

Le CERN — ou l'Organisation Européenne pour la Recherche Nucléaire — a été créé en 1954 en vue d'assurer «... la collaboration entre Etats européens pour les recherches nucléaires de caractère purement scientifique et fondamental, ainsi que pour d'autres recherches en rapport essentiel avec celles-ci». Son rôle est de centraliser et de coordonner les recherches théoriques et expérimentales entreprises en Europe dans le domaine de la physique subnucléaire, cette avant-garde de la science qui s'attaque directement aux grands problèmes des lois fondamentales qui gouvernent la structure de la matière. Le CERN est un des premiers laboratoires du monde dans ce domaine.

Le programme expérimental est basé sur l'utilisation de deux accélérateurs de protons — un synchro-cyclotron de 600 MeV (SC) et un synchrotron de 28 GeV (PS). Ce dernier sera complété par de grands anneaux de stockage à intersections (ISR), actuellement en construction, qui permettront des expériences de collisions de faisceaux de protons. Les expériences sont effectuées par des physiciens de nombreuses universités, aussi bien par ceux du CERN, et on peut estimer qu'ils sont près de 1200 à obtenir de cette manière les données expérimentales nécessaires à leurs recherches.

L'Organisation a son siège à Meyrin, près de Genève, Suisse. Le Laboratoire couvre une superficie de 80 ha environ répartis presque également de part et d'autre de la frontière séparant la France de la Suisse. Son effectif total est d'environ 2650 personnes, sans compter plus de 400 boursiers et savants visiteurs.

Treize Etats européens participent aux travaux du CERN, contribuant au coût du programme de base, 235,2 millions de francs suisses en 1969, proportionnellement à leur revenu national net. Des programmes supplémentaires comprennent la construction des ISR et les études relatives à un projet proposé de synchrotron à proton de 300 GeV.

COURRIER CERN est publié par le CERN mensuellement en français et en anglais. Il est envoyé gratuitement au personnel du CERN et aux personnes qui s'intéressent à la physique subnucléaire.

Les articles peuvent être reproduits, sous réserve de mention COURRIER CERN. La plupart des illustrations peuvent être fournies gratuitement aux rédactions.

Les annonces sont publiées sous la seule responsabilité de leurs auteurs.

Rédacteur : Brian Southworth

Rédacteur adjoint : Philippe d'Agraves

Annonces : Micheline Falcicola

Photographies : Gérard Bertin

Service d'Information du Public
CERN, 1211 Genève 23, Suisse
Tél. (022) 41 98 11 / Télex: 236 98

Imprimé par: Ed. Cherix et Filanosa S.A.
1260 Nyon, Suisse

Nouvelles du CERN

Le Royaume-Uni accepte les modifications à la Convention

Nous avons annoncé le 8 mai que le RU se trouvait être le premier des Etats membres à accepter les amendements à la Convention proposés par le Conseil du CERN. L'acceptation de ces amendements est essentielle pour la réalisation du Laboratoire de 300 GeV et maintenant que les décisions finales concernant ce nouveau laboratoire sont très proches, il importe qu'ils soient admis par les 13 Etats membres.

Ladite Convention prévoyait explicitement l'établissement d'un centre de recherche doté de deux accélérateurs — un synchro-cyclotron de 600 MeV et un synchrotron à protons d'une énergie supérieure à 10 GeV. (Ce centre est évidemment le Laboratoire de Meyrin-Genève avec ses machines de 600 MeV et 28 GeV.) Mais elle ne permettait pas la création d'un autre centre dans le cadre de la même Organisation. C'est pourquoi il a fallu mettre au point une série de modifications que le Conseil du CERN a approuvées lors de sa session de décembre 1967. La version révisée de la Convention a ensuite été transmise aux gouvernements des Etats membres pour acceptation. (Un article est consacré à la Convention

révisée dans COURRIER CERN, vol. 8, page 56.)

En étant le premier à accepter la version révisée, le RU reste fidèle à un précédent, car il avait déjà été en 1954 le premier Etat membre à ratifier la Convention. Paradoxalement, le RU est aussi le seul Etat qui ait annoncé son intention de ne point participer au nouveau laboratoire. Mais en acceptant la Convention révisée, il montre son souci de ne pas ralentir les efforts des six pays (Autriche, Belgique, France, Italie, République fédérale d'Allemagne et Suisse) qui se sont déclarés prêts à adhérer au projet de 300 GeV.

