

ALEPH

Le présent article est le deuxième d'une série consacrée aux quatre expériences en cours au collisionneur électron-positon LEP du CERN. Bien que venant seulement de terminer leur première année de saisie de données, les vastes collaborations qui en sont responsables comptent dix années d'histoire. Elles mobilisent plus de 2000 physiciens venant des Etats membres du CERN, ainsi que du Brésil, de Bulgarie, du Canada, de Chine, des Etats-Unis, de Finlande, de Hongrie, de l'Inde, d'Israël, du Japon, de Pologne, de Tchécoslovaquie, d'Union soviétique (dont l'Institut unifié de recherche nucléaire de Dubna).

En 1980, lorsque les préparatifs pour le collisionneur électron-positon LEP commencèrent à s'accélérer, une grande expérience neutrino, menée par une collaboration CERN/Dortmund/Heidelberg/Saclay, en était à sa troisième année d'exploitation au synchrotron à protons SPS.

Baptisée WA1, elle avait été la première à être approuvée pour le SPS lorsque le programme d'expérimentation avait commencé à être discuté en 1974 et elle devait, par la suite, apporter de précieuses contributions à la physique du neutrino à énergie élevée.

Placée sous la direction de Jack Steinberger, WA1 avait succédé à une expérience effectuée au PS par un groupe CERN/Heidelberg, expérience qui avait grandement contribué à l'étude de la violation de l'invariance par CP dans la désintégration des kaons neutres.

En 1980, comme de nombreux objectifs de recherche de WA1 étaient soit atteints, soit clairement définis, le groupe dut penser à l'avenir à long terme. Nombre de

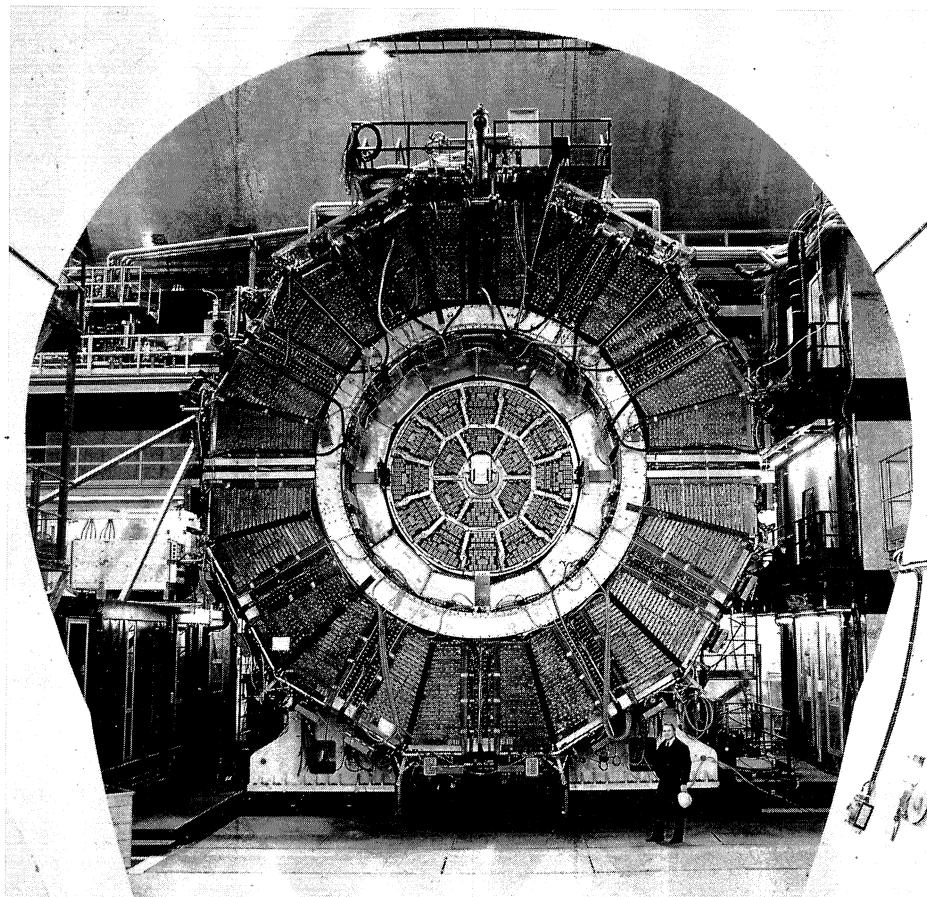
physiciens de WA1, toujours enthousiastes à l'idée de travailler les uns avec les autres, décidèrent de rester ensemble pour le LEP. C'est ainsi qu'ALEPH (acronyme de Apparatus for LEP pHysics) compte une longue tradition à son actif.

