

électrons-positons de physique à deux photons (collisions photon-photon), des monopôles magnétiques, des phénomènes hadroniques mous, des techniques d'expérimentation, de recherche des particules, tout cela et bien plus rendait profitable l'assistance aux séances parallèles.

Placée sous les auspices de l'Union internationale de physique pure et appliquée (IUPAP), la Conférence de Leipzig était fort bien organisée par l'Institut de physique des hautes énergies de l'Académie des sciences de la République démocratique d'Allemagne, les départements

de physique de l'Université Karl Marx de Leipzig et de l'Université Humboldt de Berlin et la Société de physique de la République démocratique d'Allemagne.

*Compte rendu de Gordon Fraser.*

# ALEPH

Notre dernier numéro contenait le premier d'une série d'articles (DELPHI, page 227) sur les quatre grandes expériences prévues dans l'anneau électron-positon LEP du CERN, d'une circonférence de 28 km, actuellement en construction et dont les premiers faisceaux sont prévus en 1988.

Ce mois-ci, nous poursuivons avec le détecteur ALEPH (Apparatus for LEP pHysics). Les annihilations électron-positon typiques produites dans le LEP seront très compliquées, produisant de nombreuses particules au sein de gerbes (les «jets») qui voleront dans toutes les directions autour du point de croisement des faisceaux. Le détecteur ALEPH est conçu pour collecter autant d'informations que possible sur chaque événement dans la plus grande calotte sphérique possible.

Il comprend autour d'un trajectoscope (TPC) servant de détecteur central, une grande bobine supraconductrice (ensemble conçu pour permettre sur une large gamme une détermination précise de l'impulsion) et un calorimètre à grain fin destiné à mesurer avec une très bonne résolution spatiale le dépôt d'énergie sous forme électromagnétique.

Le coût d'ALEPH s'élèvera à environ 75 millions de francs suisses aux

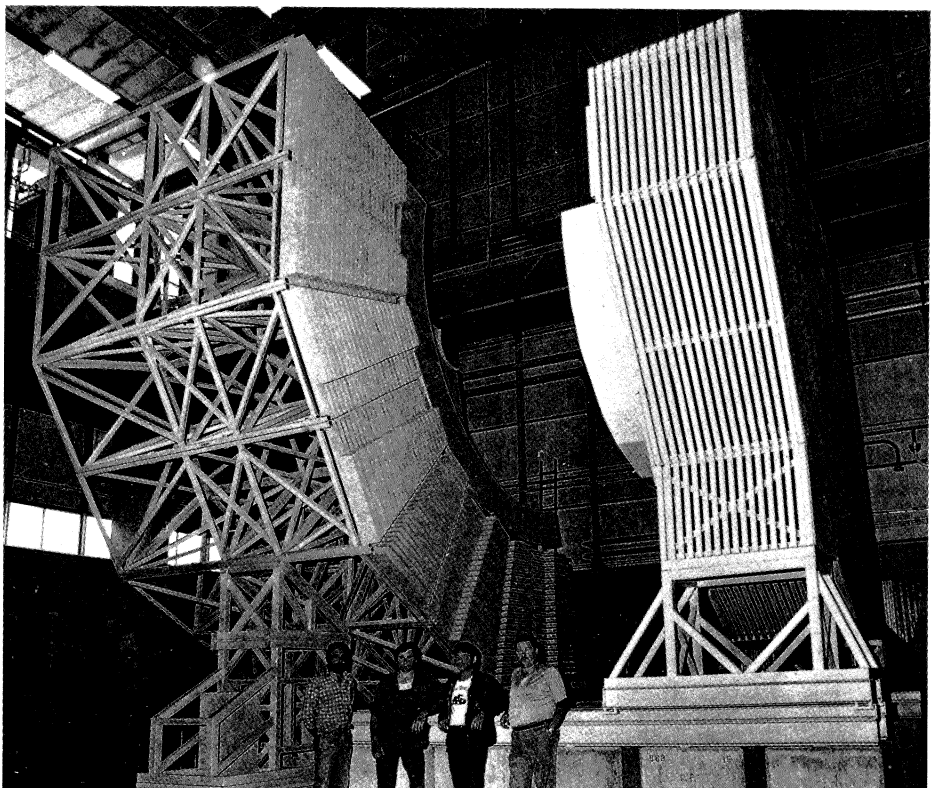
prix actuels, mais cette dépense sera «échelonnée»: une version un peu plus modeste sera prête pour recevoir les premiers faisceaux et l'appareillage sera complété par la suite.

