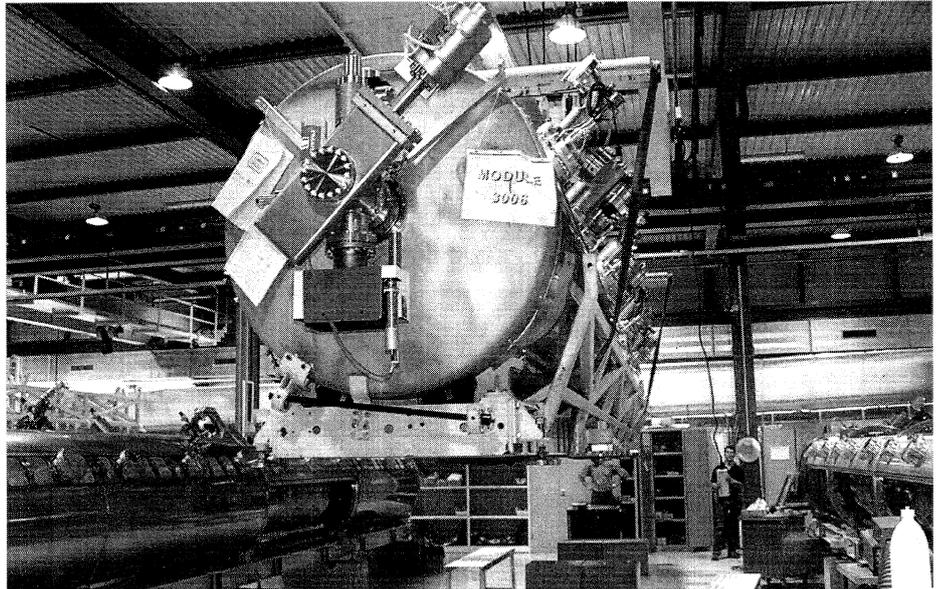


*Une cavité accélératrice supraconductrice radiofréquence destinée au collisionneur électron-positon LEP2 du CERN quitte la zone de préparation en vue de son installation dans l'anneau.
(Photo CERN HI28.9.95)*

culture biologique de cellules d'un type unique, le filtrage des bactéries et des virus, etc.

Le tandem de Brookhaven est un bon exemple d'un accélérateur conçu en vue de la recherche en physique pour lequel on a pu mettre au point des applications parallèles supplémentaires, ce dont bénéficient aussi bien ces applications que la mission de recherche originelle. Pour réussir dans de telles entreprises il faut reconnaître clairement les différences importantes entre les exigences de la science et de l'industrie et investir beaucoup de temps et de travaux pour mettre au point et monter les installations spécialisées.

Peter Thieberger



CERN La fin de l'ère du Z⁰ au LEP

Un chapitre de l'histoire du collisionneur électron-positon LEP du CERN s'est refermé en octobre avec l'enregistrement par les quatre grandes expériences Aleph, Delphi, L3 et Opal de leurs ultimes données à l'énergie du Z, un peu plus de six ans après la détection du premier Z⁰ au LEP. L'ère du Z⁰ a été un grand succès aussi bien pour ce qui concerne les résultats de physique que pour les importants progrès réalisés avec la machine elle-même. Le LEP va maintenant faire un pas vers la phase LEP2 car son énergie passe d'environ 45 GeV à quelque 70 GeV par faisceau (septembre, page 6).

A la fin de la période de 1995 du LEP, chacune des quatre expériences avait observé près de cinq millions de Z⁰. Désormais l'intérêt au LEP se porte sur la production des paires de particules W, les compagnons électriquement chargés du Z.

Les premiers Z du LEP ont été enregistrés en août 1989, un mois

après la mise en circulation des premiers faisceaux dans la machine. Les 30 000 désintégrations de Z⁰ enregistrées dans chaque expérience en 1989 avaient confirmé que la matière compte seulement trois familles distinctes de quarks et de leptons.