Où en est l'é lanceur ?

A la mi-mai, s'achevait la couverture du bâtiment du tunnel annulaire qui logera l'é lanceur (booster). Celui-ci, un des principaux éléments du programme d'améliorations du synchrotron à protons de 28 GeV accroîtra l'intensité du faisceau accéléré en donnant une énergie supplémentaire aux protons injectés dans le synchrotron; les protons produits par l'injecteur linéaire de 50 MeV existant seront accélérés dans quatre petits synchrotrons étagés jusqu'à une énergie de 800 MeV avant d'être envoyés dans l'anneau principal. L'é lanceur est décrit dans COURRIER CERN, vol. 8, page 3.

Sommaire

Nouvelles du CERN 130

La Grande Bretagne accepte les modifications à la Convention; Où en est l'é lanceur ?
Quand le courant s'inverse; Le développement des séparateurs électrostatiques au CERN;
Faisceau plus intense au SC.

Nouvelles des autres laboratoires 135

BATAVIA : Progression des travaux; faisceau de 750 keV; préparatifs pour les expériences.
DOUBNA : Images de chambres à ultrasons dans l'hydrogène. BERKELEY : Opération «Pyramide»; Elément 104. BROOKHAVEN : Programme des améliorations. ARGONNE : Photographies de la grande chambre à bulles. SACLAY : Le nouvel injecteur de Saturne; Conférences en Grande Bretagne. VILLIGEN : Projet de cyclotron de 500 MeV.

DESY 142

Présent et avenir du Laboratoire du synchrotron à électrons de Hambourg.

Photographie de couverture : Jeux de miroirs. La photographie représente le dernier miroir, qui rassemble sur une seule pellicule les renseignements provenant de quatre batteries de chambres à étincelles optiques (on peut distinguer ces quatre batteries [vues en bout]). Ce miroir fait face à deux autres, qui, sur la photographie, paraissent former les deux côtés d'un grand cube. Sur ces deux côtés, on aperçoit d'autres miroirs, qui reçoivent la lumière provenant des chambres à étincelles. Les chambres servent à mesurer la quantité de mouvement des protons résultant de la désintégration bêta de la particule lambda. L'expérience, réalisée par une équipe Heidelberg/CERN, vient d'en terminer avec le rassemblement des données et atteint maintenant la phase d'analyse (CERN/PI 38.5.69).

Vue aérienne, prise à la fin du mois d'avril, des travaux relatifs au bâtiment du tunnel qui abritera l'éclateur de 800 MeV destiné au synchrotron à protons. A ce moment, les parois du tunnel étaient presque terminées et la couverture était en place sur la moitié de l'anneau.

Ci-dessous : l'enceinte octogonale contenant la cible et les détecteurs construits au CERN, est chargée sur son camion en route pour Uppsala.

L'élaboration des plans détaillée est presque terminée et tous les paramètres seront arrêtés définitivement d'ici le mois de juillet. Les grands contrats pourront alors être passés. Des modèles, à l'échelle, d'une unité d'aimant de déflexion et d'une unité d'aimant quadripolaire (comportant 4 ouvertures verticales permettant le passage des 4 faisceaux) doivent arriver au CERN en septembre pour des essais. Les aimants seront branchés directement sur le réseau, en utilisant un système de compensation statique, au lieu des alternateurs habituels (cf. COURRIER CERN vol. 8, page 250). Ce sera la première fois que des compensateurs statiques seront utilisés pour un accélérateur européen (à l'exception bien entendu des montages d'essai utilisés à Rutherford et au CERN). Cette méthode sera également appliquée pour l'accélérateur de 200 GeV de Batavia.

