

Début des expériences sur le neutrino

La première de la nouvelle série d'expériences sur le neutrino a eu lieu dans la semaine du 8 au 16 avril, qui a précédé la fermeture du PS. (On trouvera dans le COURRIER CERN, Vol. 16, p. 211, la description des expériences et de l'équipement utilisé). Quelque 90 000 photographies ont été prises dans la chambre à bulles à liquides lourds du CERN. Ce résultat, inférieur aux prévisions, est dû à la nécessité de démonter la chambre à bulles pour changer la membrane qui sert à transmettre la pression au liquide. Une déchirure est apparue dans cette membrane au cours de l'expérience, peut-être en raison de l'augmentation de température qui se produit lorsque la chambre est remplie de propane. Cependant, tous les éléments, très complexes, de la ligne neutrino ont fonctionné de manière satisfaisante, et un certain nombre d'interactions de neutrinos ont été photographiées dans des conditions permettant d'effectuer des mesures. Le premier dépouillement du film est terminé et l'analyse des données est en cours.

Le faisceau de protons éjecté rapidement, qui provient de la section droite 74 du synchrotron à protons, a été adapté à la cible au moyen d'un dispositif de transport de faisceau pulsé. Une série d'essais ont été exécutés avant l'expérience en vue de choisir la disposition de cible la plus efficace pour la production des « parents de neutrinos », les pions et les kaons. On a utilisé pour ces essais des cibles d'oxyde de beryllium, de tungstène, de saphir, de carbure de bore et de cuivre.

La nouvelle trompe magnétique et les deux grands réflecteurs qui servent à faire converger les parents de neutrinos vers les détecteurs ont fonctionné sans interruption

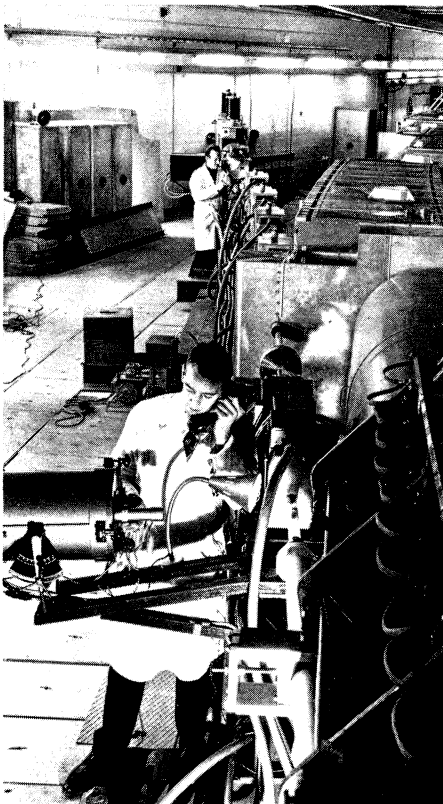
durant l'expérience, malgré les problèmes préliminaires que posait l'alimentation en courant par canalisations souterraines qui apportent aux réflecteurs un courant de 360 kA.

Les dispositions complexes prises pour mesurer le spectre des muons (produits en même temps que les neutrinos lors de la désintégration des parents de neutrinos) ont montré que le blindage avait été assemblé avec soin et que son pouvoir d'arrêt correspondait à la valeur prévue. La connaissance du spectre des muons apporte un moyen supplémentaire de déduire celui des neutrinos, ce qui est indispensable dans toute tentative de mesurer la section efficace des interactions de neutrinos.

Le blindage est plus épais que cela n'est nécessaire pour les expériences au moyen de chambres à bulles, car il a été modifié en vue d'une expérience au moyen de chambres à étincelles dont les exigences sont plus strictes quant à l'élimination des muons traversant le blindage. Les chambres à étincelles, qui sont placées devant et derrière la chambre à bulles, ont enregistré des données destinées à vérifier la loi de conservation, selon laquelle, dans une interaction, un neutrino de muon se transforme toujours en un muon négatif. On tentera également de déterminer, par l'expérience au moyen de chambres à bulles, si la section efficace des interactions de neutrinos dépend de la dimension du noyau. Pour les interactions fortes dans le noyau, le taux d'interactions est fonction du nombre de nucléons, car l'interaction entre la particule entrante et le nucléon-cible dépend partiellement des grandes forces qui s'exercent entre les nucléons. Pour le neutrino, qui n'implique que des interactions « faibles », il importe de savoir si la proximité d'autres nucléons produit un effet sur les sections efficaces des interactions sur un nucléon.

