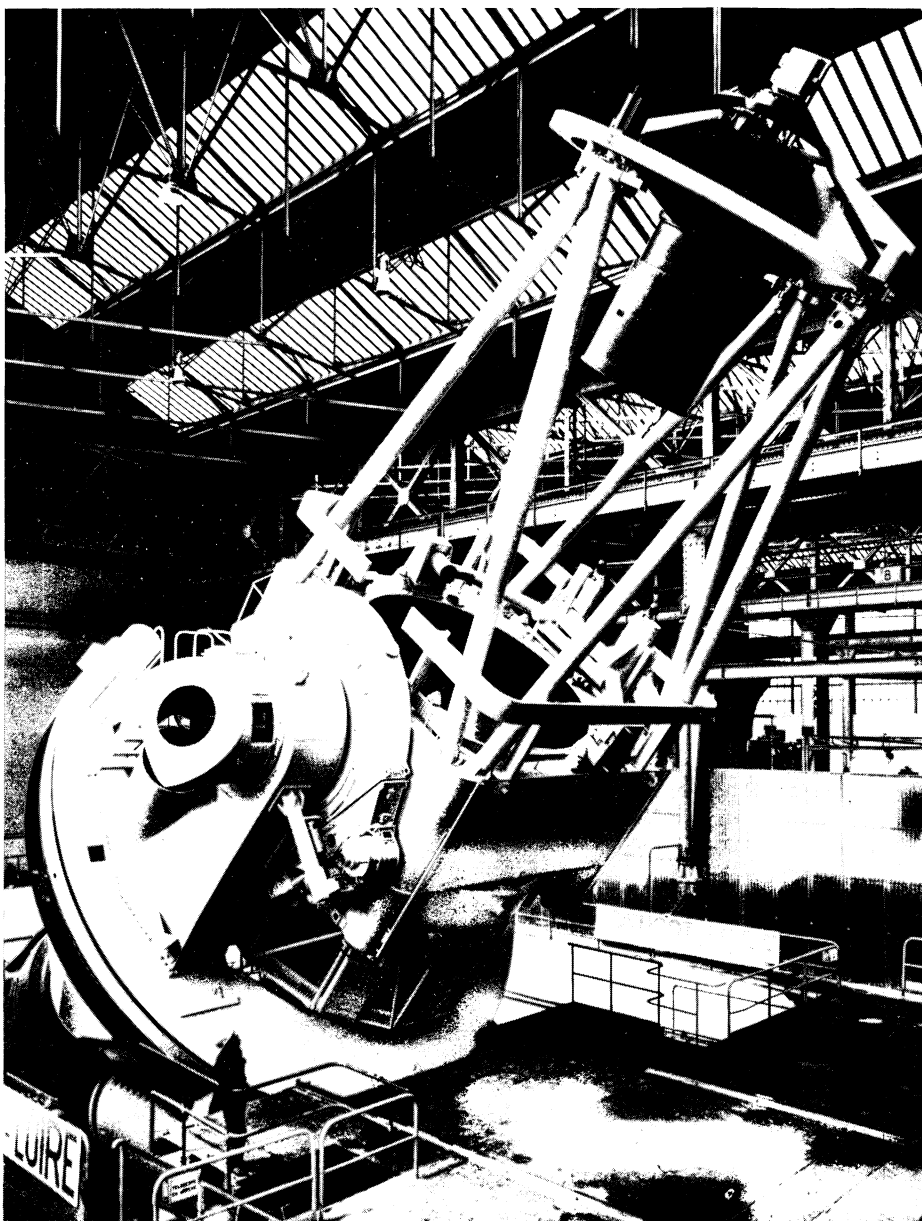


La structure mécanique du gigantesque télescope de 3,60 m de l'ESO (Organisation européenne pour des recherches astronomiques dans l'hémisphère austral), conçu et réalisé avec la participation du CERN, a été présentée à la presse le 21 mai dans les usines de la Société Creusot-Loire. Elle subit actuellement des essais avant son expédition à l'Observatoire, situé au Chili. Le bâtiment qui l'accueillera est achevé et on termine actuellement la construction du dôme, large de 30 mètres; le télescope entrera normalement en service l'année prochaine.