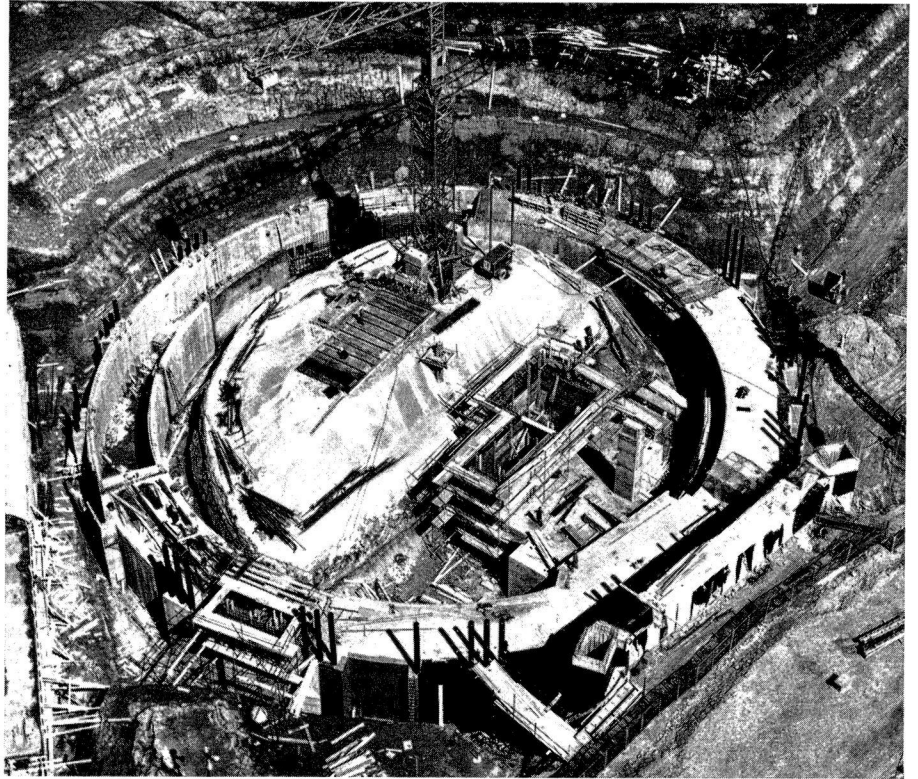
L'étude et la construction de l'éclateur se poursuivaient jusqu'ici conformément au calendrier. Un article faisant la synthèse des travaux des deux dernières années paraîtra dans COURRIER CERN de décembre.

Quand le courant s'inverse

A la fin d'avril, du matériel expérimental élaboré au CERN a été expédié à Uppsala, en vue de subir des essais préliminaires avec un faisceau issu du synchro-cyclotron de 185 MeV, à l'Institut Gustaf-Werner, ce qui est l'inverse du courant habituel.

Le principal élément de cet appareillage est une enceinte octogonale renfermant une cible d'hélium gazeux entourée de détecteurs. L'hélium est contenu dans un tube de mylar renforcé, sous une pression de 2 à 10 atmosphères. Ce tube est lui-même entouré de deux chambres à étincelles à fils cylindriques et concentriques fonctionnant dans une atmosphère composée d'hélium et de 10 % d'alcool sous une pression de 40 mm. Ces chambres sont à leur tour entourées de compteurs à scintillation fixés sur les parois de l'enceinte (une seule de ces parois étant utilisée au départ). Tout cet ensemble soigneusement emballé représente un volume de 0,5 m³.

A Uppsala, l'expérience portant sur la diffusion élastique des protons sur des particules alpha (noyaux d'hélium), permettra d'étalonner le matériel avec précision. Les compteurs à scintillation qui déterminent l'énergie de la particule alpha de recul en mesurant l'énergie déposée dans



