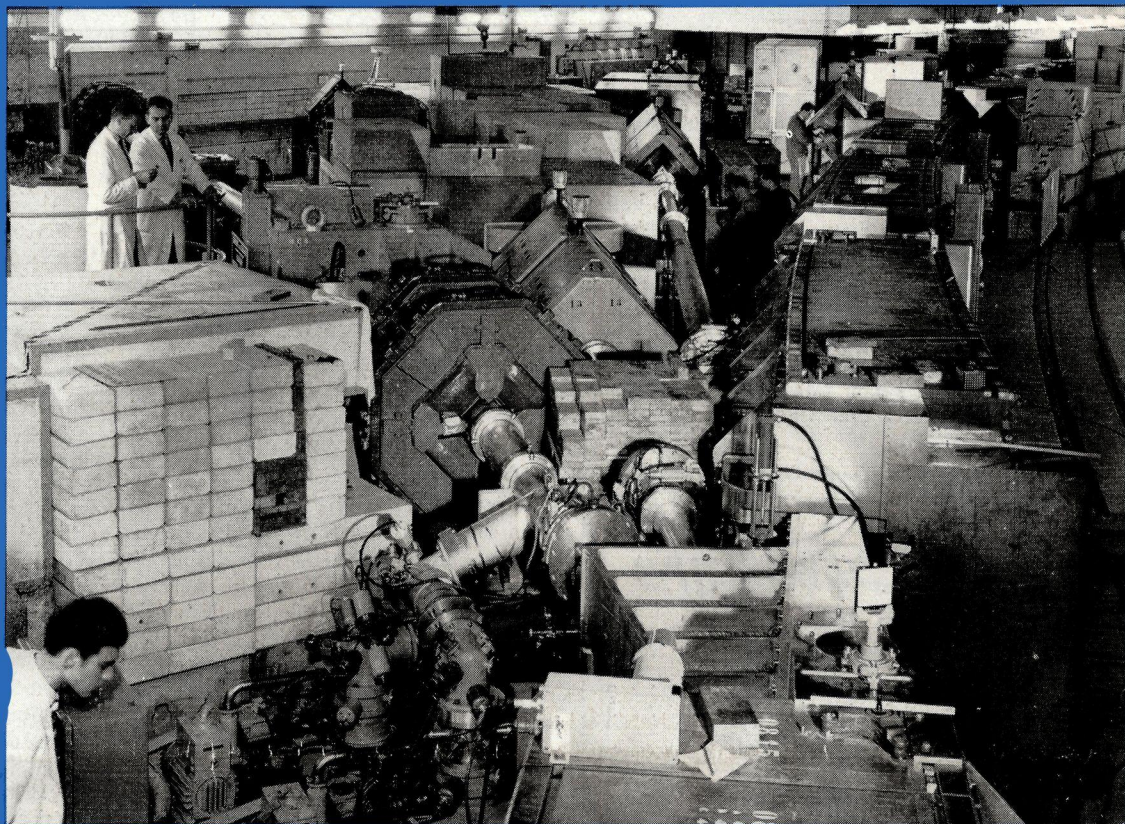


COURIER ERN N



2

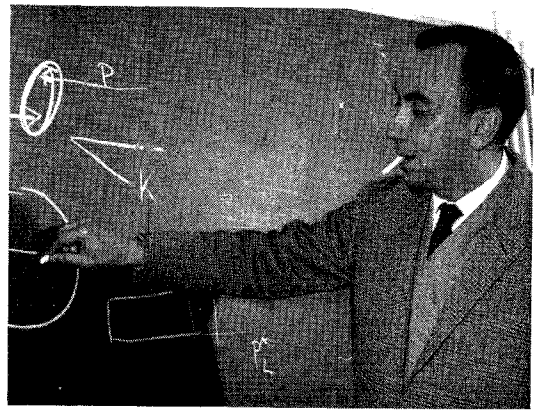
VOL. 2

Février 1962

ORGANISATION EUROPÉENNE POUR LA RECHERCHE NUCLÉAIRE

Charles PEYROU

Chef, Division Chambres à traces



Une des contributions essentielles pour l'extension de la recherche en physique des hautes énergies au cours des dernières années est due aux chambres à bulles. Celles-ci permettent de photographier les traces laissées par des particules qui demeureraient autrement invisibles, et d'en déduire ainsi leurs caractéristiques.

Au CERN, les chambres à bulles remplies d'hydrogène liquide sont du ressort de la Division Chambres à traces et de son chef, le prof. Ch. Peyrou.

Charles Peyrou est né en 1918 en France, à Oloron-Sté-Marie, dans les Basses-Pyrénées. Il fit là-bas des études qu'il poursuivit à Paris, à l'Ecole Polytechnique, où à cette époque déjà il travaillait au laboratoire de physique sous le prof. L. Leprince-Ringuet. La guerre interrompit tout ceci, mais après la fin des hostilités il revint au même laboratoire, faire des expériences sur le rayonnement cosmique à l'aide de chambres de Wilson — un autre type de détecteur capable de photographier des traces de particules.

Ses études les plus importantes, faites en collaboration avec A. Lagarrigue, portaient sur des caractéristiques des mésons mu : leur masse et le spectre d'énergie des électrons résultant de leur désintégration. Quelques-unes des expériences furent réalisées à Paris, mais d'agréables étés s'écoulèrent aussi à l'Argentière — La Bessée près de Briançon dans les Hautes-Alpes, où le groupe pouvait puiser le courant nécessaire à l'aimant de la chambre de Wilson au réseau d'une usine d'aluminium des environs.

En 1952 Ch. Peyrou partit aux Etats-Unis pour une année et c'est au M.I.T., le Massachusetts Institute of Technology, dans le laboratoire dirigé par le prof. B. Rossi où il commença à étudier les «particules étranges». Tant avant qu'après cette époque il collabora avec B. Gregory, A. Lagarrigue et F. Muller — tous trois travaillaient à temps partiel au CERN comme

visiteurs — à l'installation et à l'exploitation de deux grandes chambres de Wilson à l'Observatoire du Pic du Midi, afin d'étudier les particules étranges, particulièrement les mésons K, provenant du rayonnement cosmique.

En 1954 Ch. Peyrou fut nommé professeur à l'Université de Berne. L'association du prof. Peyrou avec le CERN date d'alors, lorsqu'il fut fait appel à son conseil en matière de chambres de Wilson et de chambres à bulles. En mars 1957 il arriva à Meyrin, dans la Division alors appelée «Services scientifiques et techniques» et dirigea le groupe responsable de la construction au CERN, d'une chambre à bulles à hydrogène de 32 cm.

Le groupe est aujourd'hui une Division qui joue un rôle considérable dans le programme expérimental de l'Organisation, et son importance ne fera que croître lorsque sera achevée la construction de la chambre à bulles à hydrogène liquide de 2 m. La Division accueille également plusieurs équipes extérieures qui apportent leurs propres appareillages au CERN : la chambre à bulles à hydrogène de 81 cm de Saclay par exemple, et la chambre britannique de 1,50 m dont l'aimant vient d'arriver.

Les expériences réalisées avec ces chambres sont conçues et réalisées en commun, leurs photographies étant distribuées à de nombreux groupes en Europe. ●

Sommaire

Charles Peyrou	2
Le mois dernier au CERN	2
La 20 ^e Session du Conseil	3
Le CERN et la physique des hautes énergies	4
Fission et spallation	7
Disposition des faisceaux du synchrotron à protons	8
Les «états résonnants» au Congrès d'Aix-en-Provence	10

La photographie de couverture montre le point de départ de quelques faisceaux de particules secondaires produits par le synchrotron à protons de 28 GeV. A gauche, les blocs de protection forment un collimateur; à leur droite, on voit les canalisations à vide traversant les lentilles de guidage et des aimants et destinées à transporter des faisceaux de particules chargées (voir plan, pages 8-9).

Crédit photo: toutes les photographies par CERN/PIO.

COURRIER CERN

est publié mensuellement en français et en anglais. Il est envoyé gratuitement au personnel du CERN et aux personnes intéressées par les problèmes de construction et d'exploitation des accélérateurs de particules ou par les développements de la physique nucléaire en général.

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

Publié par
l'Organisation Européenne pour la
Recherche Nucléaire (CERN)

INFORMATION DU PUBLIC
Roger Anthoine

Rédaction:
Alec G. Hester

CERN, Genève 23, Suisse
Tél.: 34 20 50

Imprimé en Suisse

Le mois dernier au CERN

La plupart des membres du personnel ont passé un agréable congé de Noël à Nouvel an ; parmi les quelques changements trouvés à leur retour, figure la modification des numéros de téléphone internes. Entre les 26 et 29 décembre, les Services techniques de la Division Site & Bâtiments (SB) installèrent en effet un nouveau **central téléphonique**, portant le nombre de lignes disponibles de 700 à 1100.

L'entretien courant du **synchrotron à protons** eut lieu du 23 décembre au 16 janvier, quelques améliorations étant simultanément apportées à la machine. Par exemple, le **pré-injecteur** à 500 kV a subi un réalignement mécanique avec

pour résultat qu'à présent aucun courant de correction n'est plus nécessaire dans les bobines de déflexion.

Soixante **unités d'aimant** ont été pourvues de spires de correction tandis que le réseau de **câbles de comptage** du hall Sud était presque doublé. Les premiers éléments de commande à distance du **système d'accélération à radiofréquence** ont été installés dans la salle de commande principale.

Des modifications apportées au dispositif de vide de l'accélérateur permettent maintenant l'échange plus rapide des **cibles**. La nouvelle **boîte à vide** installée dans la section droite N° 1 permet l'extraction de faisceaux secondaires à un angle plus grand que précédemment.

La 20^e Session du Conseil

Le 19 décembre dernier, 46 délégués et conseillers provenant des 14 Etats membres du CERN se trouvaient réunis à Meyrin pour la 20^e Session du Conseil. Exactement dix ans plus tôt s'était tenue à Paris, au siège de l'UNESCO, la première réunion du «Conseil provisoire».

Après discussion des rapports d'activité des Chefs de Divisions, on aborda un point de l'Agenda extrêmement important pour le CERN et pour ceux qui l'animent : le budget pour 1962. Bien que dépassant amplement le budget de 1961, la somme de 78 millions de francs suisses proposée en définitive comme total des contributions des Etats membres, se situe en deçà des chiffres énoncés auparavant.

Cette somme, on la considérait d'ailleurs comme le minimum compatible avec le maintien du Laboratoire à sa position d'avant-garde en physique des hautes énergies. Le chiffre proposé fut donc adopté par une majorité de délégués. Il fut également recommandé qu'une étude de l'expansion des activités du CERN et de ses dépenses à l'avenir soit entreprise dans les prochains mois par un groupe de travail que préside M. **Jan H. Bannier** (Pays-Bas).

M. **Jean Willems** (Belgique) fut réélu à la Présidence du Conseil pour 1962, et un représentant de la Suède, M. **Öösta Funke**, se vit élire Président du Comité des Finances. Il remplace M. **W. H. A. Hocker** (République fédérale d'Allemagne) qui, devenant administrateur en chef du centre



La Salle du Conseil, le 19 décembre 1961, avec quelques-unes des 14 bannières — une par Etat membre — qui ajoutent une note polychrome aux sessions du Conseil.

de recherches nucléaires de Jülich, abandonne le Ministère fédéral allemand pour l'énergie atomique.

