

COURIER ERN



3

VOL. 2

Mars 1962

ORGANISATION EUROPÉENNE POUR LA RECHERCHE NUCLÉAIRE

Pierre GERMAIN

Chef, Division Machine du Synchrotron à Protons



Sommaire

Pierre Germain	2
Le mois dernier au CERN	3
L'antiparticule du xi négatif	4
Le CERN et la physique des hautes énergies (II ^e partie)	6
Nouvelles de l'étranger	9
Publications reçues	9

La photographie de couverture est une vue récente d'une partie du CERN, prise en direction Ouest, vers la France et le Jura. Au centre, on remarque, à l'extrémité du secteur expérimental Est du synchrotron à protons, le bâtiment des chambres à bulles et la sphère de sécurité pour l'hydrogène (recouverte de neige), ainsi que d'autres halls d'expériences à l'arrière-plan à gauche. Au premier plan, une partie de l'Atelier principal.

Crédit photos : toutes les photographies par CERN/PIO, sauf page 5 — CERN/SIS

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

Pierre Germain est né en 1922, à Bruxelles. Il a commencé sa carrière scientifique à l'Université de Bruxelles, où il obtint sa licence ès sciences mathématiques en 1945. Passant alors des études théoriques aux recherches pratiques, il consacra les deux années qui suivirent, grâce à une bourse de la Fondation Tassel, à l'étude des cristaux piézo-électriques.

Il devint ensuite assistant puis chef de travaux du Prof. P. Kipfer, à l'Institut de Physique Appliquée de l'Université. Il partagea son temps entre l'enseignement, et la construction et l'essai de calculateurs analogiques destinés en premier lieu à résoudre les équations de Laplace. Ces calculateurs appartenaient à la catégorie des cuves électrolytiques, ou à celle des réseaux à résistances. C'est pendant cette période qu'il obtint, en 1952, son Doctorat ès sciences mathématiques pour l'étude et la réalisation d'un intégrateur analogique pour le produit de deux fonctions mathématiques.

C'est en août 1955 que P. Germain vint au CERN, pour faire partie du Groupe Haute Fréquence de la Division du Synchrotron à protons, sous la direction de C. Schmelzer. Sa tâche principale était la construction d'un calculateur à effet Hall, qui constituait le premier stade du programme de fréquence de la machine. La tension accélératrice haute fréquence doit pouvoir être adaptée très exactement à l'intensité du champ magnétique, à chaque instant, et le calculateur Hall détermine automatiquement la fréquence nécessaire à partir de mesures précises du champ magnétique. Cet appareil analogique a une précision environ dix fois plus grande que celle obtenue à cette époque avec ce genre d'appareil.

En 1958, P. Germain devint l'adjoint de C. Schmelzer. Plus tard, lors de la réorganisation de la Division qui eut lieu une fois la construction du SP terminée, il prit

part aux travaux du Groupe de la machine et en fut nommé le Chef en 1960.

L'extension du CERN se poursuivant, P. Germain devint le Chef de la Division de la Machine du Synchrotron à protons en 1961.

Cette Division est responsable du fonctionnement, de l'entretien et du perfectionnement de la machine, permettant son exploitation fructueuse pour la recherche dans le domaine de la physique nucléaire. Les nombreuses expériences en cours exigent des conditions de machine différentes. Ces conditions sont fixées hebdomadairement et le fonctionnement de la machine doit s'adapter à l'horaire qui a été fixé. A cette occasion de nombreux problèmes ayant trait à la mise en place de l'équipement des physiciens, ainsi qu'à la sécurité des zones expérimentales doivent être résolus.

Un travail considérable de la Division, quoique peu spectaculaire, consiste à l'amélioration graduelle de la sécurité de marche, de la facilité et de la souplesse du fonctionnement de l'accélérateur.

Un important programme de développement est également en cours de réalisation. Il vise entre autres à l'augmentation de l'intensité de la machine, à l'amélioration de la technique des cibles internes qui actuellement produisent la quasi-majorité des faisceaux secondaires et tout récemment à la réalisation d'un système d'éjection lente du faisceau primaire de protons.

Pour la Division MPS le travail quotidien consiste à traiter toutes ces questions et d'autres encore. Il joue un rôle essentiel dans les activités déployées pour recueillir des données nouvelles en physique nucléaire, et dans certaines réalisations moins fréquentes mais plus spectaculaires, telle la production de particules antixi, dont la première vient d'être observée ●

L'Organisation européenne pour la Recherche nucléaire (CERN) a été créée en 1954, par des Gouvernements européens, mettant leurs efforts en commun afin de faire retrouver par leur continent sa position de premier plan dans le domaine nucléaire. Le CERN reçoit actuellement l'appui de 14 États Membres, dont les contributions varient d'après leur revenu national: Autriche (1,87%), Belgique (4,02), Danemark (1,93), Espagne (4,16), France (20,57), Grèce (1,12), Italie (9,78), Norvège (1,56), Pays-Bas (3,73), République fédérale d'Allemagne (18,92), Royaume-Uni (24,40), Suède (4,10), Suisse (3,19), Yougoslavie (0,65). Le budget pour 1962 est de 78 millions de francs suisses.

Le caractère et les buts de l'Organisation sont définis dans la Convention dans les termes suivants :

«L'Organisation assure la collaboration entre États européens pour les recherches nucléaires de caractère purement scientifique et fondamental, ainsi que pour d'autres recherches en rapport essentiel avec celles-ci. L'Organisation s'abstient de toute activité à fins militaires et les résultats de ses travaux expérimentaux et théoriques sont publiés ou, de toute autre façon, rendus généralement accessibles.»

Le mois dernier au CERN

L'événement le plus important ce mois-ci, est la découverte de l'**antixi-négatif**, antiparticule de charge positive produite simultanément avec une particule xi de charge négative par l'interaction d'un antiproton et d'un proton. Cette découverte a été faite grâce à des photographies prises, peu avant Noël, au moyen de la chambre à bulles à hydrogène de 81 cm dans un faisceau d'antiprotons séparés, d'une quantité de mouvement de 3 GeV/c ; ces photographies sont actuellement analysées à l'Ecole Polytechnique à Paris, au CERN et à l'«Imperial College» à Londres. Apparemment ce n'est pas une découverte isolée. Pendant que l'on procédait à l'interprétation du phénomène, des nouvelles parvinrent de Brookhaven indiquant que l'on y analysait un phénomène présentant des similitudes frappantes.

De nos jours, les physiciens, ne sont plus seuls à jouer un rôle dans une découverte de ce genre. Dans le cas présent, des antiprotons ont été produits par l'impact de protons de haute énergie sur une cible ; grâce au transport du faisceau et au séparateur de particules, les antiprotons ont été séparés des autres corpuscules émis ; la chambre à bulles a été utilisée pour relever les traces des particules nucléaires ; les dizaines de milliers de photographies nécessaires pour «détecter» un événement aussi rare ont dû être dépouillées et examinées au moyen d'un appareillage spécial. Enfin, il a fallu faire des calculs sur la base de ces mesures pour pouvoir prouver, sans ambiguïté possible, que la particule observée était bien l'antixi recherché. Etant donné la complexité de ces travaux, les physiciens qui y ont participé ont pris la décision peu commune de publier les résultats, non pas sous leurs propres noms — dont la liste est très longue — mais sous celui des trois organisations auxquelles appartiennent presque tous ceux qui ont contribué à cette découverte : le CERN, l'Ecole Polytechnique de Paris et le Département Saturne à Saclay (voir l'article, p. 4).

