



Cérémonie du premier coup de pioche de l'anneau principal à Batavia. Les machines pourront prendre la relève, à condition de travailler un peu plus vite... La date fixée pour la mise en place des éléments de l'accélérateur principal a été avancée de six mois. Le directeur du Laboratoire, R. R. Wilson, se reconnaît facilement: il est le seul sans casque !

pompes. Ces mesures montrent qu'une pression moyenne de 5×10^{-7} torr devrait pouvoir être réalisée.

Le prochain objectif, en ce qui concerne l'élanneur proprement dit, est la mise en place d'un quart de la machine dans le tunnel, système à vide et alimentation électrique compris, pour le mois de mai. C'est en avril 1971 qu'il est prévu d'obtenir des protons de 8 GeV.

L'avancement des travaux sur l'anneau principal de 200-400 GeV n'étant pas aussi rapide qu'il le souhaitait, le professeur Wilson a décidé d'avancer de six mois la date à laquelle devront être installés tous les éléments du grand anneau. Le début des essais de l'accélérateur complet est donc maintenant prévu pour le 1er juillet 1971, au lieu du 1er janvier 1972. La cérémonie du premier coup de pioche pour le creusement de l'anneau a eu lieu le 3 octobre, et les travaux d'excavation sont maintenant bien avancés. Au mois de décembre, le contrat pour la partie enterrée du gros œuvre a été adjugé à un prix inférieur aux prévisions qui se monte à moins de 7 millions de dollars.

La fabrication des aimants suit son cours, et l'on fait appel à une nouvelle méthode de montage des enroulements des aimants de déflexion. Chaque enroulement est composé de trois parties, de sorte que les tolérances et les méthodes de fabrication classiques restent acceptables dans le cas des bobines supérieures et inférieures, tandis que l'enroulement à quatre tours du plan médian est spécialement fabriqué, avec des tolérances extrêmement étroites. La fabrication de ces enroulements à quatre tours est assurée par le laboratoire. Le prochain « rendez-vous » pour l'aimant principal est le 20 mars, où l'on installera un prototype de maille comportant huit aimants de déflexion et deux quadrupôles, que l'on prévoit d'expérimenter dans le prototype de tunnel.

DARESBURY

Quelques informations sur le Laboratoire de Physique nucléaire de Daresbury dont les recherches sont axées sur l'utilisation du synchrotron à électrons de 5 GeV NINA.

Programme d'expériences

Le programme d'expériences sur NINA est mené par les équipes de cinq universités britanniques (Glasgow, Lancaster, Liverpool, Manchester et Sheffield) ainsi que par les physiciens de Daresbury même. Une expérience sur la photoproduction des pions vers l'arrière, à laquelle ont collaboré Orsay, Strasbourg et Daresbury, vient de s'achever et l'on en projette une sur l'électroproduction de pions, avec la collaboration de Pise.

Au total dix expériences ont été menées à bien et neuf autres sont en cours ou en préparation. Le programme peut se diviser en trois catégories principales (illustrées chacune d'exemples).

1. Recherches fondamentales sur l'électrodynamique quantique. Une expérience de production de paires d'électrons sous un grand angle a confirmé la validité de l'électrodynamique quantique jusqu'aux petites distances. Elle était semblable à celles de Cambridge et de DESY, si ce n'est qu'on effectuait pour la première fois les mesures sur l'hydrogène (pour les autres expériences on avait utilisé le carbone). Les résultats viennent à l'appui de ceux de l'équipe DESY/Columbia.

2. Photoproduction de hadrons. Une série d'expériences est en cours ou se termine concernant la production des hadrons $-\pi^0$, γ , N^* , etc. L'étude de la distribution des paires d'électrons résultant des désintégrations des mésons vecteurs ρ et ω présente un intérêt particulier. Les premiers résultats font apparaître une interférence entre le méson ρ

et le méson ω , ce qui est en contradiction avec les expériences effectuées ailleurs.

De bons flux de kaons peuvent être obtenus par photoproduction et ils ont été utilisés dans une expérience visant à étudier les spectres du kaon neutre à vie longue se désintégrant en trois particules.

Le faisceau de kaons possède une structure fine en paquets et l'on peut utiliser la méthode du temps de vol. Les interactions kaon-proton doivent faire l'objet de recherches pour voir s'il y a production de résonances d'étrangeté +1, en violation de la théorie SU 3 et du modèle des mésons à base de quarks.

