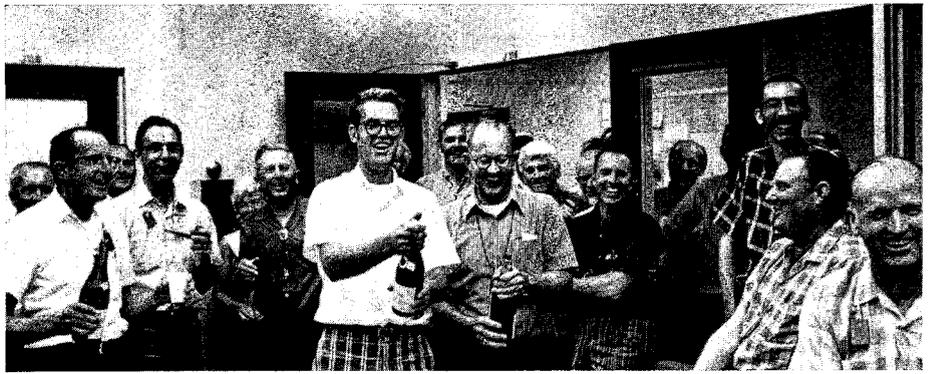


Satisfaction après la réussite de l'essai à 100 MeV du LAMPF. On salue le champagne, fourni par Louis Rosen, Directeur du LAMPF, et son épouse Mary. Au premier plan : Dr Donald Hagerman, Dr Thomas Putnam, Dr Edward Knapp et Dr Donald Swenson, se préparent à faire sauter les bouchons. Au fond, on aperçoit le couple Rosen entre Putnam et Knapp.

Affiche en bordure de la route de Los Alamos et qui confirme le succès des premiers essais du LAMPF.



l'existence de ces longues lignes droites, on pourrait donner au dispositif d'expérimentation une grande souplesse. En outre, on projeterait de provoquer dans un avenir plus lointain des collisions entre des faisceaux d'antiprotons, de deutérons et d'électrons.

## LOS ALAMOS LAMPF : 100 MeV

Avec 10 jours d'avance sur le calendrier, l'accélérateur linéaire de protons de 800 MeV du « Los Alamos Meson Physics Facility » (LAMPF), conçu pour la production massive de mésons, a produit le 21 juin un faisceau de 100 MeV dans les deux premiers de ses trois étages d'accélération.

La mise en service de l'ensemble de l'accélérateur est prévue pour juin 1972, les expériences devant commencer en janvier 1973. Les essais à 100 MeV confirment la validité des grandes innovations qu'il a fallu incorporer au projet pour en augmenter le taux d'utilisation et la puissance moyenne



d'un facteur de 10 par rapport aux précédents accélérateurs à tubes de glissement.

Pour un courant de faisceau de crête de 16 mA, le courant moyen du faisceau a été de 10  $\mu$ A. Le faisceau n'a toutefois donné ni le taux d'utilisation maxi de 6 %, ni l'intensité moyenne prévue de 1 mA en raison de la radioactivité induite dans le tunnel.

Au cours de l'essai du 21 juin et des essais suivants, l'injecteur Cockcroft-Walton de 750 keV, l'installation de transport de faisceau, et les quatre cavités de la section de type Alvarez terminée ont été essayés. Il y a un peu plus d'un an, le 10 juin 1970, un premier faisceau de 5 MeV avait été envoyé dans le premier étage du LAMPF, ce qui avait permis de vérifier l'injecteur, l'installation de transport de faisceau et la première cavité de la section Alvarez. Le prochain grand essai du LAMPF aura lieu cet automne lorsqu'une partie de la section à cavités latérales couplées, mises au point à Los Alamos par le Dr Knapp et le Dr Darragh Nagle, sera utilisée pour accélérer des protons pour la première fois. Pour cet essai, l'énergie du faisceau sera de 211 MeV.

## ARGONNE Le ZGS

Le programme expérimental du synchrotron à gradient nul (ZGS) de 12 GeV bat de nouveau son plein après la réparation de la défectuosité d'une bobine d'aimant (voir le numéro de juin, en page 163). Ce programme comprend les expériences suivantes :

— l'étude du spectre de masse pion-éta, en utilisant des chambres à étincelles optiques pour observer l'interaction  $\pi^- p \rightarrow \eta \pi^- p$  ;

— l'examen détaillé de la région de masse du méson A2 ; les deux versions chargées du A2 sont observées par le biais de leur désintégration en deux kaons ; le but est de réunir de nouvelles preuves concernant le dédoublement du A2 ;