Les membres de la Division **Machine du Synchrotron à protons** signalent que l'accélérateur a fonctionné sans le moindre ennui et quelque 370 heures ont été consacrées aux expériences de physique nucléaire. L'intensité du faisceau est restée voisine de 2×10^{11} protons par impulsion. Il semble pourtant que la première semaine ait été particulièrement favorable. Dans le cadre d'un programme d'urgence, établi au dernier moment pour remplacer les expériences de la chambre à bulles à hydrogène de 32 cm tombée en panne la semaine précédente, trois expériences différentes ainsi qu'un essai de la chambre à propane du CERN ont été menés à bien avec un succès dépassant les espérances.

Le **pré-accelérateur** Cockcroft-Walton est maintenant réinstallé, après révision et réparation par le constructeur. Les défauts de fonctionnement enregistrés précédemment étaient dus en majeure partie à une chute de potentiel le long de la colonne. L'appareil a été muni de nouveaux redresseurs plus durables que les précédents.

Le **séparateur électrostatique** du CERN, installé dans le hall expérimental Sud, a fonctionné à un potentiel de 730 kV pour un intervalle de 14 cm. Au cours d'essais, le potentiel a été porté à 800 kV, avec le même intervalle, le taux de claquage étant d'environ une fois toutes les 5 minutes. Ce taux est admissible pour la plupart des expériences de physique nucléaire ; quant au séparateur lui-même, il est protégé par des circuits spéciaux.

Parmi les activités en cours au **synchro-cyclotron**, il convient de mentionner les travaux relatifs à l'efficacité du blindage, exécutés en collaboration avec le Groupe de Physique de Santé du CERN et l'Ecole Polytechnique Fédérale

(ETH) de Zürich. Les flux de neutrons ont été mesurés aux alentours de la machine et dans le mur de protection.

La Division **Recherche sur les nouveaux Accélérateurs** a commencé à s'installer dans son nouveau bâtiment où seront centralisés tous les travaux relatifs aux anneaux de stockage. Les travaux préparatoires pour l'assemblage de l'anneau-modèle de stockage d'électrons de 2 MeV ont commencé.

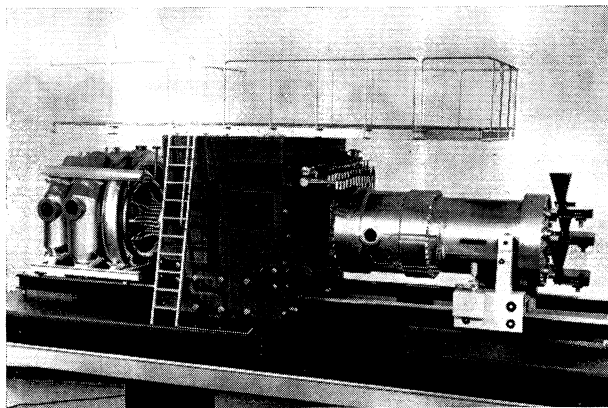
La Division procède actuellement à la constitution d'un **groupe d'études** chargé d'élaborer des avant-projets de grands accélérateurs qui pourraient être éventuellement construits par le CERN à l'avenir. Ces études seront entreprises en collaboration avec d'autres Divisions et avec d'autres laboratoires.

La Division **Site et Bâtiments** a commencé les travaux relatifs à divers nouveaux projets, dont le plus important est la construction de la toiture du secteur expérimental Est. Il est actuellement procédé à l'exécution des fondations en béton pour la charpente métallique de cette toiture, près de la jonction Est.

A l'autre extrémité du secteur, le bâtiment Est des chambres à bulles a été terminé en janvier, et le travail continue pour l'installation de la chambre à bulles à hydrogène de 2 m du CERN.

C'est au Professeur **L. Van Hove**, Chef de la Division Théorique du CERN, qu'a été décerné cette année le **Prix Heinemann** de physique mathématique de l'Institut américain de Physique et de la Société américaine de Physique. Le Prof. Van Hove compte se rendre à Washington en avril pour recevoir ce prix.

Une réunion des participants européens au programme du **Coopération internationale pour l'exposition d'émulsions nucléaires à l'aide de ballons** (ICEF) a eu lieu au CERN le 19 février, pour discuter la manière dont les données acquises à ce jour seront mises à la disposition de tous ●



Cette maquette à l'échelle 1/5 de la chambre à bulles à liquides lourds, de 1 m, du CERN, vient d'être exposée à l'extérieur de l'auditoire du Bâtiment de l'administration. La section de modelage de l'Atelier principal de la Division Site et Bâtiments l'avait construite afin de mettre en relief des détails que de simples plans ne pouvaient mettre en valeur, tels que la disposition du système de réservoirs et de conduites de gaz. La maquette s'avéra aussi très précieuse lorsqu'il fallut démontrer que le corps de la chambre pouvait être dégagé de l'aimant (notre photo) et soulevé, sans briser la glace d'extrémité pesant 1 tonne. La maquette a été remise à neuf pour montrer un type d'équipement conçu et utilisé au CERN pour les expériences de physique nucléaire.

Découverte d'une nouvelle particule fondamentale

L'ANTIPARTICULE DU XI NÉGATIF

La découverte de l'antiparticule du xi négatif, un xi à charge positive, une des «particules étranges» non encore observées jusqu'à présent, fait l'objet d'articles qu'ont publiés simultanément dans les *Physical Review Letters* du 15 mars des physiciens du CERN et du Laboratoire National de Brookhaven aux États-Unis.

Ainsi un des deux points d'interrogation qui figuraient encore sur les listes de particules dites «élémentaires» fait place à une observation concrète.

Quant au Prof. V.F. Weisskopf, il est d'avis que «Cette importante découverte, en comblant une lacune dans les connaissances théoriques en physique fondamentale, permet aux physiciens du monde entier de poursuivre plus sûrement leurs recherches sur une des plus grandes énigmes de notre temps : de quoi la matière est-elle faite et pourquoi en est-il ainsi?»

LES CORPUSCULES «ÉLÉMENTAIRES» DE LA NATURE

On croit qu'il existe à présent quelque 30 particules élémentaires. Tout au bout de la liste, les plus lourdes sont les particules xi, encore appelées particules cascade. Leur charge électrique est soit négative, soit zéro, et leur masse vaut environ 2580 fois celle de l'électron, l'une des particules élémentaires choisie comme unité de masse des particules. Les physiciens cataloguent donc les xis comme corpuscules lourds, ou baryons, dans une des quatre catégories de particules. Un xi se désintègre en 10^{-10} seconde (un dix-millième de milliardième de seconde) en une particule lambda et un pion. C'est l'antiparticule du xi négatif (un xi à charge positive) qui vient d'être découverte.

