

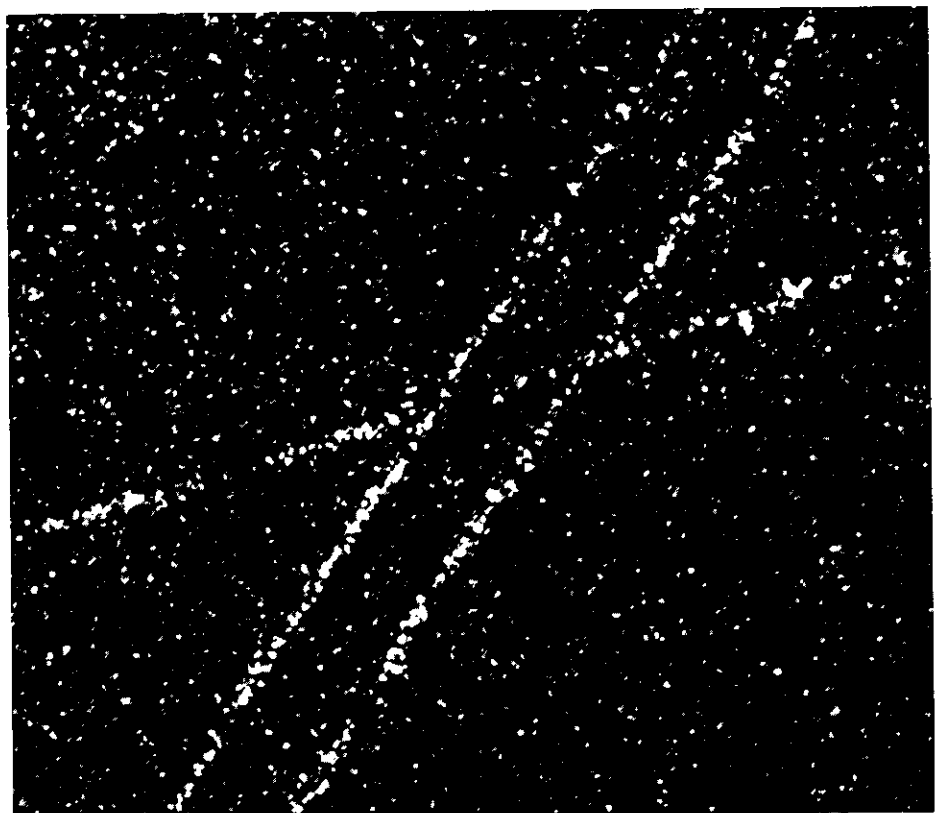
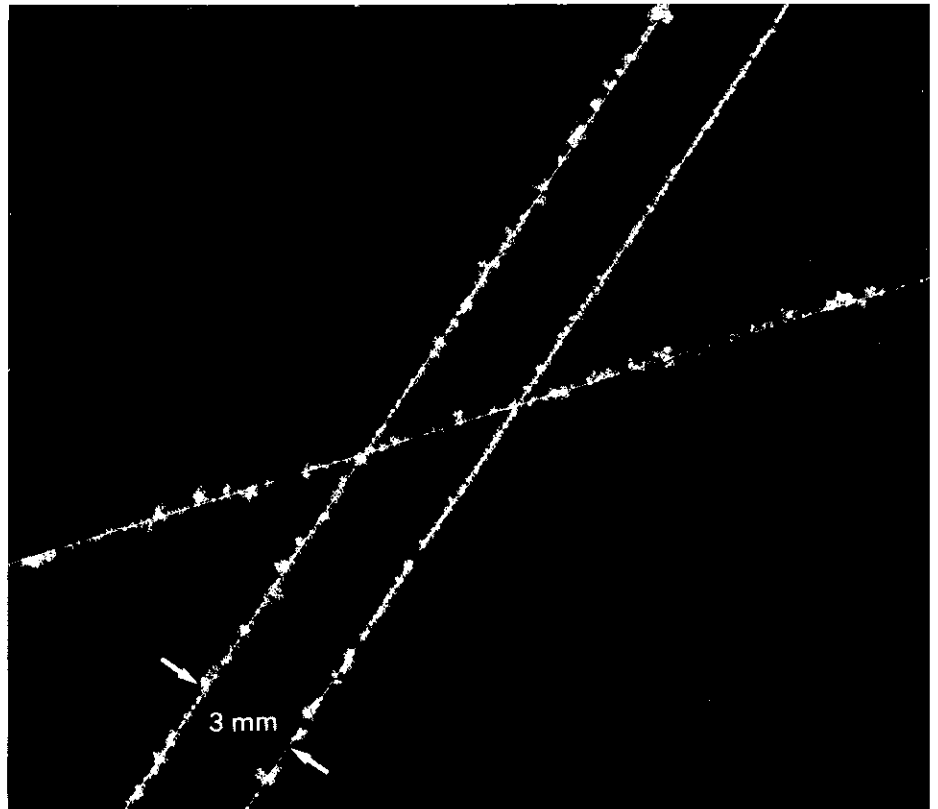
Pour les essais d'holographie « à trajectoire directe » dans BEBC on a utilisé des perles de verre de 100 micromètres collées à des fils de 20 micromètres pour simuler les traces de particules. En haut, l'objet, en bas, l'hologramme.