l'exclusion des noyaux légers, se produit dans seulement deux cas spéciaux identifiés par Rutherford, il y a quarante ans. Dans ce cas, la désintégration bêta se produit à partir d'un noyau instable, et le nouveau noyau ainsi produit survit pendant un court instant avant de suivre une seconde voie vers la stabilité, par émission d'une particule alpha. On prévoit que, pour des noyaux très déficients en neutrons, l'émission de particules retardées serait observable d'après le diagramme nucléaire. Un nouveau champ de recherches devrait donc s'ouvrir avec l'étude combinée des spectres des particules alpha et des protons provenant de régions de densité très élevée qui donneront une information sur la structure nucléaire dans la région d'énergie d'excitation de 4 à 10 MeV.

Avant l'arrêt du synchro-cyclotron, on avait repéré à ISOLDE un nouvel émetteur alpha avec retard par désintégration bêta, l'isotope ^{181}Hg du mercure, mais on n'avait recueilli que peu de données (dix événements). Au cours du « repos » accordé pendant l'arrêt du SC, il est apparu que des éléments plus légers devaient être des candidats favorables à la manifestation de cet effet (ils possèdent des densités de niveaux plus faibles et la barrière coulombienne est plus facile à franchir). Les récentes expériences ont surtout porté sur des noyaux de césium, et en particulier sur ^{118}Cs et sur ^{120}Cs qui sont très déficients en neutrons par rapport à l'isotope relativement stable voisin de ^{133}Cs . Ces isotopes ont été produits dans une cible de lanthane fondu, bombardée par des protons de 600 MeV issus du SC, puis ionisés, accélérés et magnétiquement séparés.

L'isotope ^{118}Cs commence par se désintégrer en un noyau de xénon fortement excité, ^{118}Xe , en émettant un positon. Le noyau du xénon peut alors se rapprocher de la stabilité par émission gamma en atteignant des états d'énergie moins excités. Il peut ensuite se transformer en un noyau d'iode ^{117}I , par émission d'un proton ou en un noyau de tellure ^{114}Te , par émission alpha.



Un grand nombre d'événements alpha ont été enregistrés; ils confirment les calculs théoriques, montrant que les éléments légers subissent plus souvent un tel mode de désintégration. En fait, le taux d'événements alpha a été étonnamment élevé: environ 1/16 par rapport aux événements de protons. Cette nouvelle information concerne une question qui intrigue un certain nombre de spécialistes de la structure nucléaire.

Cette question a trait aux « fluctuations » du spectre de l'émission retardée des particules. Une structure fine est observée dans ces spectres en liaison avec les niveaux d'énergie d'où proviennent ces particules et avec l'intensité de ces niveaux. La structure fine est reproductible pour un noyau donné, mais elle varie de manière apparemment aléatoire d'un noyau à un autre. Des travaux théoriques considèrent qu'il s'agit d'une sorte de « bruit nucléaire », dont l'étude relève de techniques mathématiques assez analogues à celles qui sont utilisées

pour l'étude du bruit dans les circuits électriques. Dans ce modèle, la nature a effectué son propre choix parmi l'ensemble de ces possibilités. Les effets statistiques peuvent entraîner d'importantes modifications pour les rapports des émissions alpha/proton. Il appartient aux futures expériences de déterminer la structure fine et de rendre compte de ces taux.

Autres particules

Déjà en 1964, on avait envisagé l'accélération de protons polarisés dans le PS, ainsi que celle d'ions plus lourds que le proton. En fait, le linac avait accéléré alors un courant de 7 mA de deutérons (noyaux d'hydrogène lourd ou deutérium), et ce faisceau avait été injecté dans le PS. Mais, à l'époque, la richesse du programme ne justifiait pas ce type de projet pour le PS.