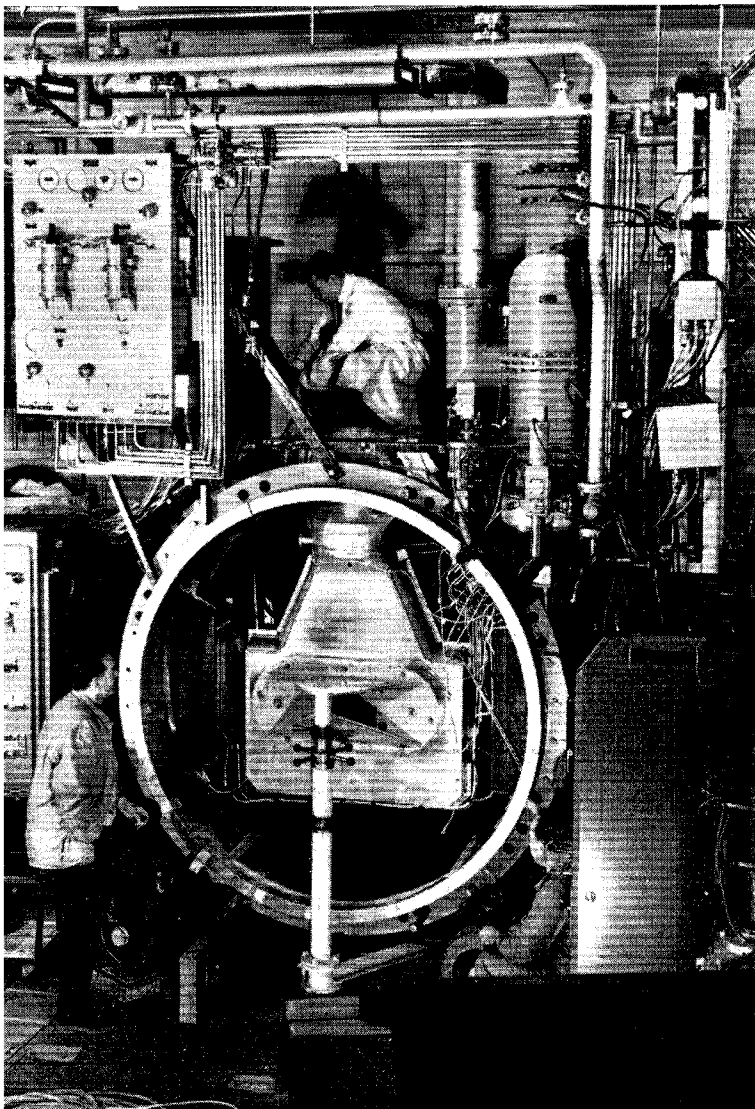
LES ANTIPARTICULES ET LEUR CRÉATION

Beaucoup de particules élémentaires possèdent une antiparticule qui est en quelque sorte leur jumelle mais de charge opposée. Prédite théoriquement par P.A.M. Dirac en 1928, l'existence de l'antimatière fut prouvée pour la première fois en 1932 avec la découverte du positron (l'antiélectron). Depuis lors d'autres antiparticules ont été découvertes, portant à 30 le total des corpuscules élémentaires, de masses de plus en plus élevées.

La plupart de ces particules et antiparticules sont instables : elles se désintègrent en très peu de temps en d'autres particules ou formes d'énergie. Pour pouvoir les observer, les physiciens accomplissent une véritable création en les éjectant de noyaux atomiques bombardés par de minuscules projectiles rapides, tels que les protons accélérés par d'énormes machines accélératrices. Ainsi, de grandes quantités de particules «secondaires», telles que les antiprotons, sont produites. À leur tour, les antiprotons s'annihilent dans des chambres à bulles, appareillages où l'on peut photographier les traces qu'ils y laissent. Par cette annihilation, la masse d'un antiproton se transforme en d'autres fragments de matière, tels que l'antiparticule du xi négatif recherchée depuis des années par les physiciens.

COOPÉRATION SCIENTIFIQUE EUROPÉENNE

L'expérience menée au CERN qui a amené cette découverte a vu prendre 85 000 photographies, immédiatement avant Noël dernier, dans la chambre à bulles



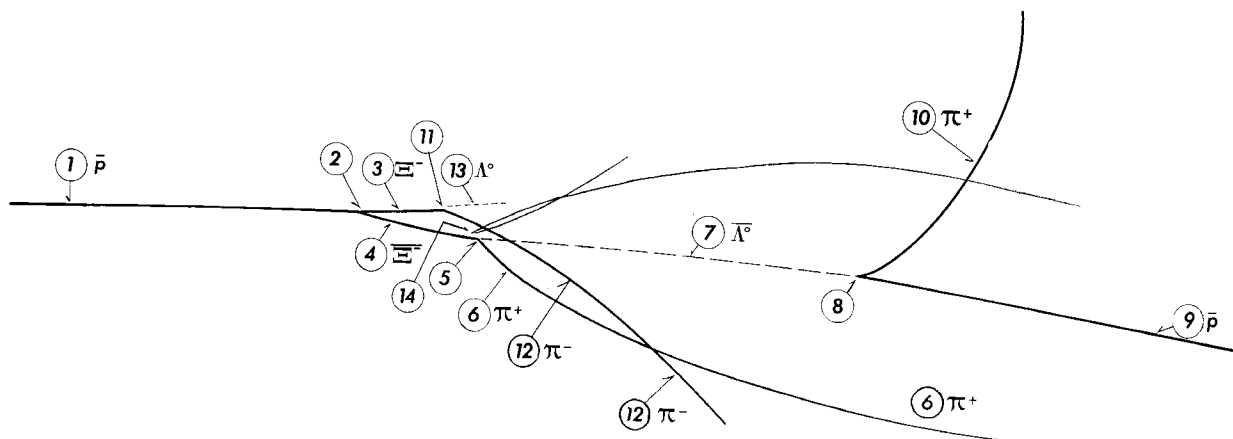
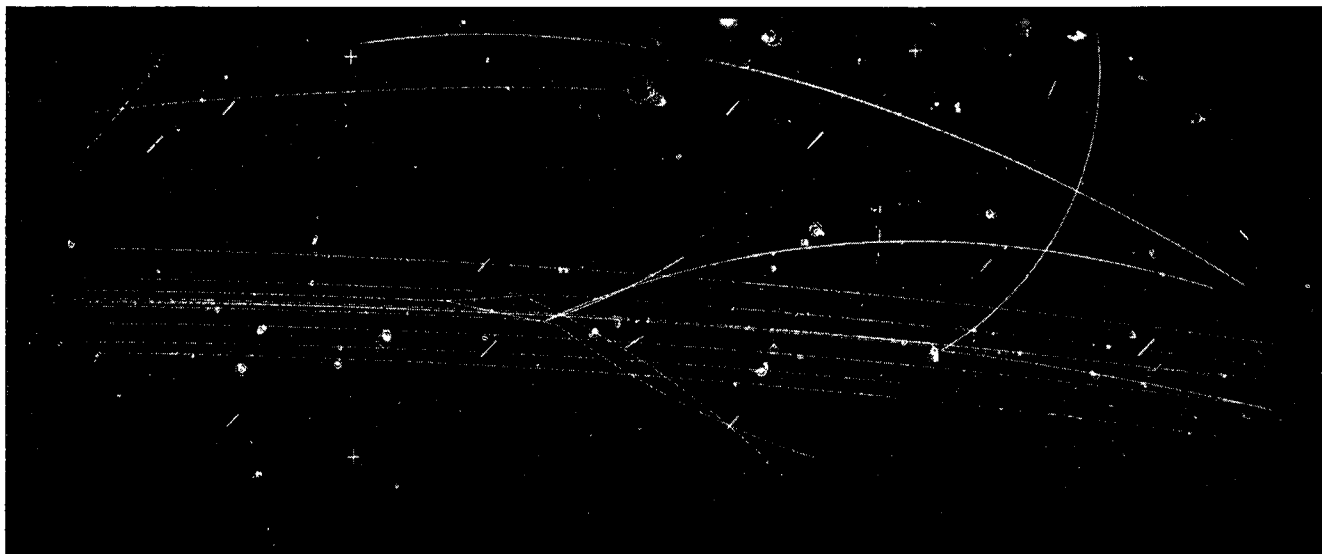
Voici la chambre à bulles de 81 cm, en partie démontée. Le corps de la chambre est visible, revêtu de son enceinte à hydrogène liquide et soutenu à l'intérieur de la boîte à vide cylindrique extérieure. On voit, au-dessus de la chambre à gauche, des réservoirs; au centre, l'espace occupé normalement par le système d'expansion; à droite, des pompes à vide.