3. Electroproduction (y compris la diffusion inélastique d'électrons). Une expérience est en cours sur l'électroproduction de résonances et l'on en projette d'autres sur l'électroproduction du pion et du méson η .

Le Conseil de la recherche scientifique a approuvé un crédit de 150 000 £ pour la création à Daresbury d'un « Centre national du rayonnement synchrotronique ». Utilisant la lumière synchrotronique émise par le faisceau de grande intensité en circulation dans NINA, ce centre sera le plus évolué de son type dans le monde. NINA fournit un rayonnement synchrotronique dont la distribution d'intensité peut être calculée et qui s'étend régulièrement de la lumière visible aux longueurs d'onde inférieures à un angstrom.

Les plans d'un bâtiment destiné à abriter l'équipement d'expérimentation ont été établis et deux lignes de faisceau serviront à l'alimentation. L'utilisation du rayonnement synchrotronique aura évidemment un caractère tout à fait indépendant et n'influera pas sur le reste du programme de recherches. Ce centre servira pour des expériences en physique atomique, moléculaire et de l'état solide.

Fonctionnement de la machine

Pour le fonctionnement de la machine, les physiciens des accélérateurs ont eu des difficultés à maintenir le courant moyen du faisceau accéléré proche de 1 jA. Par sa conception, NINA peut fournir 10 jA et à ce stade de développement de la machine on espérait obtenir des courants d'environ 2 à 3 jA. On a constaté, au contraire, une dégradation progressive de l'intensité du courant accéléré.

On pense que ce phénomène est dû, entre autres, à la régularité de l'espace-ment des cavités HF, ce qui détermine des résonances conduisant à l'éclatement

1. Traces d'oscilloscope illustrant l'utilisation d'une boucle d'asservissement pour obtenir un déversement uniforme des protons, avec un taux d'utilisation atteignant 12 %. On voit nettement l'amélioration des courbes de déversement séparément et en moyenne. Ces traces ont été enregistrées à l'énergie de 4 GeV, l'échelle horizontale étant de 0,5 ms par division.

2. Montage de l'expérience d'Orsay dans le hall d'expérimentation de NINA. Cette expérience, dont la phase de recueil des données s'est terminée le 23 janvier, étudie la photoproduction des pions positifs vers l'arrière dans la gamme d'énergies de 0,5 à 4 GeV.

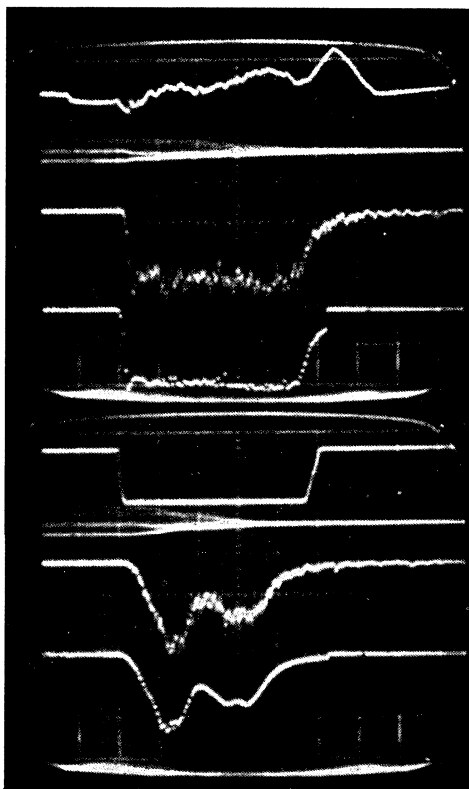
(Photos Daresbury)

du faisceau. Pour y remédier, les cavités seront placées de façon irrégulière, lorsque le programme de la machine en laissera le temps.