A l'issue de la réunion des cadeaux furent offerts, respectivement à M. **H. L. Verry**, un délégué du Royaume-Uni auprès du Conseil pendant de nombreuses années, et à M. **J. B. Adams**, ancien Directeur général et à présent délégué du Royaume-Uni ●

LES PARTICIPANTS AU 20^e CONSEIL

Président: M. J. Willems (Belgique)

Autriche

Prof. W. Thirring
Prof. F. Regler
M. H. Vavrik *

Belgique

Prof. J. Serpe

Danemark

Prof. J.K. Bøggild
M. O. Obling

Espagne

Prof. J. Otero Navascués
M. J.M. Aniel-Quiroga
M. R. Ortiz Fornaguera *
M. J.A. Ruiz Lopez Rua *
M. P. Temboury *

France

M. F. de Rose
Prof. F. Perrin
M. J. Courtillet *
M. J. Martin *

Grèce

M. A. Vlachos
Prof. Th. Kouyoumzelis
Prof. Th. Kanellopoulos *

Italie

Prof. E. Ippolito
Prof. E. Amaldi
M. F. Lucioi Ottieri *

Norvège

M. S. Chr. Sommerfeldt
M. M. Huslid **

Pays-Bas

M. J.H. Bannier
Prof. S.A. Wouthuysen
M. C.E.I.M. Hoogeweegen *
Prof. A.H. Wapsira *

République fédérale d'Allemagne

Prof. W. Heisenberg
M. A. Hocker
Prof. W. Jentschke *
Prof. W. Gentner *
M. W. Schulte-Meermann *

Royaume-Uni

Sir Harry Melville
M. J.B. Adams
M. S.H. Smith **
M. R.C. Griffiths *
M. G. Hubbard *

Suède

M. G. Funke
Prof. I. Waller

Suisse

Prof. P. Scherrer
M. A. de Senarclens
M. S. Campiche *
M. R. Bieri *

Yougoslavie

Prof. I. Supek
M. S. Soc

M. H. Fahir Alaçam, observateur **turc**, le Prof. C.F. Powell, Président du **Comité des Directives scientifiques**, et M. H.L. Verry étaient aussi présents, de même que les membres du directoire et les chefs de divisions du CERN.

* Conseiller ** Suppléant

La période d'arrêt a encore vu installer trois nouveaux **faisceaux** :

- q₁ — pour pions négatifs de 1,15 GeV/c, comportant 4 lentilles de focalisation et un aimant de déflexion ;
- s₂ — faisceau neutre à 30°, comportant des collimateurs ajustables de part et d'autre du mur de blindage ;
- v₁ — comparable à s₂, mais à 45°.

Les nouveaux faisceaux, de même que la mise en place du séparateur électrostatique de la Division NPA (Appareillage nucléaire) dans le hall Sud, ont considérablement modifié la configuration du **blindage**. On a déplacé une grande partie des protections mises en place pour l'**expérience neutrino**, tandis que la **chambre à bulles à liquides lourds de 1 m** était transportée dans le bâtiment NPA pour modifications.

Parmi les expériences qui suivirent l'arrêt du SP il faut noter le second «run» de la chambre à bulles à hydro-

gène de 81 cm dans le **faisceau séparé d'antiprotons**, la première expérience ayant eu lieu immédiatement avant Noël. En deux semaines, on a photographié environ un million d'antiprotons à 3 GeV traversant la chambre, et un demi-million à 3,6 GeV. Les nouvelles **bobines d'excitation de l'aimant** de la chambre à bulles à hydrogène de 32 cm se sont fait attendre longtemps. Elles sont enfin arrivées, un peu trop tard : l'expérience mettant en jeu des kaons négatifs de 1,5 GeV dût être interrompue par suite du «claquage» d'un bobinage.

Pendant l'arrêt de Noël du **synchro-cyclotron**, on améliora la capacité de refroidissement des aimants et lentilles de **transport de faisceaux**. Ceci accroîtra les possibilités de travail en parallèle des groupes expérimentaux. On approfondit par la même occasion la connaissance acquise de la **radioactivité** de l'accéléra-

teur. Au début de décembre une nouvelle et intéressante chambre à bulles fut installée : la **chambre de 20 cm à hélium liquide** du groupe de l'Université de Rome, arrivé en juillet dernier avec R. Bizzari. Le groupe étudie à présent la capture de muons par les noyaux d'hélium. Un autre groupe de visiteurs scientifiques, celui de **Darmstadt**, a quitté le CERN fin 1961, après avoir achevé ses mesures de rayons X mésiques mu.

Face au synchro-cyclotron, sous l'entrée SB, 1/3 des effectifs de la **Division Chambres à traces** occupe un nouveau bâtiment dont le rez-de-chaussée totalise 12 tables d'observation de photographies.

Les 14 personnes que compte le groupe de **Physique de santé** ont également emménagé dans leurs nouveaux quartiers : l'ancienne baraque de la chambre de Wilson. (suite page 12)

Le CERN et la physique des hautes énergies

par V.F. WEISSKOPF, Directeur général

ÉTAT ACTUEL DE LA PHYSIQUE DES HAUTES ÉNERGIES

La physique des hautes énergies a pour objet principal d'étudier les propriétés des particules élémentaires. Les connaissances ainsi acquises permettront de comprendre ce que sont les particules élémentaires et de découvrir, du même coup, les bases fondamentales sur lesquelles reposent notre science et notre technologie. Il s'agit en somme de la phase actuelle de ce grand développement de la connaissance humaine qui, venant de Galilée et de Newton, nous a permis de nous rendre compte de la nature de l'électricité et du magnétisme, de la théorie de la relativité, du mécanisme quantique des atomes et de la structure de la matière. Ce développement a, en fait, immensément accru l'aptitude de l'homme à comprendre et à maîtriser le monde dont nous faisons partie.

La nouvelle phase de la recherche fondamentale exige de grandes installations de haute énergie, en raison d'une des lois fondamentales de la nature ayant trait à la stabilité des structures atomiques : plus l'objet est petit, plus l'énergie requise pour pénétrer sa structure doit être élevée. En utilisant de petits accélérateurs, on a découvert dans les années 1930 que les particules élémentaires constituant les atomes et noyaux sont les protons et les neutrons (appelés « nucléons ») et les électrons. La physique moderne des hautes énergies a pour objet d'explorer la nature et la structure de ces particules, ainsi que leurs interactions.

Ces études ont déjà abouti à des résultats passionnants. Et si elles ne permettent pas encore de connaître d'une manière satisfaisante la structure des particules, elles ont permis de découvrir une foule de phénomènes insoupçonnés qui représentent un nouvel aspect de la nature, très différent de celui révélé par des expériences à de plus basses énergies. C'est là un aspect de la plus haute importance pour notre compréhension des fondements mêmes de la nature.

On peut, très provisoirement, diviser ces phénomènes en quatre groupes : la structure des nucléons, les particules étranges, les interactions faibles et l'antimatière.

Structure des nucléons

Le nucléon est la source d'un champ puissant de force nucléaire transmis par l'intermédiaire de mésons π . En d'autres termes, on peut considérer le nucléon comme étant entouré par un nuage de mésons π . De nombreuses propriétés de ce nuage ont été étudiées en bombardant les nucléons au moyen de particules capables de transmettre des énergies allant de 200 à 2000 MeV. Cette énergie, relativement basse, n'a permis d'étudier que la « surface » des nucléons. On peut donner aux recherches concernant ces phénomènes le nom de « physique des pions ». Pour pénétrer à « l'intérieur » des nucléons, il faut des énergies beaucoup plus élevées. Depuis peu, ces énergies sont devenues disponibles au CERN et ailleurs ; elles ouvriront bientôt un nouveau domaine intéressant de recherche : la physique du cœur du nucléon.

Particules étranges

Les nucléons peuvent être transformés en particules un peu plus lourdes : les hypérons. Une telle transformation s'accompagne toujours de la production d'une autre variété de mésons, les mésons K. Les hypérons et les mésons K portent le nom de « particules étranges » dont de nouveaux types ont été découverts récemment.

Nous publions ici la première partie d'un article basé sur un document présenté par le Directeur général à la vingtième session du Conseil, en décembre 1961. La seconde partie, traitant du rôle du CERN dans la physique des hautes énergies en Europe et de l'évolution probable de la physique nucléaire, paraîtra dans le numéro de mars du COURRIER CERN.

La physique des « particules étranges » est d'ailleurs en état d'évolution rapide. Les phénomènes qui la concernent se manifestent dans une zone d'énergie se situant à quelques GeV et au-delà.

Interactions faibles

Toutes les nouvelles entités découvertes au cours de ces recherches — hypérons, mésons de divers types, etc. — sont instables. Ainsi, au bout d'un certain temps, elles se désintègrent en deux, trois, ou même un plus grand nombre de particules plus légères. On comprend certes fort mal ce processus de désintégration, mais on peut l'associer à certaines interactions faibles entre les particules et il est également très probable qu'il ait un rapport avec les processus ordinaire de radioactivité. Une des caractéristiques de la plupart, mais non de la totalité, des désintégrations est l'apparition d'une particule spéciale, le neutrino, dont la charge et la masse sont nulles. On sait, d'autre part, que cette particule est émise par des substances radioactives ordinaires. Une autre caractéristique surprenante de ces désintégrations est l'apparition d'un électron lourd (le « muon », appelé à tort méson mu). Il semble pour l'instant qu'il ne diffère de l'électron que par sa masse plus élevée. L'étude de ces désintégrations de particules et des phénomènes connexes constitue le domaine de la « physique des interactions faibles ». L'interaction faible responsable de ces désintégrations contraste fortement avec « l'interaction forte » entre nucléons et hypérons dont la force nucléaire est une des manifestations.

L'antimatière

Comme nous mettons actuellement en œuvre des énergies dépassant de beaucoup l'énergie de masse des particules élémentaires que nous étudions, le phénomène de l'antimatière joue un rôle important. Les faisceaux de notre grand accélérateur produisent de l'antimatière : ils créent des paires constituées de particules et de leurs antiparticules. Ainsi des anti-protons, des antineutrons, des antihypérons, etc., sont constamment produits. Lorsqu'une antiparticule frappe



«... il ne diffère de l'électron que par sa masse plus élevée...» Horst Blaha, à l'avant-plan, et André Kupferschmid dans la salle de commande du synchro-cyclotron, pendant l'expérience g-2 qui autorisa cette affirmation.

la matière ordinaire, un processus d'«annihilation» transforme l'énergie de masse en d'autres entités, principalement en mésons. Ce processus est important pour étudier la manière dont de grandes quantités d'énergie peuvent se transformer. On peut appeler ce domaine la «physique des phénomènes d'annihilation».

LES CENTRES DE RECHERCHE A L'AIDE DES HAUTES ÉNERGIES

Considérons maintenant les activités des différents centres de recherche de haute énergie. Ce compte rendu n'entend pas être exhaustif et nous nous bornons à mentionner les contributions qui ont ouvert de nouveaux domaines de recherche ou produit des résultats décisifs.

Dans le passé, la plupart des nouvelles découvertes faites dans ce domaine ont eu pour origine les **rayons cosmiques**. Les machines de haute énergie ont principalement servi à confirmer les découvertes initiales et à effectuer des mesures quantitatives. L'Europe a toujours joué un rôle important dans l'étude des rayons cosmiques. Il suffit de rappeler les travaux d'avant-garde effectués dans ce domaine en Angleterre, en France et en Italie. Malheureusement, l'intensité des rayons cosmiques décroît fortement à mesure qu'augmente l'énergie ; aussi ne pouvons-nous plus nous contenter de cette source naturelle de particules de haute énergie pour faire de nouvelles découvertes.

La physique des mésons **pi** (ou **pions**) s'est développée il y a dix ou douze ans, principalement à Chicago et Berkeley où ont été, pour la première fois, mises en service des machines de plusieurs centaines de MeV. Des installations de haute énergie en Angleterre et en France ont récemment apporté, elles aussi, une contribution importante aux travaux effectués dans ce domaine.