Les photographies de chambres à bulles du CERN et de Brookhaven montrant l'antiparticule du xi négatif ont été trouvées et analysées indépendamment, quasi en même temps, au début de cette année. Aussi, les deux laboratoires ont-ils décidé de publier simultanément les rapports scientifiques concernant ces deux expériences.

Il y a quatre catégories de particules : photons, leptons, mésons et baryons. Les xis peuvent également être classés parmi les **hyperons** qui, comme les **nucléons**, sont des subdivisions des baryons.

Les **chambres à bulles** sont à présent d'énormes appareils (des dizaines et parfois des centaines de tonnes) enregistrant photographiquement des traces laissées par d'infimes particules dans un matériau approprié tel que l'hydrogène liquide.

GeV ou **BeV** sont des abréviations identiques pour un milliard (10^9) d'électronvolts.



Ici, un antiproton (1) animé d'une quantité de mouvement de 3 GeV/c arrive de l'accélérateur de 28 GeV (le synchrotron à protons) et de ses appareillages associés. Il pénètre à grande vitesse dans l'hydrogène liquide de la chambre à bulles de 81 cm.

Après un trajet de 20 cm dans la chambre, l'antiproton entre en collision en (2) avec un noyau d'hydrogène (un proton) et s'annihile à son contact. La masse du proton, celle de l'antiproton, ainsi que l'énergie de ce dernier, donnent naissance à deux particules lourdes, des hyperons xi : le xi négatif (3) et son antiparticule (4), le xi à charge positive.

C'est ce dernier qui fait de cette photo un document exceptionnel, puisque c'est la première manifestation de cette particule élémentaire prédite théoriquement depuis des années.

Comme tous les hyperons, l'antixi se désintègre rapidement : en (5), après environ 10^{-10} seconde (un dix millième de millionième de seconde), il donne naissance à une « cascade » d'autres particules. D'abord

à un pion positif (6) et à un antilambda zéro (7). Ce dernier est une particule neutre ne laissant aucune trace dans l'hydrogène liquide ; il est donc représenté en pointillé sur le dessin. En se désintégrant à son tour, en (8), il donne naissance à un antiproton (9) et à un autre pion positif (10).

Quant à l'autre produit de la collision initiale en (2), le xi négatif (3), il se désintègre lui-même en (11) en un pion négatif (12) et un lambda zéro, particule neutre ne laissant aucune trace [pointillé amorcé en (13)]. Le destin de ce lambda zéro est inconnu. Il se peut qu'il s'échappe de la chambre et aille se désintégrer à l'extérieur du détecteur. Il est encore possible qu'il se désintègre dans la chambre même, en produisant deux autres particules neutres ne laissant pas de traces : un neutron et un pion neutre.

L'événement amorcé en (14) est dû à l'annihilation d'un autre antiproton incident et n'intervient pas dans la réaction intéressante.

à hydrogène de 81 cm. Cet appareil fut construit par un groupe d'ingénieurs du Département «Saturne» du Centre d'Études nucléaires de Saclay (France) et par des physiciens du Laboratoire de Physique de l'École Polytechnique de Paris. La chambre fut installée au CERN près du plus grand accélérateur d'Europe, le synchrotron à protons de 28 000 millions d'électronvolts. En y frappant une cible, les protons accélérés produisirent des particules secondaires et parmi celles-ci on sélectionna des antiprotons d'une énergie légèrement supérieure à 3 GeV en les transportant vers la chambre à bulles par un montage long de 100 mètres, composé de lentilles magnétiques, d'aimants défecteurs et d'un séparateur électrostatique.

Une des photographies, reproduite ci-après, montre un antiproton qui s'annihile avec un noyau d'hydrogène dans la chambre à bulles pour donner naissance à un xi et à son antiparticule, celle-ci observée pour la première fois. En raison de leur courte durée de vie, tous deux se désintègrent à leur tour en d'autres composants : des particules lambdas et pis (voir diagramme).

L'identification de l'antiparticule du xi négatif a été rendue possible par le choix, l'analyse et les mesures précises de la photographie de chambre à bulles appropriée par des physiciens qui, en étudiant à rebours les traces, calculèrent les énergies et les masses des différentes particules enregistrées sur le film.

Environ 15 physiciens européens peuvent être considérés comme responsables de la découverte réalisée au CERN. Ils ont toutefois décidé de ne pas mettre en valeur leur contribution personnelle, mais d'attribuer le mérite de la découverte à l'effort de coopération européenne du CERN, associé au travail de l'École Polytechnique de Paris et du Département «Saturne» de Saclay.

UN SUCCÈS TECHNOLOGIQUE

D'après un des physiciens participant à la découverte de l'antiparticule du xi négatif, celle-ci constitue aussi un succès de la technologie moderne.

«En 1955», dit-il, «les physiciens européens ne pouvaient espérer découvrir l'antiproton. L'appareillage était tout simplement inexistant ici. Il avait toutefois été construit aux États-Unis, et nos collègues américains n'ont pas tardé à l'utiliser avec succès. Entretemps, l'Europe occidentale a toutefois reconnu la nécessité de la recherche nucléaire pure aux hautes énergies. Elle s'est mise à construire les grands appareils nécessaires pour produire et détecter la matérialisation des particules lourdes prédites par les théoriciens. Cette nouvelle découverte est la preuve que dans notre domaine, grâce à la clairvoyance des États membres du CERN dès 1954, l'Europe est maintenant à égalité avec les États-Unis et l'U.R.S.S.» ●

Le CERN et la physique des hautes énergies (II^e partie)

par V. F. WEISSKOPF, Directeur général

LE RÔLE DU CERN DANS LA PHYSIQUE DES HAUTES ÉNERGIES EN EUROPE

Si le CERN demeure ce qu'il est maintenant, il constituera pendant plusieurs années le foyer principal de la physique des particules élémentaires en Europe. D'autres centres de recherche qui possèdent des machines de haute énergie, tels Saclay, Frascati, Liverpool et Birmingham, effectuent d'importants travaux, mais leurs accélérateurs ont une portée limitée et leurs installations sont réduites comparées à celles du CERN.

Ce n'est pas uniquement à son activité expérimentale que le CERN doit la position centrale qu'il occupe en Europe. Il existe en effet d'autres facteurs importants. L'envergure même du Laboratoire lui permet d'avoir une grande **Division théorique** et lui a donné la possibilité d'attirer des théoriciens particulièrement qualifiés, soit à titre de membres du personnel, soit en qualité de visiteurs temporaires. La Division théorique du CERN est devenue le centre européen où se déroulent les discussions d'avant-garde et où voient le jour des conceptions nouvelles dans ce domaine. Les **émulsions photographiques** exposées dans les faisceaux de haute énergie au CERN ont été réparties dans toute l'Europe, et plus loin encore, aux fins d'étude et de recherche. Plus de cent physiciens dans divers laboratoires européens se consacrent de façon continue à l'analyse des émulsions exposées au CERN. Environ vingt groupes dans divers laboratoires d'Europe étudient les **photographies prises dans des chambres à bulles** au CERN. Ces expériences ont été préparées en commun et sont exécutées en étroite collaboration entre le CERN et les groupes de l'extérieur. Plusieurs chambres à bulles construites ailleurs ont été montées au

La première partie, qui traitait de l'état de développement de la physique des hautes énergies et du rôle joué par le CERN dans ce domaine, a été publiée dans le numéro de février du COURRIER CERN. Cet article est basé dans son ensemble sur une note présentée par le Directeur général à la 20^e session du Conseil, en décembre 1961.

