

Nouvelles des autres Laboratoires

BERKELEY

Voir l'invisible

C'est devenu une phrase rituelle du laïos d'introduction que de dire aux profanes que l'on initie aux mystères des détecteurs de particules, que les particules sont tellement microscopiques qu'on ne peut les voir à l'œil nu. Des recherches faites à Berkeley et ailleurs au cours de l'année dernière semblent prouver de façon tout à fait concluante que ce n'est pas rigoureusement vrai. Les astronautes, lors des vols Apollo, et des personnes exposées aux faisceaux dans le laboratoire ont « vu » des particules qui apparaissaient comme des lueurs au moment où elles leur touchaient la rétine.

Ces lueurs (ou « phosphènes » du grec « phos » lumière et « phainen » briller) provenant de sources autres que la lumière normale du jour sont connues depuis longtemps.

Déjà, en 1755, on rapporte que de faibles courants électriques peuvent produire des phosphènes (un lecteur curieux pourrait essayer de brancher deux fils électriques sur une pile de lampe de poche de 3 volts et de les raccorder à son front et à son occiput). On peut les provoquer également en se plaçant la tête dans un champ magnétique (d'environ 0,1 T par exemple) ou en exerçant une pression sur ses yeux fermés, ou en s'exposant aux rayons X dans le noir. L'étude d'un nouveau type de phosphène permise par l'expérience des astronautes lors du vol spatial Apollo 11 sera poursuivie lors de toutes les prochaines missions Apollo. Dans l'obscurité, les astronautes percevaient des lueurs (points et raies) à raison de 1 ou 2 par minute. A première vue on supposa ces éclairs dus à des rayons cosmiques lourds (proches du carbone, de l'azote et de l'oxygène dans le tableau des éléments) excitant la rétine. Aussi des expériences ont-elles été faites en laboratoire pour simuler ces rayons cosmiques. Des noyaux de recul de carbone, d'azote et d'oxygène furent

produits dans l'œil en soumettant la rétine de personnes adaptées à l'obscurité à un faisceau de neutrons de faible intensité, d'une énergie allant jusqu'à 640 MeV, fourni par le cyclotron de Berkeley. On observa alors ces lueurs. Des essais complémentaires ont permis d'éliminer comme source possible les rayons X de même que très probablement la lumière de Tchérénekov produite par des protons rapides ou des pions de recul (l'exposition à des pions de 1,5 GeV/c du Bévatron, certainement générateurs de lumière Tchérénekov, n'ayant pas provoqué de phosphènes).

Des expériences faites à des énergies plus basses au cyclotron de l'Université de Seattle, Etat de Washington, révélèrent une autre source : les protons de recul lents et les particules alpha — (d'une énergie absorbée supérieure à environ 100 MeV par gramme par cm²). La fréquence des lueurs dépendait de l'orientation de la tête dans le faisceau, indiquant que l'œil était le siège du phénomène et non pas le cerveau où se serait déclenché un mécanisme.

En reprenant les recherches auprès du cyclotron de Berkeley on a essayé d'obtenir plus de données quantitatives au moyen d'un faisceau d'ions hélium de 240 MeV, soigneusement contrôlé. On a ainsi démontré que les phénomènes naissaient bien dans la rétine et on a pu se faire également une idée de la capacité de l'œil à détecter les particules. Cette capacité est d'environ 40 % pour les particules venant à un rythme d'environ 10 par seconde, mais elle diminue pour des taux inférieurs ou supérieurs ce qui donne un étalonnage extrêmement approximatif de l'homme en tant que détecteur de certaines catégories de rayons cosmiques.

Les astronautes, lors des récents vols Apollo, voyaient des lueurs à un rythme d'environ 1 ou 2 par minute. Des calculs faits sur la concentration possible de rayons cosmiques lourds (en partant du carbone dans le tableau des éléments) sur une surface analogue à la rétine de l'œil, donnent des taux de 2 à 4 par minute. Des

protons lents et des ions d'hélium ont sans doute influé sur les résultats en sorte que, dans le cadre des estimations que l'on peut essayer de faire, l'hypothèse selon laquelle les rayons cosmiques sont à l'origine des lueurs perçues par les astronautes semble bonne. Cf rapport Berkeley LBL-31. par T. F. Budinger, C. A. Tobias, J. T. Lyman (Donner Laboratory et Lawrence Berkeley *Laboratory*), P. K. Chapman, L. S. Pinsky (Manned Spacecraft Centre, Houston), H. Bichsel, J. D. Denney, W. B. Nelp (University of Washington).