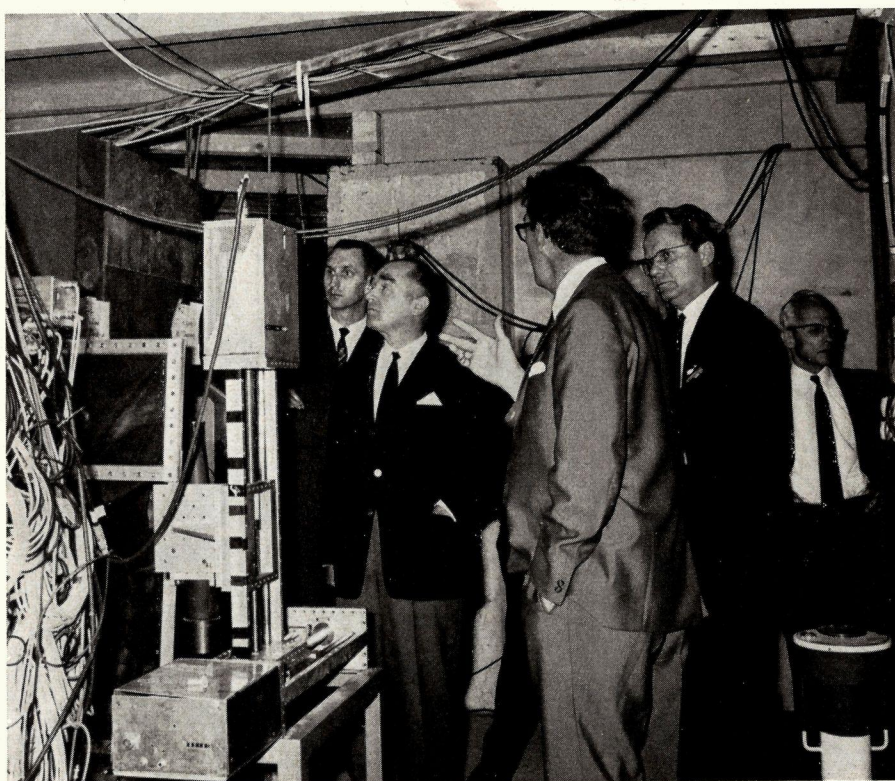
CERN/PI 320.4.69



CERN/PI 162A.5.69

Le 20 mai, le CERN a accueilli le Président de la République autrichienne, Son Excellence Franz Jonas, en visite officielle. Le Président a été inspecter le chantier des ISR. On le voit ici au centre de la photo avec le Vice-Président du Conseil fédéral helvétique M. Tschudi (à droite) écoutant un exposé sur le principe de la collision des faisceaux.

Ci-dessous : le même jour, le CERN a reçu le Conseil d'Etat de Genève, conduit par son Président Gilbert Duboule. Cette photo a été prise au cours de la visite du proton synchrotron où se déroule une expérience conjointe Université de Genève/Centre de Saclay.



Vue intérieure d'un séparateur électrostatique de 2 m. La cathode en alliage léger oxydé se trouve à la partie supérieure; l'anode en acier inoxydable est à la partie inférieure. Les électrodes sont distantes de 9 cm et la tension appliquée approche d'un MW.

Vue extérieure d'un séparateur électrostatique de 2 m et de ses câbles d'alimentation à 600 kV.

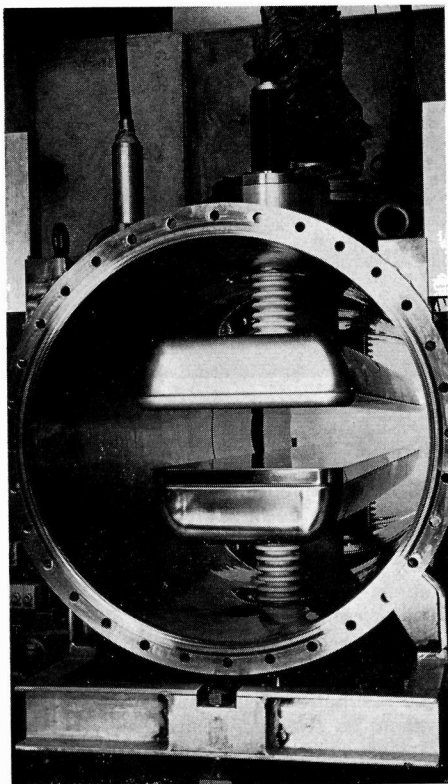
le scintillateur ainsi que le temps de vol sont en outre chargés du déclenchement des chambres à étincelles. L'étincelle ainsi créée indique la direction de la particule alpha de recul. D'autres compteurs à scintillation seront installés à Uppsala derrière l'enceinte octogonale, pour obtenir des renseignements sur les protons diffusés. Le matériel doit revenir au CERN dans deux mois environ pour servir à des expériences dans un faisceau du PS.

L'appareillage a été mis au point au CERN par un groupe comprenant S. Dahlgren, A.J. Herz, O. Kofoed-Hansen et S. Kullander en collaboration avec une équipe de l'Institut Gustaf-Werner dirigée par H. Tyrén.