Les valeurs mesurées en 1990 pour la masse et la largeur du Z s'élevaient à $91,161 \pm 0,031$ GeV et $2,534 \pm 0,027$ GeV. Début 1995 elles avaient été affinées jusqu'à la précision extraordinaire de $91,1884 \pm 0,0022$ GeV et $2,4963 \pm 0,0032$ GeV et elles seront encore plus précises avec l'inclusion des données de cette année. Ces résultats, surtout combinés avec les données de précision des expériences sur les neutrinos et au collisionneur proton-antiproton Tévatron du laboratoire Fermi ont constitué l'épreuve la plus sévère à laquelle le modèle standard ait été confronté.

Dès le départ, les expérimentateurs du LEP et les équipes de l'accélérateur ont collaboré étroitement, des rencontres ayant lieu fréquemment pour déterminer le calendrier de fonctionnement de la machine.

Les quelques premières années, l'exploitation s'est faite avec quatre paquets d'électrons et quatre de positons, mais vers la fin de 1992 une

nouvelle méthode avait été imaginée pour augmenter la luminosité en forçant davantage de paquets dans la machine. En 1993, l'exploitation en mode bretzel (octobre 1992, page 17) - ainsi appelé parce que les orbites des faisceaux en circulation en rappellent la forme - permettait huit paquets par faisceau, contribuant à renforcer encore la précision des mesures du Z.

Grâce à l'acquisition d'une maîtrise toujours plus grande, la machine de 27 km de circonférence a atteint une précision remarquable. En 1992, la mesure de l'énergie des faisceaux du LEP est devenue sensible à l'influence de la Lune (janvier 1993, page 4). Plus tard, on a montré que le LEP ressent les grandes pluies. Ces phénomènes produisent de légers déplacements de la roche qui sont amplifiés par la machine.

En 1995, les physiciens de la machine ont opté pour la méthode des trains de paquets (septembre, page 14) pour augmenter encore la luminosité. L'idée de base consiste à diviser chaque paquet de particules en une série de petits "wagonnets" - le train de paquet - contenant ensemble plus de particules que le paquet qu'ils remplacent. De la sorte le LEP2 pourra fournir la fréquence des événements accrue nécessaire pour la physique du W.

*La ligne de faisceau du synchrotron injecteur de 1 GeV au CERN qui alimente le séparateur d'isotopes en ligne ISOLDE. Répondant aux besoins d'une communauté spécialisée, un brillant avenir est garanti pour ISOLDE qui restera un aspect important du programme de recherche diversifié du CERN.
(Photo CERN 40.2.1992)*

Atouts multiples

Le CERN s'est toujours enorgueilli de la diversité de son programme de recherche. Si la frontière des hautes énergies, extrêmement exigeante de ressources, a toujours bénéficié des efforts de recherche principaux, la chaîne sans équivalent des accélérateurs interconnectés du CERN offre naturellement un vaste champ d'action pour la science. Comme chaque machine porte les faisceaux un peu plus haut en énergie pour alimenter la suivante dans la chaîne, il est toujours possible de prélever une partie du faisceau à chaque étape pour la recherche à une énergie intermédiaire.

Actuellement la vedette au CERN est le collisionneur électron-positon LEP. Accordée autour de la résonance Z depuis la mise en service en 1989, l'énergie de la machine augmentera bientôt pour traiter de nouveaux sujets de recherche (septembre, page 6). Aux côtés du LEP on trouve le synchrotron à protons SPS et son impressionnant programme consacré aux ions lourds et à d'autres expériences avec cibles fixes, il alimente deux grands zones d'expérimentation à l'ouest et au nord du site; le Laboratoire exploite également l'anneau d'antiprotons de basse énergie LEAR, le synchrotron à protons PS et le séparateur d'isotopes ISOLDE utilisant les faisceaux de 1 GeV du synchrotron injecteur. (On trouvera dans le numéro de mars 1994, page 1, un résumé détaillé de ce programme.)

Cependant les lourdes conséquences de la nécessité d'engager des ressources supplémentaires dans la construction du collisionneur de protons LHC signifient qu'il faudra restreindre d'autres secteurs du programme de recherche. Il y a dix ans, lorsque le CERN a dû se serrer la ceinture en préparation de la construction du LEP, il a réduit prématurément les activités aux anneaux de stockage à intersections (ISR) et à la chambre à bulles BEBC pour libérer des ressources.

