

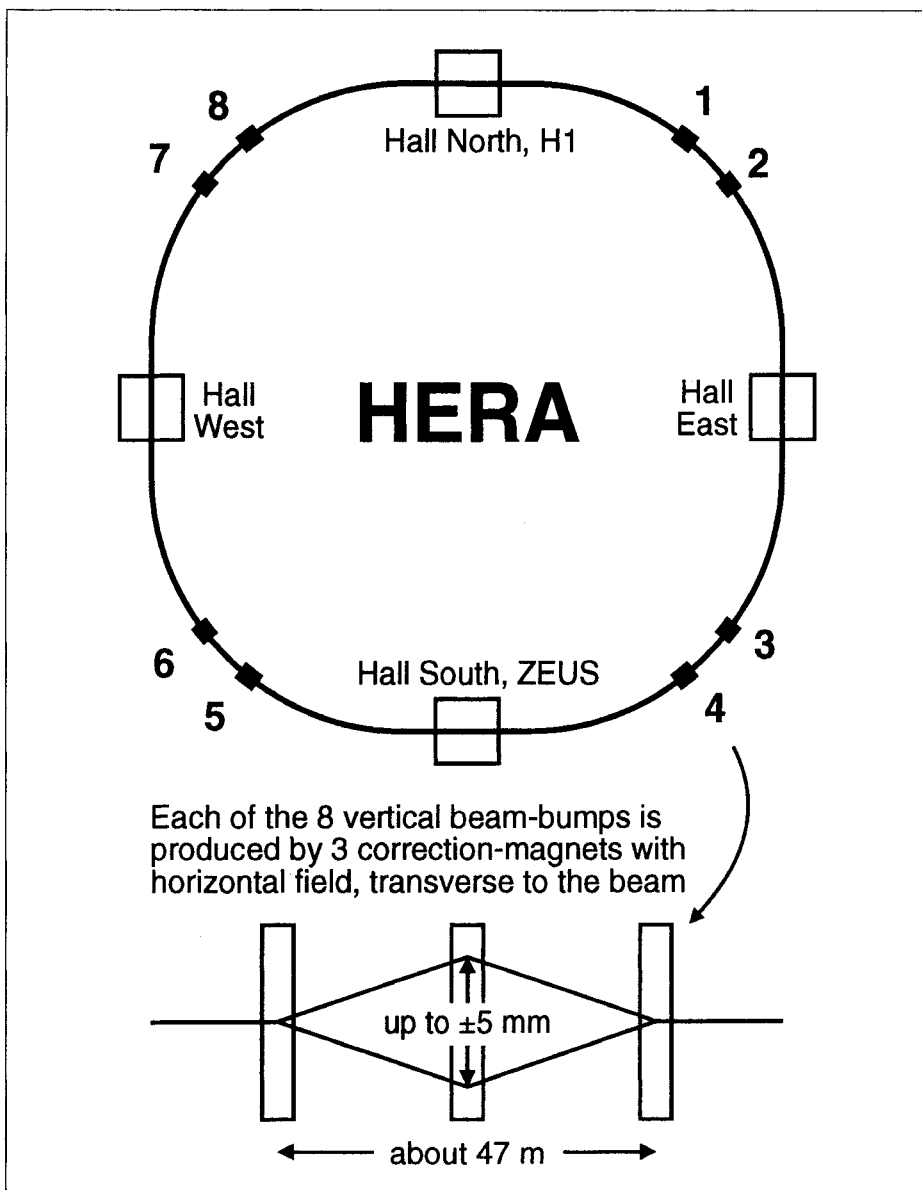
# Echos de la physique

"diffusion du spin" a été mise au point à DESY puis encore améliorée ces dernières années. Des simulations sur ordinateur ont également apporté une meilleure compréhension.

Les spécialistes pensent qu'il sera possible de maintenir ces polarisations élevées dans des conditions d'exploitation réalistes. Cependant il reste un certain nombre de difficultés potentielles à aplanir, par exemple l'effet de la traversée du faisceau de

protons et la rotation du spin nécessaire pour établir une polarisation longitudinale aux points de collision.

*Système de huit bosseurs de faisceau utilisé dans l'anneau d'électrons d'HERA à DESY pour corriger l'inclinaison moyenne de l'axe de polarisation à l'équilibre. Il compense les imperfections des aimants et améliore substantiellement la polarisation finale.*



## Les dix ans du W

Il y a dix ans, le 25 janvier 1983, le CERN annonçait au monde la découverte de la particule W dans son collisionneur proton-antiproton. Le W, porteur électriquement chargé de la force nucléaire faible, avait été prédit 24 ans plus tôt par Feynman et Gell-Mann et par Marshak et Sudarshan dans leurs formulations classiques de la théorie moderne des interactions faibles avant de jouer un rôle important dans l'unification électrofaible subséquente de l'électromagnétisme et de la force faible.

A la suite de la découverte du courant neutre au CERN en 1973, il devenait clair que le W était une particule extrêmement massive, environ 80 fois plus lourde que le proton, trop pour être détectée par l'un quelconque des accélérateurs en exploitation à l'époque. Sous l'impulsion de Carlo Rubbia, le CERN a construit son collisionneur proton-antiproton pour détecter le W et rechercher son compagnon électriquement neutre, le Z.

L'exploitation du collisionneur au CERN en 1982 avait été concentrée sur une période de deux mois, d'octobre à décembre. Les équipes des grandes expériences UA1 et UA2, épluchant avidement leurs données de 1982, allaient y noter les premiers signes du W.

Les événements candidats W initiaux ont été annoncés dans des séminaires au CERN par Carlo Rubbia, pour UA1, le 20 janvier 1983 et le jour suivant par Luigi Di Lella pour UA2. En dehors de la nouveauté scientifique, ces deux séminaires ont également lancé le mode du remplissage de l'amphithéâtre du CERN au-delà de sa capacité.

