particule semble correspondre aux prédictions de la théorie électrofaible et donc à l'énergie nominale du LEP. Un numéro spécial du COURRIER CERN sera prochainement consacré à ces découvertes historiques des particules W et Z.

Carlo Rubbia.



prévoyance et la persévérance qu'il déploie pour trouver des solutions à ce qui paraissait tout d'abord être des difficultés techniques insurmontables».

L'Université de Genève a décerné, le 3 juin, le grade de docteur honoris causa à Carlo Rubbia et Simon van der Meer du CERN. Ces distinctions consacrent le rôle important de ces deux chercheurs dans le projet antiproton du CERN qui est à l'origine de la découverte des particules W et Z.

Le soixantième anniversaire de E.R. Caianiello a été marqué par une réunion de théoriciens de la physique à Amalfi (près de Naples), au début de mai. Elle a rassemblé environ soixante physiciens et notamment presque tous les nombreux collaborateurs avec qui Caianiello a travaillé au cours de ses nombreuses années productives dans le domaine de la physique. Il

Simon van der Meer.



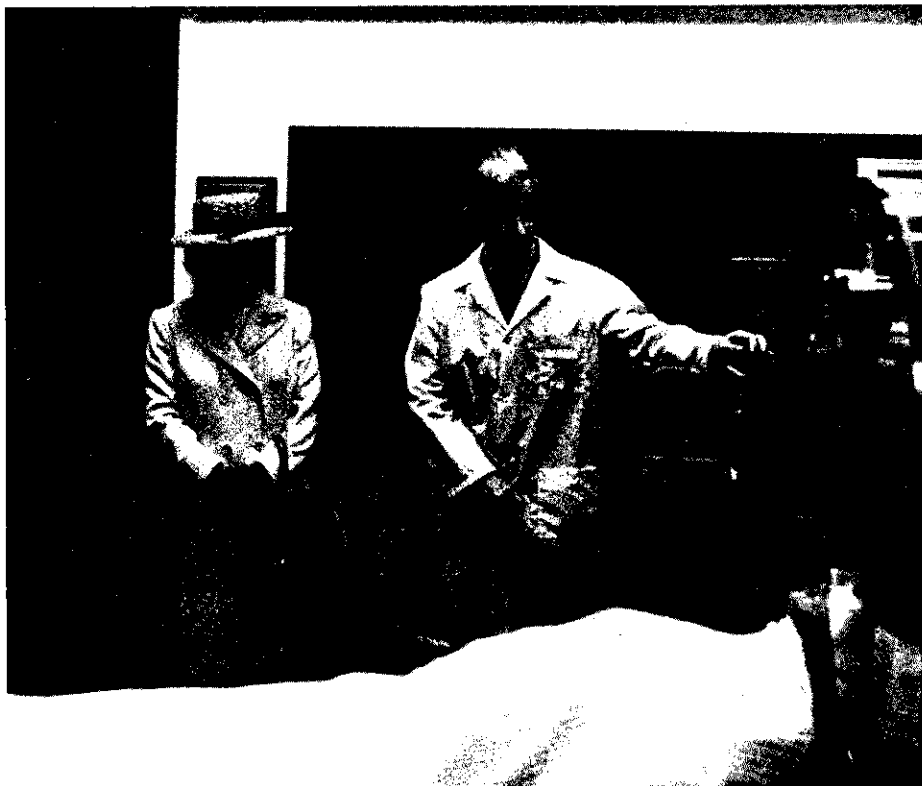
est bien connu pour sa représentation de diagrammes de Feynman à l'aide de déterminants et de permanents ainsi que pour ses contributions à la théorie de renormalisation. Au nombre de ses intérêts scientifiques, il ajoute maintenant la biophysique et il s'occupe également des aspects géométriques de la théorie des quanta.

Angelo Scribano a été nommé directeur du Laboratoire INFN de Pise. Ses activités ont porté dans le passé sur une large gamme d'expériences utilisant les machines du CERN et, actuellement, il travaille avec un groupe Pise-Frascati sur l'ensemble détecteur du collisionneur du Laboratoire Fermi.

Division Particules  
et champs à l'APS

Pour l'année 1983, le Comité exécutif de l'APS (American Physical

En marge d'une réunion de physique à Amalfi (près de Naples) pour marquer son soixantième anniversaire, E.R. Caianiello (à droite) bavarde avec G.A. Wheeler, son ancien collaborateur.



Society) est composé de la façon suivante: président Alfred Mann (Pennsylvanie); vice-président John Peoples (Laboratoire Fermi); ancien président Charles Baltay (Columbia); secrétaire-trésorier Thomas Ferbel (Rochester); conseillers de la Division: C.N. Yang (Stony Brook), Edmond L. Berger (Argonne), Lowell Brown (Washington), Ernest D. Courant (Brookhaven), David Nygren (Berkeley), Thomas A. O'Halloran (Urbana-Champaign) et Richard E. Taylor (SLAC).