CERN en vue de leur utilisation. Environ deux cents savants européens viennent au CERN chaque année en qualité de **visiteurs** pour des périodes variables afin d'y effectuer des travaux scientifiques, et leur nombre ne cesse d'ailleurs d'augmenter.

Il ne fait aucun doute que l'existence du CERN a eu pour effet de rehausser considérablement et d'une manière décisive la somme totale de physique des hautes énergies effectuée en Europe, son originalité, sa vigueur et sa qualité. Il est maintenant reconnu que non seulement le CERN mais aussi les autres centres de haute énergie en Europe sont à l'avant-garde de la science fondamentale. Jusqu'à présent, le CERN a accompli la tâche qui lui était impartie par ses fondateurs. Il ne paraît, en effet, plus nécessaire d'aller aux États-Unis pour trouver l'occasion de pratiquer avec succès la physique des hautes énergies. Que convient-il de faire pour maintenir cet état de choses ?

La physique des hautes énergies, comme toute autre discipline scientifique vivante, est en constante évolution. Un laboratoire n'est jamais achevé car il doit toujours s'adapter aux nouvelles méthodes de recherche. Mais toutes idées nouvelles et inventions futures mises à part, le CERN n'est pas encore équipé pour la tâche qui lui incombe. Les accélérateurs fonctionnent, mais sont encore susceptibles de perfectionnement, et le matériel nécessaire à leur exploitation n'est que partiellement terminé. La réputation du CERN dans le monde et en Europe comme centre de physique repose moins sur ses réalisations passées, si remarquables qu'elles soient, que sur ce qu'on peut attendre de lui à l'avenir. Elle est fondée sur l'hypothèse que les machines seront dotées d'appareillage et que le CERN disposera de l'espace et des facilités nécessaires pour les exploiter comme il convient. Si cette hypothèse se révèle irréalisable, la position du CERN, et partant celle de l'Europe, se détériorera rapidement. Pour l'inspiration scientifique rien n'est plus décourageant, voire plus fatal, qu'un laboratoire doté de machines appropriées, mais dépourvu des moyens nécessaires pour les utiliser.

A l'avenir, l'Europe attendra encore plus du CERN. La collaboration avec les universités européennes deviendra plus intensive, plus étendue et plus générale. D'ici quelques années, Nimrod en Angleterre et DESY en Allemagne seront en service, et d'autres activités dans le domaine des hautes énergies seront entreprises ailleurs. La complexité de l'appareillage de haute énergie s'accroîtra. Plus que jamais l'Europe aura alors besoin d'un laboratoire central servant de foyer où les

«Des chambres à bulles construites ailleurs ont été montrées au CERN en vue de leur utilisation...»
On peut voir sur cette photographie la mise en place de la chambre à bulles à liquide lourd de 1 m de l'Ecole Polytechnique de Paris, en vue d'une expérience sur les particules de haute énergie provenant du synchrotron à protons.



«Un laboratoire n'est jamais achevé...»

Vue récente d'une partie du nouveau secteur expérimental Est du synchrotron à protons du CERN ; ce secteur est encore en construction. On peut voir, à droite, l'extrémité du bâtiment où seront installées la chambre à bulles britannique à hydrogène liquide de 1,50 m et la chambre à bulles à hydrogène de 2 m du CERN ; entre ce bâtiment et celui des compresseurs, se trouve la sphère de sécurité, destinée à recevoir l'hydrogène des chambres en cas d'accident à celles-ci.

scientifiques pourront échanger des idées et se familiariser avec les conceptions et les méthodes les plus nouvelles. De cette manière, les réalisations nationales seront en mesure d'éviter les crises de croissance dont le CERN a souffert.

A maintes reprises, aux États-Unis et en Europe, l'expérience a montré que pour une institution scientifique *jeune* il faut prévoir un taux d'expansion nettement supérieur à 10%, si celle-ci doit se maintenir à un niveau sain. Il est nécessaire, pour assurer la position du CERN et pour lui permettre de répondre aux espoirs fondés en lui, que les budgets votés pour ces prochaines années permettent un taux d'expansion d'au moins 10% par an. Il s'agit là d'une condition sine qua non, mais cette condition est loin d'être suffisante. Les espoirs dont le CERN est l'objet exigeront un vaste apport de travail, d'enthousiasme et d'imagination créatrice de la part des physiciens européens. Si nous en jugeons par l'esprit qui nous anime actuellement, nous pouvons dire avec confiance que ces conditions-là se réaliseront, pourvu que les moyens appropriés soient mis en œuvre. Si les activités du CERN devaient être étouffées par l'insuffisance de crédits, l'avenir de la physique des hautes énergies en Europe s'en trouverait gravement menacé. Non seulement les sommes investies dans les installations du CERN seraient gaspillées, mais encore le développement des divers nouveaux projets nationaux s'en trouverait compromis, car ils sont largement tributaires, tant pour le personnel que pour les idées, d'une vie scientifique intense au sein même de l'Europe.

PERSPECTIVES D'AVENIR

Il est difficile de prédire l'évolution de la physique des hautes énergies au cours des dix prochaines années. Une tendance très nette se dégage toutefois. La région qui se situe à quelques milliers de MeV va fournir des résultats de plus en plus intéressants. Le nouveau

monde de phénomènes que nous avons mentionné plus haut fera l'objet d'études approfondies. Or c'est précisément la région qui se prête le mieux à l'heure actuelle aux recherches effectuées avec le SP du CERN. En règle générale, un accélérateur fournissant des particules d'une énergie donnée, par exemple 25 GeV, se révèle particulièrement utile comme instrument de recherche quantitative, non pas pour des phénomènes se situant aux environs de son énergie maximum, mais plutôt pour ceux qui se situent à une énergie plus basse, en l'occurrence entre 3 et 10 GeV environ. L'énergie maximum est employée surtout pour des recherches de caractère d'exploration.

A mesure que progressera la recherche dans la région des énergies de plusieurs GeV, la nécessité d'obtenir des faisceaux plus intenses que ceux du SP du CERN se fera de plus en plus sentir. En même temps, les cohortes toujours plus nombreuses de physiciens des hautes énergies en Europe construiront très probablement des **accélérateurs nationaux**, dont la taille n'égale pas celle du SP du CERN, mais dont les dispositifs plus modernes leur permettront d'obtenir, sinon des énergies plus élevées qu'au CERN, tout au moins des intensités beaucoup plus fortes. Nous pouvons donc prévoir que d'ici dix ans, le CERN, muni seulement de ses accélérateurs actuels, ne se trouvera plus dans la position unique de centre européen qu'il occupe maintenant.

En dehors de l'Europe, et notamment aux États-Unis, nous nous attendons à ce qu'on construise des machines d'une intensité non seulement supérieure à celle des machines du CERN mais aussi d'une énergie considérablement plus élevée. Il n'y a aucune raison d'ordre technique pour faire obstacle à la construction de machines d'une énergie dépassant de 10 à 50 fois celle du SP du CERN et d'une intensité 100 fois supérieure. Ces machines *seront* construites un jour ou l'autre. Du point

de vue scientifique, elles présenteraient un double intérêt : premièrement, elles produiraient des faisceaux très intenses «à plus basse énergie» (c'est-à-dire à l'énergie maximum actuelle du SP) d'antiparticules et de toutes sortes de mésons. A cet égard, les machines de ce genre auraient une efficacité plusieurs centaines de fois supérieure à celle des accélérateurs du type SP, tout comme le SP du CERN possède une efficacité plusieurs centaines de fois supérieure à celle du Cosmotron ou celle du Bevatron, par exemple pour la production des antiprotons. Deuxièmement, elles permettraient l'exploration des phénomènes complètement nouveaux qui peuvent survenir aux très hautes énergies qu'elles rendront disponibles. Lorsque pareilles machines deviendront réalité — et ceci peut se produire d'ici moins de dix ans — l'Europe sera à nouveau distancée dans ce domaine de la physique si l'on n'a pas préparé ici de projets pour des installations de cet ordre.