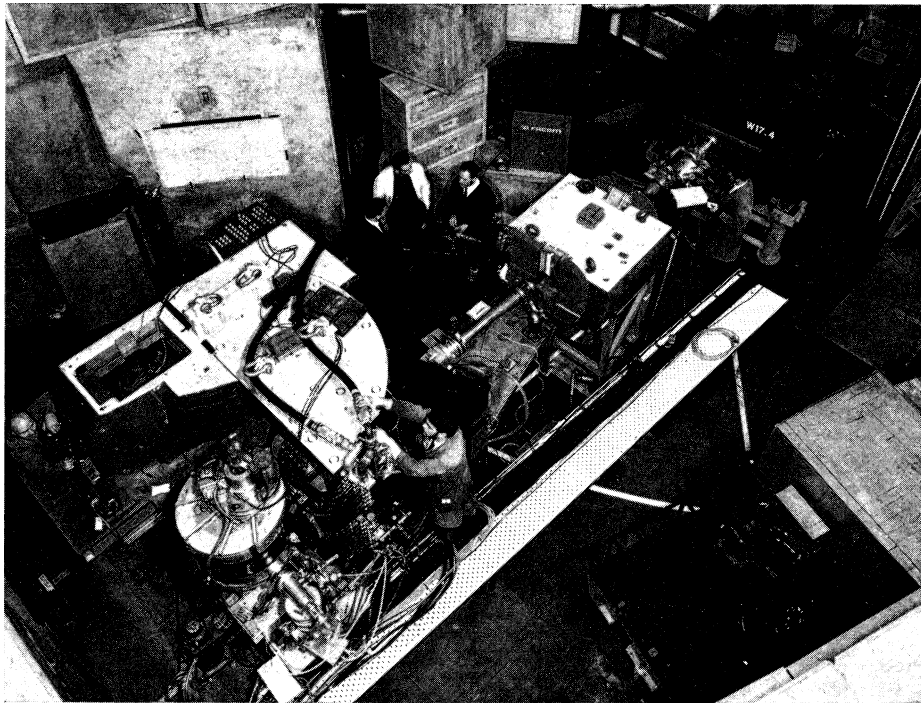
L'intensité sera encore accrue en juillet, date à laquelle l'injecteur linéaire de 40 MeV fournira des faisceaux modulés à la fréquence du synchrotron à l'aide d'un hâcheur, l'injection d'un paquet (parmi sept paquets possibles issus de l'accélérateur linéaire au cours du cycle HF du synchrotron) se faisant à l'angle de phase stable. On aura ainsi besoin de faisceaux à pic nettement plus élevé pour la source d'électrons de façon à capturer davantage dans le synchrotron.

L'installation d'une enceinte à vide en céramique en remplacement de celle en acier inoxydable a été menée à bien il y a six mois. Un deuxième faisceau d'électrons éjecté a été mis en service et il est prévu d'assurer la commande de la ligne de faisceau en faisant appel, à une époque ultérieure de l'année, à un ordinateur IBM 1800. Les rendements d'éjection ont récemment atteint 70 %.

Une boucle d'asservissement a dernièrement été mise en service en vue d'améliorer le déversement du faisceau de photons à partir d'une cible placée dans NINA, déversement qui s'effectue lorsque le faisceau d'électrons est dirigé sur une cible de tungstène. En l'absence de commande précise, le déversement observé serait irrégulier (voir les traces dans le bas de la photo). Un signal correcteur est engendré dans la boucle d'asservissement et renvoyé à un amplificateur qui alimente des enroulements de retour de culasse. Ceux-ci commandent la façon dont le faisceau d'électrons est dirigé sur la cible. On obtient ainsi un déversement uniforme pendant environ 3 ms, ce qui équivaut à la production d'un faisceau de photons de bonne qualité avec un taux d'utilisation de 12%. En décembre, la boucle d'asservissement a également été utilisée avec succès sur le faisceau d'électrons éjecté. On a obtenu un déversement uniforme pendant 1,5 ms avec un rendement d'éjection de 70 % en fonctionnement normal. La commande des faisceaux éjectés s'est améliorée à tel point qu'il est possible d'alimenter en séquence trois lignes de faisceau (d'électrons ou de photons) ou bien deux simultanément, ce qui signifie que l'on peut soit alimenter une ligne après l'autre avec des impulsions successives (NINA fonctionne à 50 impulsions par seconde), soit alimenter deux lignes avec la même impulsion (avec, sur chaque ligne, environ 30 % de



1.



2.

l'intensité correspondant à l'impulsion entière). Cependant l'intensité du faisceau accéléré n'est pas encore suffisamment élevée pour mettre ces techniques pleinement à profit.

