

Représentation schématique du système proposé pour puiser très rapidement un aimant à septum tel qu'on pourrait l'utiliser pour l'éjection du PS vers le 300 GeV. Une charge suffisante est emmagasinée initialement pour vingt impulsions et le déclenchement sélectif des thyratrons permet de laisser passer une charge correspondant à une impulsion unique; ainsi l'aimant peut être puisé toutes les 50 ixs.

Déflexion plus rapide pour le 300 GeV

La possibilité d'utiliser le synchrotron à protons de 28 GeV comme injecteur de l'accélérateur de 300 GeV est un élément important de la proposition visant à construire ce dernier au voisinage de l'actuel laboratoire du CERN. Il n'y aurait pas lieu dans ce cas de construire un accélérateur linéaire et un élanneur particuliers au 300 GeV, ce qui contribuerait à la fois à réduire le temps de construction et les dépenses. Cependant, une telle utilisation du PS n'est pas sans poser de problèmes. A. Bruckner a proposé une solution ingénieuse à l'un de ceux-ci, à savoir la déflexion du faisceau du PS vers le 300 GeV.

Après accélération, le faisceau du PS se présente sous la forme de vingt paquets régulièrement espacés dans l'anneau de 200 m de diamètre. Le diamètre probable de l'accélérateur de 300 GeV (mentionné dans le dernier numéro page 277) sera de 2,2 km et le but recherché est de toute façon de transférer les vingt paquets de manière qu'ils soient régulièrement espacés dans le 300 GeV. (Le transfert interviendra probablement à l'énergie de 10 GeV). On donnera aux paquets une fois dans le 300 GeV un certain temps — probablement environ 0,5 s pour se répartir sous la forme d'un ruban (dégroupage). Le système HF sera alors mis en marche pour reformer des paquets correspondant à sa configuration propre qui sera nécessairement différente de celle du PS (nombre de paquets plus élevé).

La solution la plus simple consistant à éjecter vingt paquets à la suite pendant une seule révolution du PS doit être exclue car les vingt paquets seraient alors serrés dans une de la circonférence,

ce qui compliquerait démesurément les problèmes de dégroupage.

Pour pouvoir réaliser une répartition régulière des paquets dans l'anneau du 300 GeV la solution envisagée jusqu'ici consistait à exciter un aimant de déflexion rapide pendant un temps juste suffisant pour l'éjection d'un seul paquet, à attendre que celui-ci ait parcouru un certain chemin autour de l'anneau de 300 GeV, à exciter à nouveau l'aimant de déflexion rapide pour éjecter un autre paquet, etc.

Cependant, avec les systèmes classiques d'excitation des aimants de déflexion rapide qui ont un temps de récupération de quelques centaines de millisecondes entre la fin d'une impulsion et le début de la prochaine, l'éjection de tous les paquets du PS selon le mode désiré pourrait prendre plusieurs secondes si l'on n'utilisait qu'un seul aimant de déflexion rapide. Il a donc été proposé d'utiliser non seulement tous les aimants de déflexion rapide du PS, mais aussi vraisemblablement quelques aimants nouveaux installés à cette intention particulière, pour éjecter les paquets l'un à la suite de l'autre.

La nouvelle solution consiste, pour sa part, à n'utiliser qu'un seul aimant puisé toutes les 50 ixs environ. Son principe de fonctionnement est illustré sous une forme simplifiée sur le diagramme.