Le 24 août, un faisceau d'ions d'azote (250 MeV par nucléon) a servi à induire des sensations lumineuses dans l'œil sceptique du directeur du laboratoire, M. McMillan. 30 particules lui ont suffi pour avouer une véritable constellation. Des évaluations quantitatives se poursuivent avec des ions d'azote.

** Le Lawrence Radiation Laboratory a été officiellement divisé en Berkeley Laboratory et Livermore Laboratory. Ce sont actuellement, du point de vue organisation, deux laboratoires distincts et ils ont été rebaptisés Lawrence Berkeley Laboratory et Lawrence Livermore Laboratory. Ainsi, la recherche en physique des hautes énergies concentrée sur le Bevatron, etc. est-elle actuellement faite au LBL et non pas au LRL.*

STANFORD

Expérience hybride

Un groupe du Cal. Tech. (dirigé par C. Peck) et du Lawrence Berkeley Laboratory a terminé à Stanford, une expérience utilisant conjointement une chambre à bulles à hydrogène de 1 mètre, à cyclage rapide, et un spectromètre à chambres à étincelles. Les systèmes hybrides de ce genre deviendront sans doute plus courants à mesure que le rythme des détentes de la chambre à bulles devient plus rapide et que l'énergie des faisceaux augmente. A de plus

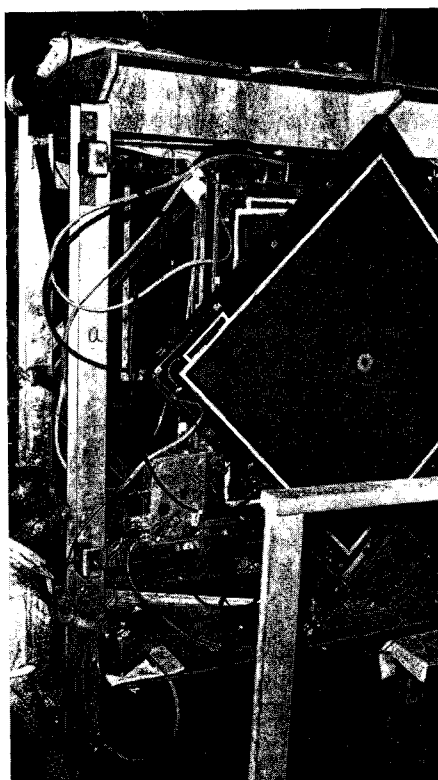
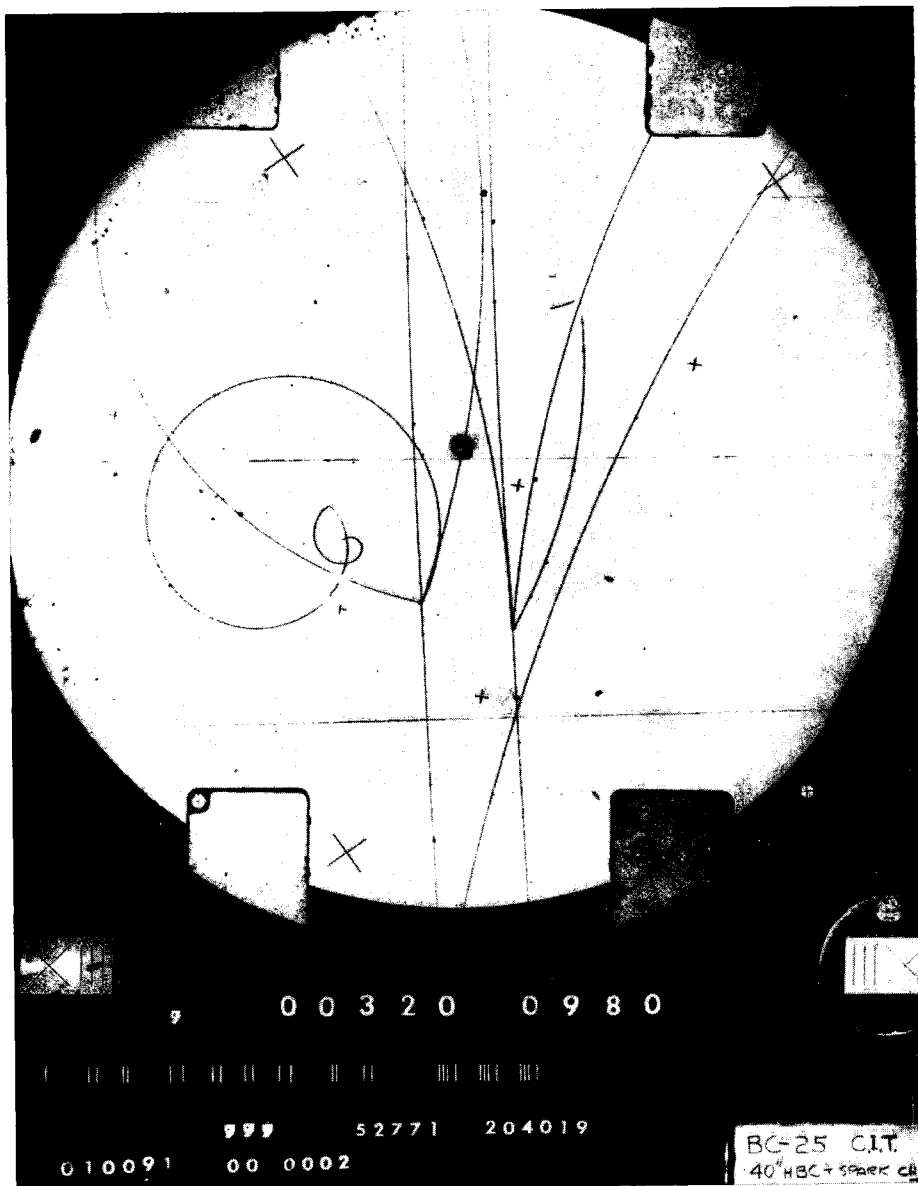
Cliché pris durant le cyclage rapide de la chambre à bulles à hydrogène de Stanford. Les pions, arrivant d'en bas sur le cliché, heurtent les protons, leur cèdent un peu de leur énergie et continuent presque tout droit. Les protons excités se désintègrent et émettent des particules de basse énergie.