— l'étude, à l'aide de chambres à étincelles à fils, de la section effi-

cace différentielle de la diffusion élastique de kaons positifs sur des protons (de 1 à 1,5 GeV/c par tranches de 50 MeV/c), en vérifiant les récentes analyses en déphasage et l'éventualité d'une résonance  $Z_1^+$  (1900) ;

— la mesure de la section efficace différentielle de l'interaction entre un kaon neutre et un proton donnant un kaon positif et un neutron dans la gamme de 0,5 à 1 GeV/c ;

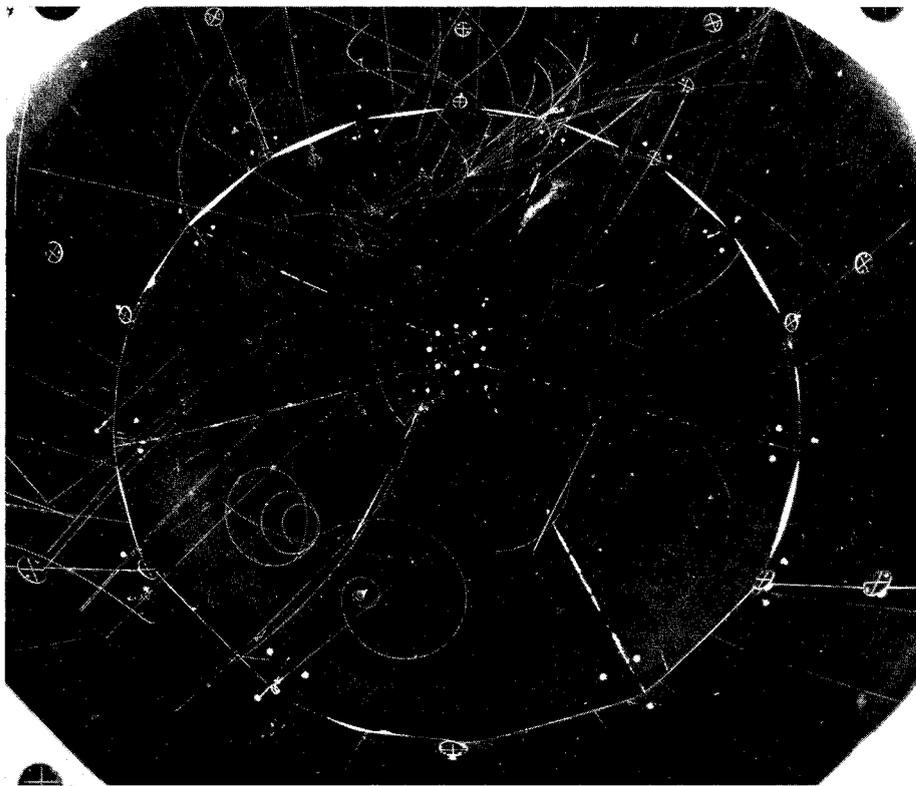
— la mesure de haute précision de l'asymétrie de charge dans la désintégration du kaon neutre en trois leptons (y compris un électron) pour vérifier de manière très précise la règle  $\Delta S = \Delta Q$  ;

— des études sur la production de mésons à partir d'interactions pion-proton et kaon-proton, à l'aide d'un spectromètre de chambres à étincelles à grande ouverture et haut pouvoir de résolution ;

— l'étude des réactions donnant kaon neutre-lambda et kaon neutre-sigma dans la gamme de 3 à 6 GeV/c, à l'aide d'un spectromètre pratiquement identique.

Toutes ces expériences sont alimentées en particules par le « faisceau externe de protons I » (EPB I) qui s'étend maintenant dans une nouvelle annexe. Argonne est doté d'un système de cibles inhabituel : on fait passer le faisceau éjecté de protons à travers des cibles minces pour produire des faisceaux secondaires qui aboutissent dans une cible épaisse. Le passage à travers ces cibles quasiment transparentes ne nuit pas beaucoup au faisceau de protons sortant du point de vue de l'optique ultérieure. Jusqu'à huit faisceaux ont été obtenus simultanément avec cette méthode qui permet une utilisation efficace de la machine dans les conditions actuelles de fonctionnement, lesquelles ne permettent pas de recourir à l'éjection lente dans deux zones expérimentales à la fois (nous reviendrons sur ce point plus tard).