Comme dans toutes les expériences

*Maquette en vraie grandeur d'une partie du détecteur ALEPH montrant (à droite) une partie d'un bouchon et un segment du calorimètre hadronique (à l'extérieur) et du calorimètre électromagnétique à fine granularité.*

*(Photo CERN 103.6.84)*

ces LEP, un grand nombre de personnes font partie de la collaboration ALEPH, soit quelque 300 scientifiques de 25 instituts de recherche répartis dans neuf pays et sur trois continents: Athènes (Demokritos),



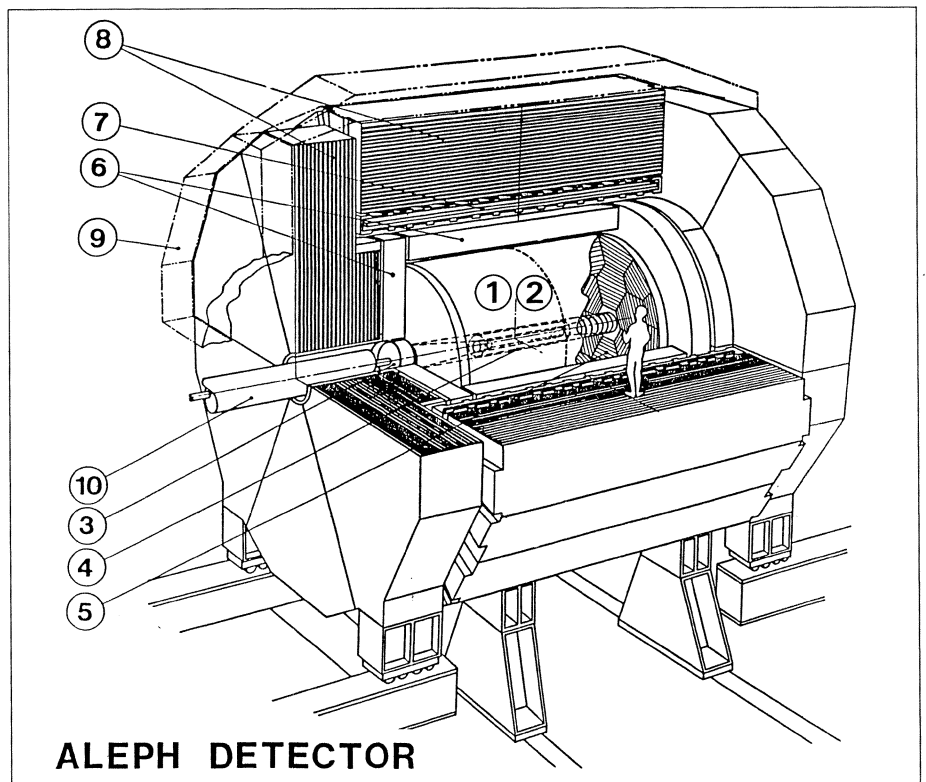
Bari, Beijing, CERN, Clermont-Ferrand, Copenhague, Dortmund, Edimbourg, Frascati, Glasgow, Heidelberg, Lancaster, Londres (Imperial College et Westfield College), Marseille, Munich (M.P.I.), Orsay, Paris (Ecole polytechnique), Pise, Rutherford-Appleton, Saclay, Sheffield, Siegen, Trieste et Wisconsin.

A l'intérieur aussi bien qu'à l'extérieur de la bobine supraconductrice principale, ALEPH est agencé en couches concentriques de détecteurs, dont chacun remplit un rôle distinct. Des «bouchons» se referment sur la région d'intersection et leur structure multicouche reprend celle du détecteur central.