La physique des particules étranges nécessite des machines d'énergie un peu plus élevée ; c'est pourquoi elle s'est principalement développée à Berkeley et Brookhaven. La machine de 3 GeV de Saclay a également été utilisée pour ce type de recherche.

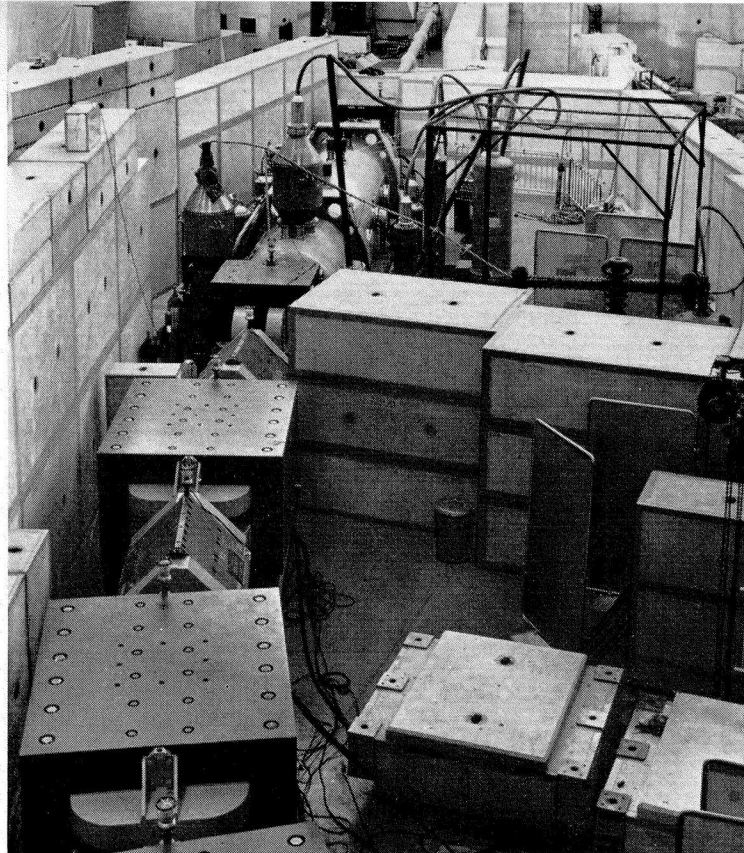
Aujourd'hui, le domaine des particules étranges revêt un intérêt tout particulier car de nouveaux états excités des hyperons ont été découverts récemment. Le monde des particules étranges fait preuve d'une complexité beaucoup plus grande qu'on ne s'y attendait.

La physique des interactions faibles exige la production de particules instables et on travaille à ce domaine chaque fois que des particules de ce genre deviennent disponibles. Il est évident que plus l'énergie d'une machine est élevée, mieux l'on effectue des travaux de ce genre, car l'accroissement d'énergie n'a pas uniquement pour résultat de produire différentes sortes de particules instables mais également de les produire en plus grande quantité. Voilà pourquoi les expériences importantes ont été effectuées principalement à Berkeley et Brookhaven, ainsi qu'à Saclay. Toutefois, la plus importante découverte dans ce domaine, celle de la non-conservation de la parité dans les interactions faibles, a été faite à Columbia avec des substances radioactives ordinaires sans l'aide d'une machine de haute énergie. Ses manifestations dans les phénomènes de haute énergie ont été mises en évidence par des expériences faites sur l'accélérateur de Columbia qui est assez semblable au synchro-cyclotron du CERN.

La physique des phénomènes d'annihilation ne peut être effectuée que là où l'énergie est suffisamment élevée pour produire de l'antimatière. Encore tout récemment, seul Berkeley était à même d'effectuer ce genre de travail.

SITUATION ACTUELLE DU CERN

Où se situent les travaux du CERN dans ce cadre ? La contribution du CERN à la physique a débuté brillamment avec le travail réalisé à l'aide du **synchro-cyclotron** (SC) qui fut mis à la disposition des chercheurs 27 mois avant le grand synchrotron. Les travaux



«Les faisceaux de notre accélérateur produisent de l'antimatière...»
Voici comment des antiprotons pourvus d'une énergie de 3,6 GeV sont séparés des autres particules produites par le SP, et dirigés vers la chambre à bulles où l'on étudie leur annihilation.

d'expérimentation effectués avec cette machine se sont révélés excellents et peuvent être favorablement comparés avec les résultats obtenus sur toute autre machine de même taille. Ces travaux ont été principalement orientés vers la physique des interactions faibles. C'est la découverte de la désintégration directe du méson **pi** en un électron qui a constitué, en 1958, la première contribution importante de cet accélérateur, mais la plupart des autres travaux importants ont été consacrés à l'exploration de l'électron lourd. A cet effet, le synchro-cyclotron a été doté d'une installation unique : le canal de muons, qui constitue la source d'électrons lourds à la fois la plus intense et la plus pure du monde. La première mesure du moment magnétique anormal du muon fut effectuée là ; il s'agissait d'une des expériences les plus fondamentales dans l'étude de cette particule. Parmi les autres succès, on peut signaler l'étude de l'absence de désintégration radiative du muon et la mesure de sa diffusion par les noyaux atomiques.

Les **particules élémentaires** sont en premier lieu les éléments constitutifs des atomes dont se compose toute matière. On donne aussi ce nom à d'autres entités, auxquelles on attribue un rôle essentiel dans les interactions nucléaires.

A chaque particule correspond une **antiparticule**. Elle a une charge électrique et un moment magnétique opposés à ceux de la particule correspondante mais lui est identique sous ses autres aspects.

Un **électronvolt** (eV) est l'énergie acquise par une particule possédant une charge électrique élémentaire (par exemple, un électron ou un proton) lorsqu'elle est accélérée par une différence de potentiel de 1 volt. **1 MeV** est un million (ou 10^6) d'électronvolt. **1 GeV** est un milliard (10^9 ou un billion U.S.A.) d'électronvolt.

L'**énergie de masse** d'une particule est l'énergie qui équivaut à sa masse ; la masse et l'énergie sont réciproquement convertibles.

La **section efficace** d'une réaction nucléaire est une mesure de sa probabilité.

A l'heure actuelle, on procède à la mesure de sa capture dans l'hydrogène, dont les résultats présenteront une importance capitale. Il en sera de même des résultats de l'expérience prévue sur la désintégration des mésons pi chargés en mésons pi neutres.

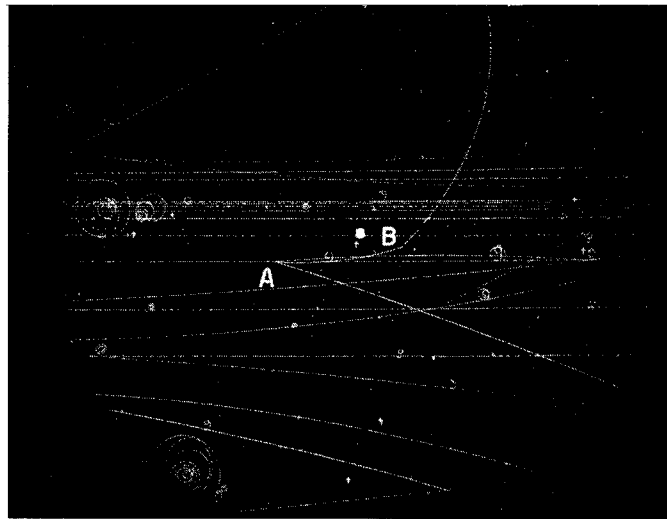
Au cours des trois dernières années, les travaux effectués avec le synchro-cyclotron ont suffi à mettre le CERN au premier plan en physique des hautes énergies. La raison de ce brillant succès tient non seulement à la qualité de la machine et à l'imagination créatrice du personnel scientifique du CERN, mais aussi au fait que ses remarquables facilités de recherche n'ont pas manqué d'attirer des visiteurs américains de grand talent qui ont participé à l'élaboration et à l'exécution des expériences. Il faut également ajouter que le SC est une machine de taille suffisamment modeste pour permettre un style expérimental assez proche du genre de physique effectuée avant-guerre et dans laquelle l'Europe possédait une grande expérience.

Le maintien du CERN au premier rang de la physique a présenté des problèmes tout autres lorsque le **synchrotron** (SP) a été mis à la disposition des chercheurs en 1960. D'une part, le CERN s'est trouvé en possession de la seule machine de cette énergie au monde, jusqu'au début de 1961 ; d'autre part, le personnel du CERN a dû s'adapter aux problèmes entièrement nouveaux que posait une machine de cette taille, adaptation compliquée encore par le fait que la machine s'est trouvée prête plus tôt qu'on ne l'avait espéré. Du fait de ce concours de circonstances, il a fallu un certain temps pour arriver à l'exploitation la plus efficace de la machine. En raison du premier facteur, on a récolté hâtivement les résultats les plus faciles, en même temps qu'on apprenait en quelque sorte à se servir de la machine, tandis que le second facteur a posé un problème difficile d'organisation scientifique, notamment parce que le matériel expérimental auxiliaire n'était pas prêt quand la machine a été mise en service.

Malgré ces difficultés, les résultats de la première année au SP sont assez impressionnants. Les premières observations concernant la production de particules dans les collisions de protons de 25 GeV avec des noyaux ont révélé la production de particules étranges et d'antinucleons en quantité considérable, bien que cette quantité soit inférieure aux prévisions théoriques. La production de deutérons en grand nombre a aussi suscité un certain intérêt. Les travaux systématiques concernant les sections efficaces totales de collisions entre protons et particules nouvellement produites ont constitué une contribution importante, car aucune mesure n'avait encore pu être effectuée dans cette zone d'énergie ; ces travaux ont amené des résultats inattendus.

Peu après la mise en service du SP, il est apparu (principalement grâce aux travaux d'un groupe de l'Université de Berne) qu'en diffusant les protons sur une cible interne on produisait un faisceau, très pratique bien que faible, de protons à pleine énergie permettant des expériences en dehors du tunnel de la machine. Grâce à ce faisceau, on a entrepris une série d'expériences qui ont ouvert une nouvelle voie dans l'étude des collisions de haute énergie, à savoir l'étude des **collisions périphériques**. Celles-ci relèvent de la physique des mésons pi, et permettent d'observer ce qui se passe lorsque le bord du nuage de mésons entourant un nucléon très rapide effleure un nucléon stationnaire. On a découvert un certain nombre de phénomènes nouveaux, importants pour la compréhension de la structure du nuage de mésons pi — phénomènes qui n'avaient encore jamais été observés.

Les expositions de la chambre à bulles à hydrogène de 32 cm (la seule disponible pendant la première année de fonctionnement) permirent des constatations très intéressantes dans le domaine de la production de particules étranges à haute énergie. La recherche des propriétés magnétiques des électrons lourds provenant de la désintégration de mésons pi rapides a fourni des renseignements fondamentaux sur la non-conservation de la parité dans la désintégration des mésons pi, ce qui constitue une contribution importante au domaine de la physique des interactions faibles.



«...une nouvelle voie dans l'étude des collisions de haute énergie...» Cette photographie prise avec la chambre à bulles à hydrogène de 32 cm du CERN donne un exemple de «collision périphérique» qu'indique le faible étalement des particules produites. Un pion de 16 GeV entre en collision avec un proton, en A, pour donner quatre particules dont une se désintègre, en B, en un pion chargé et une particule neutre qui ne laisse pas de traces.