Environ 20% du temps de fonctionnement de la chambre à bulles a été consacré à une tentative de vérifier la possibilité de faire une expérience sur les interactions inélastiques du muon. Si l'on vide le tuyau à l'intérieur du blindage du mercure qu'il contient, les muons peuvent traverser ce blindage et être photographiés dans la chambre. Ces photographies de muons ont déjà été analysées et les expérimentateurs attendent beaucoup des résultats de cet essai.

Les prochaines expériences sur le neutrino auront lieu en juillet et la série prévue pour 1967 se terminera par une dernière expérience en septembre.



Photographie prise dans le tunnel de l'anneau du synchrotron à l'endroit (situé dans la section droite 74) où le faisceau de protons à extraction rapide sort vers la ligne de faisceau de neutrinos. Le faisceau de protons traverse la paroi du tunnel (au centre et en haut) pour être dirigé sur une cible. Des lentilles magnétiques font converger vers la chambre à bulles à liquides lourds les pions et les kaons positifs produits dans les collisions à haute énergie. Ils se désintègrent à très bref délai en donnant le faisceau de neutrinos requis.

Voici deux remarquables photographies de la ligne de faisceau du neutrino.

Celle de gauche montre le faisceau de protons éjecté, sortant de l'extrémité du tube à vide (à droite de la photo) projeté vers la cible à travers l'atmosphère. Un mince pinceau de lumière se forme tandis que les protons de haute énergie portent les électrons de certaines des molécules d'air, qu'ils rencontrent sur leur trajet, à des états d'énergie supérieure, d'où ils reviennent à de moindres énergies par émission de lumière.

Pour prendre cette photographie, on a placé l'appareil dans le tunnel du faisceau du neutrino et, par télécommande, impressionné un seul cliché pendant 200 impulsions. Près de 5×10^{11} protons sont passés devant le film à chaque impulsion à cet endroit du faisceau. C'est là l'une des rares photographies d'un faisceau de protons de haute énergie à l'air libre qui aient jamais été prises.

A droite figure la photographie de la lumière émise par un faisceau de protons éjecté dans un compteur Cherenkov. L'appareil de prises de vues regarde le miroir optique monté à l'extrémité du compteur, à angle droit par rapport au faisceau. La lumière est renvoyée vers l'appareil par une mince plaque d'aluminium montée dans le faisceau à un angle de 45° .

Le compteur était rempli d'argon sous pression. En traversant ce gaz, le faisceau de protons de haute énergie a émis de la lumière selon un angle qui, par rapport à sa propre direction, dépend de la vitesse des protons et de la pression du gaz. (C'est le principe des compteurs Cherenkov.) La plaque d'aluminium a intercepté le cône de lumière ainsi formé et a reflété sa conique, c'est-à-dire un cercle de lumière, dans le miroir.

Ici encore, on a utilisé un cliché pour enregistrer 200 pulsations et, pendant cette durée, on a augmenté graduellement la pression du gaz dans le compteur, de façon que la lumière diverge sous un angle de plus en plus grand et donne sur le miroir une série de cercles concentriques de diamètres croissants.

La lumière ainsi émise permet de mesurer l'intensité des faisceaux de protons éjectés, grâce à un photomultiplicateur monté à l'extrémité du compteur. Le procédé a servi aux mesures d'intensité relative et le système peut être calibré sur un faisceau d'éjection lente pour donner des mesures en valeur absolue.

On peut également laisser en position dans le faisceau des feuilles d'aluminium revêtues de matière fluorescente (sulfure de zinc); au moyen d'un appareil de télévision à circuit fermé, on observe alors le profil du faisceau sur la plaque. Toutefois, le revêtement de sulfure de zinc se consume assez rapidement si la plaque reste en permanence dans le faisceau. Juste devant la cible de la trompe magnétique se trouve une plaque ainsi revêtue, qu'on peut, par télécommande, placer sur le passage du faisceau et enlever.