Le « faisceau externe de protons II » (EPB II) alimente une expérience



Une belle photo des traces produites par des interactions de protons de 12 GeV/c dans la chambre à hydrogène de 3,65 m d'Argonne, et qui démontre le niveau de perfection des photographies obtenues actuellement. On distingue très bien un événement à deux branches se transformant en deux gammas, un événement à quatre branches avec une étoile neutronique à cinq branches (une désintégration donnant un pion, un muon et un électron sur une branche), un événement à dix branches avec désintégration de kaon. La chambre a permis de prendre 250 000 photos de neutrinos dans l'hydrogène. Remplie de deutérium, elle permettra de poursuivre l'expérience neutrino en récoltant encore un million de photos.

visant à étudier la masse manquante neutre dans la gamme située entre 1,4 et 2,8 GeV ; au cours de cette expérience, il s'agira aussi de rechercher des particules à charge double (un faisceau de pions positifs plutôt que négatifs sera utilisé) de 1,1 à 1,8 GeV. L'EPB II fournit également des kaons neutres à une expérience sur la violation CP dont le but est d'étudier la dépendance en fonction du temps des deux désintégrations pioniques du  $K^0$  et du  $\bar{K}^0$ .

Une cible interne fournit un faisceau neutre (sous un angle de  $7^\circ$ ) pour des mesures de polarisation dans la diffusion neutron-proton par échange de charge de 4 à 12 GeV/c ; à cet effet, il est fait appel à une cible polarisée améliorée et à un spectromètre de chambres à étincelles à fils.

La chambre à hydrogène de 3,65 m est la seule chambre à bulles actuellement en service à Argonne. (La chambre de 30 pouces a été transférée à Batavia ; on procède en ce moment à son montage afin que le refroidissement puisse avoir lieu le 15 octobre et que les travaux de physique puissent commencer en novembre). Les performances de la chambre sont jugées très satisfaisantes et l'aimant supraconducteur notamment fonctionne de manière parfaite. Le système de détente a été amélioré et les problèmes de vide dus aux vibrations ont été résolus. Le problème des interactions produites dans le volume visible par des neutrons thermiques qui y pénétraient a été éliminé grâce à la mise en place

d'écrans extérieurs en cadmium. Pour obtenir une intensité uniforme sur tout le film de la chambre à bulles, des filtres spéciaux peints à la main ont été insérés dans l'optique de la chambre (ce qui a fait dire à W.-T. Welford que l'art et la science « faisaient bon ménage ») et se sont révélés très satisfaisants. On peut juger de la qualité des clichés obtenus d'après la photo ci-dessus. A la fin de l'expérience neutrino, qui aura permis de prendre un quart de million de clichés dans l'hydrogène, il est prévu de remplir la chambre de deutérium en septembre. Pendant la durée de l'expérience neutrino, la chambre à bulles accapare à pleine énergie toute l'intensité que le ZGS peut fournir (à l'exception d'un petit faisceau destiné à l'expérience  $\Delta S = \Delta Q$ ).