Pendant la seconde année de fonctionnement, la plupart des projets de recherche se sont poursuivis et un certain nombre de nouveaux projets de grande envergure ont été entrepris. La chambre à bulles à hydrogène de 81 cm de Saclay a été utilisée pour plusieurs expositions, dont la plus importante eut lieu à l'aide d'antiprotons lents séparés. L'Université de Padoue fournit les séparateurs pour ce faisceau. On procède maintenant à l'analyse des photographies dans les Universités de Padoue, Cambridge, Oxford, Trieste et Rome. Il s'agit là d'un heureux exemple de collaboration entre le CERN et ses Etats membres. En deux semaines, d'excellentes photographies d'environ 400 000 annihilations d'antiprotons ont pu être prises. Cette collection est de loin la plus complète de ce genre et le CERN a ainsi établi un monopole dans le domaine de l'annihilation des antiprotons au repos. L'analyse de ces photographies exigera de nombreux mois, mais elle fournira certainement une quantité considérable de renseignements provenant de cette contribution unique à la physique des phénomènes d'annihilation.

Au SP, il était prévu de consacrer beaucoup d'efforts à une expérience spéciale dans le domaine de la physique des interactions faibles : l'expérience sur le neutrino. Lorsque des mésons rapides provenant d'une cible se désintègrent en vol, des neutrinos se forment en un faisceau de haute énergie. Si ce faisceau est isolé des autres particules au moyen de forts blindages, il présente un intérêt considérable pour l'étude des interactions faibles et de leur comportement à haute énergie. Il permettra sans doute de résoudre certaines des questions les plus fondamentales dans ce domaine, telle que l'existence de plusieurs types de neutrinos. Les essais entrepris à ce titre au printemps n'ont pas abouti, car le faisceau de neutrinos s'est révélé être plus faible que prévu. Toutefois, l'expérience acquise permettra de faire ultérieurement une tentative plus fructueuse.

Parmi les expériences prévues dans l'avenir immédiat, il faut mentionner plusieurs expositions de la chambre à bulles de 81 cm dans un faisceau séparé d'antiprotons supérieur à 3 GeV, afin d'obtenir des photographies d'annihilation d'antiprotons rapides et de leurs sous-produits. Deux nouveaux faisceaux de mésons K fourniront ces mésons en grande quantité et permettront d'effectuer des expériences sur la physique des particules étranges et la désintégration des mésons K. Des expériences de ce genre viennent d'être entreprises à Berkeley et sur le Cosmotron de Brookhaven. En raison de l'énergie plus élevée de notre machine, nous devrions être en mesure de produire de tels faisceaux à la fois plus intenses et plus souples. On peut s'attendre à obtenir des résultats importants dans ce domaine, notamment en ce qui concerne les nouveaux types d'états excités d'hypérons et les lois de l'interaction faible dans le domaine des particules étranges.

L'AGS, le synchrotron à protons à gradients alternés de Brookhaven — l'équivalent américain du SP du CERN — est entré en service en juillet 1961. Il fonctionne maintenant aussi bien que le SP du CERN et son rendement est quelque peu meilleur en raison de sa taille légèrement supérieure. Ainsi l'accélérateur du CERN ne jouit plus d'une situation unique. Il n'y a aucune raison de craindre que les activités de recherche à Brookhaven mettent le SP dans l'impossibilité de rester à l'avant-garde de la physique fondamentale. Ce domaine est assez vaste pour occuper pendant de nombreuses années deux machines de ce genre, en raison surtout des nouvelles perspectives qu'ouvre la physique des particules étranges, car la région de quelques milliards d'électronvolts (GeV) apparaît beaucoup plus riche en phénomènes que prévu.

Les travaux exécutés jusqu'à présent à Brookhaven font ressortir l'expérience acquise par ce laboratoire au cours de l'exploitation du Cosmotron ainsi que la qualité de son personnel. Leurs études de la composition des faisceaux secondaires produits par des cibles internes ont été menées de manière beaucoup plus systématique qu'au CERN. Les résultats leur seront d'une grande utilité, de même qu'au CERN dans une certaine mesure, lors de l'élaboration d'expériences. Jusqu'à présent, Brookhaven a répété avec une plus grande précision et à une énergie plus élevée les mesures de la section efficace totale des particules secondaires dans l'hydrogène. Ce laboratoire a également entrepris une expérience d'annihilation d'antiprotons de 3 GeV dans une chambre à bulles à hydrogène, expérience de même nature que celle prévue par le CERN. Il a aussi l'intention d'exécuter une expérience sur le neutrino dans un proche avenir. Ses préparatifs pour cette entreprise sont en partie basés sur l'expérience acquise par le CERN lors de sa tentative malheureuse. Il parviendra probablement à résoudre la question fondamentale de savoir s'il existe un ou plusieurs types de neutrinos. Si l'on considère l'expérience sur le neutrino comme une course entre Brookhaven et le CERN, Brookhaven aurait alors gagné la première manche. Mais il convient de ne pas envisager le problème sous cet angle ; il s'agit plutôt d'une double tentative d'ouvrir un nouveau domaine de la connaissance, comparable à une escalade en cordée. Le premier de cordée échoue dans un passage difficile ; le second prend alors la relève et — riche de l'expérience malheureuse du premier — évite les obstacles les plus difficiles et réussit. En tout état de

cause, ce passage ne représente qu'une petite partie de la montagne.

L'existence d'un autre centre de recherche similaire au CERN et en plein développement pose toutefois certains problèmes. Suivant toujours notre métaphore, les deux grimpeurs ne pourront continuer de faire cordée pour la conquête de nouvelles cimes que s'ils demeurent en bon accord et se maintiennent tous deux à peu près au même degré d'entraînement. Afin de réaliser la première condition, nous envisageons d'étroiter les rapports entre les deux laboratoires pour la préparation des programmes de recherche et nous espérons effectuer des échanges systématiques de personnel scientifique. La seconde condition est plus difficile à remplir. Nous ne possédons pas en Europe l'expérience acquise dans ce domaine par les physiciens américains, au cours de nombreuses années de travail sur leurs grandes machines. Il convient de rappeler que le Cosmotron et le Bevatron étaient déjà en service aux Etats-Unis avant même la ratification de la Convention du CERN. D'autre part, notre propre SC ne fonctionnait que depuis deux ans et demi à peine lorsque put commencer l'expérimentation avec le SP. En conséquence, nous n'avons pas encore un nombre comparable de physiciens capables de tirer le meilleur parti de nos installations. Faute d'une telle expérience, nous avons également constaté qu'il est plus difficile ici qu'aux Etats-Unis d'introduire de nouvelles méthodes de recherche ; la technique des chambres à étincelles, par exemple, dont l'importance semble devoir être analogue à celle des chambres à bulles, n'a été adoptée au CERN qu'assez tard.

Cependant, l'enthousiasme ne manque pas chez nous et nous disposons de nombreux jeunes physiciens et ingénieurs pleins de promesse. Si nous donnons à notre personnel les moyens nécessaires à la construction du matériel le plus moderne, et si nous créons une ambiance dans laquelle les idées les plus nouvelles dans notre domaine se trouvent rapidement assimilées et exploitées, le CERN ne perdra pas la place de choix qu'il occupe actuellement. Ce qu'il faut donc, c'est la collaboration des meilleurs physiciens d'Europe, qu'ils soient au CERN ou ailleurs, afin d'exploiter avec succès les installations, et d'utiliser au maximum les avantages intellectuels qu'offre le CERN en tant que lieu de rencontre des physiciens les plus actifs du monde entier dans le domaine des hautes énergies ●

Fission et Spallation

Une conférence sur les phénomènes de fission et de spallation, et leur application au rayonnement cosmique s'est tenue au CERN du 26 au 29 septembre 1961 ; elle fut organisée en commun par les groupes de spallation et de chimie nucléaire de notre Organisation et par l'Institut Max-Planck pour la physique nucléaire à Heidelberg.

La *fission* est la séparation d'un noyau atomique en deux parties approximativement égales. La *spallation* est un phénomène par lequel des fragments relativement petits sont éjectés, laissant subsister un gros noyau résiduel. Fission et spallation sont produites dans un grand nombre de noyaux par les particules de haute énergie provenant des accélérateurs. Au CERN, de telles réactions sont étudiées par les deux groupes organisateurs de la conférence.

La première partie de la conférence fut

consacrée aux caractéristiques fondamentales des phénomènes de fission et de spallation, surtout lorsqu'ils sont produits à de hautes énergies. Au cours de la deuxième partie on discuta quelques-uns des résultats de ces réactions, plus particulièrement ceux dus aux spallations produites dans la nature.

Des réactions de spallation sont en effet produites dans les météorites par le rayonnement cosmique, et les quantités relatives d'isotopes trouvés dans les météorites peuvent contribuer à déterminer leur âge, à donner des indications sur leur formation, ou à fournir des renseignements sur la constance du rayonnement cosmique dans le temps.

L'intérêt suscité par la conférence, la première en son genre organisée en Europe, a dépassé tous les espoirs. Plus de 100 participants extérieurs se sont joints à ceux du CERN pour écouter et

discuter quelque 50 communications, groupées dans les catégories suivantes :

- Théorie
- Fission
- Spallation
- Expériences de recul
- Réactions de «moniteurage»
- Méthodes chimiques
- Isotopes produits par rayonnement cosmique
- Autres variations isotopiques
- Durée d'irradiation des météorites
- Tektites.

Le programme très chargé fut quelque peu allégé par une après-midi en bateau sur le Lac Léman, mais même au cours de cette croisière les enthousiastes purent assister à une session spéciale sur les «tektites», ces morceaux de matière vitrifiés dont les origines sont encore obscures ●

Disposition des faisceaux du synchrotron à protons

La plupart des expériences de physique nucléaire effectuées avec le synchrotron à protons de 28 GeV exigent un «faisceau» de particules qui sont choisies dans la multitude de particules produites par l'impact du faisceau de protons primaire sur une cible interne.

L'installation de ces faisceaux incombe au Groupe de Disposition de l'Appareillage de la Division MPS — en abrégé ALO — dirigé par F. Bonaudi. Ce groupe doit d'abord déterminer avec les équipes d'expérimentation et le groupe de coordination les caractéristiques de chaque faisceau à établir, son incidence éventuelle sur d'autres faisceaux existants ou prévus, etc. Une fois le projet agréé, le faisceau doit être construit au moyen de collimateurs pour le définir, de lentilles quadripolaires (aimants de focalisation) pour l'empêcher de se disperser et d'aimants de déflexion pour l'orienter dans la direction voulue. L'alignement de cet ensemble d'appareils doit être extrêmement précis et nécessite une implantation très exacte. Lorsque l'équipement est en place, il faut en assurer l'alimentation en courant électrique, en eau de refroidissement, etc.

Les faisceaux doivent être entourés d'un dispositif de protection, en partie pour protéger les expérimentateurs d'une trop forte dose de radiations, mais le plus souvent pour éviter les interférences entre les différentes expériences. C'est encore le Groupe ALO qui prend ces dispositions, sur les conseils du Groupe de Physique de Santé et suivant les besoins des physiciens, mais toujours en tenant compte des possibilités techniques car les blocs de protection surchargent beaucoup le sol et sont difficiles à manier.

Le Groupe effectue en outre des recherches de contrôle sur les différents faisceaux en vue de vérifier constamment leur composition et d'obtenir des données utiles pour les faisceaux futurs.

Le Groupe comprend également un ingénieur de la sécurité responsable du contrôle du fonctionnement de tout le matériel utilisant de l'hydrogène liquide dans la zone du SP.

