

Leptons à Hambourg

A la fin d'août s'est tenu au Centre des Congrès, à Hambourg, le Symposium international 1977 sur les interactions de leptons et de photons aux hautes énergies.

Le Symposium international de 1977 sur les interactions de leptons et de photons aux hautes énergies s'est tenu du 25 au 31 août au Centre des Congrès de Hambourg. Patronné par l'IUPAP, le Ministère de la recherche allemande BMFT, la Ville de Hambourg et DESY, il a attiré 500 physiciens de plus de trente pays. Il a été organisé d'une manière parfaite par DESY et en particulier par G. Weber et G. Flügge.

La Conférence s'est ouverte par la présentation des tout derniers résultats fournis par les recherches avec faisceaux pour collisions électron-positon qui viennent renforcer la stupéfiante série de découvertes faites au cours des deux dernières années. Particulièrement importante pour le modèle du charme a été la découverte du méson F , attendue depuis longtemps, par le groupe DASP sur DORIS à DESY, quelques semaines avant la conférence (voir n° d'août, page 235). Une autre découverte importante a été celle de la résonance ψ à 3,772 GeV par les groupes DELCO et SLAC / LBL sur SPEAR au SLAC. Etant juste au-dessus du seuil de la production de charme, cette résonance se désintègre presque toujours en $D\bar{D}$ et fournit ainsi une source de mésons D presque exempte de bruit de fond, chance qui a déjà été mise à profit par le groupe SLAC / LBL, lequel a présenté un rapport sur de nombreuses propriétés des mésons D .

La production directe d'électrons continue à fournir une solution à la nouvelle physique des annihilations électron-positon, ce qui a été admirablement mis en évidence par les résul-

tats obtenus par le groupe DELCO concernant la production inclusive d'électrons. En étudiant la production d'un électron et de plusieurs branches, les physiciens de ce groupe ont pu tracer la carte la plus détaillée à ce jour de la production de charme.

Lorsqu'on parle de la production directe de leptons, on est rapidement conduit à évoquer l'autre résultat marquant de ces dernières années: la découverte du lepton lourd, le tau. Toutes les données en faveur de l'existence du tau proviennent de telles observations. Martin Perl a fait un bilan encourageant de la situation quant à l'expérimentation en montrant que toutes les expériences qui devraient voir un signe de tau en voient effectivement un et plus ou moins avec les propriétés que l'on attend d'un lepton lourd séquentiel. Il a souligné cependant que s'il est possible avec les données actuelles d'exclure certains types de lepton, il va être très difficile de déterminer avec précision les paramètres du tau.

Au cours de l'année passée, des renseignements particulièrement importants ont été fournis par les événements électron-muon du groupe PLUTO sur DORIS et plus récemment par le groupe SLAC / LBL (verre au plomb). Ces événements sont très nets, avec seulement une faible contamination par des sources de particules charmées. Comme autres données importantes, mentionnons le spectre des quantités de mouvement d'électrons des événements à deux branches du groupe DASP.

La conférence a eu communication d'un certain nombre de mesures effec-

tuées à titre expérimental de quelques rapports de branchement de désintégration de tau. Parmi ces mesures figurait l'identification possible par le groupe PLUTO de la désintégration en méson A_1 et en neutrino, la particule A_1 se désintégrant en un ρ et un pion, observation qui a été confirmée par les premiers résultats de SLAC / LBL. Il est amusant de noter que ces données figurent également parmi les premières observations du A_1 et montrent que Sakurai avait raison lorsqu'il proposait, bien avant la découverte du tau, de chercher le A_1 dans les désintégrations de leptons lourds. Le seul nuage au tableau pour l'instant est une discordance dans le taux de désintégration de pions mesuré par le groupe DASP, mais les statistiques sont restreintes et il est manifestement de la plus grande importance de répéter cette expérience, car la validité de la théorie courante des interactions faibles est en jeu.

L'attention dans le domaine des interactions neutrino s'est naturellement concentrée sur la question de l'existence ou la non-existence de ce qu'on appelle l'anomalie à « γ » élevé (voir n° d'août, page 244). Les données recueillies par le groupe HPWF en 1974 et 1975 au Laboratoire Fermi faisant apparaître un excédent d'événements dans les interactions antineutrino à courant chargé aux grands transferts d'énergie de lepton (« γ » élevé) et aux énergies élevées avaient suscité un grand émoi. L'explication la plus simple requerrait l'existence d'un cinquième quark avec couplage dextrogyre au courant faible qui ne s'accorde pas facilement avec la théorie des interactions faibles, par ailleurs satisfaisante.