Le développement des séparateurs électrostatiques au CERN

Les séparateurs sont des instruments qu'on installe sur des faisceaux de particules secondaires possédant toutes la même quantité de mouvement (produit de la masse par la vitesse). Ces faisceaux sont donc composés de particules lourdes à faible vitesse aussi bien que de particules légères à grande vitesse. Leur rôle est de n'extraire de ces faisceaux que les particules situées dans une gamme de vitesses déterminée. Il existe deux types de séparateurs : les séparateurs HF (cf COURRIER CERN vol. 7, page 125) qu'on utilise pour les particules de quantité de mouvement élevée et les séparateurs électrostatiques, tous deux objet au CERN d'importants perfectionnements. Cet article présente l'évolution des résultats obtenus avec les seconds ; il est basé sur des informations fournies par C. Germain qui est à la tête du groupe de séparateurs électrostatiques du CERN.

Il y a une dizaine d'années, au moment où la construction du PS touchait à sa fin, un programme pour l'étude et la réalisation de séparateurs électrostatiques était lancé au CERN dans la division NPA. Il s'agissait à ce moment d'un programme bien modeste par les moyens mis en jeu mais qui ambitionnait, comme c'était le cas pour l'accélérateur, de surpasser ce qui était réalisé autour du bévatron dans le laboratoire bien établi de Berkeley. Le but fixé initialement, et d'une façon bien optimiste, était de tenir un mégavolt dans le vide, entre des électrodes de grandes dimensions, espacées de 20 cm, pour réaliser la séparation du premier faisceau

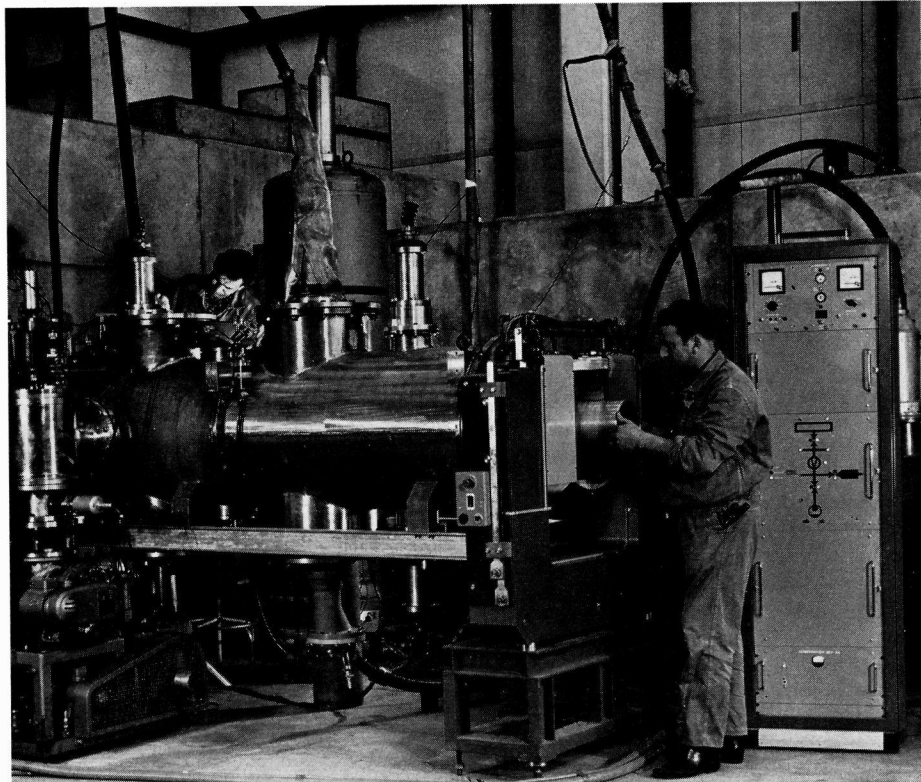


CERN/PI 90.12.67

d'antiprotons purifiés jusqu'à environ 6 GeV/c. Si le champ électrique de 50 kV/cm était une valeur accessible aux séparateurs de Berkeley, ceux-ci se contentaient d'une tension inférieure à 500 kV; on devait rapidement s'apercevoir au CERN de l'incertitude des extrapolations en matière de haute tension dans le vide en effectuant des essais malheureux pendant plusieurs mois sur une maquette.