#### Changements à TRIUMF

David Axen a achevé son mandat de directeur adjoint et de chef de la Division scientifique et va reprendre ses activités d'enseignement à l'Université de la Colombie britannique et de recherche expérimentale à TRIUMF et LEAR. Peter Kitching (Université de l'Alberta) le remplace; il a travaillé à des expériences sur des réactions mettant en jeu des protons polarisés.

Brian Pate a cessé en septembre 1982 ses activités à la tête de la Division des programmes d'application pour devenir directeur du Programme de tomographie par positons. Joop Burgerjon lui a succédé, présidant à la mise en service réussie du CP42, cyclotron de 42 MeV destiné à la production d'isotopes. En octobre, il transmettra ses fonctions à Richard Johnson mieux connu, jusqu'à présent, pour ses expériences de basse énergie sur la mesure du rayon du proton et du neutron par diffusion de pions.

Lors de la récente visite de la reine à l'Hôpital universitaire de soins intensifs de Colombie britannique, Brian Pate fait découvrir à Elisabeth II d'Angleterre le fonctionnement du tomographe à positons construit à TRIUMF. Des isotopes à vie brève parviennent directement de TRIUMF par un tube pneumatique de 2,5 km.

(Photo UBC Biomedical Communications)



W.J. Deetman, ministre de l'Education et de la technologie des Pays-Bas, a signé le livre d'or du CERN. A sa droite, Herwig Schopper, directeur général du CERN.

(Photo CERN 39.6.83)

En octobre dernier a été formée une Division de la technologie recouvrant les services d'ingénierie, de commande, d'électronique et d'informatique. Son premier chef, Kenneth Dawson (Université de l'Alberta) est un partisan bien connu du FASTBUS; il avait jusqu'à une date récente été détaché pendant plusieurs années à Los Alamos.

#### Au sujet des courants neutres

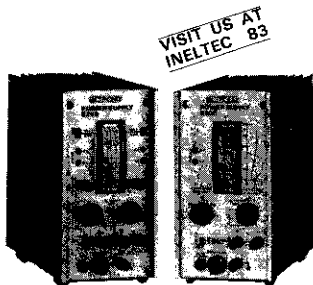
A l'époque de la « science des grands moyens », faire une découverte importante constitue un grand pas. Cette assertion est bien illustrée par Peter Galison dans un article fascinant paru dans un numéro récent de « Reviews of modern physics » (vol. 55, n° 2, avril 1983) et intitulé « How the first neutral current experiments ended ». L'auteur retrace en détail l'histoire de la découverte du courant neutre dans les interactions faibles réalisée en 1973 au CERN dans la chambre à bulles Gargamelle, décrivant le rôle joué par l'expérience effectuée au Laboratoire Fermi à l'aide d'un gros compteur à neutrinos et parlant des personnalités qui y ont participé.



L'« accélépède » du SLAC a remporté le prix du plus beau déguisement de mille-pattes lors de la course d'environ 12 km qui a été organisée dans le cadre du carnaval de San Francisco en mai. Il se composait d'une chaîne de 33 coureurs, porteurs de boîtes représentant les alimentations électriques du SLAC, reliés par une ligne de faisceau et équipés de lampes flashes et d'avertisseurs sonores. Nous espérons pouvoir plus tard publier une photo couleur de l'événement.

## Our response to many customer requests: Labpac B200/B202

- High resolution voltage setting with 10-turns potentiometer
- Twin meter for voltage and current
- LED indicators for constant voltage and constant current modes
- Short circuit protected
- Over temperature protected transformer



### Output ranges:

Labpac B200: 0-20V/2A or 0-45V/1, 2A  
Labpac B202: 0 to  $\pm 15V/1, 5A$

Switch selectable for: Separately adjustable outputs;  
to **MUTUALLY TRACKING** where outputs follow each other  
even during overload.

### Main data:

Line regulation:  $< 1mV$  • Load regulation  $< 2mV$  • PARD  $< 1mVpp$  • Transient recovery time  $< 50\mu s$  • Mass  
176 x 88 x 255 mm



Oltronix Labor AG  
Grillenweg 4 CH-2504 Biel  
Phone (032) 42 44 45  
Tx. 34637

BRD: Phone (07221) 6 16 53 Tx. 78 110  
Sweden: Phone (08) 28 28 40 Tx. 10 738  
NL: Phone (05945) 127 00 Tx. 53 301

## 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

**Nos filtres sont des produits de qualité. Les tests de fuite au brouillard de paraffine sont les garants pour une utilisation avec de hautes exigences.**



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

## 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)<br>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<sup>er</sup> du mois

Délai de réception des films positifs et textes

1<sup>er</sup> du mois qui précède

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

Trame offset

60 ou 54 suisse (150 anglaise et française)

Les annulations parvenues après le 1<sup>er</sup> du mois précédent ne sont pas prises en considération.