De sérieux doutes ont été exprimés quant à l'aptitude de l'Europe à poursuivre ses recherches dans le domaine des hautes énergies à ce niveau plus élevé à l'avenir. La construction de grandes machines coûterait en effet de 5 à 10 fois plus que celle du SP. Il convient toutefois de rappeler que l'effort total consenti en Europe dans le domaine scientifique augmentera certainement dans des proportions énormes au cours des dix prochaines années. Même à pareille échelle, la physique des hautes énergies serait beaucoup moins onéreuse que d'autres domaines de la recherche scientifique et technique, comme la recherche spatiale. Il convient de rappeler, que la physique des hautes énergies a pour objet d'étudier des problèmes scientifiques de caractère essentiel : la structure fondamentale de la matière et de l'énergie. C'est une discipline de recherches où l'Europe a toujours occupé une position éminente qu'elle se doit de conserver à l'avenir.

Le **SP du CERN** est un accélérateur du type synchrotron à protons ; il donne aux protons (noyaux d'atome d'hydrogène) une énergie maximum de 28 GeV. Il a commencé à fonctionner en novembre 1959.

Le **Bévatron** est un synchrotron à protons installé au «Lawrence Radiation Laboratory» de l'Université de Californie (Etats-Unis), qui atteint une énergie maximum de 6 GeV. Il a été inauguré en 1954.

Le **Cosmotron** est un accélérateur un peu plus petit, du type synchrotron à protons également, construit au Laboratoire National de Brookhaven (New York, U.S.A.). Il accélère des protons jusqu'à une énergie de 3 GeV et fonctionne depuis 1952.

L'accélérateur **DESY** (Deutsches Elektronen-Synchrotron) est un synchrotron à électrons qui communique aux électrons (particules constituant les courants électriques), une énergie de 6 GeV. Il est actuellement en construction à Hambourg (République fédérale d'Allemagne).

Nimrod est un synchrotron à protons que construit actuellement au «Rutherford High Energy Laboratory», près de Harwell, au Royaume-Uni. Son énergie maximum sera de 7 GeV.

Les **énergies** des particules nucléaires sont mesurées en multiples d'une unité appelée électronvolt. Celle-ci est toujours représentée par les lettres **eV**, et ses multiples par : **MeV**, qui correspond à 1 000 000 eV, ou **GeV**, qui correspond à 1 000 MeV

(aux Etats-Unis, on utilise BeV au lieu de GeV).

Les accélérateurs de particules sont fréquemment désignés par l'énergie maximum qu'ils peuvent donner à une particule ; ainsi, le SP de 28 GeV du CERN, fournit des protons dont l'énergie est presque 5 fois supérieure à celle des protons du Bévatron de 6 GeV.



«L'une des solutions... consisterait à construire les machines appelées «anneaux de stockage»...»

J. Brüderlein (à gauche) du Groupe Disposition d'Appareillage du SP, et W. Sax, du Bureau d'Etude de la Division Electro-mécanique, s'occupent de la mise à niveau des supports de fondation destinés au modèle d'anneau de stockage qui est actuellement construit par la Division Recherche sur les nouveaux Accélérateurs.

En raison des sommes considérables à prévoir, il est d'autant plus important d'étudier à fond toutes les possibilités et solutions de rechange afin d'essayer de découvrir le moyen de maintenir l'Europe à l'avant-garde de la physique des hautes énergies sans engager des dépenses aussi élevées. Voilà pourquoi nous avons prévu au CERN la création d'un groupe chargé d'étudier activement les perspectives d'avenir. L'une des solutions déjà envisagées consisterait à construire les machines appelées «**anneaux de stockage**» qui permettraient d'utiliser le SP actuel en vue d'obtenir à certaines fins limitées une énergie équivalente à plus de 1000 GeV. Ils ne pourraient toutefois pas fournir des faisceaux de haute intensité. Le coût d'un tel projet serait à peu près égal à celui du SP du CERN actuel et de son équipement connexe.

Il convient d'établir une nette distinction entre le problème des futures grandes machines en Europe et celui du développement du Laboratoire du CERN muni de ses accélérateurs actuels. Cette seconde question a été traitée plus haut ; on a tenté de démontrer qu'une augmentation graduelle des dépenses et des activités au cours des prochaines années constitue une nécessité absolue pour permettre au CERN d'atteindre les objectifs qui lui avaient été fixés lors de sa création il y a huit ans. Il s'agit ici, en revanche, de l'avenir du CERN *une fois* qu'il aura accompli cette première tâche immédiate.

La discussion de l'avenir à long terme ne peut se poursuivre sans tenir compte de la possibilité de réaliser un projet de très grand accélérateur sur une base **intercontinentale**. Puisqu'il s'agit d'une dépense assez considérable et qu'il serait possible d'en partager les risques, il semble tout à fait rationnel d'entreprendre le premier projet à l'échelle mondiale. La solution la plus rationnelle n'est toutefois pas nécessairement celle qui peut être adoptée dans l'état actuel du monde. L'Europe, et en particulier le Groupe d'études du CERN, doivent néanmoins suivre de près la possibilité d'une réalisation intercontinentale de ce genre, notamment parce que, si elle devait être entreprise, c'est quelque part en Europe qu'il serait le plus logique de la situer. Il est hors de doute qu'une telle éventualité serait extrêmement fructueuse pour la physique européenne ●

Nouvelles de l'étranger

STANFORD

Il est intéressant de noter que le «**Projet M**» (pour Monstre !) a été approuvé par le Gouvernement des Etats-Unis ; on entame maintenant la construction de ce qui sera l'instrument de recherche le plus grand et le plus coûteux de ce genre dans le monde.

Il s'agit de l'accélérateur linéaire d'électrons de 20 GeV, qui sera construit à l'Université de Stanford (Californie, Etats-Unis) grâce aux crédits fournis par la Commission à l'Energie atomique des Etats-Unis. L'accélération des électrons se fera à l'intérieur d'un tube à vide droit, long de 3 km environ, dans un tunnel situé sous 11 m de terre. Tous les 12 m, le tube sera alimenté par des ondes haute fréquence provenant de 240 grands oscillateurs à klystrons ; l'énergie fournie permettra d'accélérer les électrons à 99,999999% de la vitesse de la lumière. Parmi les expériences proposées, il convient de citer l'étude des processus dus à des électrons de haute énergie, les recherches sur la structure des particules nucléaires, des expériences à l'aide de faisceaux de particules secondaires produits par le faisceau d'électrons de haute intensité, des essais relatifs à la théorie fondamentale de l'électromagnétisme, et peut-être même l'étude de nouvelles particules et d'autres phénomènes encore inconnus. Au stade final, on envisage d'augmenter l'énergie maximum jusqu'à 40-45 GeV, en disposant des klystrons tous les 3 mètres.

On estime que la construction de la machine et des laboratoires annexes reviendra à 114 millions de dollars, c'est-à-dire 4 fois le coût du synchrotron à protons du CERN ; les dépenses de

fonctionnement seront de l'ordre de 15 à 20 millions de dollars par an. Lorsque l'accélérateur sera terminé, aux environs de 1967, l'effectif total s'élèvera à quelque 700 personnes.

