

Nouvelles du CERN

Il ne fait aucun doute que la création d'une communauté internationale doit être encouragée et que ses institutions et ses centres doivent être financés sans trop de scepticisme quant au résultat final. Une part de foi est nécessaire. Le CERN est heureusement un des meilleurs exemples de collaboration internationale à côté de plusieurs autres laboratoires comme Trieste, Ispra, Grenoble et divers centres d'études spatiales.

Le site

La question de l'emplacement de ces centres est cependant également importante et certaines exigences fondamentales doivent être remplies. Mais la décision finale est essentiellement politique et une juste répartition en Europe est indispensable. C'est loin d'être le cas à l'heure actuelle.

Le site allemand de Drensteinfurt pour l'implantation de l'accélérateur de 300 GeV était séduisant, mais des raisons financières ont fait pencher la balance en faveur du Laboratoire II du CERN. La stabilité assurée au Laboratoire actuel constituait aussi un élément précieux et, de la sorte, on évitait une future pléthore d'installations dans ce domaine ainsi qu'une multiplication excessive du nombre des physiciens. Compte tenu de tous ces aspects, la solution de compromis que représente le Laboratoire II du CERN est satisfaisante.

Le Professeur Heisenberg a conclu en rappelant des réflexions de l'ambassadeur des Etats-Unis à Bonn, lequel, comme beaucoup d'autres, comparait la construction actuelle de machines géantes à usage scientifique à l'érection des pyramides dans l'Égypte ancienne et des cathédrales au Moyen Age. Les hommes de notre époque sont disposés à sacrifier à la déesse des lumières. Mais le pouvoir de ces lumières est limité et nous devons continuer à maintenir notre esprit critique. Une meilleure compréhension entre les peuples doit en résulter ; l'activité du CERN est manifestement propre à remplir les conditions de cet objectif final.

Mesure de la phase éta

Nous avons mentionné dans l'article de notre précédent numéro consacré à la Conférence d'Amsterdam l'expérience en cours au CERN sur différentes mesures relatives au paramètre qui représente le rapport η^{+-} des amplitudes de désintégration en deux pions chargés du kaon à vie longue (K_L) et du kaon à vie courte (K_S), soit respectivement $K_L \rightarrow \pi^+ \pi^-$ et $K_S \rightarrow \pi^+ \pi^-$. Ces mesures doivent permettre, du fait que la désintégration K_L en deux pions viole la loi de symétrie conjugaison de charge/parité (CP), d'obtenir des informations plus précises sur la validité d'une théorie se proposant d'expliquer le phénomène de la violation CP par l'existence d'une interaction dite superfaible.

