

Dispositif d'éjection rapide pour Serpukhov

Comme nous l'avons mentionné dans le numéro précédent, une délégation de l'Institut de Physique des hautes Energies de Serpukhov s'est rendue au CERN en juin. Un des points de son programme consistait à mettre définitivement au point certains détails relatifs aux dispositifs d'éjection rapide et de transport de faisceaux hors de l'anneau, que le CERN doit fournir au titre de l'accord de collaboration Serpukhov-CERN et qui sont destinés au synchrotron à protons soviétique de 70 GeV. (Voir COURRIER CERN, vol. 7, p. 123, l'article traitant de l'accord entre les deux laboratoires ainsi que l'explication sommaire du processus d'éjection rapide.)

A l'heure actuelle, deux dispositifs d'éjection rapide sont prévus pour l'accélérateur de 70 GeV. Le «canal A» fourni par le CERN et le «canal B» construit par l'Institut du Matériel d'Electrophysique de Leningrad (ou, pour les intimes «Komar's Shop» du nom de son directeur).

Dans sa conception initiale, le canal A était constitué par deux aimants, l'un, de déflexion rapide et l'autre, à septum; tous deux manœuvrés hydrauliquement à l'intérieur de la chambre à vide de l'accélérateur, comme c'était le cas pour les premiers aimants utilisés pour l'éjection rapide dans le synchrotron à protons du CERN. Des études préliminaires furent entreprises sur ces données par le CERN au début de 1967. Mais, lors d'une session mixte d'experts qui s'est tenue à Serpukhov en juin de cette même année, les savants soviétiques proposèrent un nouveau schéma comportant un aimant à septum fixe, placé à l'intérieur de l'orbite. Celui-ci utiliserait le phénomène de déformation des orbites fermées pour amener le faisceau devant le septum juste avant l'éjection, ce qui implique la création de champs magnétiques supplémentaires dans l'anneau de manière telle que l'orbite fermée de forme régulière presque circulaire des protons se trouve être localement déformée à l'emplacement de l'aimant à septum formant ce qu'on appelle une «bosse».

Le CERN présenta en septembre 1967 un projet d'étude basé sur cette conception. Différentes possibilités furent envisagées et en plus de l'inflexion vers l'aimant à septum, on suggéra la création d'une autre «bosse» pour amener le faisceau de protons dans l'ouverture d'un aimant de déflexion rapide fixe. Cette solution permettait de bénéficier de la

force de déviation relativement considérable d'un aimant de déflexion rapide de faible ouverture et autorisait surtout l'emploi d'une version modifiée de l'aimant de déflexion rapide actuellement en service dans l'appareil du CERN, (sans son mécanisme moteur toutefois) ce qui économisait le temps de mise au point indispensable pour ces aimants perfectionnés à champ pulsé. Sur la base de cette hypothèse, de nouvelles études plus détaillées eurent lieu en automne 1967.

On découvrit alors que la déformation d'orbites fermées exigeait un équipement important et une étude fouillée de son influence sur le comportement de l'accélérateur. Encore que les résultats de cette étude soient encourageants, la perspective d'atteindre des énergies supérieures à 70 GeV dans l'accélérateur (une énergie de 85 GeV a même été mentionnée) a finalement conduit à renoncer à cette méthode et à revenir au principe de l'aimant intermédiaire supplémentaire à septum et à mécanisme moteur hydraulique.

Cet aimant mobile à septum et l'aimant de déflexion rapide infléchiront la trajectoire des protons vers l'aimant fixe à septum qui, lui, parachèvera l'inflexion de la trajectoire hors de l'anneau. L'utilisation de l'aimant mobile à septum présente en outre l'avantage d'abaisser quelque peu le niveau des caractéristiques de l'aimant de déflexion rapide et permet plus de souplesse dans l'utilisation conjuguée du canal B.

L'aimant mobile à septum et son mécanisme moteur hydraulique seront fournis par le CERN. C'est un élément essentiel commun aux canaux A et B (qui sont matériellement très proches l'un de l'autre dans la machine), ce qui a entraîné une collaboration étroite avec le «Komar's Shop» pour l'établissement de ses caractéristiques. L'agencement définitif est maintenant accepté par Serpukhov, le CERN, et Leningrad.