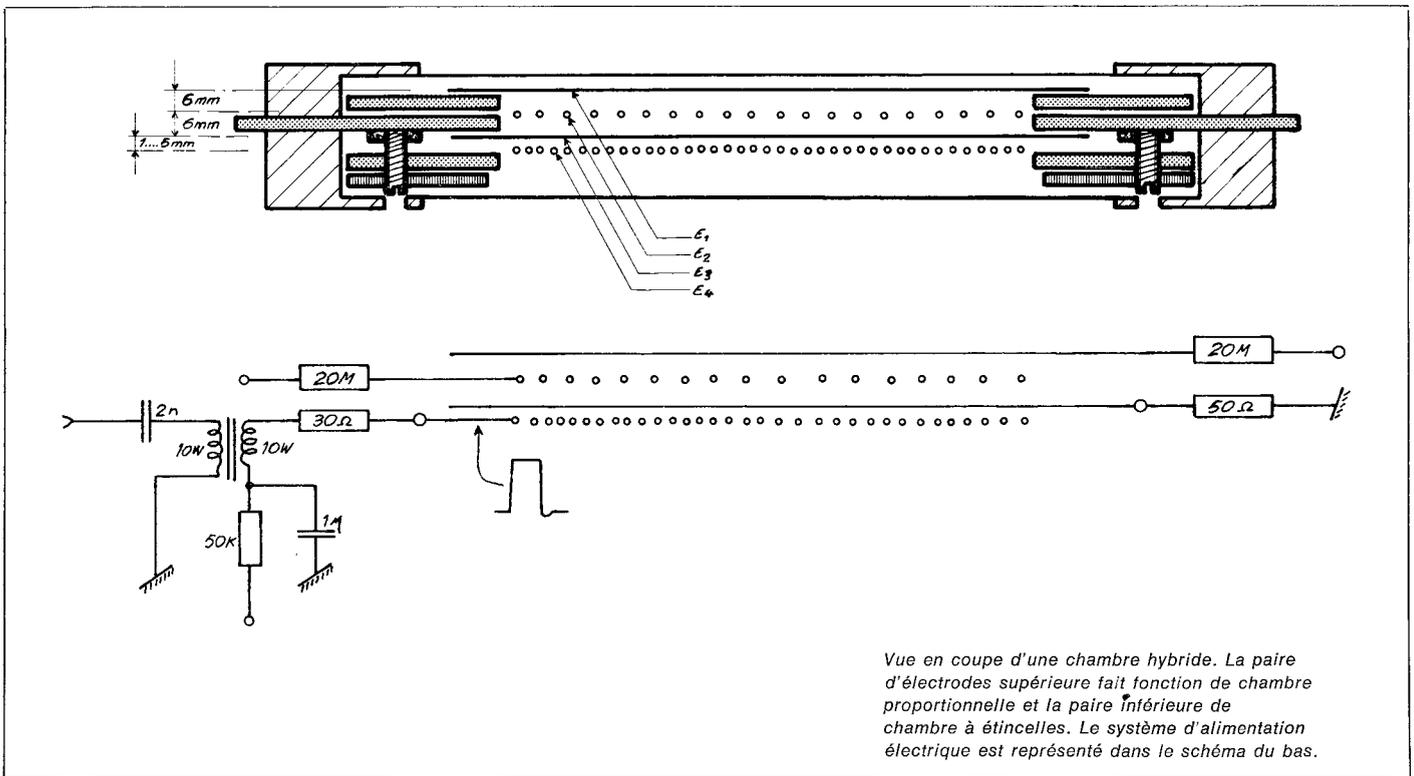
#### *Améliorations de la machine*

L'accélérateur a fonctionné avec une intensité moyenne de l'ordre de  $2 \times 10^{12}$  protons par impulsion, chiffre légèrement inférieur, pour quelque raison obscure, à l'intensité normale (environ  $2,4 \times 10^{12}$ ). Au cours de l'expérience avec les neutrinos, le cycle de la machine ne comprend pas de palier et le taux de répétition est d'environ une impulsion toutes les trois secondes. Quand les faisceaux éjectés lentement sont en service, le palier est généralement de 700 ms.

Une longue période d'arrêt du ZGS est prévue au début de l'an prochain pour permettre l'installation de nouvelles chambres à vide en

titane. Elles remplaceront les chambres actuelles, en acier inoxydable ondulé, dont les ondulations étaient remplies de résine époxy qui, depuis un certain temps, présente des signes de dégradation due aux radiations (écaillages et boursofflures). Les nouvelles chambres ont des ouvertures suffisantes pour loger 42 enroulements polaires dont 28 serviront à corriger le champ et les 14 autres à produire une résonance 2/3 destinée à l'éjection lente. Il sera ainsi possible de faire fonctionner simultanément les deux systèmes d'éjection lente, ce que ne permet pas l'éjection actuelle en résonance entière. On estime à quatre mois le temps nécessaire à l'installation et il faudra deux autres mois pour se familiariser avec le fonctionnement de la machine avant de reprendre le programme de physique.

Une autre amélioration du ZGS sera probablement l'installation de l'élanneur de 200 MeV (dont les essais encourageants ont été décrits dans le numéro de juin, en page 164). Cet élanneur permettra de porter l'intensité du ZGS à  $10^{13}$  protons par impulsion ou davantage. On s'occupe actuellement de la chambre à vide de l'élanneur. Il devrait fonctionner à nouveau en septembre et, espérait-on, atteindre 200 MeV. Les travaux se poursuivent sur les divers éléments requis pour l'injection d'ions d'hydrogène négatifs dans l'élanneur (y compris certains perfectionnements techniques majeurs tels que la récupération d'un verre en carton retransché sur une position stratégique dans un tube de transfert de faisceaux). Cependant, les nouveaux essais ne pourront commencer en septembre qu'en fonction du succès de l'injection des ions d'hydrogène négatifs dans le ZGS, ce qui permettrait d'alimenter alternativement le synchrotron injecteur et le ZGS. Un dispositif d'épluchage très complexe est prêt à être installé dans le ZGS ; grâce à un système de substitution automatique, on pourra utiliser jusqu'à 100 feuilles minces sans arrêter la machine. Si tout se passe bien, on



Vue en coupe d'une chambre hybride. La paire d'électrodes supérieure fait fonction de chambre proportionnelle et la paire inférieure de chambre à étincelles. Le système d'alimentation électrique est représenté dans le schéma du bas.

espère que dans un an environ l'injection à 200 MeV dans le synchrotron deviendra une opération courante.