Une autre méthode a servi, dans le faisceau de neutrino, à observer le profil et à mesurer la distribution de l'intensité des protons sur la section efficace (ce que ne permet pas la plaque d'aluminium revêtue de sulfure de zinc). Elle consiste à placer, sur le passage du faisceau, un grillage de fils d'aluminium, alignés horizontalement et verticalement. Les protons de haute énergie rendent les fils radioactifs. La radioactivité ainsi induite dans chacun, qui est proportionnelle au nombre de protons incidents, se mesure quand on retire ensuite le grillage.

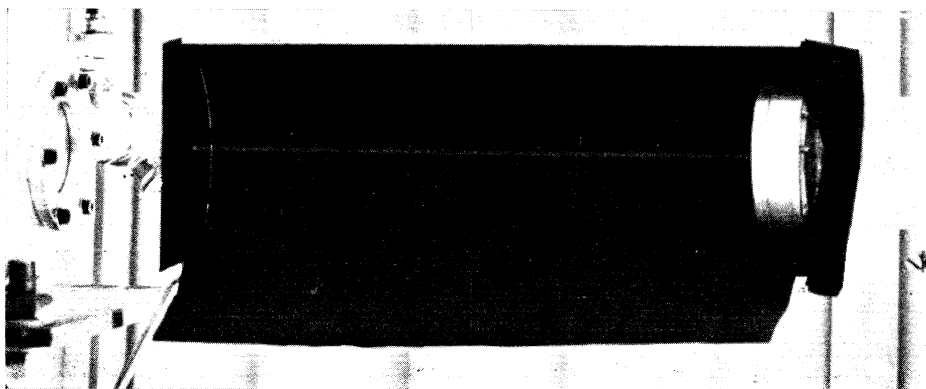
Entretiens CERN-URSS

Le 10 avril, le Professeur B. Gregory, MM. G. H. Hampton et O. Lock se sont rendus en Union soviétique pour continuer leurs entretiens sur la collaboration présente et future entre le CERN et l'URSS en matière de physique subnucléaire. Ils ont notamment rencontré les représentants du Comité d'Etat pour l'Utilisation de l'Energie atomique (présidé par le Professeur A. Petrosyants) et évoqué la coopération scientifique et technique au synchrotron à protons de 70 GeV dont la construction s'achève à Serpukhov.

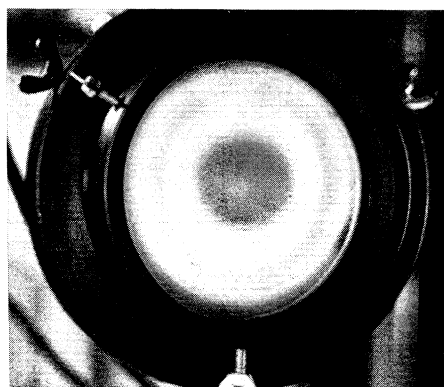
Ce voyage fait suite à l'approbation donnée par le Conseil du CERN, lors de sa session de décembre 1966, au principe d'une telle collaboration, et à l'autorisation, reçue alors par le Directeur général, de négocier un contrat entre le CERN et le Comité d'Etat. Les derniers contacts ont été très féconds et les deux parties sont tombées d'accord sur la possibilité de conclure le contrat.

Les représentants du CERN ont également visité l'Institut de Physique théorique et expérimentale, l'Institut Lebedev et les laboratoires de Dubna et de Serpukhov. A Serpukhov, ils se sont entretenus avec le Professeur A. A. Logunov, Directeur du Laboratoire, et avec d'autres membres du personnel supérieur. Ils ont pu se rendre compte de l'état d'avancement de l'accélérateur de 70 GeV, le plus puissant du monde quant à son énergie. On espère qu'il pourra accélérer son premier faisceau de haute énergie avant la fin de l'année.