Les trois aimants présentent les caractéristiques fondamentales suivantes :

Aimant de déflexion rapide : situé dans la section droite 16, à manœuvre hydraulique, pièces polaires à ouverture totale, longueur approximative 3 m, déflexion environ 1 mrad, durée des impulsions variable par paliers de 0,15 μ s entre 0,15 μ s et 5 μ s avec possibilité de 3 impulsions en un seul cycle accélérateur, séparées par un intervalle de 0,25 s.

Aimant mobile à septum : situé dans la section droite 24, à manœuvre hydraulique, longueur 2 à 3 m, déflexion angulaire approximativement 5 mrad, durée de l'impulsion environ 200 μ s, présente les

mêmes possibilités d'impulsions répétées que l'aimant de déflexion rapide.

Aimant à septum : situé dans la section droite 26, fixe, longueur environ 3 m, déflexion angulaire environ 15 mrad, durée de l'impulsion approximativement 200 μ s, présente les mêmes possibilités d'impulsions répétées que l'aimant de déflexion rapide.

Lors d'une réunion mixte d'experts en novembre 1967, le CERN a fait part de sa décision de fournir également le dispositif de transport du faisceau de protons hors de l'anneau, ce qui étend sa responsabilité jusqu'à (mais sans l'inclure) la cible située dans le hall d'expériences. Ce dispositif de transport de faisceau est constitué par plusieurs aimants de déflexion pulsés agissant dans les plans horizontal et vertical et susceptibles d'amener le faisceau de protons éjectés sur l'emplacement de la cible ; ainsi que par une série de lentilles magnétiques quadripôles destinées à concentrer ledit faisceau en un point (de $1,5 \times 2$ mm de section) de la cible. Ces faibles dimensions sont imposées par les impératifs du séparateur de faisceau à haute fréquence en aval de la cible.

Un projet relatif à ce dispositif a été présenté en mars 1968 et l'accord s'est fait sur ses caractéristiques. Il permettra d'obtenir les dimensions de point désirées ; les aimants auront 70 mm d'ouverture et on pourra obtenir quatre impulsions séparées par des intervalles de 0,5 s au cours d'un seul cycle d'accélération.

Un bâtiment spécial est prévu jouxtant les sections droites (nos 14 à 28) destiné à abriter les aimants des deux dispositifs d'éjection. Il contiendra la totalité des générateurs d'impulsions et les alimentations nécessaires à l'éjection aussi bien qu'aux canaux A et B de transport de faisceaux de protons. Y seront de plus installés d'autres équipements dont l'utilisation est envisagée, y compris les générateurs d'impulsions et les alimentations pour un dispositif d'éjection du faisceau à basse vitesse. Ce bâtiment comportera également une salle de contrôle annexe mais les caractéristiques de ses intercommunications avec la salle principale de contrôle n'ont pas encore été établies.

Au CERN, c'est le Département PS qui est chargé du travail sur le matériel d'éjection rapide et de transport des faisceaux de protons destinés à Serpukhov. Le travail sur le dispositif d'éjection rapide a été confié à un groupe dirigé par B. Kuiper, tandis que le dispositif pulsé de transport des faisceaux de protons hors de l'anneau a été conçu par un groupe dirigé par B. Langeseth (NPA).