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 Télex 2 36 98

# COMMERCIAL URANIUM. IT'S MORE THAN JUST ANOTHER METAL.



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

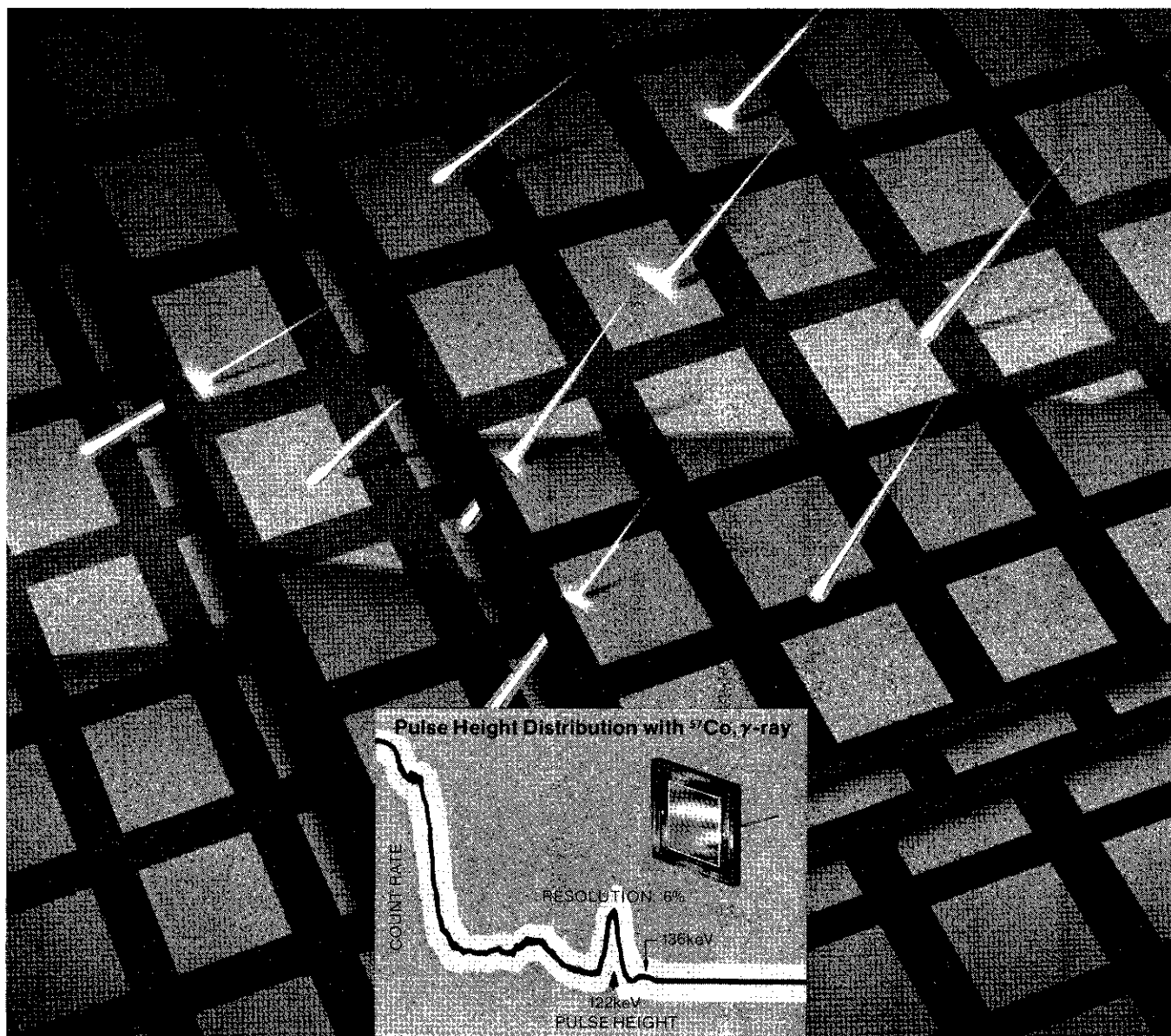
Currently in use for a wide range of radiological shielding and non-destructive testing applications, balance weights for aircraft, colouring

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

For thirty years BNFL has been fabricating commercial uranium—casting, machining, rolling, forging, extruding.

For further information write to:-  
The Commercial Manager,  
Misc. Products Business Centre,  
Room C24,  
British Nuclear Fuels Limited,  
Risley, Warrington WA3 6AS

**BNFL**



## 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 (100mm<sup>2</sup>) 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 100mm<sup>2</sup> 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.

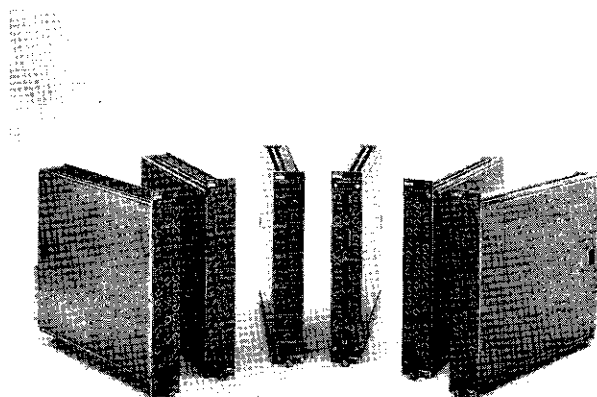
Applications include scintillation detection in the fields of High Energy Physics, Medical Diagnostics and industrial instrumentation. Hamamatsu engineers will modify the S1723 or other detectors to meet your needs.