Entre les cycles de l'accélérateur, on emmagasine suffisamment de puissance pour vingt impulsions de l'aimant de déflexion rapide dans la ligne de stockage lent, visible sur la gauche. Lorsqu'arrive le moment de l'éjection, on ferme le commutateur à thyatron N° 1, le second restant ouvert et l'on fait passer dans les câbles où se forme l'impulsion une charge destinée à provoquer une impulsion magnétique suffisamment longue pour éjecter un paquet. Le commutateur N° 1 est alors ouvert et le commutateur N° 2 fermé

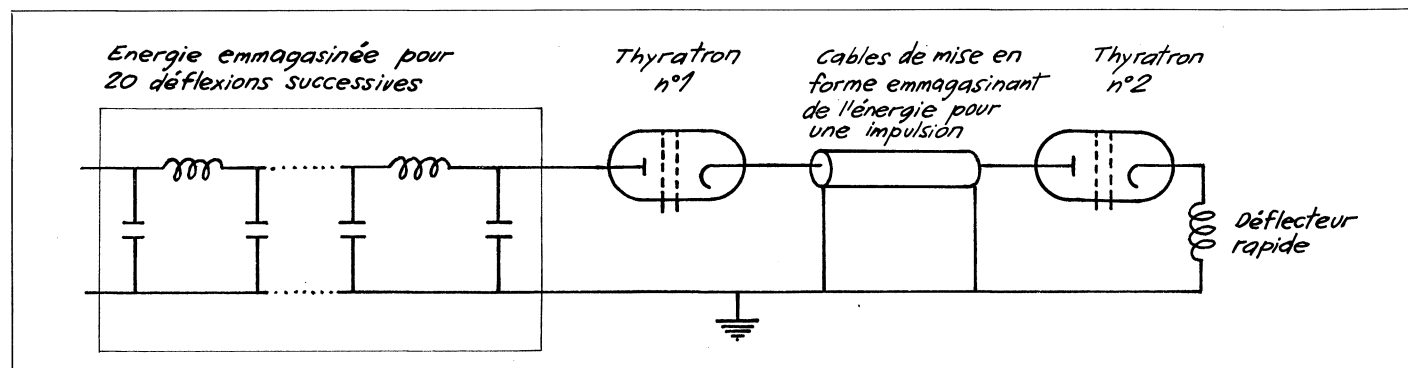
pour décharger les câbles dans l'aimant de déflexion. Ce dernier est donc excité pendant un temps suffisant pour sélectionner un des paquets orbitant dans le PS et l'expulser de l'anneau vers le 300 GeV. Le commutateur N° 2 est à nouveau ouvert et le commutateur N° 1 fermé pour faire passer une charge destinée à provoquer une autre impulsion et ainsi de suite.

Le temps nécessaire pour réaliser cette opération sera d'environ 50 ixs par impulsion. Pendant ce temps, les paquets restants orbiteront environ 25 fois autour du PS. En synchronisant de façon appropriée le commutateur N° 2, on peut choisir le paquet à éjecter dans l'ordre suivant — paquet N° 1, paquet N° 12, paquet N° 3, paquet N° 14... et ainsi de suite (soit un intervalle de onze paquets — tout autre intervalle pouvant cependant convenir).

La principale difficulté sera vraisemblablement de faire fonctionner les commutateurs à thyatron indépendamment l'un de l'autre. L'ionisation doit cesser dans un thyatron avant que l'autre ne soit déclenchée, mais cet obstacle devrait être surmonté grâce à la mise au point d'une méthode permettant de «neutraliser» l'anode du thyatron N° 1 pendant que le N° 2 se déclenche. Il est probable qu'une maquette du système d'excitation sera construite dans un proche avenir pour soumettre cette technique à des essais.

Un lepton lourd

Dans un article paru le 26 septembre dans la revue « Nature », page 1323, C.A. Ramm apporte quelques preuves de l'existence possible d'un lepton lourd neutre, dont la masse serait d'environ 430 MeV. Lorsqu'on examine les données de trois expériences différentes, on voit que, dans chaque cas, des pics se produisent à cette valeur de masse, qui sont compatibles avec l'exis-



tence d'une particule se désintégrant en un pion et un muon.