(C'est Sau-Lan Wu de Wisconsin qui insista pour que fût choisi un acronyme qui serait en même temps une des premières lettres d'un alphabet: Aleph est la première lettre de l'alphabet hébreu, précurseur dans sa forme primitive d'un grand nombre d'alphabets ultérieurs.)

Si WA1 a été considérée à son époque comme une grande expérience, servie par plus de trente physiciens, une expérience LEP avait besoin d'un effectif beaucoup plus important et Orsay, Munich, le Laboratoire Rutherford-Appleton

Vue de face du détecteur ALEPH au collisionneur électron-positon LEP du CERN. Peter Schilly, coordonnateur de l'installation, paraît bien petit devant cette masse de 12 mètres de haut et de 3000 tonnes.

(Photo CERN 61.12.88)



(Royaume-Uni) et Pise furent bientôt contactés. Pour finir, ALEPH crût et attira de nombreux autres chercheurs, dont des groupes des Universités de Pékin, de Floride, de Wisconsin et, très récemment, de Santa Cruz.

L'objectif déclaré d'ALEPH au LEP était de recueillir autant de renseignements que possible sur chaque collision électron-positon et dans un volume sphérique maximum.

Les concepteurs caressèrent au début l'idée de pouvoir utiliser un aimant sphérique, mais se rendirent rapidement à la solution plus classique d'un solénoïde, du même modèle mais en plus grand que celui employé dans le détecteur CELLO dans l'anneau PETRA au Laboratoire DESY, Hambourg. L'aimant fut réalisé au Laboratoire français de

WIENER CRATES

VME·VXI modular 1250 W, microprocessor monitoring, IEC-CAENET interfaces CERN-DESY-specs. V 422/430

FASTBUS approved to CERN-F6852 modular 3 kW, optional up to 4 kW, interfaces on request

CAMAC·NIM according to CERN-specs. 200 – 500 W in linear, up to 1,4 kW in switching technology

High Reliability
High Quality

wiener
STROMVERSORGUNGEN
ein Unternehmen der WIKAFirmengruppe

Hans Wiener GmbH + Co., Müllersbaum 18–20
W-5093 Burscheid (Hilgen), Tel. 0 21 74/678-0
Fax 67 85 55, Telex 8 515 523 wies d



BRITISH TECHNOLOGY GROUP

If you use *silicon detectors, CCD's, channel-plates, photomultipliers or pixel devices* contact

British Technology Group for

- 16/128-channel charge amplifiers with multiplexed output – *low power/low noise*
- single channel pre-amplifiers/discriminators – *easy assembly into 128-channel system*

Designed at Rutherford Appleton Laboratory
Widely used in high energy physics experiments

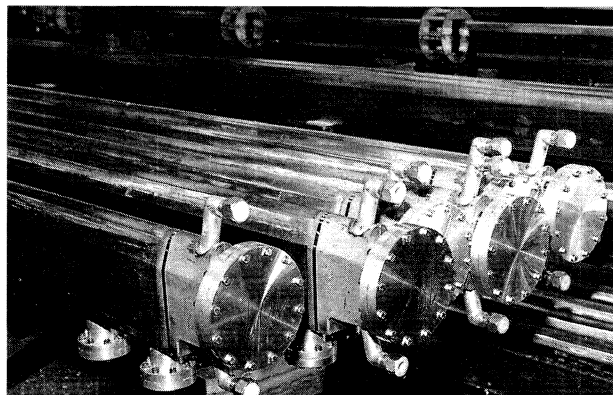
For further information contact:

John Roach, E & IT Division
British Technology Group
101 Newington Causeway, London SE1 6BU
Tel: +44 71 403 6666 Fax: +44 71 403 0320

Radiation Shielding with Lead

We supplied the shieldings for:

- the LEP-ring at CERN, Geneva, made of lead with metallic bonding to the aluminium chambers
- the HERA-ring at DESY, Hamburg, made of lead profiles and components which were placed on the copper chambers.



Lead-lined chambers for LEP-ring, CERN



Apparatebau Goslar
GmbH & Co KG

Im Schleeke 7, Postfach 1220
D-8380 Goslar, Fax 05321-754333

L'aimant supraconducteur de 60 tonnes destiné à ALEPH est descendu avec précaution à 140 mètres sous terre.

(Photo CERN 201.6.88)

Saclay et arriva au CERN en juin 1987. Avec son cryostat, il pèse environ 60 tonnes et fournit un champ de 1,5 tesla à 5000 ampères.

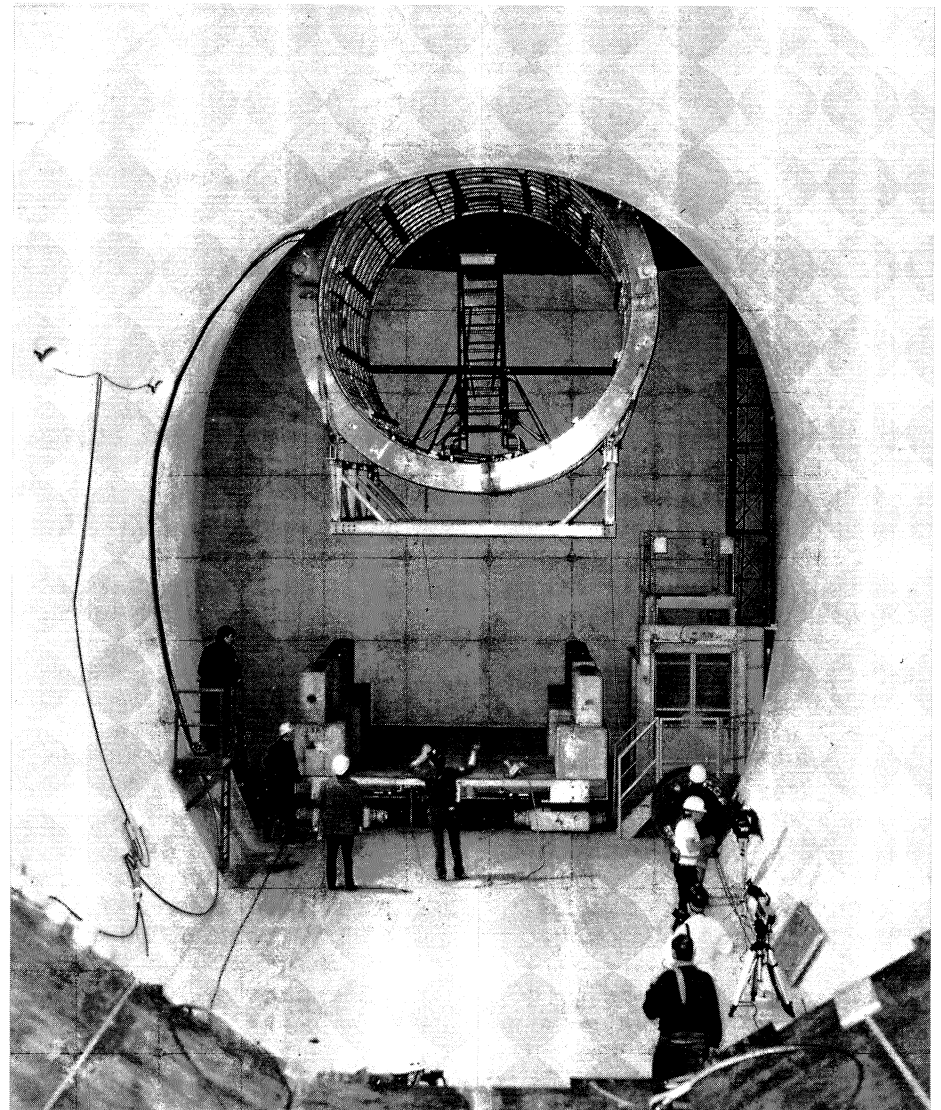
Quant au détecteur de traces central qui devait être installé à l'intérieur de cet aimant, il lui fallait être presque aussi grand que l'aimant lui-même pour mesurer avec précision l'impulsion des particules. L'utilisation d'une chambre à dérive classique aurait nécessité de tendre avec précision des fils de cinq mètres de long.