Le solénoïde principal, en construction à Saclay, fournira une induction magnétique très uniforme de 1,5 T dans le détecteur central. Sa configuration doit beaucoup à celle utilisée dans CELLO, détecteur très satisfaisant placé dans l'anneau électron-positon PETRA du Laboratoire allemand DESY (Hambourg). Il comprend une bobine principale longue de 6,4 m et de 5,3 m de diamètre prolongée aux extrémités par deux compensateurs longs de 40 cm. Le câble supraconducteur est un composite cuivre-niobium-titane noyé dans une bande d'aluminium par un procédé d'extrusion.

Etant donné qu'il porte sur 25 tonnes d'équipement, le refroidissement de la température ambiante à 4,2 K (la température de fonctionnement) prendra une quinzaine de jours. La bobine et son cryostat seront construits en deux moitiés et transportés au CERN par la route. Les supports en fer doivent être solidement fabriqués car ils devront résister à une force magnétique de 4000 tonnes attirant les deux bouchons l'un vers l'autre. La structure en fer, la réfrigération et les alimentations nécessaires sont en construction au CERN.

A l'intérieur du solénoïde, le détecteur cylindrique central doit suivre les traces des particules avec une bonne résolution en impulsion et en direction tout en permettant une bonne



reconnaissance de formes et la séparation des divers types de particules grâce à leurs différentes pertes d'énergie par ionisation. Très tôt, les réflexions se sont cristallisées sur un trajectroscope (TPC) utilisant un mélange argon-méthane à pression atmosphérique avec un champ de dérive de 20 kV/m dans le volume de 42 m<sup>3</sup>.

La mesure des traces des particules ionisantes dans le trajectroscope se fera par échantillonnage continu des signaux obtenus sur 3000 fils proportionnels et 22 000 capteurs cathodiques au cours des 35 ms que peut durer la dérive des électrons vers les plans d'électrodes aux extrémités. La configuration des électrodes tient compte de l'expérience acquise avec la TPC utilisée dans l'anneau électron-positon PEP de Stanford.

Un ingénieux système d'étalonnage par laser permettra de corriger les irrégularités du champ du trajectroscope. Naturellement, un numériseur TPD et un processeur TPP électroni-

Schéma du détecteur ALEPH destiné à l'expérimentation au collisionneur électrons-positons LEP du CERN :

1) enceinte à vide, 2) mini-détecteur de vertex, 3) moniteur de luminosité, 4) chambre intérieure, 5) trajectroscope (TPC), 6) calorimètre électromagnétique, 7) bobine supraconductrice, 8) calorimètre hadronique, 9) détecteur de muons, 10) quadrupôle supraconducteur.