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.

# THE OTHER ALTERNATIVE FOR NIM FAST LOGIC MODULES\*



**4301** — quad discriminator 150 MHz  
with common adjustment of thresholds

**4331** — octal discriminator 150 MHz  
with independent adjustment of thresholds

**4351** — quad constant fraction  
discriminator

**4311** — quad linear gate

**4281** — quads fan-in fan-out

**4291** — octal level translator NIM  $\leftrightarrow$  TTL

etc...

Ask for data sheets

**INEL** 1261, rue Louis-Blériot  
Tél. 33-(3)-956 31 90

78530 Buc — France  
TWX 698 502 F

\* IN2P3 ISN GRENOBLE PATENT



**A+D PRODUCTS SA**

2501 Bienne r. Albert Anker 23

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

## Alimentations de laboratoire

NOUVEAU



Swiss made

### Série LH

précises compactes solides

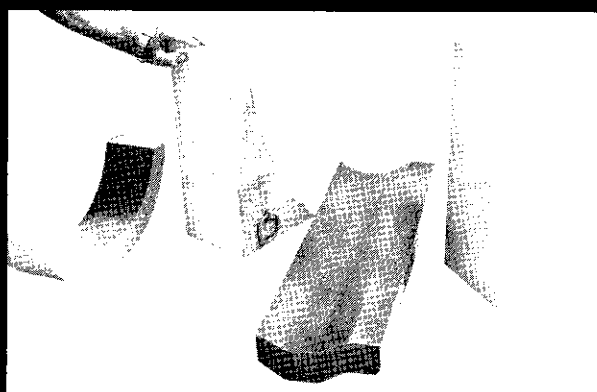
- tensions de sortie 0-10, 0-20, 0-40 V DC
- courants de sortie 0-3, 0-2, 0-1 A
- ondulation résiduelle < 0.1 mVpp
- stabilité ligne + charge < 0.5 mV (LH 20-2)
- temps de rétablissement < 50  $\mu$ s (LH 20-2)
- coeff. de température 50 ppm/K
- protection contre les courants inverses
- protection contre les inversions de polarité
- protection contre surcharges et surchauffe
- résiste aux court-circuits permanents
- branchement en parallèle et série possible
- prise secteur au dos
- boîtier en profilés d'aluminium éloxés

Fabriqué en Suisse

Garantie 5 ans

1061

## Composite Shielding Materials



- For ■ **POWER REACTORS**  
■ **RESEARCH REACTORS**  
■ **PARTICLE ACCELERATORS**  
■ **ISOTOPE SOURCES**

**BASE MATERIALS:** Refractories, Polyethylenes, Silicones, Clays.

**ADDITIVES:** Hydrogen, Boron, Lithium, Lead, Cadmium, Rare Earths.

**FORMS:** Bricks, Slabs, Cylinders, Blankets, Pellets, Casks, Castables, Pipe Shields.

SEND FOR COMPLETE CATALOG



**REACTOR EXPERIMENTS, INC.**

963 Terminal Way, San Carlos, California 94070 USA  
(415) 592-3355 • Cable: REACTEX • Telex: 345 505 (REACTEX SCLS)

# Interface to a wide variety of host CPUs -



2050 - 2088 Series

## our powerful CAMAC highway drivers

★ ★ ★

### COMING SOON

Look for FASTBUS interface capability from Kinetic Systems with these new FASTBUS products now under development:

- Active Segment Extender
- Segment Display Module
- Register and Scaler Modules
- Test and Data Storage Modules
- Data Filter and Processing Modules

*Watch for more information.*

This series of CAMAC highway drivers provides an efficient interface between a CAMAC highway and your host computer. Offering you the option of both serial or parallel highway interfaces, these drivers can be used in a variety of applications requiring distributed control, high-speed communication, or data acquisition. Compatible software includes device drivers and FORTRAN-callable subroutines to support transparent communication between your computer and the remote crates.

#### HIGHWAY OPTIONS

- \* Serial highway driver
- \* Parallel highway driver
- \* Combined serial/parallel highway drivers

#### COMPUTER INTERFACES

- \* Digital PDP-11, LSI-11, and VAX
- \* Systems 32
- \* Modcomp II, III, IV, and Classic
- \* Hewlett-Packard 1000 and 2100