1. La première des douze chambres à étincelles à fils de 1 m de côté qui repèrent les pions sortants qui ont perdu un peu de leur énergie.
2. La chambre à bulles de 1 m de diamètre démontée pour transformation.

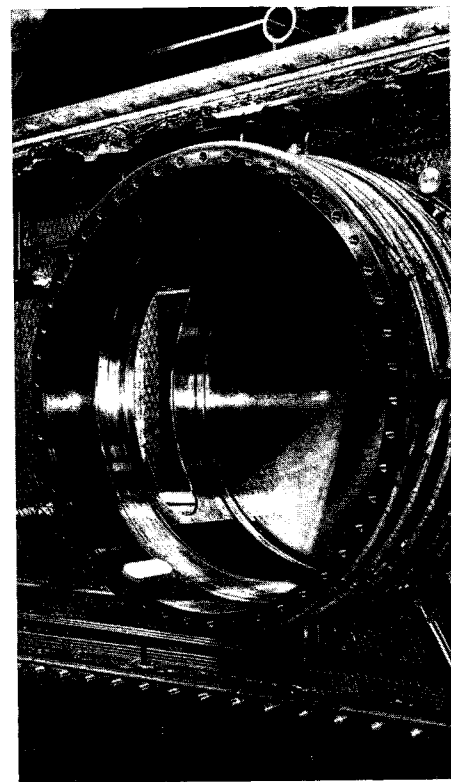
hautes énergies, les particules seront projetées plus loin en avant et on pourra prendre un plus grand nombre d'événements intéressants en installant un spectromètre derrière la chambre à bulles. Les montages hybrides rendent rationnelle l'étude des événements rares dans les chambres à bulles, puisque les possibilités de sélection ainsi offertes peuvent réduire de beaucoup le nombre de clichés à étudier.