Etant donné ces difficultés, l'équipe ALEPH se tourna vers la chambre à projection tridimensionnelle (TPC) conçue à Berkeley pour le collisionneur PEP de Stanford, chambre dans laquelle les électrons d'ionisation produits dans le sillage des particules incidentes dérivent à travers un volume de gaz avant d'être enregistrés lorsqu'ils percutent la plaque d'extrémité.

Il devint rapidement manifeste qu'une TPC permettant de mesurer les trajectoires des particules dans trois dimensions ouvrirait la voie à la reconnaissance spatiale des formes et une série d'études sur des prototypes furent entreprises pour trouver une configuration optimale.

Construite au CERN et à l'Institut Max Planck de Munich, la TPC d'ALEPH (de 4,4 m de long et de 3,6 m de diamètre) est la plus grande du monde. Ont participé à sa réalisation, outre Munich et le CERN, des groupes de Dortmund, Pise, Trieste et de Wisconsin.

Compte tenu de l'expérience acquise avec la TPC utilisée au PEP, il était évident que les plaques d'extrémité d'ALEPH devaient être constituées de cercles étroitement joints de damiers radiaux disposés de telle manière que les traces rectilignes ne tombent jamais complètement sur un intervalle radial. Pour assurer une reconstitution précise des trajectoires, un système d'étalement par laser fut élaboré par Dortmund et Glasgow afin de corriger les irrégularités résiduelles du



champ magnétique.

L'ensemble du détecteur a profité, indépendamment d'un grand nombre de suggestions de détail, de la sagesse de Steinberger. Dès le début, celui-ci avait en effet donné comme consigne d'adopter autant que possible des solutions standard. C'est ainsi que la structure des détecteurs bouchons rappelle celle du détecteur central. Il avait aussi insisté pour que toutes les solutions présentées soient d'abord complètement comprises, principe qui a porté ses fruits.

Le génie logiciel, discipline nouvelle pour les physiciens mais hautement nécessaire, a lui aussi fait l'objet d'une attention considérable et nombre de membres de la collaboration se souviennent avec netteté de leur apprentissage des outils de programmation.

A l'intérieur de la TPC se trouve la chambre à traces interne réalisée par l'Imperial College de Londres. (Le minidétecteur de vertex qui se trouve aujourd'hui près du tube du faisceau d'ALEPH devait être installé beaucoup plus tard et est le fruit d'un travail commun à Munich et à Pise.)

Les deux faces des détecteurs internes sont constituées par une série de moniteurs de luminosité conçus et fabriqués par Copenhague, Siegen et Barcelone.

Le calorimètre électromagnétique «tonneau» de 2,25 mètres de rayon et pesant 130 tonnes, dont la structure est celle d'un millefeuille de plomb et de chambres à fils, est le résultat d'une collaboration entre de grands centres de recherche français, tandis que les bouchons, d'une structure identique, ont été réalisés au Royaume-Uni (Laboratoire Rutherford-Appleton et Glasgow).