## KARLSRUHE Chambres hybrides

Le détecteur appelé « chambre hybride », qui essaie de combiner les avantages de la chambre proportionnelle et ceux de la chambre à étincelles, a été décrit dans l'article relatif à la Conférence sur l'instrumentation de Doubna (vol. 10, page 275). On y rendait compte des travaux de son inventeur, J. Fischer et al. (Brookhaven). Depuis lors, un groupe de Karlsruhe, dirigé par V. Bohmer et H. Schopper, a mis au point des chambres hybrides et quatre d'entre elles, qui font partie de l'appareillage d'une expérience sur la diffusion neutron-proton au PS du CERN, seront utilisées pour la première fois ce mois-ci (août).

La chambre proportionnelle inventée au CERN offre par rapport aux chambres à étincelles classiques l'avantage d'une résolution en temps sensiblement meilleure (inférieure à 100 ns) et permet d'arriver à des taux de comptage bien supérieurs (environ  $10^6$  par seconde). Dans les chambres classiques, il faut de 0,5 à 1  $\mu$ s pour la mémorisation (transmission des signaux, temps nécessaire au système électronique et aux compteurs pour la sélection des événements, application de l'impulsion à haute tension qui « matérialise » sous la forme d'une étincelle la trace d'une particule char-

gée), ce qui est bien supérieur à la résolution en temps de la chambre proportionnelle. Toutefois, la chambre à étincelles présente l'avantage d'une meilleure résolution spatiale (la position de la particule est déterminée à moins de 0,3 mm près au lieu de 1 à 2 mm) et notamment de disposer de systèmes de lectures moins coûteux. Les systèmes de lecture à tores de ferrite ou magnétostrictifs sont bien moins coûteux que l'amplification qu'exige la chambre proportionnelle pour chaque fil, dont le coût est au minimum de 20 Fr. s. par fil.

La « chambre hybride » se compose d'une chambre proportionnelle et d'une chambre à étincelles, séparées par un intervalle de dérive. L'information fournie par la chambre proportionnelle est transférée dans la chambre à étincelles d'où elle est lue. Quatre électrodes sont enfermées dans un volume rempli de gaz. Le schéma ci-dessus montre que la chambre proportionnelle est constituée par les électrodes 1 et 2. Le passage d'une particule chargée libère des électrons qui passent, sous l'effet de la différence de tension statique appliquée entre les électrodes, à l'électrode 2 constituée d'un plan de fils, créant une avalanche dans le voisinage immédiat d'un fil. Certains électrons de l'avalanche n'atteignent pas le fil mais subissent l'effet d'un champ dans l'intervalle de dérive qui les attire aux plans de fils des électrodes 3 et 4. Ce champ et la largeur de l'intervalle sont choisis de manière que pendant la dérive de

l'avalanche la logique électronique ait le temps de décider s'il convient d'enregistrer les événements. Dans l'affirmative, une impulsion à haute tension est appliquée entre les électrodes 3 et 4 juste au moment où le nuage électronique est présent. L'amplitude de l'impulsion est assez faible pour qu'il ne se produise pas d'étincelle dans les traces des particules chargées individuelles, mais seulement là où se trouve l'avalanche électronique. Le temps nécessaire à la mémorisation de la trace ne détermine plus la résolution en temps qui ne dépend que de la longueur de l'avalanche et de la forme de l'impulsion à haute tension.

Dans la chambre hybride de Karlsruhe, les électrodes 1, 3 et 4 sont constituées de fils de 0,1 mm de diamètre espacés de 1 mm. L'électrode 2 est constituée de fils en tungstène de 35  $\mu$ m de diamètre, espacés de 2 mm. L'écartement entre les électrodes pour 1-2 et 2-3 est d'environ 6 mm et entre 3-4 il peut varier de 1 à 5 mm. La surface utile est d'environ 0,3 m  $\times$  0,3 m.

Les essais avec les chambres ont donné les résultats suivants. La meilleure résolution en temps (environ 100 ns) a été obtenue lorsqu'on a utilisé un mélange gazeux de néon, d'hélium et d'argon que l'on avait fait passer à travers du méthanol ou de l'éthanol à la température ambiante. Malheureusement, il était alors impossible de déterminer le pouvoir de discrimination (c'est-à-dire dans quelle mesure la chambre distingue