Ainsi, dans l'expérience faite avec l'accélérateur linéaire d'électrons de 20 GeV, on en a profité pour étudier la production de résonances N^* par diffraction. Pour obtenir des statistiques suffisantes sur ce processus à l'aide d'une chambre à bulles de 2 m normalement exploitée, il faudrait prendre 10 millions de clichés ; au SLAC, grâce à l'expérience hybride, les données étaient rassemblées en l'espace de deux mois. Pendant ce temps, le nombre de détentes de la chambre de 1 m a été de 8 millions, mais le spectromètre ne demandait que la prise d'environ 300 000 clichés (dont après un premier examen, plus de 150 000 semblent avoir enregistré les événements voulus). Au début, la chambre à bulles fonctionnait quatre fois par seconde mais, par la suite, ce chiffre a été porté de cinq à six (pendant de brèves périodes, mais non lors de cette expérience, la chambre a atteint jusqu'à dix détentes par seconde). Etant donné que l'accélérateur de 20 GeV fournit 360 impulsions par seconde, l'expérience était pour la machine une charge presque négligeable.

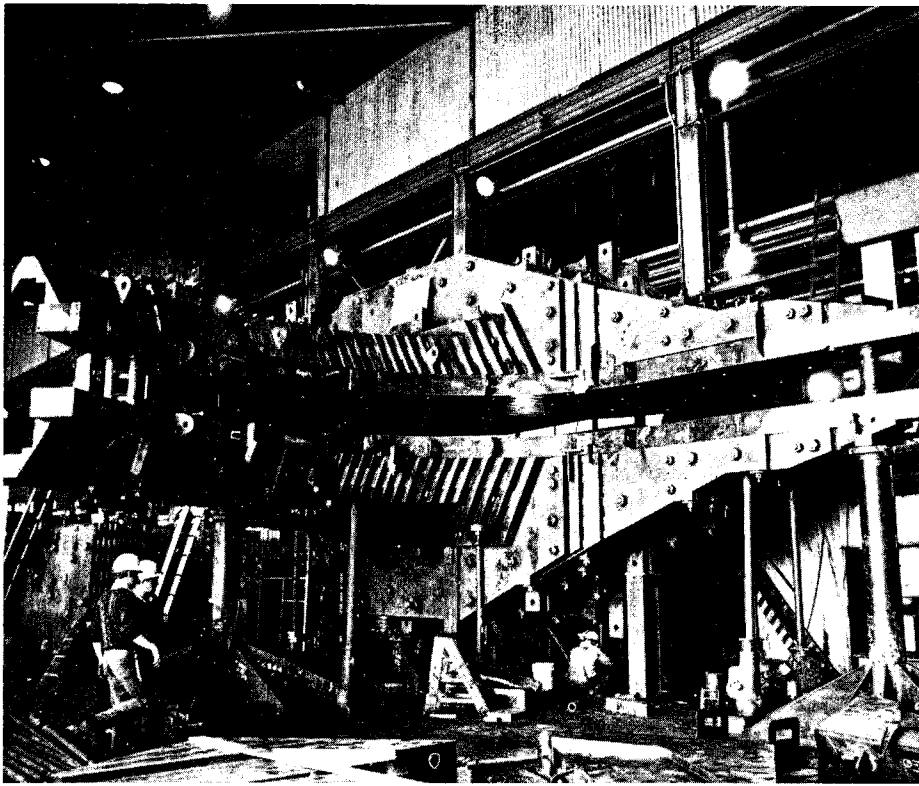
L'expérience se déroulait comme suit : des paquets d'électrons, fournis par l'accélérateur linéaire étaient projetés sur une cible et, parmi les particules produites, des pions de 14 GeV étaient choisis et dirigés dans la chambre d'1 m. A leur arrivée, le système de détente de la chambre se mettait en marche et les particules chargées (les pions et tous les produits chargés de leur interaction avec l'hydrogène) laissaient dans leur sillage des bulles grandissantes. Heureusement que, dans l'hydrogène, il



1.



2.



Premier secteur de l'aimant du cyclotron TRIUMF en cours de montage à l'usine (Chantiers navals Davie Shipbuilding Ltd du Québec), avant leur expédition à l'Université de Colombie Britannique, fin juillet. Deux des six secteurs sont maintenant arrivés et les quatre autres doivent être livrés avant décembre. Le montage de l'aimant complet sera terminé en juin 1972.

Disposition des zones d'expérimentation de part et d'autre du cyclotron TRIUMF. Elles seront servies au début par deux faisceaux comme indiqué (les distances sont en pieds).

qui y présentent en particulier une expérience faite au SLAC démontrant que des photons de haute énergie peuvent avoir des propriétés que l'on attribuait exclusivement auparavant aux hadrons.