La situation d'ici quelques années pourrait être différente. D'une part, les

Photographie prise au cours d'une récente période de fonctionnement de BEBC, la chambre à bulles européenne de 3,70 m. La chambre a très bien fonctionné après son nouvel assemblage. Plus de 650 000 détentes ont été effectuées sans incident. Des photos ont été prises avec des pions négatifs à 22 GeV et des antiprotons à 12 GeV (recherche de particules charmées). La cadence des impulsions a été celle du synchrotron de 400 GeV, soit une impulsion toutes les 5 secondes. Le champ magnétique a été de 3,5 T, valeur théorique.

cycles de fonctionnement, prévus pour le remplissage du SPS et des ISR, laisseront un intervalle de temps appréciable entre ces cycles, pour d'autres expériences, à l'énergie du PS. D'autre part, la mise en service du nouveau linac rendra le linac actuel disponible pour l'injection alternée de particules autre que les protons.

Ce contexte ouvre de nouvelles possibilités d'utilisation du PS que l'on pourrait considérablement accroître par l'injection de ces particules dans les ISR. Il a donc été décidé d'effectuer une étude de deux ans pour déterminer si l'accélération d'ions légers ou de particules polarisées dans le PS est réalisable, compte tenu des nombreuses contraintes auxquelles il est soumis, la priorité étant bien entendu réservée à l'injection de protons dans le SPS et aux utilisateurs normaux du PS, y compris les ISR.

Examinons quelques aspects de cette étude.

Le PS peut accélérer des ions légers (jusqu'à l'argon) entièrement éplu-

chés, jusqu'à une énergie de 12 GeV/nucléon. Conduisant à des collisions où un grand nombre de nucléons sont impliqués, ils pourraient ouvrir un nouveau champ de recherche.

Si on peut disposer d'une source d'ions totalement ionisés, on peut utiliser le linac tel qu'il est en utilisant toutefois un mode d'accélération, appelé $2\beta\lambda$ par les spécialistes, parce que le temps de transit dans une cellule du linac est de deux périodes HF au lieu d'une pour les protons — cela est dû au rapport charge/masse plus faible qui mène à un plus faible taux d'accélération. Le taux de capture de ce mode est toutefois moins élevé, ce qui conduira à des intensités plus faibles. Par contre, si la source ne peut fournir, avec une intensité acceptable, que des ions partiellement débarrassés de leurs électrons, il faudra prévoir à la place de la première cavité du linac actuel une nouvelle structure accélératrice adaptée, puis éplucher totalement les ions avant de continuer l'accélération.

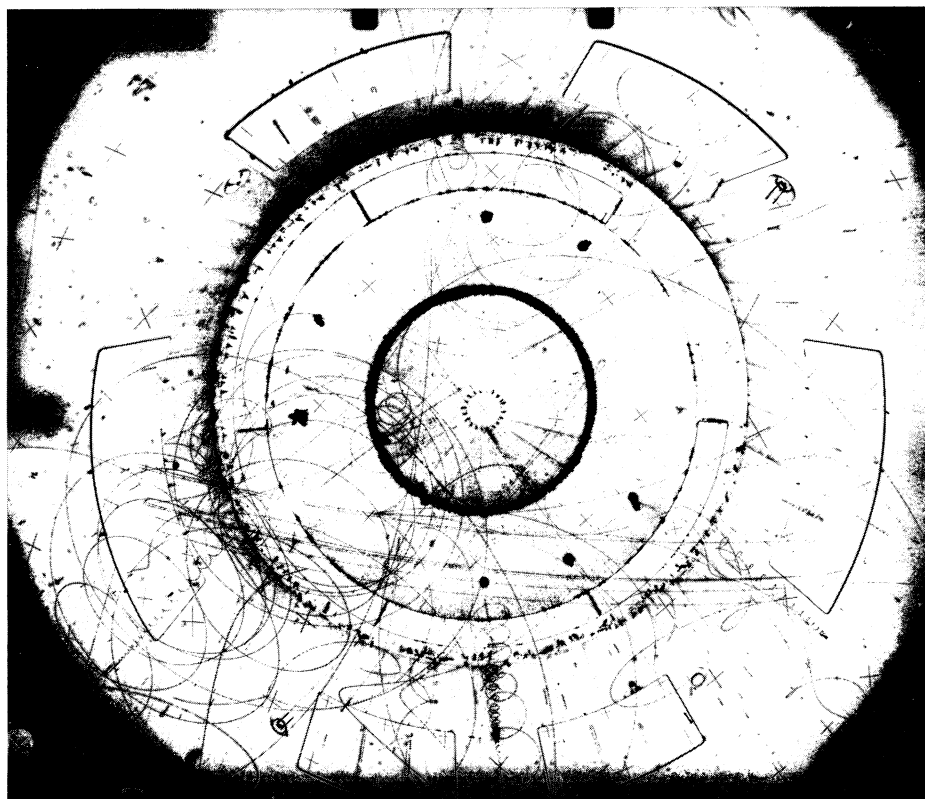
L'accélération d'ions légers dans le PS pose aussi un certain nombre de problèmes. Le plus faible taux d'accélération dans le linac fait que les particules entrent dans le PS avec 1/6 et non 1/3 de leur vitesse finale. Le système d'accélération HF n'étant pas capable de couvrir d'un coup une telle variation de fréquence, il faudra capturer les ions sur un harmonique double (40) et, à une certaine énergie, arrêter l'accélération, dégroupier puis recapturer le faisceau sur l'harmonique habituel (20).