Le Directeur de ce projet est le Prof. **Wolfgang K. H. Panofsky**, qui travaille à Stanford depuis 1951 et qui, récemment encore, dirigeait les expériences faites à l'aide de l'accélérateur linéaire Mark III de 1 GeV, le plus grand que possède actuellement l'Université de Stanford.

Un autre membre de l'Université de Stanford, le Prof. **Robert Hofstadter**, a reçu le Prix Nobel de Physique l'année dernière pour ses travaux sur la structure nucléaire effectués au moyen de l'accélérateur Mark III.

BROOKHAVEN

Rappelons également que le **synchrotron à gradient alterné** du Laboratoire national de Brookhaven (Etats-Unis) a été inauguré le 13 septembre 1961, immédiatement après la **Conférence internationale de Brookhaven sur les accélérateurs de haute énergie**, tenue en 1961.

La conférence même n'a pas été sans laisser à de nombreux participants un sentiment de désappointement, étant donné l'absence de la délégation attendue de l'Union soviétique, empêchée à la dernière minute. L'échange d'idées que l'on souhaitait sur l'avenir des accélérateurs de plus grandes dimensions et sur la possibilité de construire une nouvelle machine «mondiale» a dû être ajourné.

BERKELEY

La Fondation scientifique nationale des Etats-Unis (U.S. National Science

Foundation) finance, par l'intermédiaire de l'Institut américain de physique (American Institute of Physics), une étude historique sur **les origines et le développement de la physique des quanta**. Le Comité d'organisation, présidé par le Prof. J.A. Wheeler, de l'Université de Princeton, s'efforce de «rassembler une série d'interviews avec des savants qui eurent une influence prépondérante entre les années 1913-1938 dans la révolution quantique et de rechercher des documents sur la théorie des quanta et sur les progrès scientifiques y relatifs entre 1898 et 1938».

En qualité de directeur du projet, M. Thomas S. Kuhn, Professeur d'histoire de sciences à l'Université de Californie, a, par une lettre récente adressée à la revue anglaise *The New Scientist*, lancé un appel en vue de rassembler différents documents :

- « (1) lettres ayant trait à l'histoire de la physique quantique ;
- (2) manuscrits ;
- (3) comptes rendus de réunions ;
- (4) photographies et films ;
- (5) mémoires sur des séminaires où furent discutés des points importants, ou notes relatant la naissance de concepts essentiels et des cas où la manière de voir d'un chercheur fut radicalement transformée par celle d'un collègue. »

Jusqu'au mois de septembre 1962, l'adresse du projet est la suivante : 224 Stephens Memorial Hall, University of California, Berkeley 4, California, U.S.A. Après cette date, le projet aura pour adresse «Universitets Institut for Teoretisk Fysik, Blegdamsvej 17, Copenhagen, Danemark», afin de faciliter la collaboration avec les savants européens. ●

PUBLICATIONS REÇUES

Les hommes de science, qui tentent d'expliquer leur travail à des profanes, de même que les profanes qui s'efforcent de comprendre les résultats des plus récents progrès de la science, se heurtent à une même difficulté : ils parlent bien souvent des langues presque totalement différentes. Les termes et idées dont se sert couramment l'homme de science pour bien décrire ses travaux, n'évoquent souvent chez son interlocuteur que des idées vagues ou même aucune idée du tout. Lorsqu'il s'agit de la physique des hautes énergies, il est presque indispensable pour bien saisir les concepts les plus récents, de connaître les rudiments du langage utilisé.

L'atome, source d'énergie, (Librairie Payot, Lausanne, 5.-Fr. s.), par Jacqueline Juillard, est un petit livre qui peut être utile à tous ceux qui désirent acquérir ces connaissances de base. L'ouvrage, le 37^e de la série «Petits Atlas Payot Lausanne», est présenté dans un format très pratique ; il décrit avec concision et logique le développement de nos idées concernant les atomes et les noyaux, de l'atome et des éléments chimiques aux utilisations pratiques de la fission et des expériences sur la fusion de noyaux. Un chapitre est consacré aux accélérateurs de particules.

Ce livre est clairement rédigé, bien présenté, et bien illustré. On n'y relève que quelques erreurs dont la plus grave est

Ce numéro est le premier à donner quelques commentaires sur des ouvrages susceptibles d'intéresser nos lecteurs. Nous espérons en faire une rubrique régulière du COURRIER CERN, qui contiendra surtout — mais peut-être pas exclusivement — des commentaires sur les livres ayant trait à la recherche dans le domaine de la physique des hautes énergies.

une confusion regrettable entre les particules étranges et l'antimatière, mais les simplifications sont faites de telle manière qu'un physicien y trouverait réellement bien peu à redire. Ce livre fournit à tous ceux qui désirent une explication des expressions «énergie» et «électronvolt», et de la raison pour laquelle il est si difficile d'atteindre un noyau, une très bonne introduction aux merveilles de la physique nucléaire et des particules. A. G. H.

Le **dictionnaire agenda annuaire atomique**, publié par la revue mensuelle *Industries Atomiques* (Editions de la Grange-Batelière, Paris, 18.- NF ; Agence d'Editions Charles Durr, Bruxelles, 175.- Fr. b. ; Editions René Kister, Genève, 16.- Fr. s.), sert à la fois d'ouvrage de référence pour l'industrie nucléaire et d'agenda pour 1962.

Dans la première partie, on trouve les adresses des organismes officiels chargés de l'énergie nucléaire dans les divers pays du monde, et un chapitre consacré à la structure et aux activités des diverses organisations internationales. Mais la plus grande partie de l'ouvrage (120 pages) est réservée au «dictionnaire nucléaire», établi par M. J. Combe et Mlle

(suite en page 10)

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 VARI-LUX permettant de faire varier la puissance d'éclairage - Papiers pour développements à sec et semi-humides.

Bureau-Offset — Machines-offset et plaques-offset présensibilisées 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

PUBLICATIONS REÇUES (suite)

Marie-José Weill, et qui avait été auparavant publié en chapitres séparés dans la revue *Industries Atomiques*. (M. Combe est l'un des chefs du Groupe des Emulsions Nucléaires du CERN et Mlle Weill faisait partie jusqu'à récemment du Groupe de Chimie Nucléaire). Ce dictionnaire compte quelques 600 mots, ceux «qui sont les plus utiles pour la compréhension de textes courants traitant des questions de physique nucléaire». Chaque mot est suivi de sa définition. Certaines de ces définitions sont assez longues ; en effet, contrairement à de nombreux glossaires analogues, cet ouvrage dans son ensemble peut servir d'introduction fondamentale aux questions de physique nucléaire et de chimie nucléaire. Il ne s'adresse pas précisément aux profanes, puisqu'il ne cherche pas à éviter l'emploi de symboles, de lettres grecques, ou de formules mathématiques. Cependant, les notions spéciales sont expliquées avec clarté en des termes scientifiques simples. En regard de chaque mot figurent ses équivalents anglais, allemand et russe. L'adjonction de renseignements biographiques concernant des lauréats du prix Nobel de physique et plusieurs références à des travaux d'une importance historique augmentent l'intérêt de ce dictionnaire.

On trouve, dans d'autres parties de l'annuaire, la liste des piles de puissance expérimentales et des centrales nucléaires (qui n'est malheureusement pas à jour dans tous ses détails), des renseignements assez sommaires concernant les niveaux de contamination radioactive, et une table de conversion très utile pour la plupart des unités courantes de mesure.