Grands hologrammes

Les éphémères particules charmées et le lepton tau ont une durée de vie si courte que même à des énergies très élevées, ils ne parcourent que quelques millimètres avant de se désintégrer. Identifier des particules aussi fugaces et mesurer leur durée de vie nécessitent l'emploi de détecteurs de traces possédant une résolution assez élevée pour déterminer clairement le point de désintégration.

Un certain nombre de groupes ont mis au point de petites chambres à bulles à haute résolution pour les utiliser comme détecteurs de vertex en association avec de plus grands détecteurs électroniques. Ces groupes se sont aperçus que l'holographie peut servir à améliorer la résolution. Ces petites chambres ont été utilisées avec succès dans des expériences avec des hadrons (cf. numéro de novembre 1982, page 362), mais elles sont trop petites pour attraper des neutrinos.

Récemment, on a essayé de mettre au point des techniques de haute résolution pour les grandes chambres à bulles (BEBC du CERN et la chambre de 4,60 m du Laboratoire Fermi). Actuellement la résolution de ces chambres est limitée à environ 500 micromètres par l'optique traditionnelle utilisée pour photographier les traces des bulles. Atteindre une résolution plus élevée avec les moyens de l'optique traditionnelle implique une perte de profondeur de champ et donc une réduction du volume utilisable de la chambre. Une solution possible consiste à utiliser l'holographie conjointement avec l'optique traditionnelle. L'holographie fait espérer une amélioration considérable de la résolution sur une grande profondeur de champ. Cet objectif n'est réalisé qu'au prix d'enregistrements et de mesures plus compliqués, le système de reproduction ayant une troisième dimension.



Blas Cabrera, toujours en quête de monopôles magnétiques.

(Photo Stanford)

Les images traditionnelles seraient dépouillées et mesurées selon la méthode habituelle et les événements intéressants sélectionnés seraient examinés avec la résolution élevée que permettent les images holographiques. Dans cette perspective, deux groupes ont mis au point deux techniques différentes d'enregistrement holographique des traces dans de grandes chambres.

Un hologramme est produit par l'interférence de lumière cohérente provenant d'un « faisceau de référence » avec de la lumière cohérente diffusée par un objet. La différence essentielle entre les deux méthodes d'utilisation de l'holographie dans les grandes chambres à bulles réside dans la méthode utilisée pour amener le faisceau de référence sur le film.