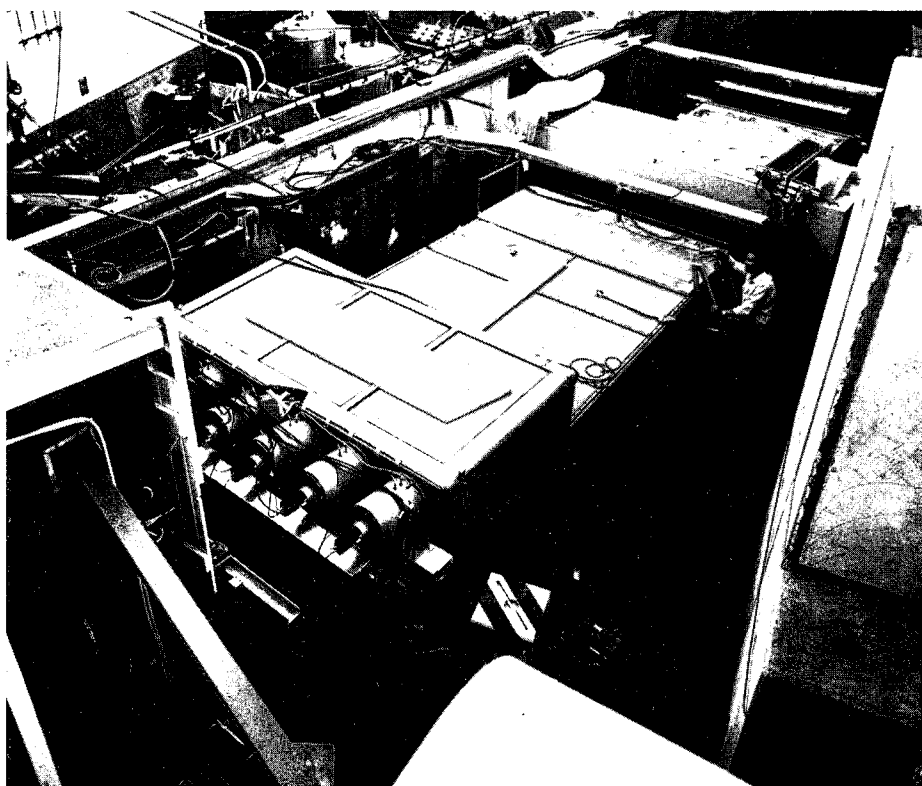
Violation CP

Le K^0 a été à l'origine de maintes découvertes déroutantes et idées nou-

Vue d'ensemble de l'expérience dans le Hall Est : le faisceau vient d'en haut à droite. On distingue deux des trois chambres proportionnelles multifils. Deux sont placées en aval du grand aimant d'analyse de 2,40 m x 0,60 m d'ouverture et une en amont.

velles. Déjà lors de la première observation de la particule, on le qualifia «d'étrange» bien qu'il soit produit à un taux observable par le rayonnement cosmique parce que sa désintégration était lente ($\sim 10^{-10}$ s). Il apparaît ainsi que sa désintégration n'était donc pas due à l'interaction forte qui lui donne naissance. Le phénomène a été expliqué par le postulat (formulé par les Prof. Gell-Mann et Nishijima) selon lequel il existe un nouveau nombre quantique «S» (étrangeté) conservé dans les interactions fortes mais pas dans les interactions faibles. Ce nombre, de même que, par exemple, le nombre de charge, ayant des propriétés additives, l'antiparticule \bar{K}^0 du K^0 se trouve différente du K^0 , mais grâce à l'interaction faible, les transitions $K^0 \leftrightarrow \pi^+ \pi^- \leftrightarrow \bar{K}^0$ restent possibles. Il s'ensuit que le K^0 et le \bar{K}^0 peuvent se mélanger.

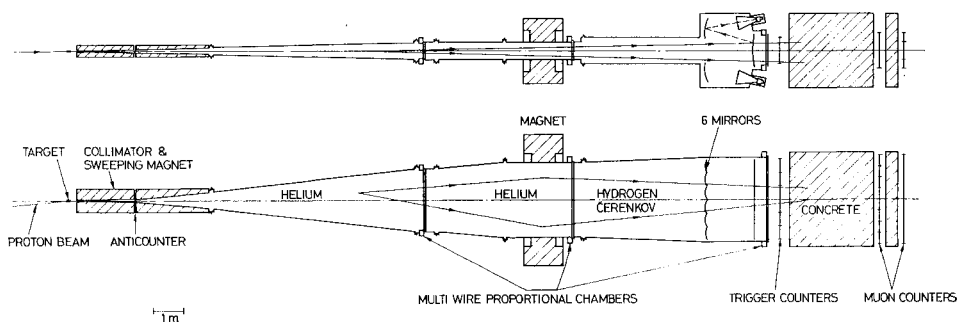
En fait, les particules observées qui ont une masse et une durée moyenne définies ne sont pas des K^0 et des \bar{K}^0 , mais bien des combinaisons linéaires



CERN 162.8.71

Schéma d'ensemble de l'expérience: en haut, vue latérale, en bas vue du dessus. Malgré la largeur de l'appareillage, la matière traversée par les particules n'est que de 0,34 g/cm² de section.

Envers du miroir principal à deux plans du compteur Tchénkov à seuil utilisé dans l'expérience sur la mesure de η^{+-} en cours au CERN. Sa construction imposait deux impératifs apparemment contradictoires: une p'anéité rigoureuse et une très grande transparence vis-à-vis du faisceau. Pour cela, on a utilisé une feuille de mylar aluminisé de 25 μ m d'épaisseur tendue par des tendeurs en corde à piano.



de ceux-ci, appelées actuellement K_S (à vie courte) et K_L (à vie longue).

Avant 1964, on supposait (sur la base des données expérimentales) que la symétrie combinée CP, où C est la conjugaison particule-antiparticule et P l'opérateur de réflexion spatiale (parité), était respectée dans les interactions faibles. Cela signifiait que les particules K_S et K_L ont un nombre quantique CP défini, soit $CP = +1$ pour K_S et $CP = -1$ pour K_L .

Toutefois la découverte de la désintégration $K_L \rightarrow \pi^+ \pi^-$ s'ajoutant à la désintégration $K_S \rightarrow \pi^+ \pi^-$ mit un terme à la théorie de l'invariance CP dans les interactions faibles: puisque $CP = +1$ pour l'état $\pi^+ \pi^-$, il y a un changement du nombre quantique CP dans la désintégration $K_L \rightarrow \pi^+ \pi^-$.