Le proton mis à part, le deuteron est à tous égards la particule la plus simple à accélérer dans le PS. Il est prévu, au début de 1976, de procéder à un essai d'accélération de deutérons dans le PS. Des propositions d'expériences utilisant des deutérons dans les ISR ont été présentées et discutées.

En ce qui concerne les particules polarisées, on se rappellera l'accélération et l'utilisation expérimentale des protons polarisés au synchrotron à gradient nul d'Argonne (ZGS) depuis juillet 1973. Ces expériences et celles faites au CERN avec les cibles polarisées ont montré que des effets, liés à l'orientation du spin, encore inexpliqués, se manifestaient.

Comme une intensité minimale de 10^{10} particules par impulsion est indispensable pour effectuer des expériences utiles dans les ISR, un des objectifs de l'étude est de prouver qu'une source donnant 100 μA de protons et deutérons polarisés dans l'émission requise peut être réalisée. On partira d'une source semblable à celle d'Argonne et l'on disposera pour son amélioration de la collaboration de H.F. Glavish qui l'a conçue.

L'accélération de particules polarisées dans un synchrotron se heurte à la difficulté de traverser des résonances dépolarisantes qui apparaissent à certaines énergies. Des études théoriques sont en cours pour mieux comprendre et contrôler le mécanisme de ces effets, qui sont en principe plus importants dans une machine à focalisation forte, comme le PS, que dans un accélérateur à focalisation faible tel que le ZGS. Ces problèmes



La quatrième Ecole de physique IURN-CERN s'est tenue à Alushta en Crimée (URSS) du 14 au 28 mai 1975. Elle a été suivie par environ 60 délégués de l'IURN de Doubna et de ses Etats membres et 35 du CERN et de ses Etats membres. Les conférenciers d'Europe occidentale étaient C. Michael, de l'Université de Liverpool, L. Montanet et W. Jentschke du CERN, ainsi que B. Wiik de DESY. On reconnaît sur la photographie N.N. Bogolubov, directeur de Doubna (troisième à partir de la gauche) avec W. Jentschke (sixième à partir de la gauche) et L.D. Soloviev, directeur de l'IPHE de Serpoukhov (deuxième à partir de la gauche).



intéressent autant le Laboratoire d'Argonne que le CERN, et un programme d'expériences de simulation sur le ZGS a été mis au point en commun. La première a déjà eu lieu en avril.

Par ailleurs, un petit groupe de physiciens a été créé pour explorer plus concrètement les diverses possibilités expérimentales qui pourraient être ainsi offertes.

La suite qui sera donnée à cette étude à la fin 1976 est difficile à prévoir. Elle dépendra des performances prévues, de l'intérêt des physiciens pour les particules envisagées et de la politique du CERN à ce moment.