M. V. A. Kirillin, Académicien et Président du Comité d'Etat (pour la Science et la Technologie) du Conseil des Ministres de l'URSS, est venu au CERN le 8 avril. Il a été reçu par le Directeur général.



CERN/PI 91.4.67



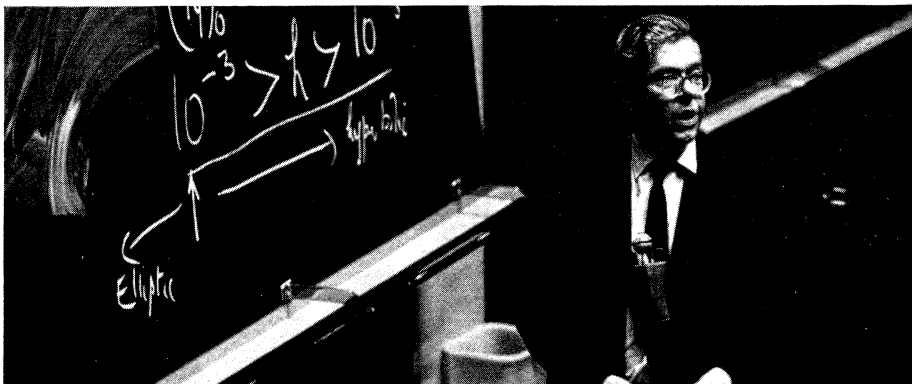
CERN/PI 195.2.67



CERN/PI 70.5.67

L'Empereur d'Ethiopie, S.M. Haïlé Selassié, a visité le CERN le 9 mai dernier. Il était accompagné de trois de ses enfants et petits-enfants, ainsi que de l'Ambassadeur éthiopien en République fédérale d'Allemagne. Les visiteurs ont été accueillis par le Directeur général et par M. G. H. Hampton, Directeur de l'Administration. La photographie a été prise dans la salle de commande du synchrotron à protons, au cours de la visite. M. K. H. Reich (à gauche) explique le fonctionnement de l'installation. M. Hampton est à droite.

Parmi les autres visiteurs venus en mai, on compte la Fondation AERIEL, du Royaume-Uni, le 1er ; le Conseil de Recherche scientifique du Royaume-Uni, le 18, et l'Institut des Hautes Etudes de la Défense Nationale (France) le 19.



CERN/PI 339.4.67

Le Professeur F. Hoyle de l'Université de Cambridge (Royaume-Uni) a dirigé un colloque sur les réactions nucléaires dans une déflagration universelle, devant un auditoire comble le 27 avril.

Les robots arrivent-ils ?

Un manipulateur télécommandé a été installé au synchrotron à protons au cours de l'arrêt de la machine. Il servira à une série d'essais portant sur les techniques de télémanipulation, qui prennent une importance grandissante pour les accélérateurs. L'objet principal de l'emploi d'un tel manipulateur est d'exécuter des travaux d'entretien et de transformation dans les zones « radioactives » de l'installation (où le degré de radiation interdit ou entrave le travail du personnel). L'appareil pourrait également permettre de réaliser certaines tâches sur la machine en marche, sans devoir l'arrêter pour pénétrer dans le tunnel de l'anneau magnétique.

Actuellement au synchrotron, les zones radioactives se concentrent particulièrement dans les régions où sont installées des cibles internes. Une bonne partie des protons diffusés et des particules secondaires nées dans les collisions à haute énergie qui se produisent dans les cibles ne passent pas dans les halls d'expériences en suivant les lignes de faisceaux, mais frappent les parois de l'enceinte à vide, les aimants, etc. autour de la cible. D'autres zones radioactives entourent les

aimants servant aux systèmes d'éjection. Le rendement du système d'éjection lente, notamment, n'est pas encore très élevé et un gros pourcentage du faisceau de protons accéléré se perd à l'intérieur de l'anneau magnétique au lieu d'être éjecté. Il en résulte, dans ces régions, des niveaux élevés de radioactivité et, lorsqu'il est nécessaire d'effectuer certains travaux (par exemple changer une cible) il y a lieu de porter la plus grande attention à ce que nul ne reçoive une dose de radiations excédant le maximum toléré.