Les premiers résultats, publiés cette année, de l'expérience CDHS effectuée au CERN n'ayant fait apparaître aucune anomalie à « γ » élevé, ceux fournis par d'autres expériences au Laboratoire Fermi (CITF) et au CERN (BEBC) étaient par conséquent d'un intérêt particulier. Aucun des deux groupes ne peut exclure la possibilité d'une légère dépendance énergétique dans le rapport entre les sections efficaces totales à courant chargé des neutrinos et des



Buffet en plein air à l'intention des hôtes de DESY, au terme de leur visite des anneaux de stockage DORIS et PETRA.

antineutrinos et dans la fraction de la mer des quarks (B) mais aucun des deux n'observe un effet aussi important, il s'en faut de beaucoup, que celui constaté dans l'expérience HPWF.

Tous les groupes ont brièvement indiqué que l'interprétation de leurs résultats était compatible avec le modèle courant à quatre quarks à interaction faible, avec peut-être certain signe de violation d'invariance d'échelle d'une ampleur comparable à celle observée dans la diffusion d'électrons et de muons fortement inélastique.

Toujours avec des neutrinos, en plus de la première observation faite par le groupe HPWF, des événements à deux leptons ont maintenant été vus dans l'expérience avec compteurs (CDHS) et dans les expériences avec la chambre à bulles BEBC au CERN et dans les autres expériences neutrino au Laboratoire Fermi. Les taux de production de deux leptons sont compatibles les uns avec les autres et avec ce qu'on attend des modèles fondés sur la production et la désintégration du charme.

La situation en ce qui concerne la production de trois muons est inchangée. Le groupe HPWF a maintenant recueilli douze événements, d'autres expériences ont fourni quelques exemples mais ne sont pas encore en mesure de confirmer l'observation. Un fait assez surprenant a été l'absence de tout autre résultat à trois muons dans l'expérience CDHS au CERN; le groupe a pu signaler que des événements pouvant être du type à trois muons ont été observés et que la saisie et l'analyse des données se poursuivent.

La séance de discussion sur la physique des neutrinos a été dominée par la confrontation entre les expériences HPWF et CDHS, et il semble que le « y » élevé échauffe les esprits. En dépit d'échanges de vues parfois animés, la compréhension de l'anomalie à « y » élevé n'a pas beaucoup progressé. Les questions qui se sont posées ont été celles de savoir si l'anomalie existait dans les données mesurées, dans la mesure où elles peuvent être comparées, et dans l'affirmative si les méthodes d'analyse employées peuvent renforcer ou empêcher un effet possible, et dans quelle proportion.



Ces points ont été repris par Barry Barish dans son exposé récapitulatif sur les résultats obtenus avec les neutrinos. Il a souligné la difficulté des expériences neutrino et en particulier, la facilité avec laquelle les erreurs peuvent se multiplier par suite de la médiocre résolution inhérente de l'appareillage. Il a montré que bien que les distributions de « y » fournies par les expériences CDHS et HPWF s'accordent qualitativement, les lissages pour déterminer le paramètre B de l'antiquark différent de facteurs égaux à deux ou trois. Rapprochant les résultats de toutes les expériences concernant cette question, il a déclaré qu'il n'y a pas d'anomalie à « y » élevé.

Les autres résultats d'expériences relatifs aux sujets autrefois dominants de la production d'électrons et de la photoproduction ont été examinés en une seule matinée. De nouveaux renseignements ont été présentés sur l'ampleur de la brisure de l'invariance d'échelle d'après les expériences effectuées au Laboratoire Fermi, et dans ce domaine il reste à faire d'intéressants travaux complémentaires. Une autre question épineuse, d'une importance peut-être moins fondamentale, est celle de la dépendance exacte, par rapport à q^2 , de l'effet d'ombre nucléaire.

Les données en faveur de l'existence du nouveau méson vecteur à environ 1100 MeV recueillies dans l'expérience d'interférence Bethe-Heitler à DESY se sont améliorées. Il y a également des indices de l'existence d'un plus grand nombre d'états aux énergies plus élevées et il sera intéressant de voir comment ces résultats s'accor-

dent avec les nombreux nouveaux états possibles observés au-dessous de 3 GeV dans les expériences de collisions de faisceaux électron-positon effectuées par les groupes travaillant sur Adone à Frascati et sur DCI à Orsay et signalées à la Conférence.

L'interruption du week-end a été consacrée à des occupations moins austères, ce qui a laissé le temps pour une digestion convenable des résultats d'expérience avant les exposés théoriques de la seconde moitié de la conférence. Une visite de DESY a mis en appétit pour un très agréable buffet et une excursion par train spécial à Lübeck et sur la côte de la Baltique a permis de passer une journée de grande détente.

Les travaux ont repris avec le résultat le plus intéressant et le plus important de tous. Léon Lederman a présenté les résultats de l'expérience effectuée au Laboratoire Fermi montrant un net renforcement à 9,5 GeV (voir n° d'août, page 223). Celui-ci a maintenant été décomposé en deux pics étroits et d'après des estimations approximatives la masse d'Upsilon serait de l'ordre de 9,4 GeV et celle de Upsilon prime de 10 GeV. Après le «décès» de l'anomalie à « y » élevé dans la diffusion d'antineutrinos à courant chargé, les particules Upsilon fournissent maintenant l'indice très stimulant qu'il existe plus de quatre types de quark dans la nature. Les résultats que fournira la première machine électron-positon à atteindre la région d'énergie de 9,5 GeV seront impatientement attendus.