La première inspiration heureuse, et qui marqua le démarrage réel du programme, fut d'essayer de réduire le courant passant dans le vide, facteur limitatif de la tension applicable, en injectant du gaz dans la maquette au lieu d'en améliorer le vide limite. Une série d'essais systématiques montrèrent qu'en augmentant la pression par injection de gaz propre on pouvait élever jusqu'à 600 kV la tension applicable sur la traversée; la pression limite se situait aux environs de 10^{-3} torr, région de décharge de Paschen. L'optimisme suscité par ce résultat fut un moment éteint par la constatation que la tension ne pouvait pas être maintenue dans ces conditions lorsque l'on essayait d'appliquer le champ magnétique de compensation du séparateur de la façon habituelle, c'est-à-dire en le croisant avec le champ électrique dans le même volume. Cette constatation, qui paraît aujourd'hui bien évidente compte tenu de la géométrie alors employée, conduisit à une seconde innovation: séparer les champs électrique et magnétique plutôt qu'essayer de les faire cohabiter. Les avantages de cette solution sont encore assez probants pour qu'elle ait été appliquée depuis lors à tous les séparateurs construits au CERN.

La première génération de séparateurs vit le jour dans une période qui s'étend jusqu'en 1963: elle comprend cinq unités de 10 m de longueur à électrodes d'acier inoxydable. Pour les séparateurs fonctionnant sur un faisceau, la tension totale



CERN/PI 192.5.69

entre électrodes peut atteindre 800 kV et le champ, 50 à 60 kV/cm.

Depuis 1962 le problème de la conception d'une seconde génération de séparateurs avait été abordé. Le déroulement du programme s'appuyait sur un effort accru dans le domaine de la technologie; les études menées montraient que la limitation des performances provenait alors essentiellement des électrodes.

A Berkeley cependant des progrès considérables avaient été réalisés depuis 1960 par l'emploi de cathodes en verre chauffé, préconisées par J.J. Murray, qui pouvaient ainsi maintenir des champs de 100 kV/cm sur une distance de 5 cm.

On se trouvait donc amené une fois encore à suivre l'exemple de Berkeley pour les séparateurs de 3 et 6 mètres qui devaient être construits. Mais une autre voie s'ouvrit à la suite d'une visite faite en mai 1963 par C. Germain au High Voltage Research Laboratory du MIT; les travaux menés par L. Jedynak depuis 1960, sous la direction de J.G. Trump, montraient qu'il était possible d'accroître la tension applicable entre électrodes en utilisant des cathodes recouvertes d'une couche isolante. Malheureusement les claquages entraînaient généralement une dégradation rapide de la cathode. Un programme systématique d'essais ayant été lancé au CERN dans les deux directions mentionnées on trouva à la suite d'essais sur maquette le moyen d'éviter la dégradation de la couche isolante en réalisant celle-ci par oxydation de la cathode (en alliage d'aluminium) dans certaines conditions bien définies. Les cathodes ainsi fabriquées présentaient différents avantages par rapport aux cathodes de verre, si bien que cette solution fut retenue pour la seconde génération de séparateurs, (soit quatre unités de 3 m), qui fut achevée en 1964-1965. On avait ainsi atteint des champs de 100 kV/cm en condition de

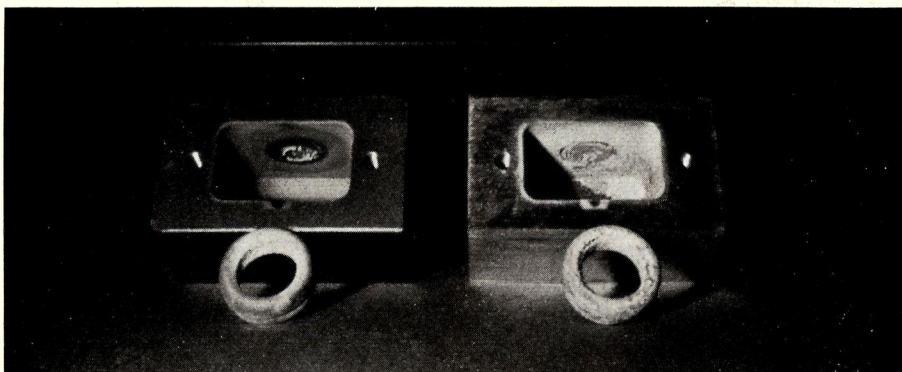
travail sur faisceau mais avec la possibilité d'avoir des écartements plus grands qu'à Berkeley. De plus les essais en laboratoire montraient la possibilité latente de performances plus élevées encore, en employant une géométrie plus compacte.