Outre les nombreuses pages consacrées à la publicité insérées dans tout le volume, une section est réservée à la liste des fournisseurs des industries atomiques, catalogués en diverses catégories. Il s'agit surtout d'entreprises françaises, belges ou suisses, bien qu'il n'y ait apparemment aucune raison pour expliquer l'absence d'entreprises d'autres pays.

L'agenda même comprend pour chaque jour une colonne subdivisée en heures, ce qui permet de noter les rendez-vous, etc. La semaine entière figure sur une double page.

A. G. H. ●

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

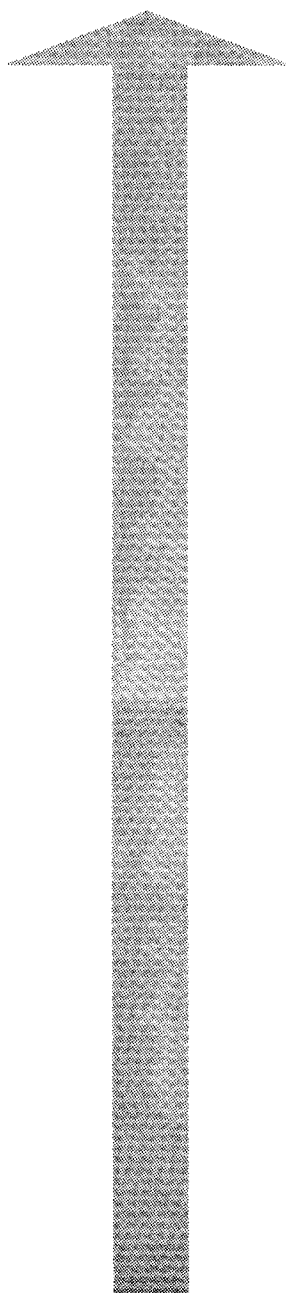
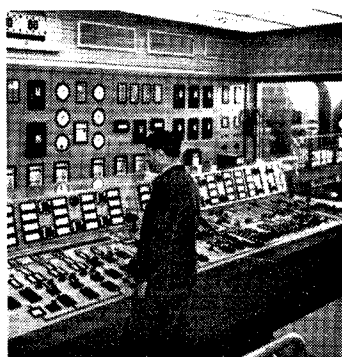
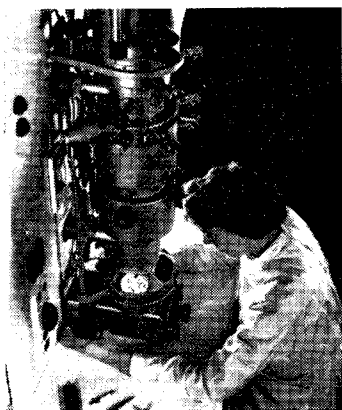
BALZERS AKTIENGESELLSCHAFT
FÜR HOCHVAKUUMTECHNIK UND DÜNNE SCHICHTEN

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

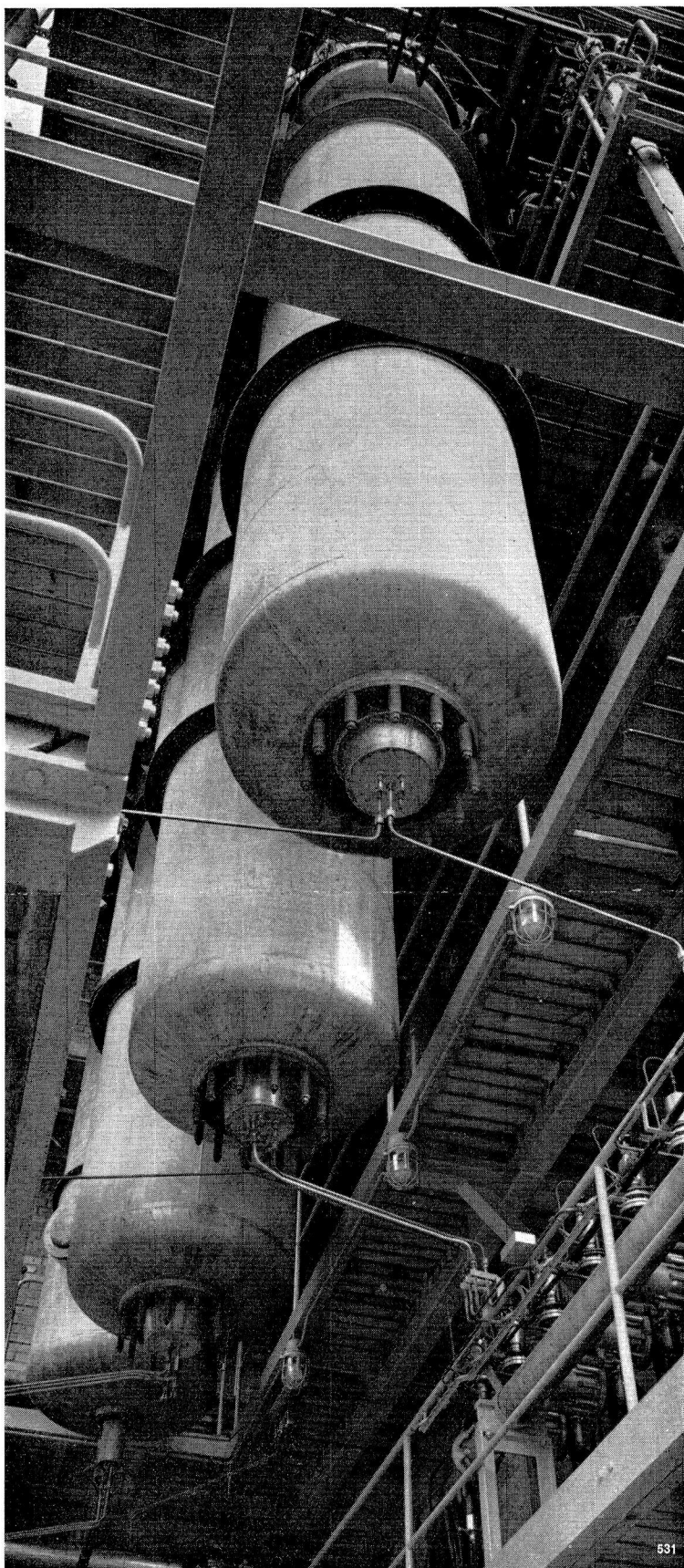
S.A. DES PRODUITS ELECTROTECHNIQUES SIEMENS

Lausanne • Berne • Zurich

Représentation générale pour la Suisse de la

SIEMENS & HALSKE AG

Berlin • Munich



SULZER

projettent et livrent pour :

Applications industrielles de procédés physico-chimiques

Installations pour :
rectification de précision
production d'eau lourde
liquéfaction de gaz
upérisation - stérilisation
détoxication du gaz de ville, etc.
colonnes de laboratoire.

Applications de la chaleur

Générateurs de vapeur jusqu'aux plus hautes pressions
Chaudières et accumulateurs d'eau surchauffée
Turbines à gaz
Moteurs Diesel
Réacteurs pour centrales nucléaires
Pompes thermiques.

Applications du froid artificiel

Installations frigorifiques
Générateurs de glace tubulaire
Installations à très basses températures.

Climatisation

Installations de chauffage et de ventilation.
Ainsi que :

Compresseurs axiaux et radiaux

Compresseurs à piston sec

Pompes

pour refoulement de liquides épais, fluides et corrosifs.

Sulzer Frères

Société Anonyme

Winterthur, Suisse

Installation à très basse température (-250°C)
pour la production de D_2O .
(Usine d'Ems S. A., Domat/Ems, Suisse).

— 250 °C