Bâtiments en cours de construction par la Division SB

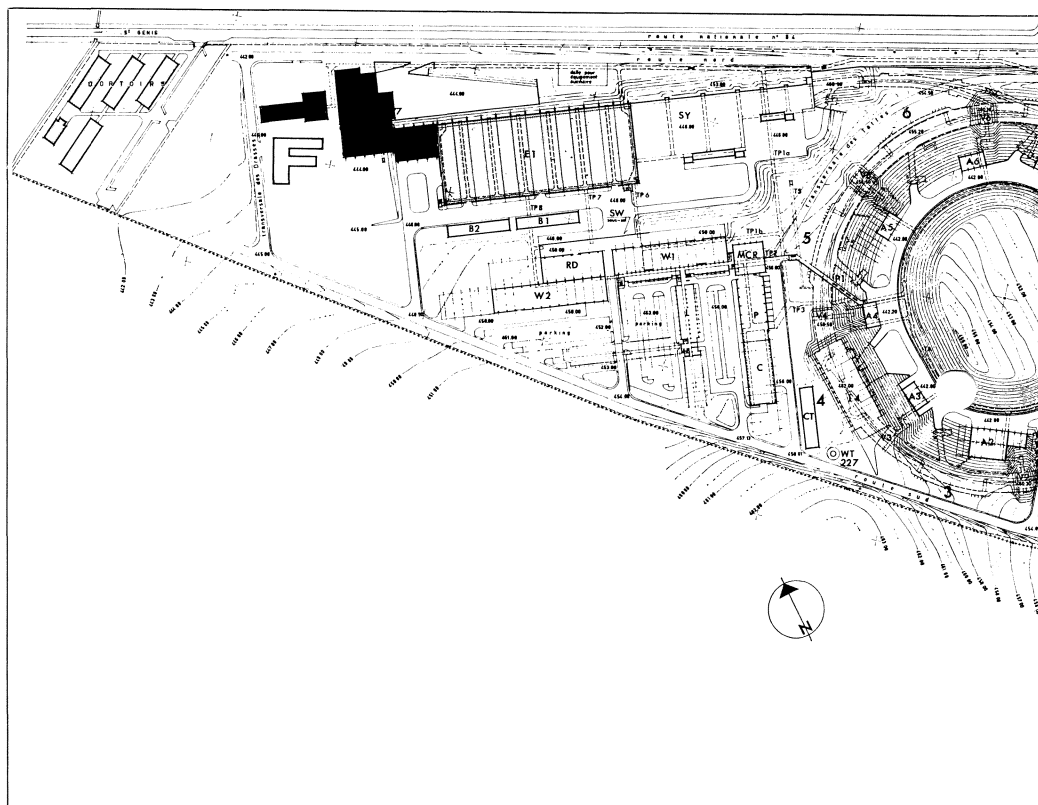
Nous donnons ici une vue d'ensemble des travaux entrepris par la Division SB et dont l'achèvement est prévu pour 1968 ou 1969.

Elanceur (Booster)

Les travaux portent sur la construction de l'anneau de l'élanneur entièrement souterrain et sur ses deux tunnels de raccordement au PS. Les tranchées dont la partie la plus profonde se situe à la cote moins 14 m sont déjà creusées. Pour effectuer la liaison élanneur-PS, il a fallu percer le blindage de béton constituant le mur extérieur de l'anneau du PS. On a recouru (voir photo) à un procédé proche de l'aluminothermie qui permet de découper dans le béton (d'une épaisseur moyenne variant entre 40 et 65 cm à cet endroit) cinq fenêtres de 3 à 40 m² chacune, qui laisseront passer le faisceau, les lignes de visée pour l'alignement des aimants et le personnel de service. Ce procédé a été retenu car il permet un travail rapide sans poussière et surtout sans vibrations. La Division SB construira également les bâtiments centraux de l'élanneur où seront logées les salles de contrôle servant de relais pour la commande de la machine, de même que les alimentations en électricité, en eau de refroidissement et en air climatisé du tunnel. Les pièces des aimants de l'élanneur dont les plus lourdes pèseront entre 15 et 20 tonnes seront descendues dans le tunnel par un puits ménagé près du centre de l'anneau et communiquant lui-même avec une galerie de transfert horizontale.

Bâtiment du centre du PS

Il s'agit d'un hall d'environ 600 m² où l'on prévoit de regrouper les amplificateurs alimentant les cavités accélératrices du PS (dont le nombre passera à cette occasion de 15 à 13), actuellement implantés dans le tunnel du PS. Le courant (50 à 60 kW par cavité) d'une fréquence variant entre 3 et 10 MHz sera amené aux cavités par des câbles coaxiaux. Une partie de la surface (env. 300 m²) sera occupée par l'alimentation des systèmes d'éjection (aimants à septum et aimants de déflexion rapide). Précisons que cette nouvelle construction sera accolée au bâtiment déjà construit au centre du PS et où se trouvent la salle de contrôle des hautes fréquences et les postes d'observation du



faisceau de même qu'un laboratoire d'entretien des appareils d'accélération. Le financement de ce bâtiment a été rendu possible en raison de l'abandon du projet de construction d'un hall destiné à entreposer l'appareillage radioactif devant être «refroidi», une partie du hall Nord ayant finalement été affectée à cet usage.