Le calorimètre hadronique, composé de tubes à sillages lumineux, est une réalisation italienne, Frascati ayant fourni le tonneau et Pise et Bari les bouchons. D'un rayon extérieur de 4,68 mètres et d'un rayon intérieur de 3 mètres, il pèse 2580 tonnes.

Utilisant eux aussi des tubes à sillages lumineux, les détecteurs de muons ont été pris en charge par l'Italie et Pékin et contiennent environ 44 000 voies de lecture.

Etant donné que l'emplacement de L3 dans l'anneau du LEP (Point

2) était prédéterminé par la taille de l'expérience et que l'aimant classique d'OPAL dictait le choix du Point 6, il ne restait plus à DELPHI et à ALEPH que les Points 4 et 8. Les membres de l'équipe d'ALEPH firent grise mine lorsque la pièce lancée en l'air par le directeur général du CERN, Herwig Schopper, les condamna au premier, situé à 140 mètres sous terre sous le piémont du Jura. En effet, il semblait que l'«entrée en jouissance» devait intervenir avec du retard, ce qui impliquait que l'équipe d'ALEPH aurait fort à faire pour installer le détecteur complexe à temps pour les premiers faisceaux du LEP en 1989.

Derrière ce nuage se cachait cependant le soleil; en effet, le Point 4 fut prêt avant le Point 8 et, si à cause de la plus grande profondeur à laquelle devait être installée l'expérience il fallut creuser des puits profonds et tirer quantité de câbles, la couche supplémentaire de roche constituait une meilleure protection contre les rayons cosmiques parasites.

Lors des préparatifs d'ALEPH une grande importance fut accordée au préassemblage, pour que tout aille aussi bien que possible lorsque les travaux d'installation dans la caverne souterraine auraient commencé. Au CERN, le calorimètre hadronique fut préassemblé dans l'ancien hall de la chambre à bulles BEBC, tandis que l'ancien hall de la chambre à bulles de 2 mètres servit aux préparatifs de la TPC, à l'assemblage des baraques d'électronique à plusieurs étages et d'une maquette en bois grandeur nature du détecteur complet pour le câblage. Parallèlement, des éléments étaient mis à l'épreuve avec des faisceaux d'essai dans la zone ouest, sous la coordination de Horst Wachsmuth.

L'assemblage dans la caverne souterraine débuta à la date prévue en avril 1988 et se termina à temps juste 13 mois plus tard, grâce à l'excellent travail de P. Lazey-

ras, directeur technique, de M. Ferro-Luzzi, coordonnateur dans le domaine mécanique, et de P. Schilly, coordonnateur de l'installation. Les travaux pendant les dernières phases de l'installation étaient surveillés par une commission de mise en service, maintenant dissoute.

Jack Steinberger a pris officiellement sa retraite du CERN en 1986 à l'âge de 65 ans mais, étant titulaire d'un poste à Pise, il a continué de diriger ALEPH jusqu'à l'année dernière où il a passé le flambeau à Jacques Lefrançois, d'Orsay, qui était président du Comité directeur, le «conseil d'administration» d'ALEPH. Ce comité est maintenant présidé par Adolf Minten.

La communication à l'intérieur de la collaboration ALEPH est favorisée par quatre grandes réunions

La reconstitution des trajectoires décrites par les particules est assurée pour ALEPH par la chambre à projection tridimensionnelle la plus grosse du monde, de 3,6 m de diamètre sur 4,4 m de long.

(Photo CERN 390.4.88)

annuelles de tous les membres, dont une se tient toujours à l'extérieur du CERN, chez l'un des instituts participants. L'indispensable «bottin mondain» d'ALEPH est mis à jour chaque mois pour assurer une information exacte.

Cette année, la mise en place d'une deuxième couche de chambres à muons et l'arrivée du détecteur interne de vertex permettront de parachever la réalisation de l'idée primitive d'ALEPH. Toutefois, vu les améliorations et aménagements nouveaux qui sont prévus pour le LEP même, il est peu probable que la configuration d'ALEPH soit figée.