Dans une expérience, les particules de très courte période ne peuvent pas être observées de la même manière que leurs congénères plus stables, dont le passage est signalé par des traces dans des détecteurs (par exemple dans des chambres à bulles). Leur existence est déduite de l'observation des caractéristiques des interactions auxquelles elles participent, en particulier de l'observation des particules qui résultent de leur désintégration. C'est en effet en observant les particules qui jaillissent d'une interaction qu'on peut déduire si certaines d'entre elles se sont amalgamées pendant l'interaction, en formant pendant un court moment une particule distincte qui s'est désintégrée ensuite en particules observables. Cette déduction se fonde sur l'addition des masses (compte tenu de la reconversion des énergies en masse) des particules nées de l'interaction et de l'établissement de la courbe du nombre d'observations en fonction de la masse. Il en résulte un graphique qui peut présenter des pics à des valeurs de masse particulières, ce qui permet de supposer l'existence de particules de courte période correspondant à ces valeurs de masse. L'interprétation doit toutefois se faire avec soin, car il se peut que quelque chose dans le système de détection rende ce dernier plus sensible à certaines valeurs de masse, de sorte qu'un grand nombre de ces observations est dû, non à l'existence d'une particule, mais à une déviation au niveau de la détection.

L'histoire du lepton lourd commence avec l'examen des résultats des expériences sur les neutrinos, effectuées en 1962 au CERN, mais les données, alors très éparses, ne firent qu'exciter la curiosité. Les expériences sur les neutrinos, faites au CERN en 1967 dans la chambre à bulles à liquides lourds de 1,1 m³, remplie de propane, fournirent d'autres données, plus précises. D'après des interactions reconnues comme étant du type neutrino plus proton donne muon plus pion plus proton

$$\nu + p \rightarrow [i + j] + p$$

il fut possible d'établir la courbe du nombre d'observations de la combinaison muon-pion en fonction de la masse. Une fois le graphique établi, un pic apparut au niveau 430 MeV, pouvant correspondre à une particule de courte période qui se serait formée pendant l'interaction, puis immédiatement désintégrée en un muon et un pion. Etant donné que le muon est un lepton, et que le « nombre leptonique » est censé être conservé toujours, cette particule serait un lepton qui, puisque le muon et le pion sont toujours de charge opposée, aurait pour charge zéro.

Cette étude s'est poursuivie avec l'examen des données de deux autres expériences, au cours desquelles un muon et un pion résultent d'une interaction. Il s'agissait de l'expérience X4, effectuée également dans la chambre à bulles à liquides lourds du CERN et consacrée à l'étude des modes de désintégration du kaon neutre, et d'une expérience effectuée dans une chambre à bulles à hydro-

gène à Brookhaven et consacrée également à l'étude des modes de désintégration du kaon neutre. Dans les deux séries de données, une légère fluctuation du même type a été enregistrée au niveau de 430 MeV.

On spéculait depuis un certain temps sur l'existence possible d'un spectre leptonique, autrement dit sur la possibilité que les leptons connus (électron, muon et neutrino) aient des congénères plus lourds non encore observés. Peut-être avon-nous là une première indication de leur existence; cette même étude a par ailleurs fourni d'autres indications, moins probantes, de l'existence de leptons lourds. En revanche, une équipe menant au CERN une expérience sur le kaon, expérience qui fait appel à de hautes statistiques sur les interactions produisant un muon et un pion, déclare ne pas avoir vu de pic à la valeur de masse de 430 MeV. Il est certain que l'établissement de l'existence de cette particule nécessite d'autres investigations.

Ramm a entrepris la recherche de variantes chargées d'un tel lepton lourd, en observant les modes de désintégration des muons — gamma et muons — pions neutres ainsi que le rayonnement de freinage du muon. On retrouve de nouveau des indications de leur existence dans la région de la valeur de masse du lepton lourd en question.

L'optique de Gargamelle

Tous les sous-ensembles de la grande chambre à bulles à liquides lourds Gargamelle construite par Saclay pour le CERN sont maintenant au point et ils attendent au CERN leur mise en place prochaine. Il nous a semblé intéressant d'en donner un aperçu dans le COURRIER CERN.