Les opérations qu'exige l'établissement des faisceaux nécessitent de nombreux schémas d'exécution pour que les projets puissent être menés à bien. En plus de ceux-ci, deux plans définitifs, représentant l'un le hall Nord et l'autre le hall Sud à l'échelle exacte de 1:100, sont établis toutes les semaines et reproduits à un grand nombre d'exemplaires. Ces plans indiquent non seulement la position des faisceaux avec tous leurs collimateurs, leur aimants, etc., mais donnent aussi des renseignements complémentaires à l'usage des opérateurs et des équipes d'expérimentation : emplacements et numéros de téléphones, emplacement des boîtes à bornes des conduites d'alimentation, etc.

Les deux plans établis pour la semaine commençant le 5 février ont été combinés ici en un seul et reproduits à échelle réduite. Les faisceaux indiqués sont les suivants :

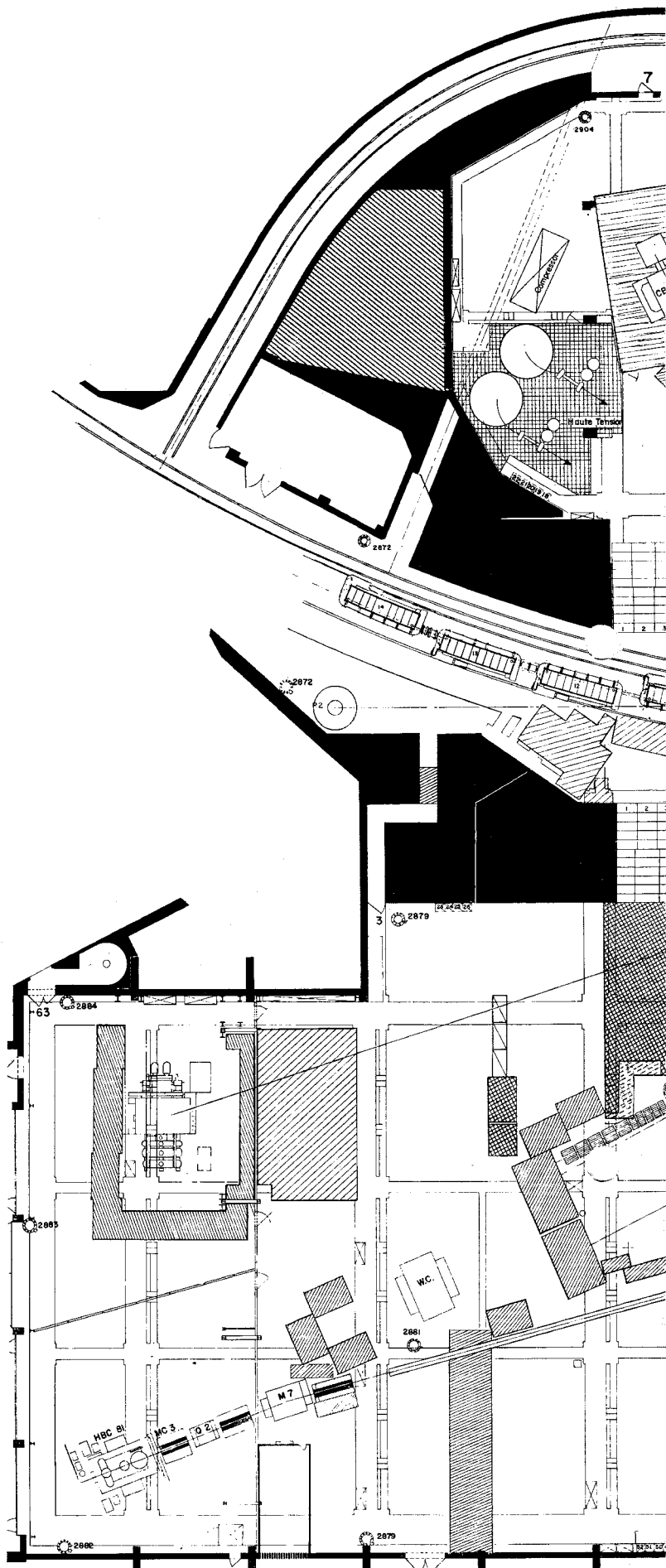
Hall Sud (partie inférieure du plan) :

- c_3 — protons diffusés ;
- c_4 — identique au c_3 mais avec un angle de déflexion magnétique plus grand ;
- d_{10} — particules chargées ;
- m_1 — faisceau séparé de pions positifs ou négatifs, de kaons négatifs ou d'antiprotons ;
- q_1 — pions négatifs ;
- s_2 — faisceau neutre ;
- v_1 — faisceau neutre.

Hall Nord :

- a_1 — pions positifs ou négatifs ;
- k_1 — faisceau séparé de kaons positifs ou négatifs.

Tous ces faisceaux ne sont pas utilisés en même temps et, dans certains cas, la composition du faisceau et la quantité de mouvement des particules peuvent être modifiées suivant les besoins d'une expérience donnée ☉



CBH 30 cm = la chambre à bulles à hydrogène de 32 cm du CERN

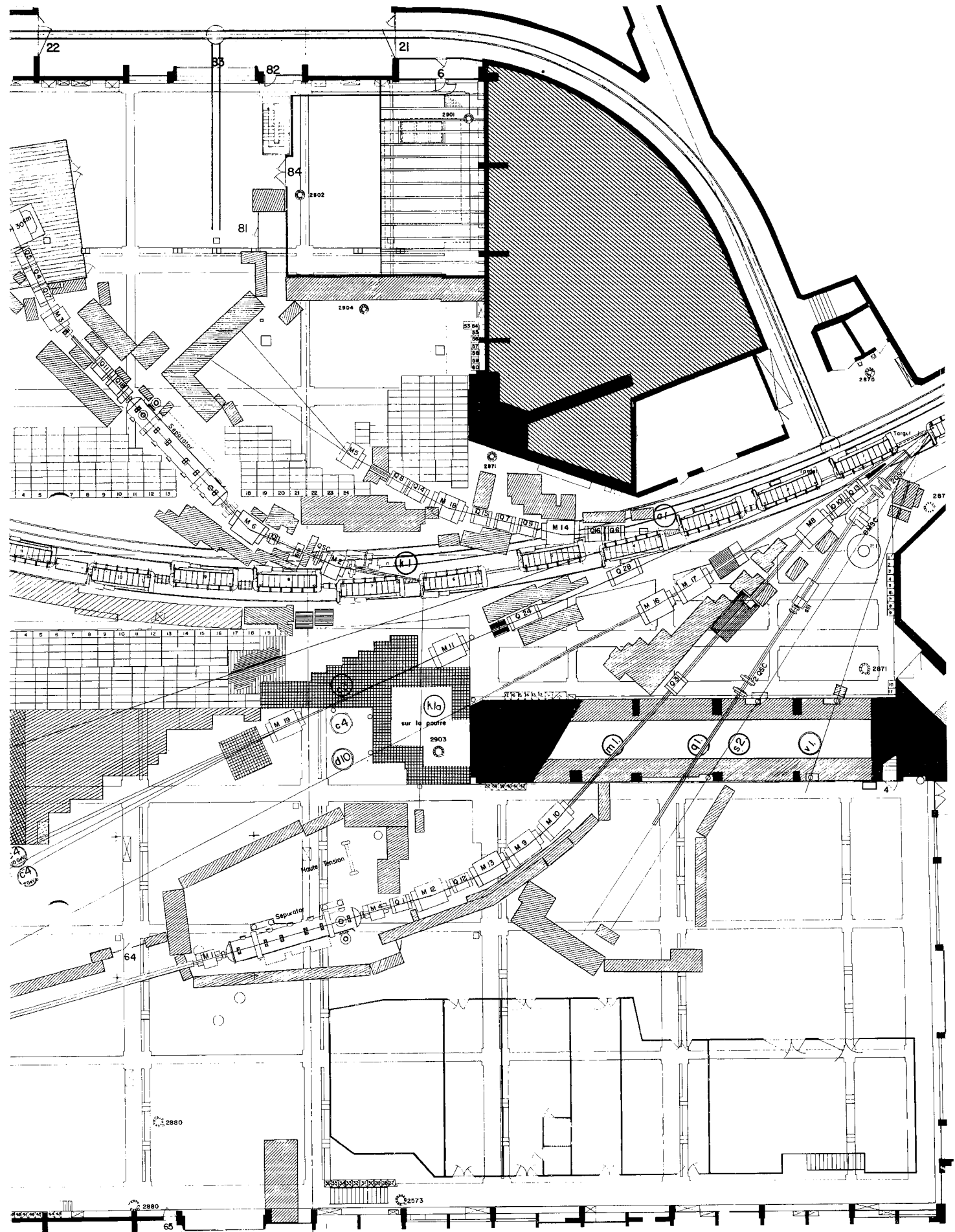
HBC 81 = la chambre à bulles à hydrogène de 81 cm de Saclay et de l'Ecole Polytechnique, Paris

W.C. = la chambre de Wilson du CERN (position temporaire)

SEPARATC

Q

M



IR = séparateur électrostatique
 = aimant ou «lentille», quadripolaire
 = aimant de déflexion

= protection en béton
 = collimateur en béton
 = collimateur en plomb

0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 20mètres

Les « Etats Resonnants » au Congrès d'Aix-en-Provence

Nouvelles orientations en physique des particules fondamentales

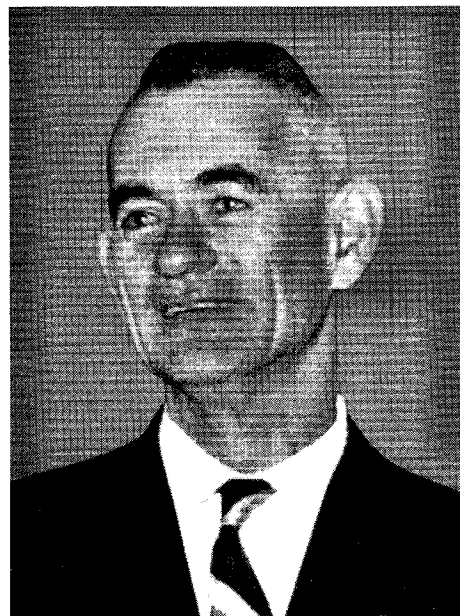
par **Louis LEPRINCE-RINGUET**

M. Leprince-Ringuet, Prof. de physique à l'Ecole Polytechnique à Paris, est vice-président du Comité des Directives Scientifiques du CERN depuis sa formation en 1954. Il est membre de l'Académie des Sciences.

Cet article a été publié en décembre 1961 par La Revue de Paris. COURRIER CERN remercie vivement les éditeurs de la Revue et le Prof. Leprince-Ringuet de l'autorisation de présenter ici ce compte rendu.

Le souvenir du beau Congrès de Physique, tenu en septembre à Aix-en-Provence, ne s'effacera pas de sitôt. Tout y fut favorable: la venue de cinq cents physiciens nucléaires, presque tous très jeunes, engagés dans les recherches sur les particules fondamentales dans toutes les universités d'Europe, l'intérêt des séances de travail et de ces grandes et belles sessions plénières qui ont terminé le Congrès à la façon d'un feu d'artifice entre les mains de quelques grandes vedettes mondiales de la physique, l'accueil très cordial de l'Université d'Aix-Marseille, de la municipalité d'Aix, de la Marine nationale pour la promenade en mer du dimanche; et naturellement le charme de cette région de Provence, admirable à la mi-septembre.