Ce n'est que récemment que ces problèmes ont pris de graves proportions au PS du CERN ; mais il est manifeste qu'au cours des prochaines années, avec l'accroissement du taux de répétition et de l'intensité qui résultera du programme d'améliorations, des mesures spéciales devront être prises pour que les composants de l'accélérateur ne présentent pas de danger et qu'on puisse assurer le service de l'installation dans les zones radioactives. Une solution, à l'étude depuis plusieurs années au CERN, consiste à fabriquer un robot télécommandé capable de travailler dans ces zones. Le manipulateur qu'on vient d'installer dans l'anneau du PS marque l'aboutissement de ces études.

Il est suspendu à un pont-roulant qu'on peut déplacer, dans l'anneau du synchrotron, sur des rails montés au-dessus des aimants. Un autre pont, commandé séparément, porte les projecteurs et les appareils de télévision à circuit fermé permettant d'observer le travail en cours. L'observation et la commande s'effectuent d'un poste situé à 100 m du centre de l'anneau magnétique.

On utilise trois appareils de prises de vues : le premier donne une vue générale de l'emplacement où s'effectue le travail, tandis que les deux autres (susceptibles de photographier dans des plans situés à angle droit, si besoin est) filment le travail en gros plan. La position de chaque appareil est télécommandée (au moyen de moteurs qui permettent quatre mouvements et leurs positions sont indiquées au poste de commande).

Les ponts-roulants peuvent être actuellement déplacés sur un arc de cercle mesurant 40 m. Ils se propulsent à des vitesses qui peuvent atteindre 0,5 m/s et prennent leur position exacte à une allure de 4 mm/s. Cinq câbles, comprenant chacun 44 fils, transmettent les signaux entre les ponts et le poste de commande. Ces câbles sortent de la paroi du tunnel en

Le télémanipulateur installé dans l'anneau du synchrotron au cours de l'arrêt de la machine. Le bras (au centre de la photographie) est suspendu à un pont-roulant qui peut se déplacer sur toute la circonférence de l'anneau. On aperçoit également les projecteurs et les appareils de télévision qui ont permis d'enregistrer l'opération en cours.

Ensemble moteur-alternateur destiné à la nouvelle alimentation du synchrotron, photographié à l'usine avant son expédition au CERN, où il a été reçu le 19 mai.

un point fixe et des procédés spéciaux sont employés pour les enrouler et les dérouler selon la position des ponts.

Avant d'être installé au PS, ce prototype de manipulateur a réalisé des tâches telles que changer une unité de cible, déceler des fuites dans une enceinte à vide, connecter et déconnecter des câbles électriques.

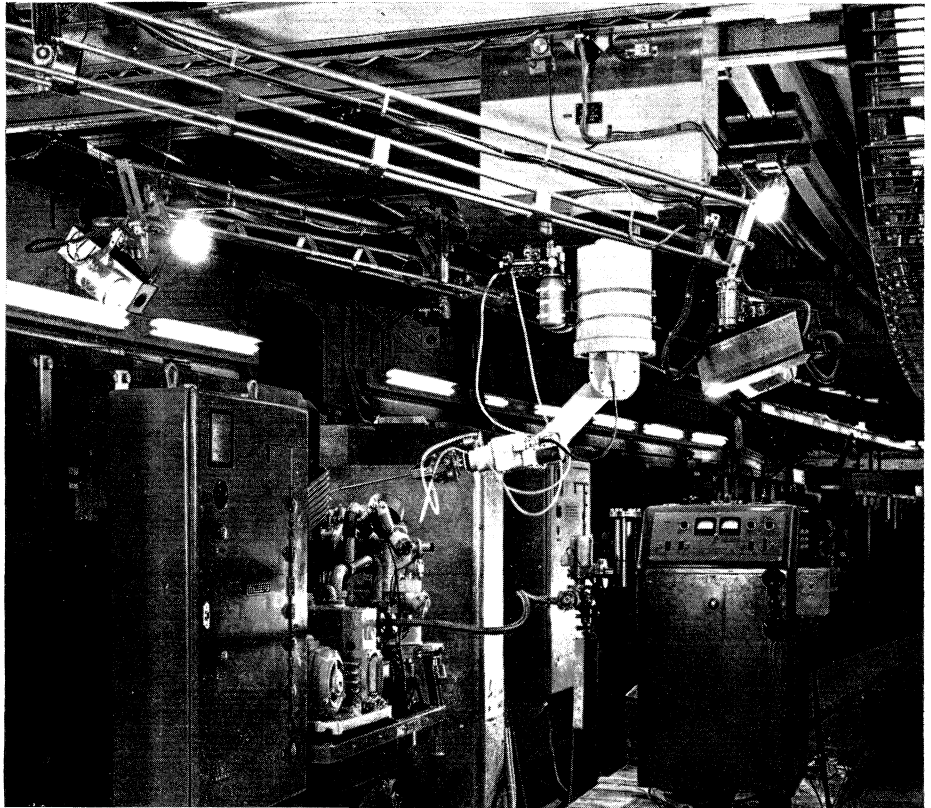
L'essai effectué avec ce manipulateur au PS servira très utilement de guide pour les techniques qu'il y a lieu d'utiliser de plus en plus avec les accélérateurs de haute énergie.