Nouveau magasin (Hall 119)

Il s'agit d'un complexe de 2400 m² de surface utilisable qui se subdivise :

1. en un magasin semi-mécanisé de 28 m × 42 m env., d'un volume total de 13 000 m³ dont 43 % est utilisable pour le stockage. Deux ponts gerbeurs circulent entre des blocs de rayonnages métalliques où les marchandises sont déposées sur des palettes de 1,2 × 1,2 m au nombre de 2500 environ. Compte tenu des autres moyens utilisés pour emmagasiner le petit matériel, on arrive au chiffre total de 22 000 articles en stock, tous du type standard. Une partie du volume (env. 25 %) est mise à la disposition des divisions pour entreposer du matériel momentanément inutilisé. Ce magasin est desservi par les conducteurs des deux ponts gerbeurs et deux magasiniers qui

disposent de petits chariots électriques pour se déplacer.

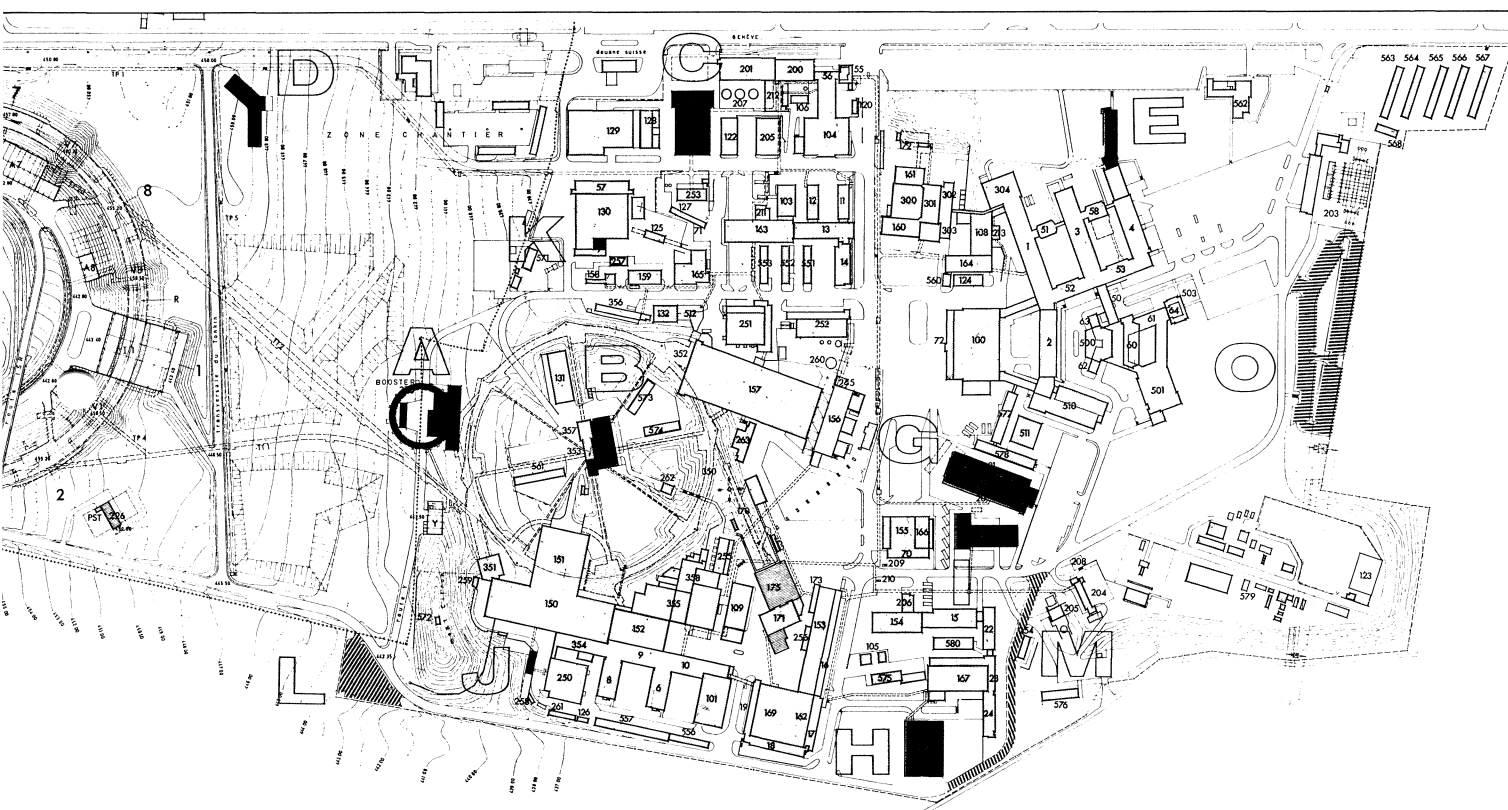
2. En un bâtiment de deux étages sur rez-de-chaussée qui abrite l'administration des magasins et un hall de réception des marchandises.