C'était bien la première fois qu'un pareil phénomène se produisait: pour la première fois en effet, tous les jeunes physiciens nucléaires d'Europe se retrouvaient, ceux qui travaillent en liaison avec le grand Centre Européen de Recherches Nucléaires et son accélérateur géant à Genève, ceux des centres importants à l'échelle nationale, et d'ailleurs fort valables, d'Orsay, de Saclay, de Frascati, de Hambourg, de Bristol, de Londres, de Copenhague, et enfin ceux des plus modestes petits laboratoires d'universités de province. Car le problème est bien là: un grand mouvement de recherche scientifique a pris naissance en Europe et s'est développé depuis quelques années seulement avec le succès considérable du CERN qui a réussi à élever la science européenne au niveau de celle des deux grands blocs. Mais il n'y a pas que le CERN en Europe; dans plusieurs grands instituts, d'importants travaux peuvent donner, de temps à autre, des résultats de classe internationale. Puis il y a la grande masse des universités européennes dont la situation est difficile. Il n'est pas commode pour elles de participer à ces grandes recherches qui exigent tant de connaissances et de matériel, et nécessitent la cohésion d'équipes nombreuses et puissantes. Elles n'ont même pas toujours la conscience de ce qui s'effectue dans les plus grands centres, elles ne savent pas quelles sont les méthodes, voire les problèmes qui se posent, elles ignorent en grande partie le caractère tendu de la recherche actuelle et la mobilité extraordinaire des sujets principaux à l'ordre du jour: alors que les physiciens travaillant à la pointe du progrès scientifique voient le centre d'intérêt de la physique des particules fondamentales se déplacer d'année en



année et l'entourent constamment d'expériences puissantes et rapides, les physiciens un peu isolés dans leurs universités, souvent plus attelés à des tâches d'enseignement qu'à des possibilités de recherche, voient la science s'écouler avec un rythme plus lent et plus tranquille.

Si l'on veut animer l'ensemble de ces universités qui désirent non seulement se mettre au courant du magnifique développement de la physique moderne, mais encore y participer de quelque manière, il faut avant tout qu'un contact vivant puisse s'établir entre tous. Ce fut l'idée fondamentale du Congrès d'Aix.

Nous savons bien que, chaque année, depuis plus de dix ans, une grande réunion internationale s'est tenue aux Etats-Unis sur les bords du lac Ontario, à Rochester, réunissant les physiciens les plus célèbres du monde entier. Il y avait là très peu de jeunes: on ne voulait pas étendre à l'excès la réunion et la transformer en une sorte de foire à l'instar de certaines grandes assises des sociétés de physique ou de chimie américaines. Aussi quelques représentants seulement des plus grands centres s'y trouvaient-ils. Il n'y eut jamais entre 1945 et 1957 plus de trois à cinq Français invités chaque année. Dans ces conférences réduites, que l'on pourrait presque qualifier de conférences au sommet, les choses étaient discutées entre les grands spécialistes. Les Congrès de Rochester définissent d'ailleurs les étapes des principaux développements de la physique après la guerre: c'est là que la classification des mésons lourds et des hypérons fut envisagée, c'est là que pour la première fois la très difficile notion d'étrangeté* a pris corps devant l'auditoire des physiciens, c'est là que les problèmes faisant intervenir la parité ont été discutés: Rochester fut bien la plaque tournante de la physique.

Depuis quelques années on a parfois remplacé les rives glaciales et inhospitalières du lac Ontario en hiver par d'autres rives, celles du lac Léman, ou celles de Dniéper. Une tradition se crée d'opérer successivement à Rochester, au CERN et en Russie, images des trois grandes entités scientifiques de notre monde. Mais les jeunes n'ont que peu de part

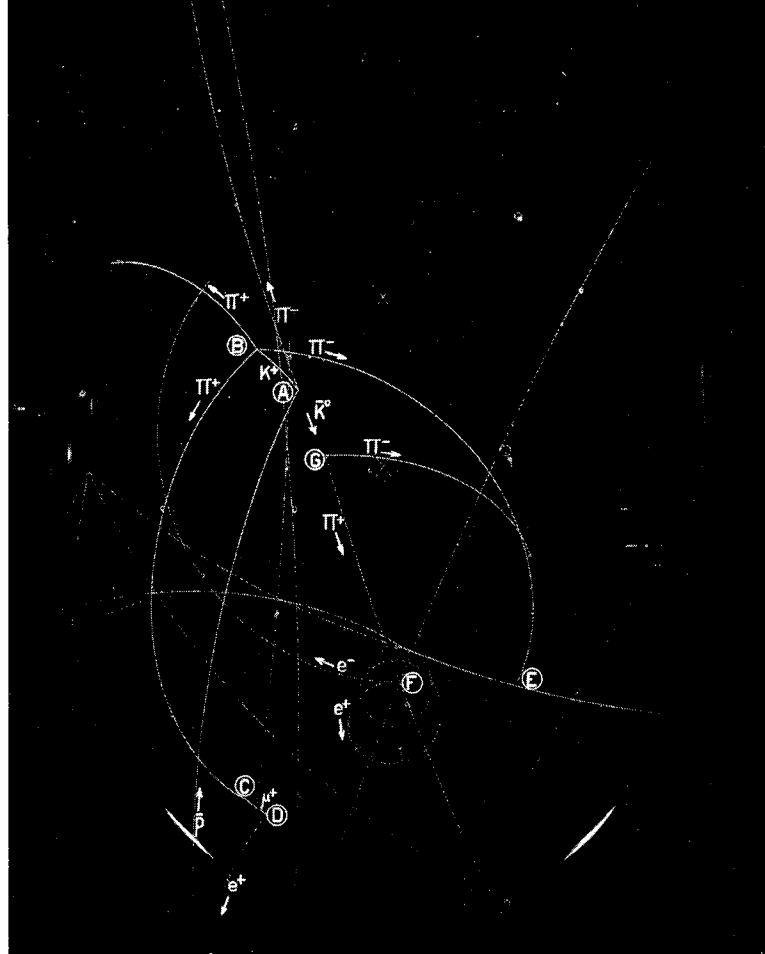
* Aux particules étranges, c'est-à-dire nouvellement découvertes, mésons lourds, hypérons, il a fallu donner, pour permettre de comprendre leurs propriétés, un nombre quantique supplémentaire qu'on appelle l'étrangeté.

à ces réunions ; ils peuvent naturellement lire les énormes comptes rendus qui paraissent trois mois plus tard, mais qui sont lourds, indigestes parfois pour qui n'est pas déjà très initié. Or, cette année, tout se présentait bien pour provoquer une réunion de jeunes : les organisateurs furent eux-mêmes de récents professeurs français de l'Ecole Polytechnique, de Saclay, d'Orsay, de Marseille, du CERN (ce dernier organisme pouvait d'ailleurs fournir un secrétariat indispensable). Mais où donc faire la réunion ? On pouvait penser à Genève : les locaux du CERN sont admirables et bien des physiciens y travaillent déjà. Mais non, l'on est un peu gêné à Genève, tout est presque trop bien organisé, on entre automatiquement dans un moule ; il y manque le charme de la Provence, l'agrément d'une petite ville universitaire pas trop grande mais plus humaine. Laissons Genève aux grandes réunions formelles, aux interminables discussions politiques sur le désarmement nucléaire, et gardons pour les jeunes physiciens qui sont tellement peu formalistes, qui se soucient fort peu de la cravate, qui ont un tel dédain pour ce qui est compassé, les admirables possibilités d'Aix et de la Provence.

Tout le monde est venu, tous ces jeunes, dont beaucoup en voiture, pour pouvoir, entre les séances et pendant le « pont » du dimanche, errer à travers la campagne, autour de la montagne Sainte-Victoire, dans la lumière de Cézanne cher à beaucoup d'entre nous, au voisinage des criques de Cassis et de Bandol. Quelques anciens, bien choisis parmi le peloton de tête de la physique internationale, avaient accepté à la fois de venir discuter de leurs problèmes et de faire, sous forme d'exposés d'ensemble, des mises au point d'un caractère très élevé, exactes et instructives. C'est ainsi que Heisenberg et Lee, tous deux Prix Nobel, sont venus de très bonne grâce. C'est ainsi que Feynman, le célèbre théoricien de Californie, a terminé le Congrès par une étincelante conférence sur l'ensemble de la physique théorique.

L'on travaillait beaucoup à Aix ; les séances duraient quatre heures le matin, et au moins autant l'après-midi, et vous pouvez penser que huit heures d'une physique difficile correspondent à un travail considérable. Aussi avait-on ouvert le Congrès un jeudi pour avoir un jour et demi de détente salutaire au milieu des séances. Pendant les deux premiers jours, ce furent les sessions particulières dans lesquelles chaque groupe expose ses travaux récents ; cent cinquante comptes rendus furent ainsi présentés, mais il fallut pour cela couper les séances en sessions parallèles : au même moment, dans quatre salles différentes, les problèmes de basse énergie, de très haute énergie, de facteurs de forme, de théorie, de techniques expérimentales, d'interactions de particules classiques, d'interactions de particules étranges, furent successivement développés, chaque communication ne dépassait guère quinze minutes. Ainsi, le samedi 16 septembre, deux jours après le début du Congrès, toutes les contributions particulières avaient été présentées et l'on était prêt pour les séances plénières : personne parmi les jeunes présentateurs n'avait plus le souci de sa communication future, toutes les discussions qui accompagnent toujours une présentation partielle étaient terminées : une grande détente pouvait se manifester parmi les participants et l'espoir les animait d'entendre la douzaine de grands exposés qui allaient se succéder jusqu'au mercredi suivant pour une large mise au point des problèmes de l'heure.

Je ne pense pas que beaucoup de physiciens dans l'assistance aient compris, malgré leur compétence, une partie notable de certains des exposés théoriques, mais ils ont ressenti sans aucun doute la grandeur et la puissance des développements envisagés et ils auront l'occasion, au cours de l'année, en relisant les textes, en les discutant entre eux, en les étudiant au cours de colloques ultérieurs, de parvenir progressivement à un peu plus de compréhension de cette science difficile.



Il faut des centaines de photographies comme celle-ci, qui a été prise au CERN avec la chambre à bulles à hydrogène de 81 cm de l'Ecole Polytechnique/Saclay, pour obtenir les données permettant de conclure à l'existence d'états résonnants. Ici, un antiproton s'arrête dans l'hydrogène en A et « s'annihile » avec un proton pour donner un kaon positif, un pion négatif et un antikaon neutre. Il est possible que deux de ces particules soient produites ensemble dans un état résonnant. Le kaon se désintègre ensuite en B en trois pions, dont le premier se désintègre en C en un muon qui se désintègre en un positron en D, et un autre réagit avec un proton en E pour donner un neutron et un pion neutre (aucune de ces deux particules ne laisse de trace). Ce pion se désintègre en deux rayons gamma, dont l'un produit une paire d'électrons en F. L'antikaon [qui est aussi une particule ne laissant pas de trace] se désintègre en une paire de pions en G. Les traces ont une courbure parce que la chambre se trouve dans un champ magnétique.

Chaque année correspond à une prise de position nouvelle en physique. Un problème principal se pose chaque année, et c'est au cours d'un grand congrès qu'on en découvre le développement parfois rapide ou éclatant, alors qu'antérieurement il stagnait dans la multitude des possibles.