On trouvera dans « Industries atomiques », nos 1-2 et 3-4, 1967, une description plus détaillée, due à MM. W. Richter, M. Ellefsplatt et R. Horne.

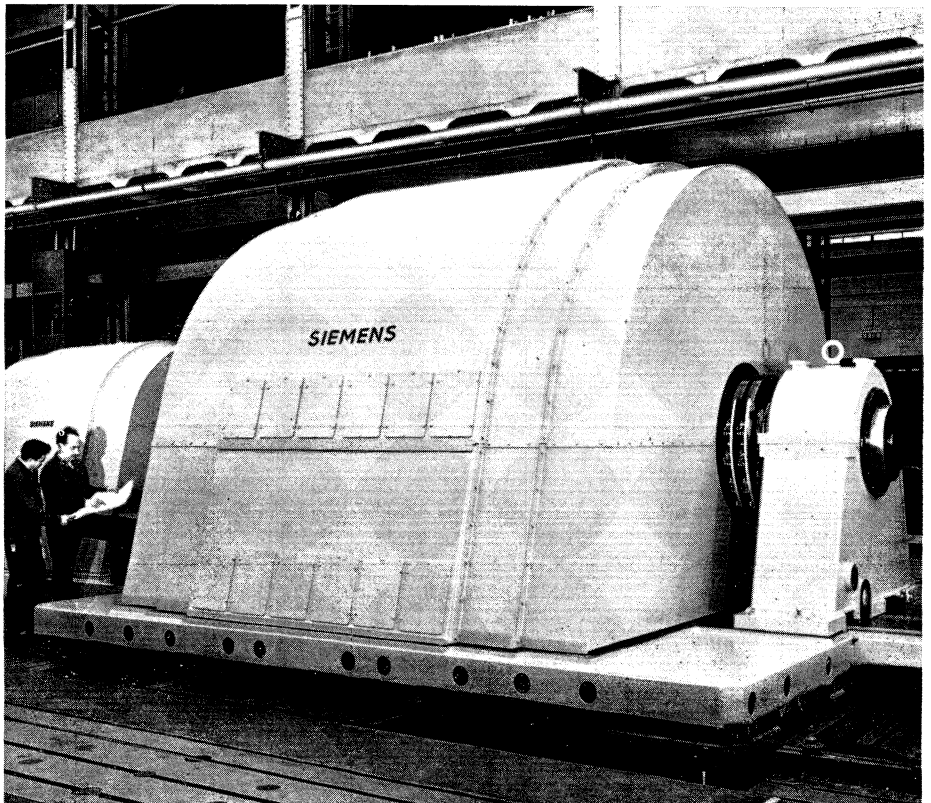
Colloques

Deux colloques ont été organisés en juin :

- le 8, M. H. Coblans, ex-bibliothécaire en chef du CERN, actuellement au service de l'ASLIB à Londres, a parlé « Des ordinateurs, du renseignement et tutti quanti ». Le colloque a porté sur les résultats et les limites de la mécanisation appliquée à la documentation, sur l'indexation automatique et la traduction mécanique, ainsi que sur les conséquences qu'entraîne, pour le traitement de l'information, l'association homme-ordinateur.
- le 22, le Professeur U. Schmidt-Rohr, de l'Institut Max-Planck à Heidelberg, parlera des « Etudes de structure nucléaire effectuées sur les deutérons à 52 MeV ».