Depuis lors, les expérimentateurs ont mesuré avec une précision toujours plus grande la probabilité de la désintégration $K_L \rightarrow \pi^+ \pi^-$ ainsi que la différence d'angle de phase φ^{+-} entre les amplitudes de désintégration du $K_L \rightarrow \pi^+ \pi^-$ et du $K_S \rightarrow \pi^+ \pi^-$. Les processus élémentaires sont représentés par un nombre complexe composé d'une valeur absolue et d'un angle de phase, ce qui est nécessaire pour décrire le caractère ondulatoire des particules.

La connaissance de cet angle φ^{+-} est exigée pour distinguer entre les différents modèles de violation de CP. Un de ceux-ci prévoit l'existence d'une nouvelle force s'exerçant dans la nature, l'interaction «superfaible»; il prédit que $\varphi^{+-} = 43,2^\circ$. D'autres modèles qui font intervenir la violation de CP dans l'interaction faible, donnent pour φ^{+-} des valeurs situées entre 35° et 50° .

Les expériences faites jusqu'à présent n'ont permis de connaître la phase η^{+-} qu'à 4° en raison notamment du trop faible nombre d'événements observés.

Or, les progrès réalisés ces derniers temps avec les CPM (chambres proportionnelles multifils) ont rendu possible le montage d'une expérience qui, par accumulation en un temps réduit de «statistiques» considérables, va permettre de mesurer cette phase à 1 degré près.

Cette expérience due à un groupe CERN-Heidelberg a commencé au CERN (Hall Est) après des préparatifs qui ont duré deux ans. Elle s'est poursuivie pendant six semaines non consécutives et plusieurs autres semaines de prises de données sont encore nécessaires pour la mener à bien (compte tenu du fait qu'elle s'est fixée plusieurs autres buts).

Les CPM utilisées se caractérisent d'une part par leurs dimensions (5400 fils répartis en 6 plans dont les plus grands ont 2,70 m \times 0,90 m) mais aussi du fait que c'est là leur première utilisation dans une grande expérience, à la fois pour la mesure et pour la sélection des événements intéressants. Ces chambres ont un temps de résolution de 40 ns et une efficacité de plus de 99 %. Leur temps de lecture, de 400 ns (alors qu'il atteint 5 ms dans les chambres à étincelles) permet de traiter près de 100 000 «événements-candidats» par giclée du PS (5 \times 10¹⁰ protons sur 400 ms) et d'obtenir couramment, après rejet des «candidats» non désirables, 700 Vo par giclée du PS.

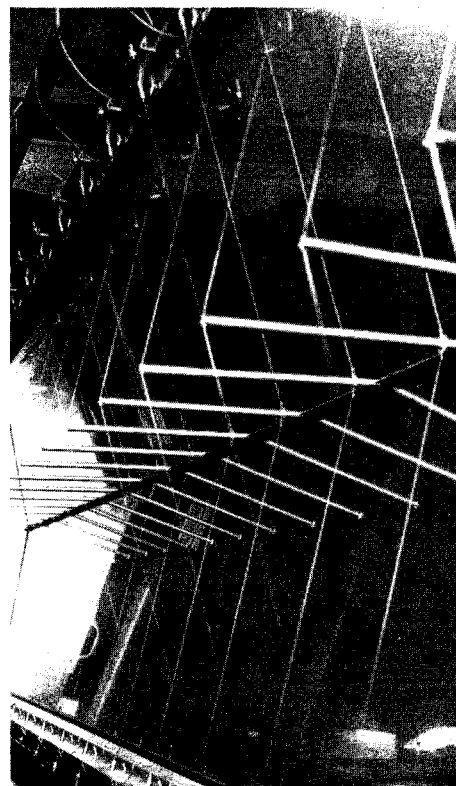
La mesure de la phase φ^{+-} se fait en déterminant la distribution en temps de vie des K^0 , ce qui revient à mesurer la position des points de désintégration des K^0 et leur impulsion.