Bâtiment «Services»

Il s'agit d'un nouveau bâtiment qui doit regrouper en particulier la plupart des bureaux et services de la Division SB y compris la Direction, le groupe Etudes et Projets, le groupe Entretien, Exploitation Travaux (sauf les ateliers d'entretien et la centrale thermique) et l'administration des ateliers centraux. Il comprendra trois niveaux (rez-de-chaussée plus deux étages) et un sous-sol partiellement aménageable. Ce bâtiment construit en éléments préfabriqués pourra facilement recevoir deux étages supplémentaires si d'autres services s'y installent plus tard.

Labo 5

Ce bâtiment qui prolongera le Labo 4 comprendra six étages sur rez-de-chaussée et un sous-sol. Le sixième étage offrira 29 chambres individuelles pour le personnel devant passer la nuit au CERN pour raison de service, ou pour certains visiteurs; il s'agit en quelque sorte d'un



Bâtiments en cours de construction par la Division SB

DÉNOMINATION	RÉF. PLAN	N° DU BATIMENT	CONSTRUCTION	DIVISIONS CLIENTES	SURFACE COUVERTE	PERSONNEL PRÉVU	PRINCIPALES ENTREPRISES
Nouveaux magasins Hall + Bureaux	C	73-119	1967 - 1968	FIN	2400 m ²	50	S.A.C. DEXION Ltd MUNCK (Pt roul.)
Hall 168 Hall + 2 ailes de bureaux	G	20-21-168	1967 - 1968	NP	2800 m ²	100 à 125	S.A.C. MULLER HAUSMANN
Atelier GODET	I	102	1967 - 1968	SB	350 m ²	18	S.A.C.
Hall 174	H	174	1968	PS-SI	1450 m ²	70	S.A.C. MULLER DURISOL
Tunnel élanceur Bâtiments auxil. élanceur	A	360 361	1968 - 1969 1969 - 1970	SI	~ 4 000 m ²	— —	S.A.C. MULLER VIAT (terrassement)
Labo 5	E	5	1968 - 1969	PE-FIN-DI	3000 m ²	150 à 200	S.A.C.
Bâtiment des services	D	54	1968 - 1969	SB	3400 m ²	180	S.A.C.
Bâtiment central (hall h.f.)	B	359	1969	PS	700 m ²	35	S.A.C. MULLER
Redresseurs hall Sud	J	264	1968	PS	100 m ²	—	S.A.C. - MULLER
Groupe de sécurité du travail	K	7	1968 - 1969	DI-SY	100 m ²	10	S.A.C. - MULLER
BEBC: Hall E 2 Bâtiment des services Atelier de montage Hall chambre à bulles Halls des compresseurs	F	190 AM 110 L 36 191 276-277	1968 - 1969 1968 - 1969 1968 - 1969 1969 1969	TC TC TC TC TC	1000 m ² 1800 m ² 450 m ² 1200 m ² 1500 m ²	20 100 25 — —	S.A.C. - MULLER S.A.C. S.A.C. - MULLER DURISOL

Armature de l'aimant supraconducteur construit à Saclay pour l'expérience décrite ci-contre. La force d'attraction entre les bobines (env. 25 t.) est supportée par 3 entretoises déplaçables selon les besoins de l'expérience. L'ouverture visible au centre est celle du puits (vertical dans le montage final) servant à plonger la cible dans le champ magnétique. Les deux flasques latéraux servent à la suspension de l'ensemble dans la chambre à vide.