#### FEATURES

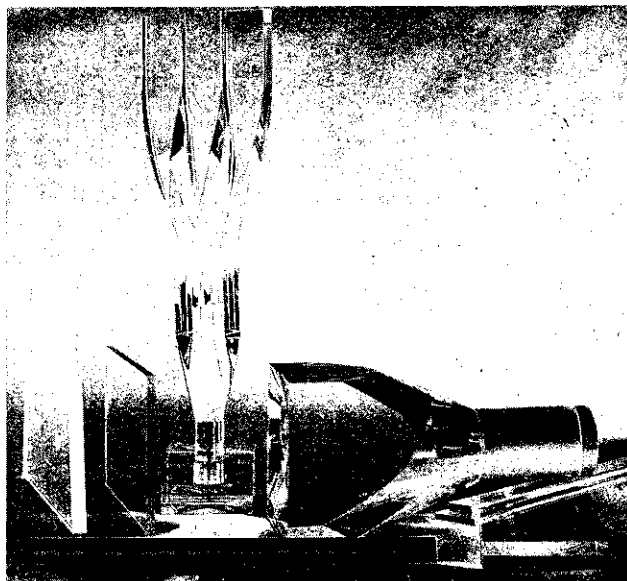
- \* Offers D-port and U-port options for serial highway conditioning
- \* Supports single command, Q-Scan, Q-Stop, Burst, and Execute List modes with full DMA
- \* Controls up to 7 parallel and/or 62 serial highway crates
- \* Includes automatic error recovery
- \* Provides FIFO storage for up to 64 serial Demand messages

**Please contact us for additional information**

**Kinetic Systems International S.A.**

Dept. 102 \* 3 Chemin de Tavernay \* 1218 Geneva, Switzerland \* Tel. (022) 98 44 45 \* Telex 28 9622  
KineticSystems Corporation \* 11 Maryknoll Drive \* Lockport, Illinois 60441 \* Tel. 815 838 0005 \* TWX 910 638 2831

concept  
systems



## POLIVAR S.p.A.

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

### Lignes de production

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

## TECHNOLOGIE RF

Composants et  
Techniques

- Câbles coaxiaux et guides d'ondes
- Commutateurs de guides d'ondes
- Comparateurs à monoimpulsion
- Disrupteurs de courant continu
- Systèmes de pressurisation
- Syntonisateurs de tronçons
- Compensateurs de phase
- Commutateurs coaxiaux
- Rupteurs coaxiaux
- Multiplexeurs
- Charges RF

Contactez Dielectric pour tous  
vos besoins RF de mW à MW

## DIELECTRIC COMMUNICATIONS

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

# COURRIER CERN

## Le support publicitaire pour équipements scientifiques et techniques

Le COURRIER CERN (CC) est la revue internationale traitant de l'actualité dans le domaine de la physique des hautes énergies. Distribuée aux spécialistes de tous les grands laboratoires du monde, actifs dans cette branche dynamique de la recherche fondamentale, le CC constitue la vraie source d'informations pour les chercheurs, ingénieurs, administrateurs, etc. Rédigé dans une langue simple et publié simultanément en français et en anglais, le CC est peu à peu devenu le moyen de communication entre les physiciens des particules élémentaires de l'Europe, des Etats-Unis, de l'URSS, du Japon et d'ailleurs.

Publié au CERN, Suisse, il bénéficie de la collaboration de correspondants dans les laboratoires d'Argonne, Berkeley, Brookhaven, Cornell, Fermi, Los Alamos et Stanford (USA), d'Orsay et Saclay (France), de Darmstadt, DESY et Karlsruhe (RFA), de Frascati (Italie), de Daresbury et Rutherford (Royaume-Uni), du SIN (Suisse), de Doubna et Novosibirsk (URSS), du KEK (Japon), de TRIUMF (Canada) et de Pékin (Chine).

Les crédits pour la physique des hautes énergies atteignent, en Europe, environ 1 milliard de francs suisses. Aux Etats-Unis, ils se montent à quelque 400 millions de dollars et ce chiffre est du même ordre pour les laboratoires soviétiques.

Une annonce dans le COURRIER CERN est diffusée systématiquement parmi la plupart des spécialistes des grands laboratoires de recherche en physique des hautes énergies.

Pour toute demande de renseignements,  
s'adresser à:

**Micheline FALCIOLA**  
**COURRIER CERN**  
**CERN**  
**CH - 1211 GENÈVE 23**  
**Téléphone (022) 83 41 03**  
**Télex 236 98**



**We've set the  
standard for over 20 years**



Electronic  
components  
and materials

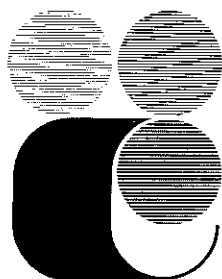
With Philips you  
therefore get single - stop  
shopping for all your  
imaging needs. For more  
information contact:

Philips Industries,  
Electronic Components  
and Materials Division,  
Eindhoven,  
The Netherlands  
Telex: 35000/nljevco

**PHILIPS**

# **Presses Centrales Lausanne SA**

**Commerçants – Industriels  
Conseils en publicité  
Communes  
à caractéristiques touristiques  
ou agricoles  
consultez-nous sans engagement.**



**Le dynamisme,  
la compétence de nos spécialistes,  
notre équipement de photocomposition  
et nos machines offset à feuilles  
4, 2 et 1 couleurs  
sont à votre service.**

*Nous nous sommes équipés d'un TÉLÉFAX pour mieux vous servir*

**PRESSES CENTRALES LAUSANNE SA**

7, rue de Genève  
Téléphone (021) 20 59 01  
Télex 25 404  
Téléfax (021) 20 59 01

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:

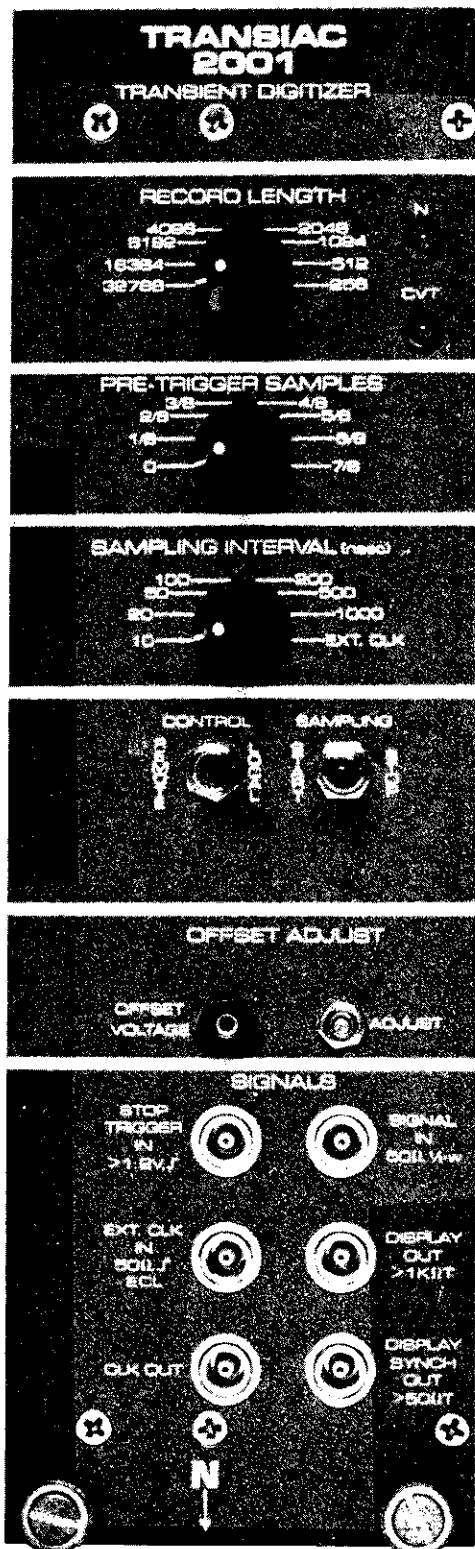
## TRANSIAC 2001

### 100 MHz, 8-Bit Transient Recorder 32K Word Memory

With the 2001 you can:

- \* Track and digitize a 10MHz analog signal with better than 7-bit accuracy
- \* Record and store waveform samples for 300 microseconds with 8-bit dynamic range at a 100MHz sampling rate
- \* Pack as many as five 100MHz 10-inch digitizers into one 19-inch rack mount, fully interfaced with your GPIB system
- \* Improve speed and flexibility of your computer interfacing and frequency analysis with the international CAMAC standard
- \* Look back in time, change recording speed, use only a fraction of the entire memory
- \* Instrument your experiment with more memory and improved analog tracking at a fraction of the cost of competing instruments.
- \* Completely automate your data acquisition with fully programmable waveform recording

Contact us for details about Transiac's full line of transient recorders and other fine products.



**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

# Une pompe turbo n'est jamais assez petite, parfois

## Pose du problème

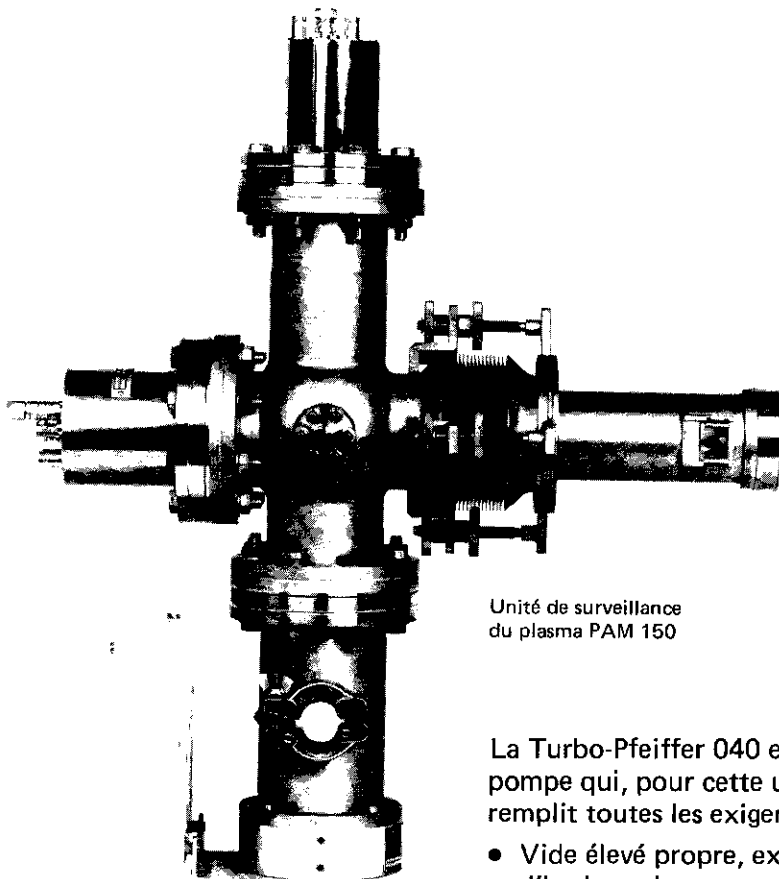
Pour l'évaporation, le décapage ionique, la gravure à plasma ou le ion-milling, on travaille dans un domaine de pression de  $10^{-3}$  à 1 mbar.