Quelques jours plus tard, la masse croissante des preuves avait fait pencher la balance et la restriction de l'épithète "candidat" pouvait être levée. Le W était bien là.

C'était un triomphe pour le projet antiproton du CERN et pour les expériences qui finalement l'avaient observé. Il plantait le décor de la découverte magistrale du Z quelques mois plus tard et de l'attribution du prix Nobel de physique l'année suivante à Carlo Rubbia et à Simon van der Meer,

*Il y a dix ans, le 25 janvier 1983, une conférence de presse annonçait la découverte de la particule W au collisionneur proton-antiproton du CERN. Herwig Schopper, directeur général du CERN à l'époque, présente une copie du Courrier du CERN montrant les trajectoires caractéristiques enregistrées dans le détecteur UA1. Autour de*

*lui, de gauche à droite, se trouvent Carlo Rubbia et Simon van der Meer, qui allaient recevoir le prix Nobel de physique en 1984, le directeur de la recherche du CERN de l'époque, Erwin Gabathuler, et Pierre Darriulat de l'expérience UA2.*

*(Photo CERN 245.1.83)*



l'inventeur de la technique de refroidissement stochastique qui avait permis de maîtriser les antiprotons.

Au cours des années l'expérience UA1 au CERN allait recueillir 625 W (273 se désintégrant en un muon plus un neutrino, 323 en un électron et un neutrino et 29 exemplaires comprenant le rare lepton tau et son neutrino), tandis qu'UA2, qui ne pouvait observer les muons mais dont l'exploitation a duré plus longtemps, a pu recueillir 3559 W, y compris environ 170 produisant des leptons tau.

Par la suite le laboratoire Fermi s'est joint à la chasse aux W, ensemble les expériences en cours au collisionneur proton-antiproton, CDF et D0, ont observé les détails de plusieurs milliers de désintégrations de W. L'annihilation proton-antiproton a été pendant plusieurs années la seule source de W et de Z, mais l'arrivée du collisionneur électron-positon LEP du CERN a anéanti cette filière des Z en 1989 car depuis cette date la machine a produit les Z par millions.

Toutefois, en attendant la fin du programme LEP 200 d'augmentation d'énergie du LEP et le début de l'expérimentation en 1995 (janvier, page 1), les collisions proton-antiproton resteront la seule source de particules W. La mesure de précision de la masse

du W par UA2 en 1990 a été une donnée cruciale pour les calculs de cohérence interne qui ont étayé le modèle standard. Ils ont atteint un degré de précision impressionnant, particulièrement du fait que maintenant on connaît l'énergie du LEP à 20 milliardièmes près.

Le collisionneur proton-antiproton du CERN n'est plus opérationnel, mais les expériences au laboratoire Fermi continuent d'accumuler les données sur le W. Pour fouiller profondément le modèle électrofaible et arracher des informations sur le "phénomène de Higgs" et la brisure spontanée de symétrie essentielle mais secrète qui est au cœur de ce modèle, il faut que le collisionneur du laboratoire Fermi épingle le sixième quark t manquant et mesure avec une précision encore plus grande la masse du W.

*\*(Par une curieuse coïncidence, le dixième anniversaire du séminaire historique de Carlo Rubbia au CERN sur le W a été marqué par une autre présentation mémorable, cette fois par le dernier en date des prix Nobel, Georges Charpak.)*

#### \*Les W du laboratoire Fermi

Après avoir recueilli 22 désintégrations de W en 1987, le CDF allait en enregistrer 6380 au cours de la période du collisionneur Tévatron de 1988-89 — 4800 dans la voie électron, 1400 dans la voie muon et 180 comprenant un lepton tau. Au cours de la période actuelle, ce détecteur en a observé 9700 et 4400 respectivement dans les voies électron et muon, tandis que le détecteur D0 possède un échantillon initial de W de 6700 avec électrons et 600 avec muons.

## Le spin mène la danse

Bien qu'il joue un rôle important dans le modèle standard actuel, le spin — le moment cinétique intrinsèque porté par les particules — est parfois cavalierement traité comme une simple complication. Pourtant, plusieurs grandes questions relatives au spin et ayant des conséquences importantes pour le modèle standard restent sans réponse. De ce fait, et compte tenu de résultats ainsi que de développements technologiques récents, le 10<sup>e</sup> Symposium international sur la physique du spin à haute énergie qui s'est tenu à Nagoya, Japon, en novembre était vraiment d'actualité.

Le symposium a examiné un large domaine de la physique, reflétant ainsi la diversité des effets liés au spin; on peut toutefois dégager quatre thèmes principaux: le contenu en spin du nucléon, les tests des symétries et la physique au-delà du modèle standard, la physique aux énergies intermédiaires et les techniques de la physique du spin. Ouvrant la réunion, T. Kinoshita a fait le point sur les mesures de l'anomalie du moment magnétique ( $g - 2$ ) de l'électron et du muon. La prochaine expérience à Brookhaven (septembre 1991, page 23) permettra de sonder au-delà des domaines d'énergie disponibles dans les collisionneurs électron-positon actuels. Par exemple, une sous-structure deviendrait perceptible jusqu'à une échelle caractéristique de 5 TeV dans le cas du muon et de 2 TeV pour le W.

R.L. Jaffe a classé les distributions en quarks-partons d'après leur dépendance du spin en faisant ressortir leurs caractéristiques gauche-droite et il a souligné l'importance de la production de paires de leptons pour mesurer des distributions en spin transversales.

Les efforts soutenus consacrés à la résolution du problème du contenu en spin du proton ont été abondamment