Les décisions de ce genre ne sont ni faciles ni populaires. La fermeture d'un outil de recherche productif est naturellement douloureuse. Dans ces circons-



tances, il faut garder bien présentes à l'esprit les nouvelles possibilités qui vont s'ouvrir.

Cet été, une réunion spéciale dans la station alpine de Cogne a permis de scruter la boule de cristal pour y lire quels engagements dans la recherche au CERN devraient être gardés et quels autres abandonnés pendant les préparatifs du LHC.

Au synchrotron à protons SPS, les expériences Chorus et Nomad dans le faisceau de neutrinos (novembre 1991, page 7) n'ont pas encore produit de résultats initiaux et continueront à saisir des données au moins jusqu'en 1997. Ce qui se passera dans le secteur des neutrinos après 1997 dépendra des découvertes de Chorus et Nomad. La poursuite des recherches sur les oscillations des neutrinos après l'ère de Chorus et Nomad se fera à l'aide de faisceaux basés sur l'infrastructure du LHC. Avec ces faisceaux, une sensibilité supérieure serait obtenue à l'aide d'un plus grand détecteur et peut-être d'une expérience "longue portée" comportant un détecteur très éloigné des sources de neutrinos.

Les détecteurs lointains que l'on peut envisager sont la chambre à projection ICARUS à argon liquide dans l'installa-

tion souterraine italienne du Gran Sasso à 700 kilomètres (avril 1993, page 15) ou le projet sous-marin NESTOR encore plus éloigné dans la mer Méditerranée au large de la Grèce (novembre 1993, page 39). Il pourrait être utile de compléter l'installation par un détecteur équivalent "à courte portée" installé sur le site du CERN à proximité de la source de neutrinos.

En dehors des neutrinos, le programme de recherche dans la zone Ouest du SPS a atteint la maturité et arrive à sa conclusion naturelle. Cependant les fructueuses études sur la spectroscopie des quarks lourds basées sur le détecteur Oméga méritent d'être poursuivies.

Tandis que les neutrinos sont un aspect traditionnel de la zone Ouest du SPS, les faisceaux de muons qui lui font pendant dans la zone Nord ont permis des découvertes importantes dans le domaine de la structure du nucléon. La collaboration muon et spin SMC examine la suite à donner à son expérience actuelle sur les muons. Les besoins de ce programme et de la poursuite de la spectroscopie pourraient être satisfaits à l'aide d'un seul spectromètre pourvu qu'une communauté forte et décidée parvienne à

Les concepteurs de FERMI (acronyme anglais pour Microsystème numérique de lecture et de traitement frontal) ont choisi une voie originale pour réaliser les systèmes de lecture destinés aux détecteurs calorimétriques du LHC. Cette microphotographie montre un microprocesseur FERMI de 11 x 17 mm comprenant un million de transistors, une table d'étalonnage et une mémoire pipeline pour trois canaux.

réunir les ressources nécessaires.

L'étude par NA48 de la violation de CP (mars 1992, page 7) est une autre expérience vedette du SPS. L'appareillage sera prêt bientôt et la saisie des données prendra plusieurs années.