A ces pressions, un contrôle du processus par spectromètre de masse (détection des particules ioniques et neutres) n'est pas possible dans l'enceinte de réaction, car la pression max. admissible pour un spectromètre de masse se trouve dépassée.

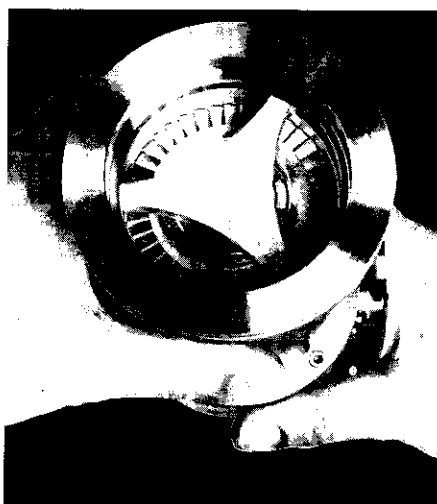
## Solution du problème

Une installation différentielle de pompage réduit la pression entre l'enceinte de réaction et l'enceinte d'analyse. Les deux enceintes sont reliées entre elles par un diaphragme.

Pour de telles analyses, on a besoin d'un vide dont la composition de gaz résiduels soit exempte d'hydrocarbures ou de toutes autres impuretés organiques. Le débit-volume nécessaire est réglé par le diaphragme. C'est pourquoi plus la pompe à vide est petite, plus l'appareil d'analyse sera rentable.



Unité de surveillance  
du plasma PAM 150



La Turbo-Pfeiffer 040 est une pompe qui, pour cette utilisation, remplit toutes les exigences.

- Vide élevé propre, exempt d'hydrocarbures
- Débit-volume pour  $N_2$  40 l/s
- Raccord vide élevé sous forme de petite bride, ISO-K ou CF
- Position de montage de la verticale à l'horizontale
- Maniement sans problème
- Entretien peu exigeant.

Renseignez-vous de façon plus complète sur la plus petite et plus légère pompe turbo-moléculaire et sur toute la série de pompes jusqu'à 6500 l/s de débit-volume.

## BALZERS

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

Arthur Pfeiffer  
Vakuumtechnik Wetzlar GmbH  
Postfach 1280  
D-6334 Asslar  
Tel (06441) 8021

Balzers  
8 Sagamore Park Road  
Hudson, NH 03051  
Tel (603) 889-6888  
TWX 710 228 7431

# New!

## Analog light-guide transmission

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

A/D converter offset: type 10  $\mu$ 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  $1 \times 10^{-4}$ .

## 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  $1 \times 10^{-3}$ .

## 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: 052577

# SCINTILLATORS

- Polyvinyltoluene
- Acrylic
- Liquid
- Custom Fabrication
- Light Guides
- Wavelength Shifters
- Accessories

FOR A COMPLETE CATALOG  
AND SPECIFIC DETAILS  
CONTACT

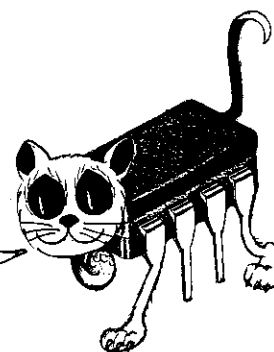
**national  
diagnostics**

198 RTE. 206 SOUTH SOMERVILLE, N.J. 08876  
TELEX 6858083 (201) 874-8696

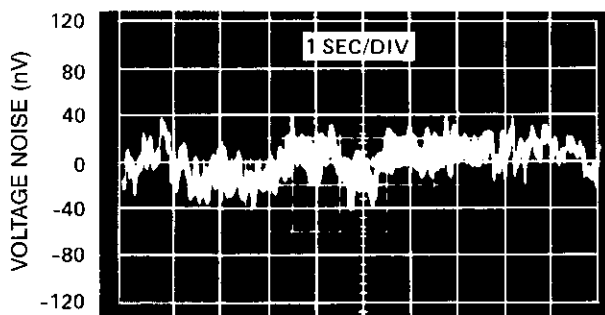
# THE NOISELESS PRECISION OP-AMP'S

**FMI** OP-27 / OP-37  
DUAL OP-227

NOISE  
0.08  $\mu$ V p-p  
ONLY



- ULTRA LOW NOISE
- TIGHT OFFSET VOLTAGE
- ULTRA STABLE v/s TEMP.
- WIDE BANDWIDTH
- HIGH GAIN
- FOR PRECISION-  
INSTRUMENTATION AND  
AUDIO APPLICATIONS