CERN/PI 112.5.67



(Photo Siemens)

L'alimentation est là

Dans la réalisation du programme d'améliorations du synchrotron à protons de 28 GeV, une autre étape importante a été franchie en mai lorsque certains des éléments majeurs de la nouvelle alimentation de l'aimant principal ont été livrés sur le site. La plaque de montage et les portées de l'alternateur et du moteur sont arrivées le 1er mai et leur installation a déjà commencé dans le nouveau bâtiment qui leur est destiné. Le groupe moteur-alternateur est arrivé le 19 mai.

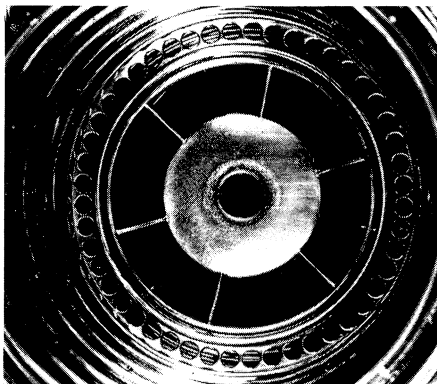
La construction de ce nouveau et important bloc alimentation par les usines Siemens, à Berlin, remonte au début de 1966. A la fin de mars 1967, des experts du CERN se sont rendus à l'usine afin d'assister à une sévère série d'essais de réception visant à garantir que l'installation répondrait aux spécifications du CERN. La livraison s'est effectuée après que ces essais aient été couronnés de succès.

Voici quelques-uns des paramètres de la nouvelle alimentation. Elle consiste en un alternateur à 1000 rev/min mû par un moteur asynchrone de 6 MW. Le poids total est d'environ 216 tonnes, y compris un rotor de 88 tonnes. La puissance moyenne est de 46 MVA, avec une puissance de crête de 95 MVA. Le courant fourni aux bobines de l'aimant du synchrotron est redressé par un groupe convertisseur comportant 48 redresseurs à vapeur de mercure.

L'alimentation fait fonction de tampon entre le réseau électrique et l'aimant, en éliminant l'effet des pointes de puissance élevées (avec la nouvelle alimentation, elles atteindront 6400 A à 11 kV) que requiert chaque impulsion du synchrotron. Une puissance de quelque 5,5 MW sera continuellement tirée du secteur par le moteur asynchrone afin que soient compensées les pertes se produisant dans les bobines d'excitation et dans l'alimentation elle-même.

La nouvelle alimentation permettra d'exploiter le synchrotron à protons selon un taux de répétition des impulsions deux à trois fois supérieur au taux actuel. Elle remplace l'alimentation existante (qui restera disponible comme élément de réserve) qui compte à son actif plus de 50 millions d'impulsions.

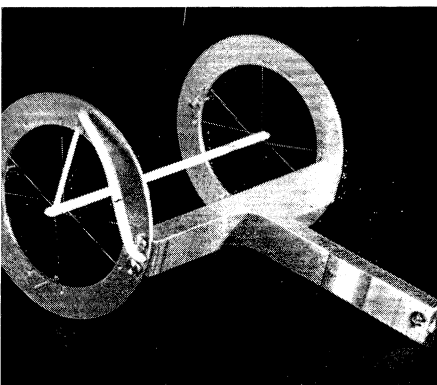
La livraison de toute l'installation sera terminée en août et l'on espère que la mise en place sera achevée pour la fin d'octobre. Des essais, sans utilisation de l'aimant du PS comme charge, seront alors réalisés au CERN. Le raccordement effectif à l'aimant s'effectuera probablement lors du principal arrêt du synchrotron au début de 1968.