TRIUMF

Mise en place

Le 5 août, le premier élément du cyclotron TRIUMF, le support central sur lequel l'aimant doit reposer, était en place. En même temps on pouvait apercevoir, de part et d'autre de la voûte où sera logé l'accélérateur, d'autres éléments tels que le premier secteur de l'aimant stocké dans la « zone des protons », et l'énorme enceinte à vide en cours de soudage dans la « zone des mésons ».

Le projet TRIUMF, qui groupe quatre Universités canadiennes — Alberta, Simon Fraser, Victoria et Colombie Britannique — est l'une des trois « usines à mésons » actuellement en construction (les deux autres étant l'accélérateur linéaire LAMPF à Los Alamos, et le système à deux cyclotrons du SIN à Villigen). Sa caractéristique sera d'accélérer des faisceaux d'anions d'hydrogène d'une intensité atteignant $100 \mu\text{A}$. Le rendement d'extraction sera élevé une fois les ions réduits à l'état de protons, du fait que c'est l'aimant même du cyclotron qui assurera la déflexion des particules de charges opposées vers les zones d'expérimentation. L'aimant est un système à six sections pesant 4000 tonnes. Avec un champ de crête de près de 0,6 T il pourra maintenir les ions à une énergie de 500 MeV. Il sera peut-être possible de pousser davantage encore l'énergie de pointe (environ 550 MeV, au-delà de quoi les propriétés focalisantes de l'aimant se dégradent). Le système HF est conçu dans ce but, néanmoins à haute énergie, les pertes de faisceau seront importantes, d'où des intensités extraites plus faibles.

Une description détaillée de l'accélérateur a été donnée dans le vol. 8,

faut environ 3 ms pour que les bulles atteignent une dimension qui permette de les photographier. Les détecteurs électroniques ont donc largement le temps de voir ce qui sort de la chambre et de décider si les bulles en question valent la peine d'être enregistrées.

Dans l'expérience menée par le SLAC, le système de détection électronique était composé de douze chambres à étincelles à fils de 1 m de côté disposées autour d'un aimant, et d'un ordinateur XDS Sigma 2 chargé de calculer s'il y avait des chances pour qu'un événement intéressant se soit produit. Ce système observait les pions du faisceau projeté dans la chambre à bulles ; l'angle dont ils étaient déviés dans le champ magnétique permettait de constater s'ils avaient perdu une quantité importante d'énergie. Si c'était le cas, l'ordinateur mettait en marche les flashes de la chambre et les traces de particules chargées étaient enregistrées.

Les expérimentateurs cherchaient à étudier le processus dans lequel un pion heurte un proton et le traverse de part en part en lui cédant une partie de son énergie. Le proton se trouve alors dans un état excité (transformé en une résonance de courte durée) et se désintègre ensuite pour revenir à son état normal en émettant des particules à basse énergie qu'en général on peut facilement identifier dans la chambre à bulles. On est ainsi renseigné sur le pion incident, le pion sortant (dont la quan-

tité de mouvement est connue à 0,5 % près et la position dans la chambre à 1 mm près) et les produits de désintégration de la résonance. Cela suffit pour étudier les façons dont le pion peut céder au proton une partie de son énergie (pour étudier les règles de sélection dans la production des résonances N^*).

La technique des montages hybrides semble avoir été couronnée de succès. Elle avait déjà été employée à Princeton et à Argonne (cf. vol. 10, p. 190) mais l'expérience menée au SLAC l'a portée à un nouveau degré de perfectionnement. Il y a de fortes chances pour qu'elle soit portée encore plus loin au SLAC et ailleurs. Par exemple, la chambre de 0,76 m de l'installation hybride d'Argonne a été maintenant transférée à Batavia et sera prête à être employée, dès novembre, dans une expérience hybride avec des particules incidentes de très haute énergie.

On peut trouver dans de récents numéros de « Scientific American » des renseignements sur quelques-uns des résultats les plus importants des expériences menées avec l'accélérateur de 20 GeV. Le numéro de juin contenait un article (de H. W. Kendall et W. K. H. Panofsky) sur les expériences de diffusion hautement inélastique révélant ce que pourrait bien être la structure interne du proton et du neutron, à savoir des particules ponctuelles dites « partons ». Le numéro de juillet compte pour sa part un article de F. V. Murphy et D. E. Yount « Photons as Hadrons »