0.1 Hz TO 10 Hz PEAK-TO-PEAK NOISE

PLEASE CONTACT YOUR NEAREST  
BOURNS REPRESENTATIVE

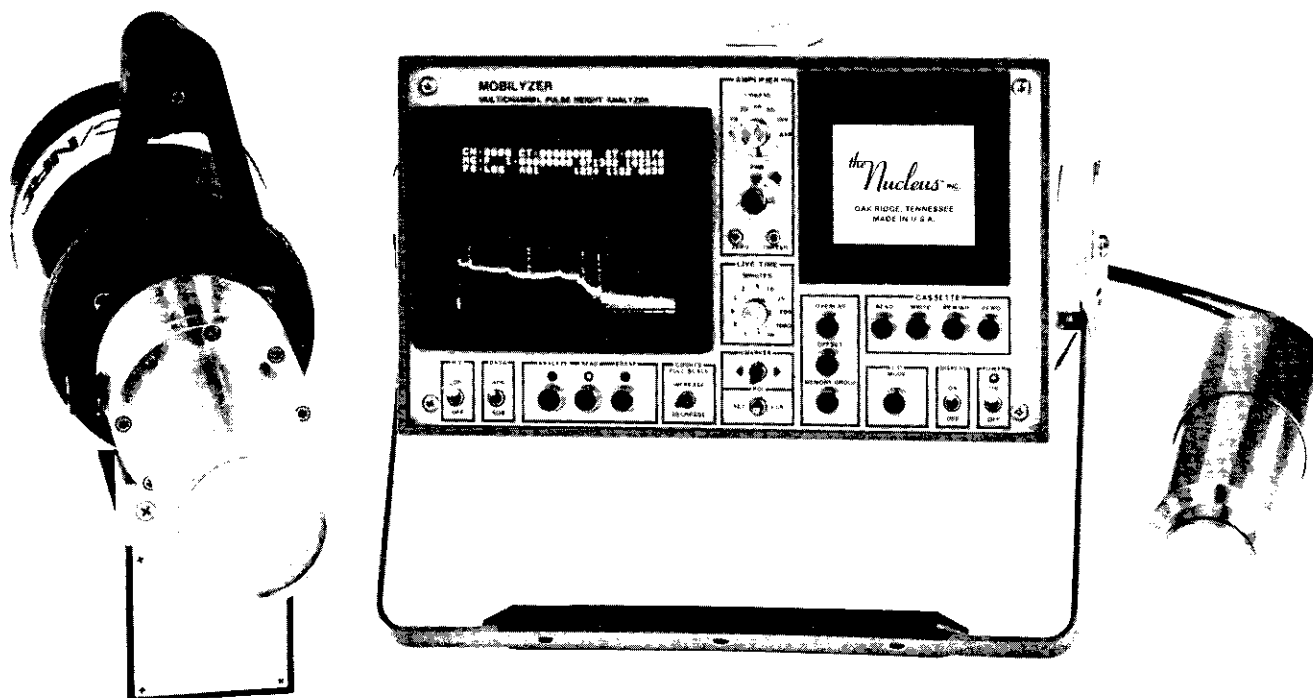


PRECISION MONOLITHICS INC.  
Santa Clara, California, USA  
A Subsidiary of Bourns Inc.  
EUROPEAN HEADQUARTERS  
Bourns AG, 6340 Baar, Switzerland

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

6340 Baar  
Telex 868 722

# THE PROOF OF PERFORMANCE IS IN THE RESULTS!



If you're looking for  
a multichannel analyzer that's . . .

- battery powered, portable and rugged...
- has 4096 channels with simple operation...
- does not degrade your detector resolution...
- can operate with Ge or NaI(Tl) detectors...
- has full  $\pm 24$  V and  $\pm 12$  V preamplifier power...
- contains 0-5000 V high voltage with remote shutdown...
- has a built-in digital cassette recorder...
- can run from a 12 V vehicle electrical system...
- features full software with 2-point energy calibration...

**Then we have it, the MOBILYZER III!**

For information write or call

**TENNELEC**  
GmbH

Münchner Strasse 50, D 8025 Unterhaching  
West Germany  
Telephone 089/611-5060/TLX 52 15959



P.O. Box 2561, Oak Ridge, TN 37830-2561  
Telephone (615) 482-4041, Telex 557-482

R max. 1500 mm



# Chambre CERN Semi-Circulaire a 8 parties,

fabriquée indeformable a platines collées.

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

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

## Stesalit AG Kunststoffwerk

CH-4249 Zullwil/SO  
Telefon 061/800601, Telex 63182

W&amp;P

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



Passages  
électriques et  
tubes isolants

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

Les passages électriques  
peuvent également être  
livrés en version antima-  
gnétique.



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 · Steinzeug- und Kunststoffwerke  
Postfach 7 · 6800 Mannheim 71  
Telefon (0621) 47040 · Telex 46310320





# 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 KW AM 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