1

CERN/PI 110.5.67

- Après un an de fonctionnement, la nouvelle colonne accélétratrice du linac a été ouverte pour inspection. Cette photographie montre l'intérieur de la colonne, vue depuis la source à protons portée à 500 kV. Le faisceau de protons passe à travers le trou de l'électrode centrale, dite électrode médiane parce que portée à un potentiel égal à la moitié (250 kV) du potentiel total. L'électrode médiane, comme les autres, est en titane, matériau exceptionnel pour la tenue h. t. dans le vide. Néanmoins, des claquages peuvent intervenir de temps à autre. Les points visibles autour de l'orifice sont des traces laissées par des claquages.

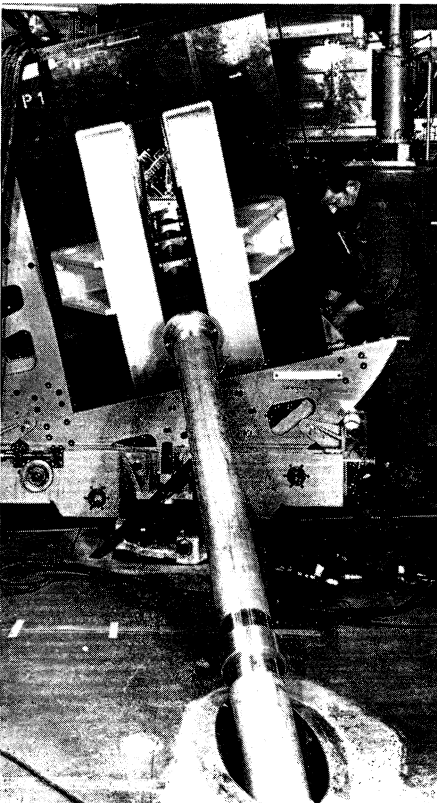


2

CERN/PI 88.4.67

- Cible typique servant aux faisceaux de protons éjectés au synchrotron. La cible proprement dite est constituée par la barre de cuivre de $1 \times 2 \times 100 \text{ mm}^3$, qui sert d'axe aux deux roues et qui est fixée par des fils minces. Quand le faisceau de protons (dont la section efficace est de l'ordre de $2 \times 3 \text{ mm}^2$) frappe la cible, une bonne partie de la charge se trouve éjectée, surtout sous forme d'électrons « d'impact », ce qui sert à contrôler l'intensité des impulsions. La cible est tout simplement isolée électriquement et reliée à un appareil de mesure des charges. Le degré de la charge reçu par la cible renseigne sur le nombre des interactions (primaires et secondaires) qui ont eu lieu.

Les cibles extérieures sont généralement montées à l'air libre et non pas dans une enceinte à vide. En conséquence, les charges libres, dans l'air fortement ionisé qui entoure la cible, peuvent neutraliser en partie le signal requis. On surmonte l'essentiel de cette difficulté en revêtant la cible d'une mince couche d'oxyde d'aluminium, qui empêche les charges à basse énergie contenues dans l'air de pénétrer dans la cible.



3

CERN/PI 313.4.67

- Vue du premier aimant de déflexion monté sur la ligne de faisceaux qui va du synchro-cyclotron au laboratoire ISOLDE. L'aimant dévie le faisceau qui traverse le plancher de la salle du SC pour rejoindre la galerie souterraine conduisant à la salle des cibles. Le bâti de l'aimant a été conçu tout spécialement par les bureaux d'études du SC de façon que l'aimant puisse tourner autour de l'axe du faisceau. Le bref arrêt du SC, qui a permis d'installer les composants principaux de la ligne de faisceaux, s'est terminé le 14 avril. Avant la fin du mois, le faisceau avait été poussé jusqu'à la cible. On a obtenu des intensités de 3×10^{11} protons par seconde, avec une section efficace (comprenant 90 % des protons) de 3 cm de diamètre. Des essais ont eu lieu pour vérifier si le blindage est suffisant : les résultats sont en cours d'analyse.