Performances du PSB

Le synchrotron injecteur de 800 MeV (PSB) a été conçu à l'origine pour permettre au PS d'atteindre une intensité de 10^{13} protons par impulsion avec un faisceau du linac de 100 mA. En fait, le faisceau du linac n'est que de 80 à 90 mA et, en 1976, le PSB devra fournir au PS un faisceau de $1,3 \times 10^{13}$ ppi si l'on veut qu'après les pertes inévitables lors des transferts PSB-PS et PS-SPS l'intensité dans le SPS puisse être de l'ordre de 10^{13} ppi.

Pour réaliser cela, il faut donc améliorer l'efficacité de toutes les machines impliquées et en particulier celle du PSB. Outre cette performance accrue, on demande maintenant au PSB de satisfaire aux demandes différentes du SPS, des ISR et des physiciens implantés dans les halls d'expériences utilisant directement les faisceaux du PS. Pour satisfaire à toutes ces demandes, il faut réaliser d'une impulsion sur l'autre une modulation de certaines propriétés du faisceau et notamment de son intensité.

Pendant le dernier arrêt annuel de la machine, on a effectué certaines modifications et mis en place de nouveaux équipements visant ces buts (voir vol. 15, page 7).

Après un redémarrage particulièrement rapide de la machine (voir vol. 15, page 68) et une période

de fonctionnement qui fut la plus longue et la plus réussie jusqu'ici puisqu'elle a duré 836 h et que le taux de panne n'a pas dépassé 2 %, le PSB a pu disposer d'une période pour des études de machine, le programme de physique n'exigeant pas le niveau d'intensité justifiant l'emploi du PSB.

C'est ainsi que le PSB a pu disposer de 20 séances d'étude avec un faisceau du linac de 80 mA, ce qui a particulièrement contribué au succès de l'opération.

Injection multitours

On a étudié l'effet des paramètres principaux (focalisation et densité du faisceau du linac, angle d'injection, valeur de la fréquence des oscillations bétatroniques dans le plan horizontal, etc.) sur l'émittance horizontale du faisceau du PSB et l'efficacité de l'injection. Une méthode particulière pour accroître cette efficacité a été examinée. Le processus utilisé est l'injection sur une résonance de couplage entre oscillations bétatroniques horizontales et verticales; pendant l'injection multitours (sur 13 tours), l'orbite fermée est déplacée localement au début jusqu'à l'intérieur de l'aimant à septum d'injection puis progressivement ramenée vers le centre de la chambre à vide. De ce fait, les amplitudes bétatroniques des protons injectés à chaque tour s'accroissent, augmentant ainsi l'émittance horizontale du faisceau.

En pratique, il faut faire un compromis entre d'une part une limitation de l'augmentation de l'émittance (pour

obtenir un faisceau dense) et, d'autre part, une bonne efficacité de l'injection dans le PSB. Le but est de limiter l'émittance horizontale à $130 \pi \cdot 10^{-6}$ rad m (correspondant à l'acceptance nominale du canal d'injection dans le PS) pour une émittance linac de $30 \pi \cdot 10^{-6}$ rad m. Cela est obtenu par une décroissance relativement lente de la déformation d'orbite. Le revers de la médaille est que plus de la moitié des particules injectées sont perdues sur le côté intérieur du septum d'injection. Pour $Q_H = 4,2$ (4,2 oscillations bétatroniques par tour) cette perte se produit surtout cinq tours après l'injection de la particule.

En couplant les oscillations horizontales et verticales, on s'arrange pour que l'amplitude horizontale soit diminuée à ce moment-là cependant que l'amplitude verticale est augmentée, ce qui évite une perte de protons. On a étudié l'injection sur la résonance $Q_H - Q_V = -1$, ligne voisine du point de fonctionnement actuel du PSB. Cette résonance fut excitée par des quadrupôles tournés. L'efficacité d'injection a pu ainsi être augmentée de 35 % à 41 %, permettant d'injecter jusqu'à $4,5 \cdot 10^{12}$ ppi (par anneau) dans l'émittance de $130 \pi \cdot 10^{-6}$ rad m. Le prix à payer est une augmentation de l'émittance verticale (de 52 à $62 \pi \cdot 10^{-6}$ rad m, toujours à 50 MeV). Toutefois, la densité transversale est à peine réduite par rapport à l'injection multitours classique.

Le point de fonctionnement

Le PSB étant une machine à fonctions