« Booster » de 15-20 GeV

Une étude technique est en cours pour doter l'accélérateur NINA d'une extension à haute énergie habituellement connue sous le nom de «NINA Booster» (voir COURRIER CERN vol. 9, page 44). Cette étude a reçu l'approbation du Conseil britannique de la Recherche scientifique. En ajoutant un nouvel anneau de synchrotron, qui serait alimenté par NINA, on espère obtenir des faisceaux d'électrons d'une énergie maximale de 15 à 20 GeV.

Si ce projet était approuvé dans un proche avenir, le laboratoire de Daresbury serait le premier à disposer de faisceaux d'électrons à taux d'utilisation élevée dans cette gamme d'énergies. L'accélérateur linéaire de Stanford existe déjà, avec un taux d'utilisation faible, tandis que le synchrotron à électrons de Cornell atteindra peut-être 15 GeV, mais vraisemblablement sans les installations permettant d'organiser un important programme d'expériences. Des discussions préliminaires ont déjà eu lieu entre Daresbury et DESY, pour envisager les moyens d'organiser une coopération dans l'utilisation des installations complémentaires des deux laboratoires (anneau de grande énergie à Daresbury et anneau de stockage de

3 GeV actuellement en cours de construction à DESY). Il est possible que la question soit portée ultérieurement devant l'ECFA, de manière que l'on puisse discuter de la place de ces installations dans l'ensemble du programme européen.

Les études en cours à Daresbury sont centrées sur la sélection, parmi les diverses solutions possibles, des modèles optimaux pour les éléments de la machine. En ce qui concerne l'aimant, il s'agit de décider entre une fabrication classique et un modèle comportant une enceinte à vide entourant l'aimant (comme dans l'accélérateur de Cornell). L'idée des aimants « bétonnés » lancée par le Laboratoire Rutherford (l'isolement en étant assuré par le coulage de céramique sous pression) a déjà été prise en considération, mais semble convenir moins bien aux machines à cyclage rapide qui nécessitent des câbles torsadés.

Quant à la chambre à vide, on s'attache à deux solutions. La première exploite une idée de Berkeley, consistant à utiliser un tube d'acier inoxydable mince (quelques millimètres) recouvert à l'intérieur d'une couche d'aluminium pulvérisé. C'est une méthode très élégante, mais qui nécessite un soin tout particulier à la fabrication. La seconde solution serait d'utiliser une chambre à parois minces ondulées. On travaille actuellement à des modèles de structures HF, et les enquêtes auprès des fabricants indiquent qu'il n'y aura aucune difficulté à se procurer des klystrons correspondant aux spécifications.

Enfin, on étudie de manière plus approfondie l'implantation de l'anneau du nouveau synchrotron. Une des solutions envisagées consiste à traverser l'anneau actuel de NINA, dont le programme serait sérieusement désorganisé; cette solution, en revanche, serait moins onéreuse du fait qu'on pourrait utiliser le hall d'expérimentation actuel. L'autre solution propose un anneau entièrement distinct, ce qui implique la construction d'une nouvelle zone d'expérimentation. Les physiciens travaillent à mettre au point un programme éventuel d'expériences dans la nouvelle gamme des énergies que l'on attend du « NINA Booster ».

PRINCETON

Réduction budgétaire

Le laboratoire de l'accélérateur de Princeton, en Pennsylvanie, va voir son budget très sérieusement amputé à ce qu'il résulte d'une annonce faite par la Commission de l'énergie atomique (AEC) des Etats-Unis. En effet, à partir du 1er janvier, les crédits annuels se trouvent réduits d'environ 1,2 million de dollars sur un budget d'exploitation fixé initialement à 4,69 millions de dollars. Il a été impossible d'amener l'AEC à atténuer ce coup, soit par limitation de la réduction, soit par son application moins brutale.

Cette mesure a eu pour effet de mettre fin aux contrats d'environ 40% du personnel (environ 100 personnes) du laboratoire. Le critère utilisé à cette occasion

a été surtout l'ancienneté. Les projets concernant le développement futur du synchrotron à protons à cyclage rapide de 3 GeV, décrit dans le COURRIER CERN, vol. 9, page 310, seront évidemment durement touchés par ces décisions.

Néanmoins, on est bien décidé à faire aboutir une certaine partie des améliorations projetées. Les frontières normales entre divisions ont été balayées afin de faire porter l'effort sur le projet de palier prolongé. L'utilisation d'une alimentation à semi-conducteurs permettra de maintenir le palier pendant des temps atteignant 50 ms avec un taux de répétition réduit (10 Hz). Il est prévu de réaliser cette performance en février de cette année. Ensuite l'effort se portera sur l'élanneur à cyclage rapide de 75 MeV, indispensable pour la bonne accélération des ions lourds et qui constitue l'objectif principal du laboratoire.