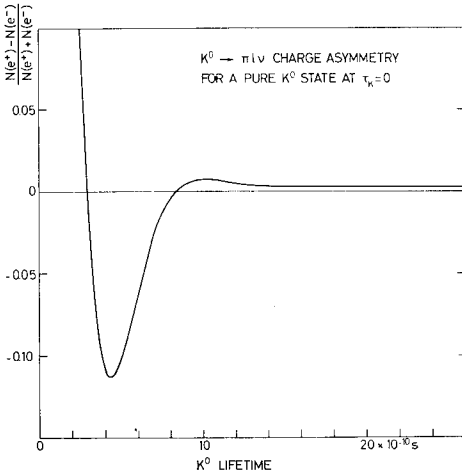
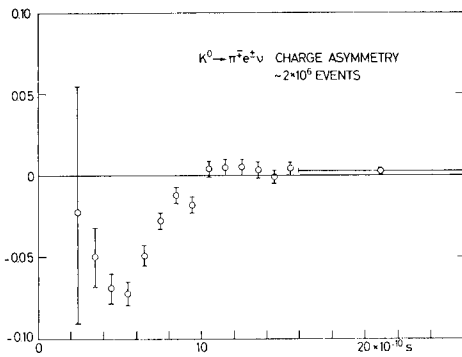
Comme l'indique le plan ci-dessus, l'appareillage comprend une cible de platine dans laquelle arrivent les protons — un collimateur placé dans un champ magnétique — un volume d'hélium destiné à réduire la diffusion multiple — un spectromètre constitué d'un aimant d'analyse à grande ouverture (2,40m \times 0,60 m) associé à 3 chambres proportionnelles multifils (à deux plans de fils chacune), des compteurs à scintillations qui déclenchent la logique de décision et de lecture, puis ouvrent les portes des CPM chaque fois que deux particules passent simultanément dans chacune des moitiés (droite-gauche) du groupe de compteurs — un gros compteur Tchénkov à seuil rempli d'hydrogène à la pression atmosphérique chargé d'identifier les électrons — un blindage de béton destiné à arrêter les

muons — 16 compteurs à scintillations chargés de déceler les muons.

Le mécanisme de l'expérience est le suivant:

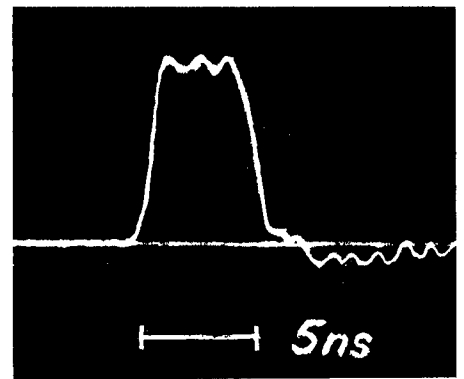
- production de particules diverses par interactions des protons dans la cible;
- élimination au moyen du collimateur de la plupart des particules chargées qui sont déviées par le champ magnétique entourant le collimateur;
- réduction du bruit de fond en orientant la fente du collimateur à 4° par rapport à l'axe du faisceau. Cet angle résulte d'un compromis entre le nombre maximum de K^0 de haute énergie produits et le taux minimum de bruit de fond causé par les protons;
- désintégration dans le volume d'hélium des K^0 en particules qui traversent à la fois les spectromètres et les compteurs de déclenchement;
- mise en mémoire momentanée de tous les événements à 2 particules en coïncidence, cette dernière étant assurée par les 12 compteurs à scintillation;
- début du processus d'enregistre-





Asymétrie de charge dans la désintégration
 $K^0 \rightarrow \pi^+ e^+ \nu$ en fonction du temps de vie
 2×10^6 événements.

Photo d'oscilloscope montrant une impulsion
carrée de 100 kV de hauteur et de 4 ns de
longueur produite par le générateur expérimental
mis au point au CERN.



charge = changement de l'étrangeté).
Jusqu'à maintenant, on a enregistré
un total de 3×10^8 événements inté-
ressant l'expérience dont quelques
millions de $K^0 \rightarrow \pi^+ \pi^-$.

L'analyse des données se poursuit
encore, mais l'expérience a déjà
fourni un important résultat : faire
fonctionner un ensemble aussi impor-
tant de CPM et atteindre un taux
d'enregistrement des données 100 fois
plus élevé que les expériences simi-
laires antérieures.

100 kV - 4 ns

Les générateurs hautes tensions d'im-
pulsions très courtes et à temps de
montée et d'extinction inférieur à la
nanoseconde sont susceptibles de
trouver de nombreuses applications,
tant dans l'appareillage des expérien-
ces de physique des hautes énergies
que dans l'équipement des accéléra-
teurs.