(Photo Saclay)

Percement d'une des ouvertures destinées à la liaison PS-élançeur. La combustion d'aluminium dans l'oxygène pur dégage une température de 3500° C suffisante pour faire fondre le béton.

hôtel. Le cinquième étage, normalement équipé de bureaux comme les quatre autres, pourra aussi, en cas de besoin, être transformé en chambres. Le plancher du rez-de-chaussée sera amovible de façon à pouvoir disposer si besoin est de salles de grande hauteur sous plafond (environ 6 m) permettant de loger des ordinateurs. La construction du Labo 5 condamnera malheureusement le terrain de football actuel. Les sportifs se consolent en songeant que le terrain de dimensions non réglementaires est en assez mauvais état et qu'il est prévu d'aménager, en remplacement, un nouveau terrain en face des dortoirs du site français.

Complexe de la grande chambre à bulles européenne

Il s'agit d'un ensemble de 6 000 m² qui abritera la grande chambre à bulles européenne de 3,70 m de diamètre et ses services annexes. Les fondations sur pieux sont achevées et le gros-œuvre est commencé. Des problèmes particuliers sont posés par l'ancrage de la dalle qui aura à supporter les efforts dus aux mouvements du piston du système de détente dont la masse de 1000 kg sera soumise à des accélérations pouvant atteindre 200 g.

Hall 168

Sa surface totale de 2800 m² se répartit en 1200 m² pour le hall proprement dit et en 1600 m² de bureaux. Ce hall dont le principal utilisateur doit être la division NP, sera desservi par un pont de 60 tonnes et de 14 m de portée, laissant une hauteur sous crochet de 5,5 m. Il est intéressant de noter que le hall 168, qui se situe dans l'alignement du hall Est, pourrait éventuellement servir à loger des expériences alimentées par une prolongation du faisceau du PS.

Hall 174

Ce hall, doté de deux ponts roulants de 5,5 m de hauteur sous crochet (l'un de 10 tonnes dans une travée et l'autre de 5 tonnes dans l'autre), sera utilisé par les services du Département PS (travaux sur les équipements de l'élançeur, sur Gargamelle, sur le matériel pour Serpukhov, etc.). Sa construction a entraîné la disparition d'un parking de 600 m².

Extension de l'Atelier de Traitement de surfaces (Atelier Godet)

Il s'agit de la construction de locaux qui abriteront les installations de sérigraphie

et de fabrication des circuits imprimés et un laboratoire de chimie. Ils devront, en conséquence, être dotés d'une ventilation spéciale. Le nom de René Godet, chef d'atelier tragiquement disparu en 1968, a été donné à ce bâtiment.