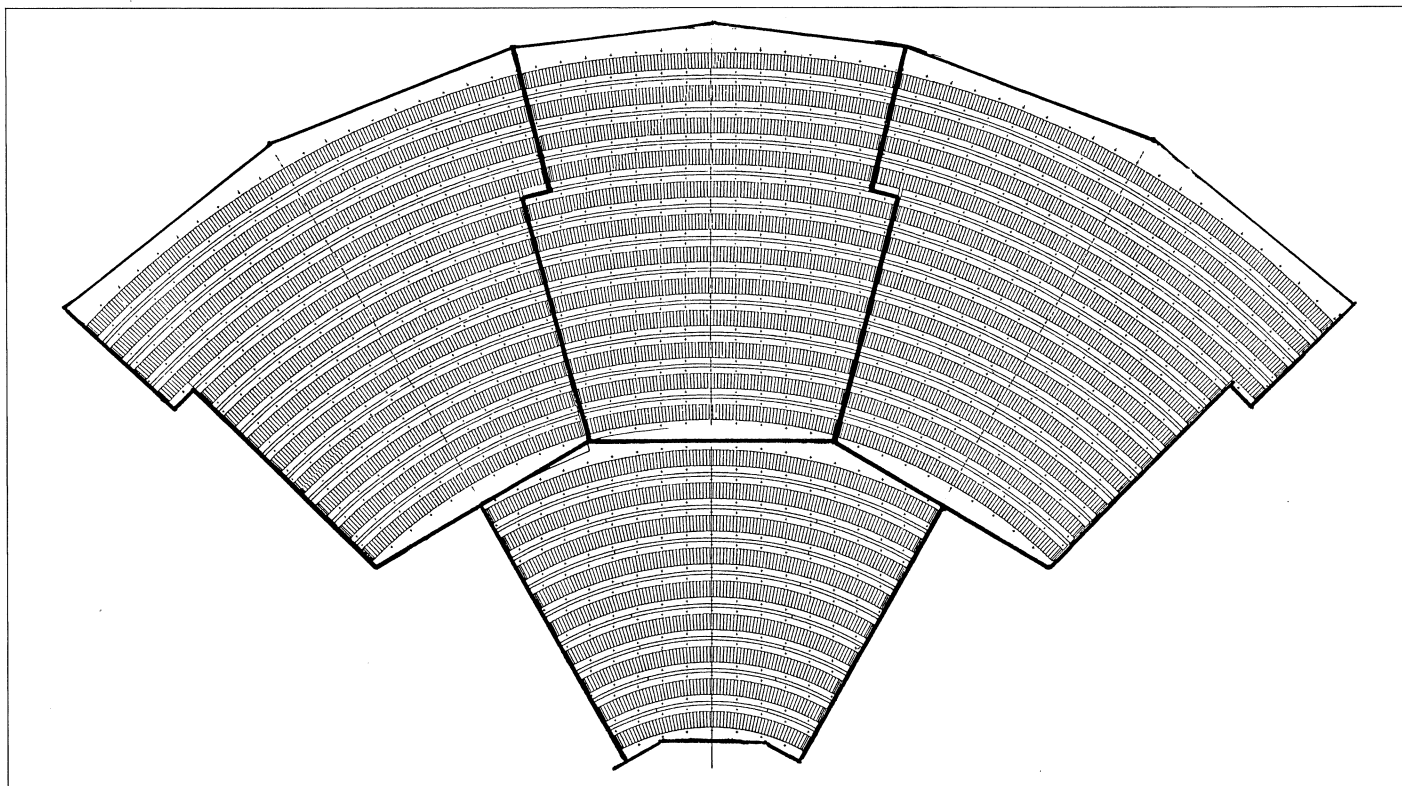
ques traiteront l'énorme quantité des données brutes fournies, dont seule une petite fraction contient en fait des informations utiles sur les traces.

Un prototype (TPC 90, dont les extrémités sont approximativement de la taille de celles de l'un des 18 secteurs de la version finale) a été construit et il subit actuellement des essais à l'aide de traces produites par des faisceaux laser.

Les travaux de développement et de fabrication du trajectroscope sont partagés entre le CERN, Dortmund, Pise, Munich, Trieste et Wisconsin; le système d'étalonnage est à la charge de Dortmund et Glasgow.

Entourée par le trajectroscope, on trouvera la chambre interne d'ALEPH (Imperial College, Londres), chambre à dérive classique à petite cellule (rayon extérieur 280 mm, rayon intérieur 128 mm). Elle permettra le suivi des particules près de l'enceinte à vide et ses signaux joueront un rôle essentiel dans le déclenchement électronique primaire.

Diagramme de quatre des 18 secteurs de chaque armature d'extrémité du trajectoscope d'ALEPH montrant la disposition d'une partie des 22 000 capteurs cathodiques.



Plus tard, un mini-détecteur de vertex (Pise) d'un diamètre extérieur de 105 mm sera installé à l'intérieur de la chambre interne. Construit à partir de détecteurs multiélectrodes au silicium, il offrira le suivi à proximité du vertex de plus en plus utilisé pour détecter les particules éphémères qui se désintègrent très près du point d'interaction. Des deux côtés des détecteurs intérieurs et au centre des bouchons se trouveront les moniteurs de luminosité (Copenhague et Siegen).

À l'intérieur du solénoïde, mais à l'extérieur de la TPC, on trouvera le calorimètre électromagnétique dont la structure est celle d'un millefeuille de plomb (feuilles épaisses de 2 mm) et de chambres à fils offrant transversalement une bonne granularité adaptée à la taille des gerbes électromagnétiques produites; il sera sectionné en «micro-tours», dont chacune sera divisée longitudinalement en trois étages. Le «tonneau» central, de douze modules de 11 tonnes comprendra 48 000 micro-tours,

tandis que 24 000 autres se trouveront dans les bouchons, le tout représentant 216 000 voies électroniques.