Nous traiterons dans ce numéro de l'optique.

Les objectifs

L'optique de Gargamelle dont nous avons déjà donné un aperçu dans des articles du COURRIER CERN sur les tables de dépouillement et de mesure destinées à cette chambre (voir vol. 9, page 36) est conditionnée par la configuration de la chambre et par les exigences des expériences.

Conditions

Pour couvrir au mieux le volume, long et cylindrique du corps de la chambre, on utilise 8 objectifs (2 rangées horizontales de 4) à grand angle (110°). Les caméras devaient être placées hors de la culasse de l'aimant, en un endroit où le champ magnétique de fuite est faible; cela a conduit à réaliser une optique transférant l'image sur 1,90 m à l'intérieur d'un tube de 20 cm de diamètre (les solutions consistant à amener le film à l'intérieur d'un tube jusqu'à proximité même du liquide ont été rejetées à cause de leur complexité). En outre, l'optique ne devait introduire qu'une faible distorsion (moins de 1 %) et amener les rayons lumineux quasi normalement (moins de 8°) à la

surface de la pellicule. Bien qu'on puisse s'accommoder de distorsions élevées en établissant des cartes de distorsion dont il est tenu compte au moment de la mesure, il est néanmoins intéressant pour accélérer le dépouillement des photos d'événements neutrinos où les γ (paires d'électrons-positons) sont nombreux, d'utiliser une optique où les droites sont rendues par des droites, de façon à pouvoir facilement relier les γ aux vertex des interactions ayant produit la particule mère. Quant au fait que les rayons lumineux fassent apparaître la particule quasi normalement, il permet d'obtenir une précision supplémentaire dans la mesure en supprimant l'incertitude de positionnement qui vient d'un rayon frappant très obliquement l'émulsion de la pellicule et dont l'épaisseur n'est pas négligeable.

Réalisation

L'objectif proprement dit est un grand angulaire (90°) de petit diamètre déjà construit en série pour une application particulière par le fournisseur de l'optique (SOPELEM), auquel on a adjoint une lentille d'adaptation portant l'angle à 110°.

Le transfert de l'image réalisé par une série de 8 lentilles est conçu en même temps pour réduire les aberrations chromatiques.

La protection contre la pression du liquide de la chambre est assurée par un hublot hémisphérique épais en contact avec le liquide et, en cas de rupture de celui-ci, par une lentille épaisse placée derrière l'objectif.

L'ensemble (objectif + protection + transfert d'image) comprend 24 lentilles; un traitement antireflet permet de limiter à 30 % les pertes de luminosité.

Pour la mise au point et l'optimisation du système on a utilisé un programme de calcul de l'Impérial College, dû à W.T. Welford, en partant d'un prototype calculé par les méthodes traditionnelles. C'était sans doute l'une des premières applications de la méthode en Europe.

On arrive finalement à une résolution totale sur le film comprise entre 15 et 20 μ i qui correspond à une précision d'environ 0,2 mm dans le plan du faisceau.

Enfin, les objectifs sont conçus pour le montage éventuel de flashes en couronne — permettant l'utilisation d'un éclairage à fond clair (scotchlite).

Les caméras

Il existe 2 caméras identiques en tous points, une par rangée de 4 objectifs. Chacune d'elles est alimentée par un même film qui passe successivement devant chaque objectif. On emploie un film de 70 mm comportant seulement 1 perforation sur 4 par rapport à un film ordinaire, ce qui permet de l'utiliser sur 68 mm de largeur (au lieu de moins de 60 mm). A chaque objectif est associé un dispositif d'avancement-positionnement et une boîte de marquage.

Avancement-positionnement

L'avancement-positionnement se fait au moyen de 2 moteurs à rotor imprimé (à faible inertie), surdimensionnés, pour éviter réchauffement.