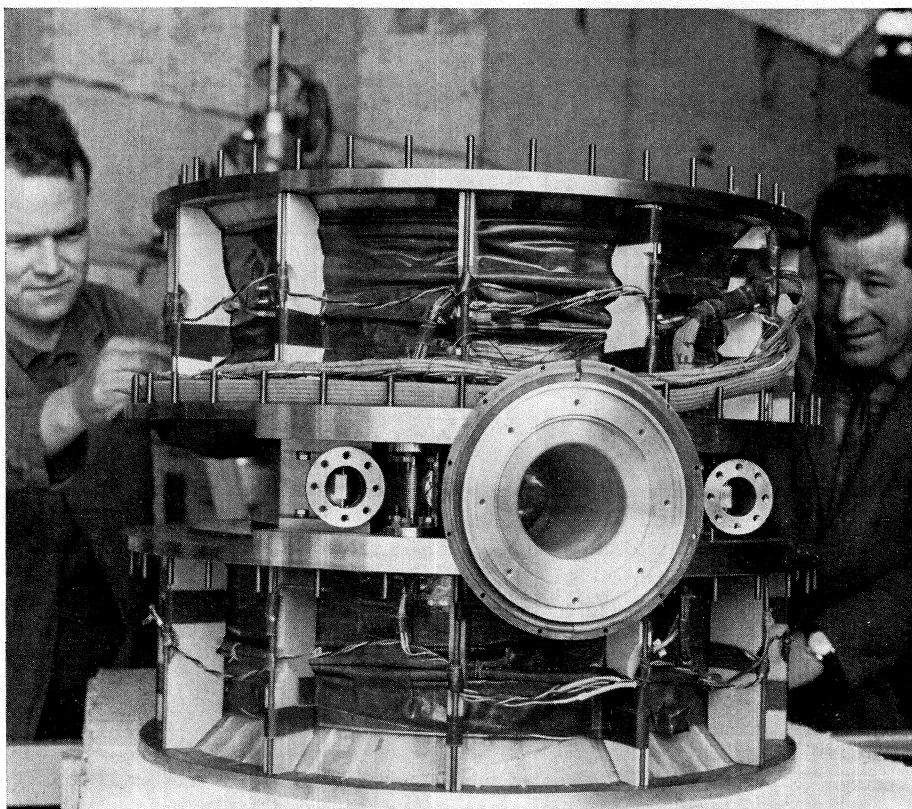
Autres travaux

A cela s'ajoutent des travaux de moindre envergure tels que la construction d'un hall pour abriter les redresseurs alimentant le hall Sud du PS (en J sur le plan), et celle d'un bâtiment servant de hall d'expériences au groupe Sécurité du Travail (en K sur le plan). En outre, trois grands parkings sont prévus : celui du Mont Citron (en L sur le plan) qui offrira 70 places environ et dont l'achèvement est envisagé pour l'automne 1968, celui sous la ligne à haute tension (en O sur le plan) dont l'achèvement est prévu pour la fin de 1968 et qui offrira environ 208 places et celui du SC dont l'achèvement est envisagé pour le printemps 1969 et qui offrira environ 95 places.

Mentionnons pour terminer la construction d'une route (en M sur le plan) qui permettra un accès plus direct à la partie française du site depuis l'entrée du CERN et dont la construction doit être entreprise à la fin de 1968.



CERN/PI 187.6.68



Cible à protons polarisés de Saclay

Au cours de la période écoulée de fonctionnement du PS, trois expériences (décrites sommairement dans les COURRIER CERN vol. 7, pages 65 - 67 et vol. 8, pages 73 et 74) avaient pour but l'étude de la diffusion pion-proton sur des cibles à protons polarisés (voir COURRIER CERN vol. 7, page 27).

Deux d'entre elles: la S48 et la S59 consistaient à mesurer la probabilité de choc sur des protons polarisés perpendiculairement au plan de diffusion. La troisième, dite S54, consistait à diffuser des pions sur une cible polarisée et à mesurer la composante de polarisation des protons de recul contenue dans le plan de diffusion.

Cette dernière, réalisée par une équipe de Saclay, nécessite un appareillage plus complexe que les précédentes; ceci pour trois raisons:

1. parce qu'elle demande deux diffusions successives (pions primaires sur cibles polarisées et protons de recul sur cibles de carbone) au lieu d'une seule;
2. parce qu'elle impose l'utilisation de bobines supraconductrices pour créer le champ magnétique de polarisation de la cible;
3. parce qu'elle nécessite des circuits électroniques rapides d'une conception très récente (moins de deux ans).

Nous allons revenir sur les deux derniers de ces points:

Pour détecter des diffusions dans un plan contenant le vecteur polarisation, l'aimant placé autour de la cible doit laisser libre passage aux particules non seulement dans «l'entrefer», mais également dans des directions voisines de l'axe du champ magnétique. Des bobines sans fer satisfont à cette condition, mais pour réduire leur encombrement, il a fallu recourir à des enroulements à très haute densité de courant réalisés en fil supraconducteur. Ces bobines, qui travaillent à la température de l'hélium liquide (4°K) ont été étudiées et construites par le groupe des aimants et le groupe de cryogénie du Laboratoire des hautes énergies à Saclay. Elles peuvent produire un champ de 25 kG dans un volume suffisant pour polariser une cible de 6,5 cm de longueur.