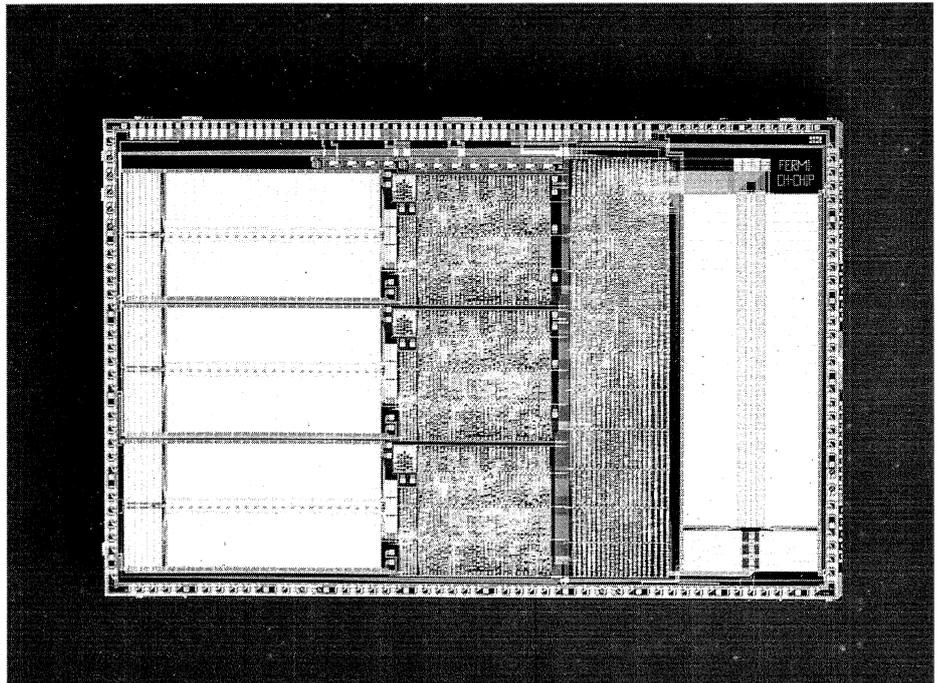
Le programme des ions lourds du CERN a été grandement stimulé l'an dernier par l'arrivée des premiers faisceaux d'ions plomb (décembre 1994, page 15). On attend avec impatience les premiers résultats de physique et déjà des effets perçus dans les périodes précédentes à l'aide des faisceaux de soufre suggèrent des pistes à suivre. On prévoit de passer en revue le programme des ions lourds du CERN en temps utile l'an prochain à la lumière des résultats initiaux des études avec le faisceau de plomb.

Loin du SPS, à l'anneau d'antiprotons de basse énergie LEAR, quelques expériences importantes ont presque atteint leurs objectifs initiaux - en particulier CP LEAR, qui examine la violation de CP sous un angle inhabituel, et Obélix consacré à la spectroscopie. Cependant d'autres expériences, notamment tonneau de cristal, pourraient profiter d'une poursuite de l'expérimentation. A regret la commission de la recherche du CERN considère que les ressources nécessaires pour la continuation de LEAR sont sans commune mesure avec les bénéfices attendus et recommande sa fermeture l'an prochain.

Cependant, étant donné la tradition de physique d'avant-garde sur les antiprotons au CERN, il serait malheureux de voir la disparition complète des faisceaux d'antimatière. Des études sont en cours pour chercher une manière économique permettant de continuer à fournir des antiprotons à un niveau modeste pour des expériences sur des antiparticules piégées.

Toujours à basse énergie, le synchrotron à protons PS permet actuellement des études précieuses sur la spallation des neutrons en vue de rechercher de nouvelles méthodes possibles d'exploitation de l'énergie nucléaire (avril, page 7).

Le séparateur d'isotopes ISOLDE alimente l'une des branches remarquables du programme de recherche du



CERN. Après avoir déménagé de son site originel auprès du synchro-cyclotron maintenant fermé, ISOLDE a été réaménagé et utilise depuis 1992 les faisceaux du synchrotron injecteur de 1 GeV. Il répond aux besoins d'une communauté spécialisée et un brillant avenir lui est garanti. Une nouvelle expérience pilote sur les noyaux riches en neutrons rehaussera grandement la valeur du programme ISOLDE et le lancera vers de nouvelles orientations pour des recherches futures.

Le programme de recherche du CERN au cours des prochaines années sera inévitablement plus mince qu'à présent, mais il restera un précieux complément du LHC.

LHC: De la micro-électronique au cœur des détecteurs

L'équipement électronique des détecteurs prévus pour le LHC, le futur collisionneur proton-proton du CERN, est l'enjeu d'un défi d'une rare ampleur. Le faible espacement des paquets de protons (25 nanosecondes) ne laisse qu'un laps de temps infime aux expériences pour "digérer", après chaque croisement des paquets, plusieurs interactions fort complexes comprenant des centaines de particules secondaires (avril, page 4).

La saisie des données en provenance des énormes détecteurs ultra-performants du LHC constitue un véritable casse-tête pour les concepteurs: ces expériences imposent de nouvelles normes en terme de précision, de finesse de grain et de débit de données. Par ailleurs, l'intensité du rayonnement ambiant et l'impossibilité d'accéder à certaines zones imposent de nouvelles exigen-