Cette année fut l'année des *états résonnants* ou des *isobares*. Le Congrès d'Aix fut le congrès des particules ultra-instables ; de tout côté on les découvre : un méson pi et un proton, un méson pi et un neutron, un hypéron et un méson pi, et même trois mésons pi peuvent s'unir sous la forme d'une véritable particule pendant un temps très court ; ils choisissent pour se mettre ensemble un certain *état* qui comporte des caractéristiques bien définies de force nucléaire, de mouvement relatif, d'orientation des spins (c'est-à-dire des rotations individuelles de chaque particule). On définit ainsi un *état* dans lequel se trouvent deux particules, un peu comme on définit un état correspondant à deux étoiles d'une étoile double ; toutes deux ont une masse, un certain mouvement l'une par rapport à l'autre, avec aussi une rotation propre, homologue du spin, pour chacune d'elles. Transporté dans le domaine des particules fondamentales, avec ce que la comparaison a de grossier, on conçoit que deux particules puissent exister de façon éphémère dans un certain état caractérisé par des nombres quantiques bien précis.

Ce qui est très frappant, c'est que dans beaucoup de réactions de tels complexes se forment ; on appelle cela des *états résonnants* (entre méson pi et proton par exemple, ou encore entre hypéron et méson pi). Mais ce qui est le plus extraordinaire, c'est le caractère terriblement instable de ces particules. La connaissance de cette instabilité tient d'ailleurs

du prodige. Il est très étonnant que l'on puisse avoir la certitude que ces particules se décomposent au bout d'un temps de l'ordre de 10^{-22} seconde. Je ne sais si le lecteur se rend compte de ce qu'est un temps aussi court: qu'il songe que le milliardième de seconde, temps déjà extra-court, est la limite des possibilités de production avec l'électronique la plus raffinée et que 10^{-22} seconde, c'est encore moins que le millième de milliardième par rapport à cette limite à laquelle aboutit l'électronique la plus fine.

Alors comment donc peut-on savoir que la particule vit pendant un temps de cet ordre? Puisque aucune mesure directe de temps n'est capable d'indiquer des délais aussi courts.

Nous savons bien, par des mesures directes, que la vie moyenne des mésons est de l'ordre du cent millionième de seconde. Nous savons bien également que celle des hypérons est un peu plus courte, mais nous n'allons pas plus loin par des mesures directes. Or, ici, c'est un bond énorme qu'il faut faire, c'est un intervalle extraordinairement large qu'il faut franchir. La réponse est bien simple: ce sont les célèbres relations d'incertitude qui relient toute variation d'énergie à une variation du temps. Or il y a une incertitude mesurable sur l'énergie de l'état résonnant formé lors de certaines interactions, c'est cela qui donne la vie moyenne de cet état résonnant.

Je voudrais préciser cette formulation peut-être un peu elliptique. Supposons qu'un phénomène, par exemple l'annihilation d'un antiproton avec un proton, donne naissance à deux particules. Je suppose que tout se passe au repos, c'est-à-dire que la désintégration s'effectue à partir d'un antiproton et d'un proton au repos, sans vitesse. La réaction nucléaire (annihilation dans le cas considéré) va fournir de l'énergie. Si donc l'une des particules formées s'en va dans une direction, l'autre s'en ira dans la direction opposée toujours de la même façon: les énergies des deux particules seront parfaitement définies, sans incertitude.

Mais si l'une des particules est très instable, et se désintègre extrêmement vite après sa production, l'autre s'en apercevra et son énergie ne sera plus parfaitement définie: sa variation d'énergie sera liée au temps d'existence de la particule instable.

A titre d'exemple, lorsque l'on examine une réaction donnant un hypéron, un méson π positif et un méson π négatif, si l'on observe le spectre d'énergie du méson π positif, on s'aperçoit qu'au lieu d'être un spectre continu, classique, correspondant à une désintégration en trois corps, on trouve un spectre avec une bosse très prononcée qui correspond à une certaine énergie, la bosse ayant elle-même une certaine largeur. C'est à partir de ces données que l'on peut dire que l'hypéron et le méson π négatif sont partis en sens inverse, non pas comme un élément stable au départ, mais avec une vie moyenne extra-brève, définie par l'incertitude en énergie de la bande mesurée.

Voilà les problèmes à l'ordre du jour, c'est de la très belle physique. Sur le plan expérimental, cela met en jeu les grands accélérateurs avec toute leur puissance puisqu'il s'agit d'étudier des répartitions de particules de toute sorte, dans toutes les réactions possibles, et de voir si l'on retrouve les mêmes complexes par plusieurs façons. C'est de la très belle physique également, car l'interprétation théorique de tous ces problèmes pose un nombre considérable de questions, en particulier sur la correspondance entre la force nucléaire qui peut relier les mésons, les nucléons, les hypérons, les mésons lourds, etc. Enfin, la découverte des états dans lesquels se constituent ces particules ultra-instables, la définition même de ces états en fonction des propriétés que l'on peut observer, tout cela met en jeu les mécanismes les plus beaux et les plus compliqués de l'expérience et de la théorie en physique moderne ●

VOTRE MAISON DE CONFIANCE POUR

Microfilms — Appareils photographiques et dispositifs de lecture - Locations de caméras - Travaux de développement en régie.

Photocopies — Appareils d'éclairage et dispositifs de développement - Papiers pour photographies - Installations pour la photocopie.

Héliographie — Appareils d'éclairage et machines à développer - Nouveauté: HÉLIOMATIC, machine à héliographier avec VARILUX permettant de faire varier la puissance d'éclairage - Papiers pour développements à sec et semi-humides.

Bureau-Offset — Machines et feuilles d'impression présensibilisées avec l'OZASOL.

Dessins — Machines à dessiner JENNY et combinaison de dessins - Papiers à dessin (papiers pour dessins de détails), listes de pièces, papiers transparents (à calquer), papiers pour croquis.

Meubles pour serrer les plans — « Système à suspension, à soulèvement et à abaissement ».

Installations de reproduction pour héliographies, impression de plans, photocopies, travaux de photographie technique, réductions, agrandissements, travaux de développement de microfilms.



OZALID ZURICH

Seefeldstrasse 94 - Téléphone (051) 24 47 57

Le mois dernier au CERN (suite)

G. Auberson, J. Baarli, M. Barbier, J. Dutrançois, J. Y. Freeman, K. H. Reich et P.H. Slandley ont participé au **«Colloque international sur la protection auprès des grands accélérateurs»**, à Orsay et Saclay, du 18 au 20 janvier. Pour la première fois, une conférence de cette ampleur traitait de problèmes de rayonnement auprès d'accélérateurs existants ou projetés.

Peter K. Kirstein, de la Division AR (Recherches d'Accélérateurs) et **Karl-Martin Vahlbruch**, de NPA (Appareillage physique nucléaire) sont partis fin janvier pour l'Institut unifié de recherches nucléaires à Dubna, en URSS. Ils pensent passer là 6 mois dans le cadre du programme d'échange avec Dubna, échange qui nous vaut d'accueillir depuis décembre **Vladimir Nikitin** (Chambres à traces), **Adolf Mukhin** (Physique nucléaire) et **Walter Zöllner** (Théorie).

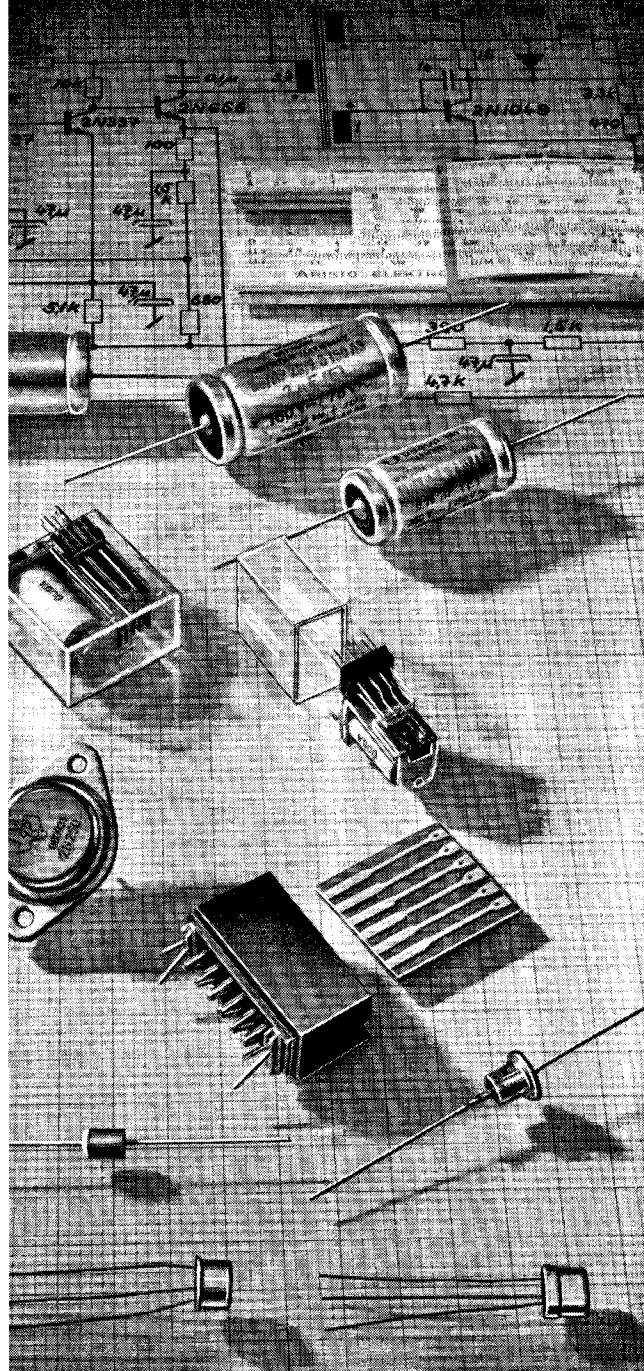
Parmi les visiteurs du CERN en janvier figure S. E. Monsieur **Graham A. Martin**, Ambassadeur des Etats-Unis auprès de l'Office européen des Nations Unies.

«Etoiles nucléaires», le film en couleur de 35 minutes sur le CERN, s'est vu attribuer le premier prix dans sa catégorie au 2^e Festival international du film technique et scientifique, tenu à Budapest fin novembre.

* * *

Et pour terminer, un rectificatif à la «mise à jour» présentée le mois dernier: une chaîne d'erreurs nous a fait évaluer à 15 000 litres la consommation d'**hydrogène liquide** au CERN, l'an dernier, alors qu'il fallait lire **83 000 litres**. Nos excuses à la Division Chambres à traces dont nous n'avons certes pas voulu sous-estimer les efforts! ●

Elektronische Bauteile



FABRIMEX AG
ZÜRICH Kreuzstrasse 36
Tel.: 051 / 34 10 31 / 32

BALZERS

ULTRA-VIDE

Pompes

Pompes à lest d'air, pompes Roots, pompes à diffusion d'huile, postes de pompage à commande manuelle et automatique, postes de pompage à ultra-vide, postes de pompage spéciaux, ions-baffles

Éléments de construction

Vannes à plateau, vannes à ultra-vide, soupapes à pointeau servo-commandé, combinaisons de vannes, pièces détachées pour tubes et joints, passages mécaniques, traversées de courant

Instruments de mesure

Jauges à vide fin et à vide élevé, manomètre à ionisation, jauges à ultra-vide, manostats de vide fin et de vide élevé, détecteur de fuites à halogène, détecteur de fuites VEECO à hélium

Installations

Installations d'évaporation pour l'optique, l'électro-technique, la technique des semi-conducteurs et la métallisation, installations d'évaporation à ultra-vide, installations d'évaporation pour des préparations en microscopie électronique, matériel d'évaporation, fours métallurgiques pour le frittage, la fusion et la coulée sous vide élevé, fours de dégazage et de brasage, fours spéciaux pour la métallurgie nucléaire