Un autre appareillage typique de cette expérience est l'électronique qui trie les événements à étudier provenant de la diffusion des pions primaires sur les protons polarisés de la cible, des événements parasites provenant de la diffusion des pions primaires sur les protons non pola-

risés de la cible. En effet, le cristal de LMN qui constitue la cible (voir COURRIER CERN vol. 7, page 28) ne contient que 6% environ de protons libres polarisables qui correspondent aux atomes d'hydrogène. Il en résulte que la probabilité de production de protons de recul non polarisés est environ sept fois plus importante. C'est en éliminant les événements dans lesquels le pion incident, le proton de recul et le pion émergent ne sont pas coplanaires qu'on se débarrasse des particules parasites. Cela se fait en déterminant la configuration géométrique précise de chaque événement. Pour cela, on dispose des bancs de compteurs à scintillation sur les trois branches de l'événement et on injecte les signaux produits, dans un circuit logique composé de matrices de coïncidences rapides sous forme de circuits intégrés. L'ensemble est câblé de telle manière que seuls les événements satisfaisant aux critères géométriques imposés peuvent provoquer le signal d'application de la haute tension sur les plaques des chambres à fils placées sur la trajectoire des protons de recul. Cette décision doit être prise dans un temps de l'ordre de 130 ns; cette limite est imposée par le temps très court (moins de 400 ns) qui doit séparer le moment où les compteurs à scintillation détectent une particule de celui où l'éclair se produit dans la chambre à fils.

L'ensemble de l'appareillage est opérationnel depuis mars 1968. Il a servi à enregistrer quelques centaines de milliers d'événements correspondant à une mesure de A (polarisation de la cible suivant la direction du faisceau) avec des π^- de 6 GeV/c. La reconstruction des traces dans le polarimètre et la détermination de l'asymétrie dans les diffusions proton-carbone est en cours. L'analyse de cette première mesure sera probablement terminée avant la fin de l'année.

En 1969, il est prévu de continuer la prise de données, d'abord pour mesurer le paramètre R (polarisation perpendiculaire au faisceau) pour $\pi^- \text{P}$ à 6 GeV/c, ensuite pour mesurer les mêmes paramètres à une énergie plus élevée.

Précisons que les expériences S48 et S59 qui ont déjà fourni des résultats très intéressants doivent se poursuivre, lors de la réouverture du PS, la première sous une forme modifiée portera alors la désignation de S76 et la seconde, sous sa forme actuelle.

«Mesure des paramètres A et R dans la diffusion $\pi^{\pm} p$ de 5 à 18 GeV/c»

Amblard, Autones, Beurtey, Cozzika, Deregel, Ducros, Fontaine, Hansroul, Lesquen, Merlo, Movchet, Rieubland, Raoul et van Rossum.



CERN/PI 190.6.68

Citation de l'USAEC

Le 10 juin, l'United States Atomic Energy Commission a voté une motion de «gratitude particulière» à l'égard de l'équipe constituée par Frédéric Joliot, Hans Halban, Lew Kowarski et Francis Perrin pour «sa remarquable contribution scientifique au développement de l'énergie nucléaire».

La motion rappelle que: «Les recherches expérimentales effectuées par cette équipe en 1939 et 1940 de même que les considérations théoriques avancées par le Professeur Perrin ont eu une répercussion capitale sur les recherches initiales relatives à la fission nucléaire. Les découvertes sur les émissions de neutrons accompagnant la fission et la détermination des sections efficaces critiques des combustibles nucléaires et des modérateurs ont contribué à réaliser des réactions en chaîne auto-entretenues. En 1940, le dévouement à sa tâche, montré par cette équipe malgré les temps difficiles, lui a permis de mener à bien à Cambridge (Angleterre) une importante expérience qui a prouvé qu'un mélange homogène d'eau lourde et d'oxyde d'uranium pouvait entretenir une réaction en chaîne.

La contribution apportée par ce groupe enthousiaste de savants français aux premières réalisations de réacteurs nucléaires susceptibles de produire des matières fissibles et une énergie utile mérite les plus hauts éloges».

Deux des membres de cette équipe ont été intimement liés aux destinées du CERN depuis sa création. Le Professeur Kowarski fut un des plus anciens membres de l'équipe chargée en 1952, d'en élaborer les plans préliminaires, avant même qu'il n'existât réellement; et il n'a jamais cessé depuis lors de travailler pour le CERN. Le Professeur Perrin est délégué de la France au CERN depuis les tout premiers temps.