La première méthode utilise un faisceau laser d'intensité limitée, fractionné en un faisceau de référence de faible puissance, allant directement à l'émulsion photographique, et en une partie de plus haute intensité, qui traverse d'abord le hublot en œil de poisson, puis le liquide pour se réfléchir sur la surface de « Scotch-lite » et revenir vers l'orifice d'entrée. L'onde de lumière de retour est perturbée par les bulles et forme un schéma d'interférences avec le faisceau de référence. Grâce à cette technique, des traces de rayons cosmiques ont été photographiées l'été dernier dans BEBC par un groupe CERN / Institut Saint-Louis. Plus récemment, une collaboration CERN / Rutherford a démontré que des fils de 40 micromètres peuvent être reconstitués à partir d'hologrammes dans une maquette fidèle de BEBC. Cette expérience est très prometteuse pour l'holographie à haute résolution.

L'autre méthode nécessite un faisceau laser plus puissant, qui entre dans BEBC par un petit hublot dans le bas de la chambre. Ce faisceau diverge à travers une lentille de conception spéciale. Une petite fraction de la lumière va directement au hublot en œil de poisson pour former le fais-

ceau de référence, pendant que le reste éclaire les traces de la chambre à bulles. L'intensité aux grands angles augmente pour compenser l'affaiblissement de la lumière diffusée par les bulles dans ces conditions. La lumière diffusée interfère avec le faisceau de référence pour former un hologramme. Cette idée a été mise au point à l'Université Columbia et perfectionnée avec l'aide de Hawaii, de Rutgers-Stevens et du CERN.

Un laser à rubis de 10 joules d'une durée d'impulsion de quelque 20 ns a été installé sous BEBC pour tester cette seconde méthode. La chambre étant vide, des perles de verre de 100 micromètres collées sur des fils de 20 micromètres, pour simuler des traces de particules, ont été photographiées avec un excellent contraste.

Cette méthode a ensuite été expérimentée, au cours du printemps dernier, dans un essai au froid en utilisation secondaire du faisceau pendant une période d'exploitation. On a obtenu des hologrammes à contraste élevé de traces de chambres à bulles produites par des rayons cosmiques traversant la chambre remplie de néon/hydrogène. En raison de l'arrivée irrégulière des rayons cosmiques, des traces de diamètres divers ont été photographiées. De petites traces présentant des bulles d'environ 120 micromètres de diamètre ont été observées. Aucun problème de visibilité dû au chauffage local, à la turbulence du liquide ou au champ magnétique n'a été relevé. Toutefois, au niveau actuel de puissance de laser, il y a eu un peu d'ébullition parasite provoquée par le laser, ce qui a obscurci les photographies de type classique prises quelques millisecondes après déclenchement du laser. Cette ébullition peut être supprimée par la réduction de la puissance du laser en allongeant sa durée d'impulsion et en utilisant un film holographique à plus haute sensibilité. On se propose d'installer un tel système dans la chambre de 4,50 m au Laboratoire Fermi pour les expositions aux neutrinos du Tévatron.



Rencontre sur les monopôles magnétiques

La rencontre interdisciplinaire sur les monopôles magnétiques a réuni plus de cent participants à Orsay (France). Après le Colloque de Wingspread (Wisconsin), c'était la deuxième rencontre importante sur ce sujet (voir p. 11 de notre numéro de janvier).

Pour F. R. Klinkhammer (Observatoire de Leyde), la grande question posée aux théoriciens ne concerne pas l'existence de ces monopôles eux-mêmes, mais plutôt : combien en reste-t-il ? La cosmologie classique du « big bang » prédit une abondance de monopôles en contradiction avec les limites imposées par l'astrophysique (masse de l'univers, existence de champs magnétiques galactiques). Actuellement, les théoriciens travaillent beaucoup sur le modèle inflationniste : les monopôles magnétiques, au moment de la transition de phase où se produit la brisure de la symétrie de la grande unification, sont rejetés très loin de notre univers en formation. Si cela est juste, il n'y aurait aucun monopôle détectable ! (Voir l'article de John Ellis et Dimitri Nanopoulos sur la physique des particules et la cosmologie, publié en p. 211 du numéro de juillet/août.)

La situation sur la catalyse de la désintégration du proton reste con-