Pour agrémenter quelque peu le



Journée d'évasion. Les participants de la Conférence ont fait une excursion jusqu'à la mer Baltique et les voici, sur cette photo, quittant leur train spécial à Lubeck pour une visite des curiosités de la vieille cité hanséatique.

(Photos DESY)

menu habituel des réunions de physique des hautes énergies, Patrick Sandars a présenté un beau rapport sur les expériences visant à rechercher les effets d'interférence faible dans les transitions atomiques. Ces expériences sont du type miniature en comparaison de celles réalisées en physique des hautes énergies mais elles sont extrêmement sensibles. Comme dit Sandars, «une empreinte digitale au mauvais endroit peut provoquer une rotation optique plus grande que ne le prévoit la théorie de Weinberg et Salam réunis».

Les seuls groupes d'expérimentateurs suffisamment avancés pour pouvoir présenter des résultats ont été ceux de Washington (Seattle) et d'Oxford qui recherchent la rotation optique dans la vapeur de bismuth. Ils trouvent tous les deux un résultat négatif qui est de l'ordre de six écarts types par rapport à la rotation prévue en admettant la théorie courante de Weinberg-Salam. Cependant, Sandars a souligné que le calcul faisait intervenir une part non insignifiante de physique atomique qui, bien que très soigneusement effectuée, risque de négliger certains effets à plusieurs corps.

On cherche actuellement à comprendre ces effets et de premiers résultats indiquent que la rotation prévue peut être réduite d'un facteur deux. Cela n'est toujours pas suffisant pour supprimer le désaccord avec la théorie et la non-observation de la violation de la parité dans ces mesures de physique atomique reste à l'heure actuelle le plus gros nuage en physique des particules. D'autres expériences recher-

chant des effets d'interférence faible dans l'hydrogène sont en cours.

Les séances théoriques ont été dominées par les théories de jauge, la chromodynamique quantique (QCD) et les modèles de quark. Parmi les nombreux excellents exposés, mentionnons celui de Steve Weinberg qui a fait le point, d'une manière suffocante, de la situation des théories de jauge dans les interactions faibles. Il a montré comment les exigences de l'invariance de jauge généralisée et la renormalisabilité limitaient déjà très considérablement les théories possibles et comment de nombreuses expériences critiques déjà en cours en physique atomique, nucléaire et des particules permettront d'établir très exactement la structure de la théorie juste. Il a terminé par un alléchant aperçu de ce que pourrait être une théorie superunifiée et de la façon dont nous pourrions peut-être avoir une vague idée de sa structure aux énergies d'accélérateur.

La plupart des autres orateurs se sont intéressés aux comparaisons des résultats avec les prévisions de divers modèles de quark ainsi qu'aux corrections à escompter sur la base de calculs de QCD. L'accord fondamental a été impressionnant mais il reste quelques problèmes: les états pseudo-scalaires dans le charmonium, une théorie pour accorder tous les résultats relatifs à la structure des interactions faibles, la compatibilité des diverses tentatives visant à déterminer la constante de couplage dans QCD, pour ne rien dire de la classification du lepton tau.

La conférence s'est terminée par

quelques regards sur l'avenir. Pief Parnofsky et Herwig Schopper se sont préoccupés de l'avenir immédiat avec, respectivement, les anneaux de stockage PEP et PETRA. La construction de PETRA est largement dans les délais et on compte obtenir des faisceaux de collision avant la fin de 1978. Malgré des bruits optimistes, même le SLAC ne peut pas construire des accélérateurs du jour au lendemain et on prévoit que PEP sera disponible pour les recherches de physique au plus tôt en octobre 1979. John DeWire et Léon Van Hove ont ensuite porté leur regard un peu plus loin dans l'avenir et ont examiné les projets d'anneaux de stockage CESR de Cornell et d'une installation électron-positon de très haute énergie recommandée par l'ECFA pour l'Europe.

Le dernier exposé a été celui de J.D. Bjorken qui a fait un saut audacieux dans l'inconnu et s'est livré à des conjectures sur la situation telle qu'elle se présentera dans dix ou vingt ans. Il a fait remarquer que la physique des rayons cosmiques montrait avec force que, dans la région des énergies de plusieurs TeV, il existait des effets et événements intéressants ne pouvant pas être expliqués par extrapolation des données actuelles des accélérateurs (voir page 289). Par ailleurs, il a surtout traité la compréhension des interactions faibles. Quelque chose d'intéressant doit se produire dans la région de 100 GeV où les interactions faibles et électro-magnétiques deviennent égales en force. En particulier, si le Z^0 existe et peut être produit en tant qu'état libre dans des annihilations électron-positon, il constituera une source d'informations incomparable sur tous les effets intéressants que l'on prévoit dans les théories de jauge.