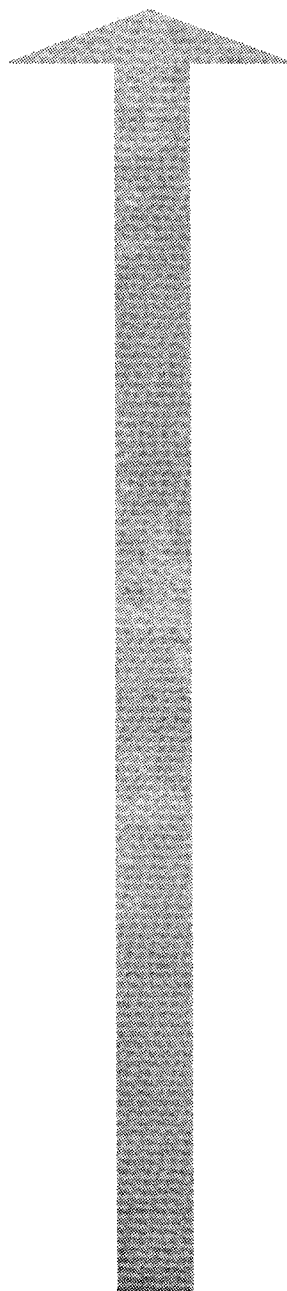
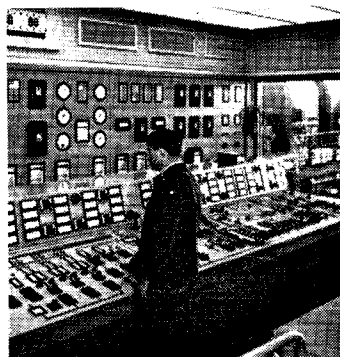
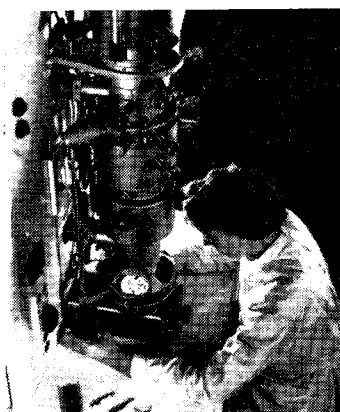
BALZERS AKTIENGESELLSCHAFT
FÜR HOCHVAKUUMTECHNIK UND DÜNNE SCHICHTEN

BALZERS

BALZERS, PRINCIPAUTÉ DE LIECHTENSTEIN
Téléphone 075 / 4 11 22

Un vaste programme
de fabrication


SIEMENS
APPAREILS
DE MESURE



Appareils de mesure et de
réglage pour
procédés industriels

Mesure électrique

Microscopie électronique

Essais non destructifs
des matériaux

Mesure de grandeurs
mécaniques

S. A. DES PRODUITS ELECTROTECHNIQUES SIEMENS

Lausanne • Berne • Zurich

Représentation générale pour la Suisse de la

SIEMENS & HALSKE AG

Berlin • Munich

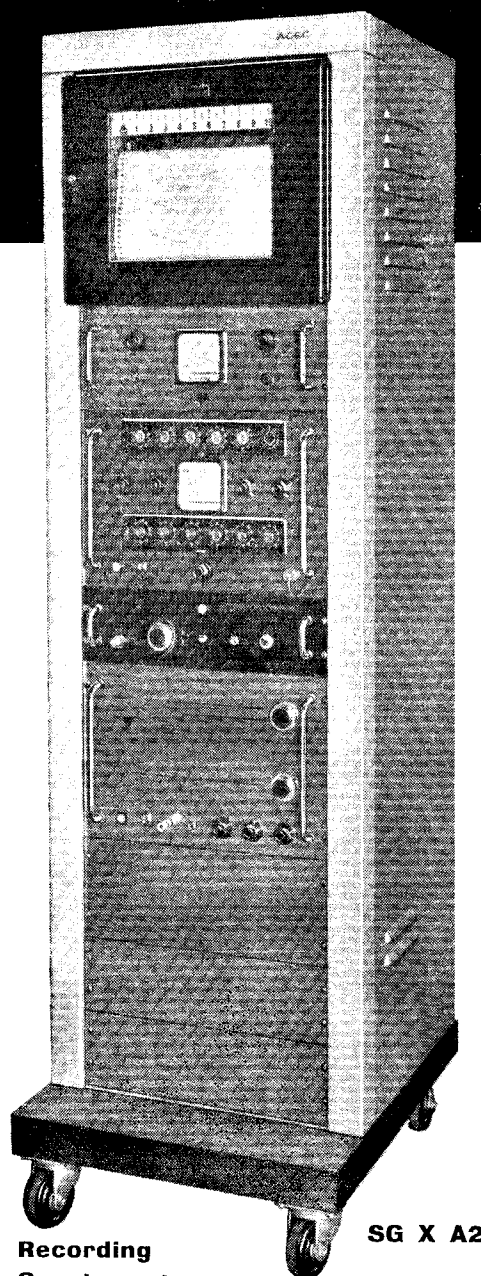
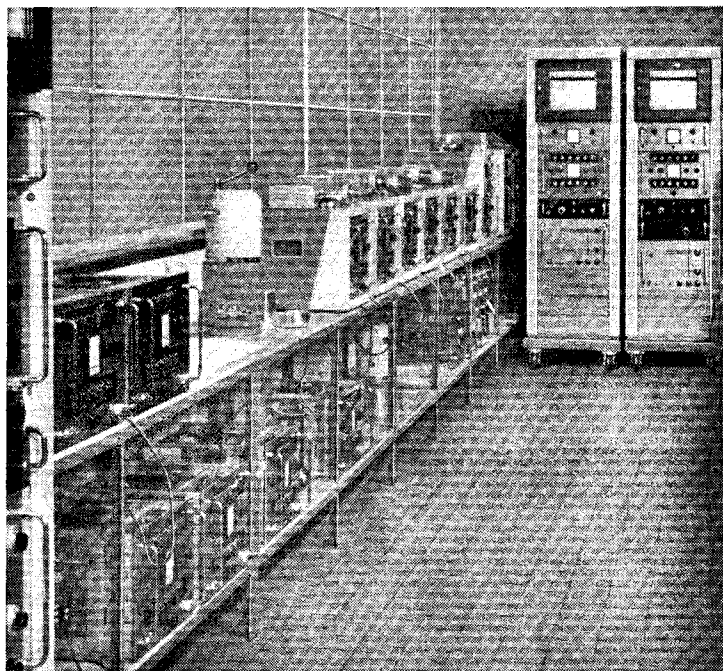
ACEC

NUCLEAR EQUIPMENT

**A complete range of nuclear instrumentation
from control reactor equipment**

**to high precision standard
laboratory instruments**

**200 hours testing before delivery assure
the perfect reliability of ACEC instruments**



**Recording
Spectrometer**

SG X A2

- Input resolution time lower than 0,6 Microsecond makes possible spectrum recording at counting rate up to 100.000 counts/sec.
- Gain of 1.000.000 with PAL 300 preamplifier and ALA 100 linear amplifier pulse analyser, allows the use of semi-conductor nuclear detectors and X-ray proportional counter in the range of 1-10kV energy.
- Gain stability better than 0,1 % a day.
- Automatic scaler DM 160 for accurate quantitative analysis by counting ; high voltage supply incorporated and stabilized at $\pm 0,1\%$
- Precision large range linear ratemeter for counting rate measurements up to 100.000 counts/sec.
- Motorized helipot potentiometers with three speeds selected by means of a gear drive accessible from the front panel.

and also :

- Automatic counting systems including a "unique universal" sample changer for ordinary and well crystals, printing timer.
- Linear, logarithmic recording gamma and X-ray spectrometer, stepwise scanning spectrometer.
- Typical instrumentation for each radioisotope application in clinical medicine.
- Explosion proof gamma density gauge and other equipment for industrial applications.
- Complete monitoring installations for reactor and radiochemical laboratories.
- Nuclear control systems for reactors.

ATELIERS DE CONSTRUCTIONS ELECTRIQUES DE CHARLEROI

Société Anonyme - CHARLEROI Tel. 36.20.20

Telex : 7.227

ACEC/Charleroi

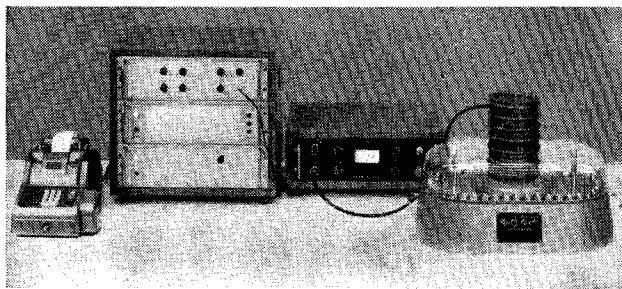
Telegr. : VENTACEC Charleroi



à technique avancée, appareils modernes

L'ensemble compteur-minuterie-enregistreur présenté assure l'automatisme des différentes fonctions nécessaires aux mesures sur de grandes quantités d'échantillons radio-actifs.

- L'unité de comptage prédéterminé comporte 7 décades.
Taux de comptage maximum: 10^6 impulsions / s.
- La minuterie électronique à commande par cristal possède 8 décades.
30 positions de temps prédéterminé.
- L'unité d'enregistrement relève les caractéristiques fournies par le compteur et la minuterie et transforme ces informations en impulsions susceptibles d'être reprises par des imprimantes du type commercial, des machines à cartes ou rubans perforés ou tout ensemble de traitement d'informations.

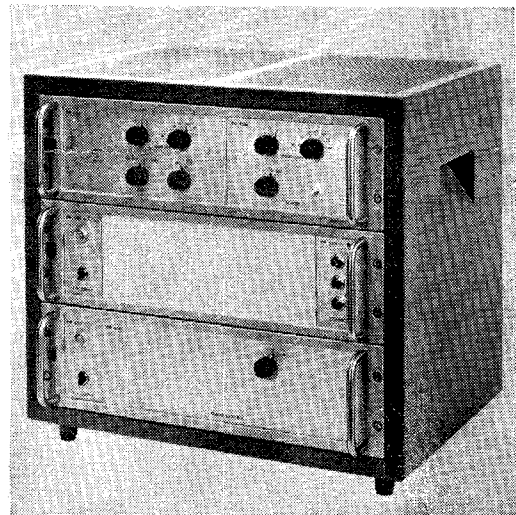


Les techniques nouvelles de mesure nécessitent un appareillage simple. L'utilisateur doit pouvoir se concentrer totalement sur les résultats de ses mesures.

Une automatisation de plus en plus poussée doit donc être appliquée aux chaînes de mesure. Dans cet esprit, PHILIPS a conçu une gamme d'appareils pour la mesure et la détection des radiations, réalisés à partir d'unités standard pouvant être associés au gré de l'utilisateur.

Les nouvelles unités, à transistors, sont telles que, raccordées à d'autres équipements: passeurs d'échantillons, accélérateurs, etc. ... elles assurent un fonctionnement entièrement automatique. Chaque unité peut recevoir les impulsions de démarrage, d'arrêt, de remise à zéro en provenance d'autres unités, et également fournir les impulsions nécessaires à la commande d'autres unités quel que soit leur raccordement: réalisation d'un ensemble ou montage en parallèle.

Différentes mesures sont possibles en guidant le trajet des impulsions par modification des connexions entre les bornes montées sur chaque unité à cet effet.



Les nouveaux équipements PHILIPS-comprenant les plus récentes unités d'une série née en 1955-constituent une solution économique et technique à tous les problèmes de détection des radiations, qu'il s'agisse de réaliser un simple appareil de comptage ou l'équipement automatique multi-canaux le plus complexe.

PHILIPS



ET LES EQUIPEMENTS NUCLEAIRES