La troisième génération de séparateurs, comprenant quatre unités de 1 ou 2 mètres qui vit le jour en 1967-68, fut l'aboutissement d'un effort technologique continu. De nombreux perfectionnements dans la géométrie de l'ensemble, dans le choix des matériaux et du groupe de pompage pour obtenir un vide propre, permettent de tirer parti convenablement des propriétés remarquables des cathodes à couche d'alumine. Les excellents résultats obtenus dans le faisceau séparé k 11 (K de 0,8 à 1,26 GeV/c) sont dus pour une bonne part au fonctionnement sans histoire des séparateurs à 800 kV sur 7 cm, loin de leur limite pratique qui se situe à 800 kV sur 5 cm, 900 kV sur 7 cm ou 1000 kV sur 10 cm. On a donc atteint l'objectif initial d'une tension totale de 1 MV (qui représente du reste le maximum pratique des générateurs), mais sur une distance deux fois plus petite entre électrodes. A notre connaissance, ces résultats ne semblent pas encore avoir été égalés ailleurs, bien que les méthodes du CERN soient largement diffusées. En effet, une part de l'expérience accumulée pendant des années reste incommunicable, comme l'atteste par ailleurs la prééminence de Berkeley dans l'emploi des cathodes de verre.

La phase actuelle du programme des séparateurs porte sur l'amélioration des unités de 10 mètres qui, malgré une géométrie défavorable leur interdisant d'égaliser les unités de 2 mètres, peuvent cependant être amenées à peu de frais à tenir 800 kV sur 10 cm et 950 kV sur 14 cm. D'autres appareillages tels que des déflecteurs électriques à septum par exemple, sont

Cette photo met en évidence les effets du traitement de surface récemment appliqués aux sources d'ions du type Penning du synchro-cyclotron du CERN. Celle de droite, utilisée pendant 4 semaines, présente une forte oxydation et d'importantes déformations; celle de gauche (traitée), qui a fonctionné 8 semaines est encore en très bon état. L'anneau placé devant chaque source en est la cathode.

(Photo Polaroid)



susceptibles de bénéficier également de l'expérience acquise grâce aux séparateurs. Les caractéristiques potentielles des cathodes à couches oxydées ne sont toutefois pas encore exploitées à fond car des champs utilisables de 200 kV/cm pourraient être réalisés.

Les travaux sur les séparateurs ont été l'œuvre de tout un groupe et en particulier de R. Tinguely, A. Dind, L. Jeannerot, F. Rohrbach, D. Simon ainsi que J. Bleeker (générateurs HT) et P. Coet, puis L. Danloy (opération sur faisceaux). Les électrodes ont été traitées à l'Atelier Godet.

Faisceau plus intense au SC

Au début de mai, l'intensité du faisceau éjecté du synchro-cyclotron du CERN qui alimente l'expérience souterraine ISOLDE (Séparateur d'isotopes en ligne) décrite dans le COURRIER CERN vol. 7, page 22, atteignait $4,5 \cdot 10^{11}$ pps, soit une valeur quasiment double de celle qu'elle avait depuis le départ de l'expérience à la fin de 1967.

Il y a deux causes à cela. La première provient d'un ajustement de la ligne de transport de faisceau alimentant ISOLDE, et la seconde d'un accroissement de l'intensité du SC lui-même.

1) Au début d'avril, on effectuait une mesure de l'activation autour de la ligne du faisceau consistant à disposer le long de celle-ci de petites pièces d'aluminium dont on mesurait ensuite la radioactivité induite. Il fut possible d'en déduire la carte des pertes le long du faisceau et il apparut qu'un pourcentage important de celles-ci se produisait près de l'entrée du tunnel horizontal.