Les calorimètres électromagnétiques des bouchons seront fournis par le Laboratoire Rutherford et Glasgow tandis qu'une collaboration française se charge du «tonneau» (Clermont-Ferrand / Ecole polytechnique / Marseille / Orsay / Saclay).

À l'extérieur du solénoïde, l'épaisseur de fer de 120 cm soutenant le reste du détecteur constituera la culasse de l'aimant et sera garnie de détecteurs (des tubes plastiques à sillage lumineux de 1 cm<sup>2</sup> de section) pour mesurer l'énergie hadronique déposée et déceler les muons ayant traversé le reste de l'appareil. Au total 56 000 tubes seront utilisés dans la partie cylindrique et 82 000 autres dans les bouchons d'un diamètre de 9 m. Le calorimètre hadronique est une réalisation italienne, Frascati fournissant le tonneau, Pise et Bari les bouchons.

Le détecteur de muons fait appel à

une double couche de tubes à sillage pour détecter les muons traversant le fer du calorimètre hadronique. La couche extérieure ne deviendra sans doute opérationnelle qu'après l'analyse des premières collisions électron-positon.

Comme dans toutes les expériences utilisant des collisions de faisceaux de forte luminosité, le système d'acquisition et de traitement des données d'ALEPH revêt une grande importance. Un premier déclenchement rapide utilisant les signaux recueillis par la chambre interne, le calorimètre hadronique, le calorimètre électromagnétique, les chambres à muons et les moniteurs de luminosité sera activé en quelques microsecondes; il alertera l'électronique du trajectoscope et lancera le second niveau de déclenchement. Comme les croisements de faisceaux n'ont lieu que tous les 23 ms, aucune des précieuses informations ne sera perdue.

Le déclenchement du deuxième niveau utilisera essentiellement les

données du trajectoscope pour vérifier que les traces pointent bien vers le lieu de croisement des faisceaux. Il réduira le taux de déclenchement à un peu moins de 10 Hz.

Le déclenchement final réduira le taux d'acquisition des données à un niveau (quelques événements par seconde) convenable pour l'enregistrement sur bande magnétique en vue d'un traitement différé. L'élaboration

du système de déclenchement est sous la responsabilité de Heidelberg et Rutherford. La norme électronique Fastbus sera bien en vue dans l'ensemble du système.

Un aussi grand projet nécessite un travail considérable d'élaboration du logiciel, auquel tous les instituts de la collaboration prennent une part active.

Il n'existe pas de recette pour la

construction d'un détecteur destiné à découvrir l'inconnu, surtout quand celui-ci a de bonnes chances de mettre en jeu des interactions rares et compliquées entre particules. Toutefois, l'équipe d'ALEPH croit son détecteur capable de démêler une grande partie de cet écheveau et d'être ainsi un appareil bien adapté à l'étude de ce qui est connu comme à la découverte de l'inconnu.

## 50 ans d'interactions faibles

*Réunion nationale de la Société italienne de physique pour commémorer cinq décennies de théorie des interactions faibles: R. Gatto (à gauche), M. Baldo Ceolin, E. Fiorini (premier plan).*

Dans le demi-siècle qui a suivi la première formulation théorique de la désintégration nucléaire bêta par Fermi en 1934, notre compréhension des interactions faibles s'est lentement développée pour aboutir au modèle unifié électrofaible, couronné de succès l'an dernier par la découverte au CERN des particules W et Z, médiatrices de la force nucléaire faible.

Pour commémorer et passer en revue ces cinq décennies de création scientifique, une réunion nationale de la Société italienne de physique était organisée à Bologne en avril, à laquelle ont participé beaucoup de personnes célèbres pour leur rôle au chapitre des interactions faibles. Ce domaine de la physique a toujours fortement attiré les physiciens italiens. A part Fermi, on doit citer Amaldi, Bernardini, Cabibbo, Conversi, Maiani, Occhialini, Piccioni, Pontecorvo, Puppi, Rossi, Rubbia et bien d'autres.

En marge de la réunion de Bologne, un livre magnifique a été publié contenant les exposés qui y ont été