Pour ce faire, il faudra également installer des enceintes à vide en céramique (pour obtenir des pressions de 10^{-8} torr ou mieux). Certains essais effectués avec du xénon ionisé quatre fois, Xe^{4+} , ont donné satisfaction. L'accélération a pu être obtenue sur une certaine distance mais ensuite elle a été rendue impossible, les ions continuant à perdre des électrons par suite d'une pression du gaz résiduel trop élevée. Trois enceintes en céramique ont été achetées mais il faut environ 200 000 dollars pour achever l'anneau. Lorsque cette dernière opération sera possible, on pourrait accélérer le xénon à 10 MeV par nucléon, et Princeton pourrait être le premier laboratoire à accélérer des ions d'uranium à une énergie élevée.

Quarks: fausse alerte?

Nous avons rendu compte dans le COURRIER CERN (vol. 9, page 307) d'une expérience, réalisée par un groupe de Sydney dirigé par C. B. A. McCusker, qui semblait prouver l'existence des quarks. Cinq traces, composées d'un plus petit nombre de gouttelettes que les traces voisines, et pouvant indiquer le passage de particules ayant une charge égale à $\frac{1}{3}$ de celle de l'électron ont été observées après examen d'un grand nombre de photographies de gerbes de rayons cosmiques. Cette charge inférieure à l'unité serait l'une des particularités distinctives des quarks.

On a fortement contesté que ces cinq traces soient dues à des quarks. Connaissant les caractéristiques de l'équipement de détection du groupe de Sydney, la dispersion moyenne d'une gerbe cosmique, etc., il ressortait des observations qu'environ 10 quarks véhiculant une énergie égale à $\frac{1}{3}$ de celle de l'électron, sont produits par gerbe d'une énergie de l'ordre de 3×10^8 GeV, le flux de ces quarks pouvant être estimé à $5,5 \times 10^{-10} \text{ cm}^{-2} \text{ s}^{-1} \text{ steradian}^{-1}$. Au cours des recherches précédentes en vue de déceler des quarks dans les rayons cosmiques, on aurait donc dû en apercevoir pour un flux aussi élevé. En revanche, aucune contre-explication convaincante ne pouvait être fournie pour les traces à faible densité.

Une expérience dirigée par R.K. Adair, de Yale, et H. Kasha, de Brookhaven, ne

3. Faisceau de photons étalonné destiné à deux expériences actuellement en préparation à NINA. La photographie montre le système servant à détecter les électrons dont les énergies et les angles seront mesurés pour servir au calcul de l'énergie des photons associés.

(Photo Daresbury)

permet pas de déceler de quarks bien qu'une limite de $10^{-10} \text{ cm}^{-2} \text{ s}^{-1} \text{ steradian}^{-1}$ ait été fixée pour le flux. Si les résultats du groupe de Sydney avaient été exacts, on aurait dû en voir 1000. Adair et Kasha avaient donc de bonnes raisons de proposer une autre explication et ils présentèrent leurs conclusions dans « Physical Review Letters » du 8 décembre 1969.

Selon Adair et Kasha, lesdites traces de quarks seraient en fait dues à des électrons ou des muons de basse énergie — les électrons provenant de rayons delta et de la production de paires à basse énergie (issues de l'abondante énergie électromagnétique associée à la gerbe cosmique) et les muons des cascades de hadrons de la gerbe. Ils démontrèrent également qu'on pouvait s'attendre à ce que les particules de haute énergie puissent traverser les chambres de Wilson, où les particules sont enregistrées, à de grands angles par rapport à la direction de la gerbe. Cet argument concorde avec le fait que les cinq traces de quarks n'étaient pas parallèles aux particules venant du centre de la zone des gerbes. Si les quarks étaient engendrés au centre de la zone, ils devraient être parfaitement parallèles aux autres particules venant du centre. Enfin Adair et Kasha expliquent la faible densité de gouttelettes dans les traces des quarks par les fluctuations statistiques de l'ionisation produite par les électrons ou muons de basse énergie, dont l'ionisation prévue est déjà inférieure à la moyenne en raison d'effets relativistes.