On s'arrangea alors en jouant sur l'alimentation des 11 lentilles qui dirigent le faisceau pour en réduire la section à l'endroit des pertes maxi tout en évitant de l'augmenter trop en d'autres endroits. L'efficacité du réglage était vérifiée en se servant des indications fournies par deux transformateurs de faisceau (voir COURRIER CERN, vol. 9, page 67) placés au début et à la fin de la ligne. Les pertes ont été réduites à environ la moitié de leur valeur et l'intensité dirigée sur la cible a progressé si bien qu'actuellement à peu près 90 % des protons heurtent la cible contre 80 % seulement auparavant.

2) Depuis décembre 1968, l'intensité du faisceau interne du SC a également enre-

gistré une progression de près de 50 % (on atteint près de 1,2 μ A contre 0,8 auparavant). La cause en tient à trois raisons qui sont :

a) la modification du système électronique de commande du diapason qui a pour but de faire varier selon une loi précise la fréquence d'accélération des protons, à mesure qu'ils s'écartent du centre du SC (de 30 à 16,8 MHz) ;

b) le traitement de surface de la source où se produit le plasma (mélange d'hydrogène et d'argon soumis à un bombardement électronique qui a pour effet de former des ions d'hydrogène, donc des protons) ;

c) la modification du système de positionnement de la source et de réglage de différents paramètres de la source, qui a surtout augmenté le taux d'extraction.

a) La modification de la commande du diapason a consisté principalement en une reconstruction complète de l'électronique qui contrôle son amplitude.

En effet, la variation de la fréquence d'accélération des protons est liée à la variation d'amplitude des branches du diapason qui agissent comme un condensateur variable (plus l'amplitude est grande plus la variation de la capacité est importante) ajustant la fréquence d'un circuit oscillant.

Les mouvements du diapason sont entretenus par un élément moteur mais le champ électrique HF de la machine a également une influence en ce sens qu'il vient renforcer l'action de ce moteur. Cette influence est à son tour fonction de l'intensité du faisceau interne, ce qui rend la stabilisation plus difficile.

L'amélioration de la boucle asservissant le moteur à la fréquence et à la phase du diapason a permis d'atteindre une meilleure stabilité d'amplitude. Les instabilités à l'origine des difficultés de réglages précis de la machine ont donc fortement diminué.

Le gain de stabilité (maintenant assurée à 1 % à court terme), s'il n'est pas une cause directe de l'augmentation de l'intensité du faisceau, permet donc un meilleur réglage des paramètres de la source qui eux contribuent directement à l'augmentation de l'intensité.

En outre, toute l'installation électronique est réalisée en double, si bien qu'en cas de panne de l'un des circuits, la commutation sur le 2e circuit réduit la durée de la panne à 5 min. environ alors qu'elle

pouvait être auparavant de plusieurs heures.

b) Le traitement qui a renforcé la dureté de la surface de la source a consisté à la soumettre au bombardement de petites billes de verre de 0,5 mm de diamètre placées dans un jet d'air (méthode analogue à celle qui a été utilisée au PS pour le traitement de certaines parties internes des pompes à vide).

Le résultat est assez satisfaisant comme l'atteste la photo ci-contre ; en effet, les nouvelles sources se détériorent moins rapidement, et leur rendement est plus stable que celui des anciennes.

c) Positionnement de la source et autres réglages.

La stabilité de la séquence d'accélération a comme principal avantage de pouvoir suivre de façon précise l'effet des variations des paramètres machine sur l'intensité du faisceau interne. Ceci est également valable pour l'alimentation en gaz (mélange hydrogène-argon) de la source d'ions, qui a été entièrement refaite et mise en service il y a quelques mois.

En ce qui concerne le positionnement de la source, on dispose depuis plusieurs mois d'un système permettant d'effectuer des réglages dans le sens perpendiculaire au Dee, alors que jusqu'à présent on ne pouvait obtenir que des déplacements parallèles (au moyen d'une vis sans fin). Or, il s'avère que, contrairement à ce que des essais entrepris il y a quelques années laissaient prévoir, cette possibilité supplémentaire de réglage permet d'accroître le rendement de capture des protons du plasma. La commande va du reste être prochainement changée de façon à s'approcher encore plus du Dee.