Deux chercheurs du CERN, E. Gygi
et F. Schneider viennent d'achever un
générateur expérimental de ce type
capable de produire des impulsions
de 100 kV, 4 ns avec un temps de
montée et d'extinction de 0,6 ns et
une fréquence de répétition de 1 Hz.
Ce générateur a en outre une impé-
dance réduite de 20 Ω , ce qui permet
d'envisager une utilisation en liaison
avec des élévateurs de tension.

Dans son ensemble, le générateur
est classique, c'est-à-dire qu'il com-
prend un circuit de charge (Marx plus
ligne de charge) se déchargeant dans
une ligne de décharge de même impé-
dance caractéristique par l'inter-
médiaire d'un éclateur, mais il diffère
radicalement de ce qui se fait habi-
tuellement en deux points : le temps
de charge très court de la ligne
(40 ns) et la conception particulière
de l'éclateur. Ces deux éléments per-
mettent d'obtenir une tension de
charge pour le moins assez inhabi-
tuelle de 200 kV sur 8 mm, sous une
pression d'une atmosphère ou moins,
alors que dans un éclateur normal,
elle ne dépasserait pas 5 kV pour des
conditions semblables.

Normalement, la tension limite appli-

cable sur les électrodes d'un éclateur
dépend de la distance, de la nature
du gaz et de sa pression, de la forme
des électrodes. Lorsqu'on dépasse un
certain gradient, une décharge se pro-
duit en raison de la présence d'élec-
trons libres entre les électrodes ; mais
si on parvient à éliminer les électrons
libres, on arrive à travailler dans le
domaine « surcritique » et on peut
dans ce cas faire monter la tension
de charge jusqu'à des valeurs 40 fois
supérieures engendrant des temps
extraordinairement courts de montée
de l'impulsion de décharge. L'astuce
est donc d'empêcher la formation
d'électrons libres dont la présence
fait immédiatement passer du domaine
surcritique au domaine critique.

Les sources possibles d'électrons
libres sont :

- les électrons qui s'échappent natu-
rellement de la surface d'un corps
(effets thermiques, chimiques et
d'émission de champ) ;
- les électrons produits par la pré-
sence de rayonnements ionisant le gaz.

Leurs appareils sont basés sur les
principes suivants :

- la nature des électrodes (platine ou
rhodium à la cathode et acier inox à
l'anode), la présence d'un gaz inerte
(argon - 1 atm) — et surtout le temps
de charge très court (40 ns) — per-
mettent de réduire à une valeur néglig-
eable la probabilité de formation
d'électrons libres par les électrodes ;
- les faibles dimensions entre élec-
trodes rendent également très faible
la probabilité de passage de rayons
cosmiques ;
- enfin la forme des électrodes et le
soin apporté à leur réalisation (enro-
bage latéral de caoutchouc aux sili-
cones) sont des éléments complé-
mentaires essentiels.

Ainsi les chances de production
d'un électron libre sont extrêmement
réduites. C'est ce qu'ont démontré les
essais au cours desquels on a pro-
duit 10^5 impulsions avec une charge
de 200 kV.

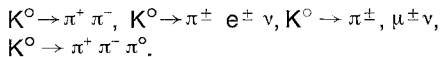
L'établissement d'une onde plane
dans un système d'électrodes de rela-
tivement grande largeur implique la
multiplication des points de décharge.

ment et de décision par la sélection
au moyen de circuits logiques des
chambres de ceux de ces événements
donnant 12 traces dans les CPM (une
trace par moitié gauche-droite de cha-
cun des 6 plans de fils). Il est à noter
qu'en ce qui concerne les fils horizon-
taux, les plans sont divisés en deux
moitiés distinctes suivant une symé-
trie gauche-droite :

— enregistrement simultané des zo-
nes d'impact des électrons et des
muons produits en même temps que
les traces sélectionnées ;

— les événements passent ensuite
dans la mémoire-tampon d'un calcula-
teur en ligne puis sont définitivement
enregistrés sur bande magnétique.

La phase de l'enregistrement pro-
prement dit est alors terminée ; il
reste ensuite à effectuer le traitement
indirect des données qui permettra
d'identifier séparément toutes les ré-
actions de désintégration des K^0 , c'est-
à-dire :



Cette identification utilise d'une part
les informations fournies par les
compteurs de muons et d'électrons et
d'autre part des programmes de re-
constitution spatiale et cinématique
basés sur les coordonnées des traces
dans les 3 chambres. Les désintégra-
tions de K^0 générateurs de muons et
d'électrons ne sont pas éliminées mais
conservées pour fournir des informa-
tions sur la différence de masse
entre K_S et K_L , et sur la règle de
sélection $\Delta Q = \Delta S$ (changement de