

Helmut Haseroth in front of Linac 3, specially built to accelerate lead ions.

Helmut Haseroth devant le linac 3 construit spécialement pour accélérer les ions plomb.

Ions Bru

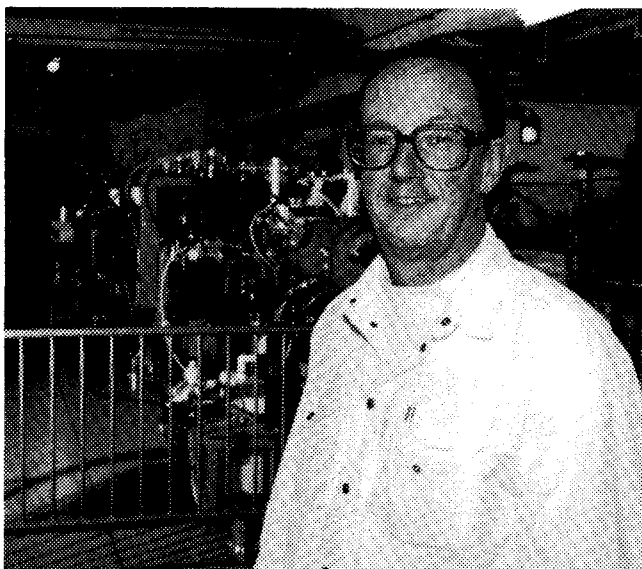
CERN's first lead ions beams are now whizzing round in the SPS, the final accelerator of CERN's new heavy ions facility. This success is the result of a 1988 proposal to accelerate lead ions; work began in 1990. The high energy, high intensity, heavy ions will be used by the seven CERN experiments searching for quark-gluon plasma and also by emulsion experiments. However, to accelerate the lead ions to this level, several new systems had to be added to the pre-existing accelerators, which were themselves upgraded.

A new linac, the Booster synchrotron, the Proton Synchrotron and the Super Proton Synchrotron all accelerate lead ions. The linac was specially built, the Booster cleaned and more vacuum pumps added. Without these improvements, the ions would be lost through interactions with residual gas in the system due to their large size and low velocity.

The lead ions are then injected into the next link in the accelerator chain, the PS. As well as accelerating lead ions, the PS is also used to accelerate protons, antiprotons, electrons and positrons, and the injection of the lead ions had to be fitted into this programme. A complicated timing device ensures that all these particles can be accelerated in turn, making the PS possibly the most versatile particle accelerator in the world. After the PS, the SPS further accelerates the ions and supplies ions to the experiments at up to 160 GeV per nucleon, 35 TeV in total.

CERN already has an excellent record of heavy ions experiments from the oxygen and sulphur ion beams of the late 1980s and early 1990s. The success of the new lead ions beams now opens up a new period of research for the laboratory. Speaking at a party to celebrate the successful acceleration of heavy ions, Helmut Haseroth, the project leader, said, "The nicest present for our enthusiasm and effort will be from physics: the discovery of quark-gluon plasma. We hope they discover something interesting."

The project is the work of a collaboration between GANIL in France, Legnaro, Torino and Padua in Italy, GSI and Frankfurt in Germany and CERN. Financial contributions were made by Sweden and Switzerland; India helped with software and some hardware production, and the Czech Republic contributed some labour.



L'ion roi

Les premiers faisceaux d'ions plomb du CERN virevoltent maintenant dans le SPS, l'accélérateur final de la nouvelle installation des ions lourds du CERN. Ce succès est l'aboutissement d'une proposition de 1988 d'accélérer des ions plomb, les travaux avaient débuté en 1990. Les ions lourds de haute énergie et de forte intensité serviront pour sept expériences au CERN recherchant le plasma quark-gluon et aussi pour des expériences avec émulsion. Toutefois, pour accélérer les ions plomb de la sorte,

plusieurs nouveaux systèmes ont dû être ajoutés aux accélérateurs existants, qui eux-mêmes ont été améliorés.

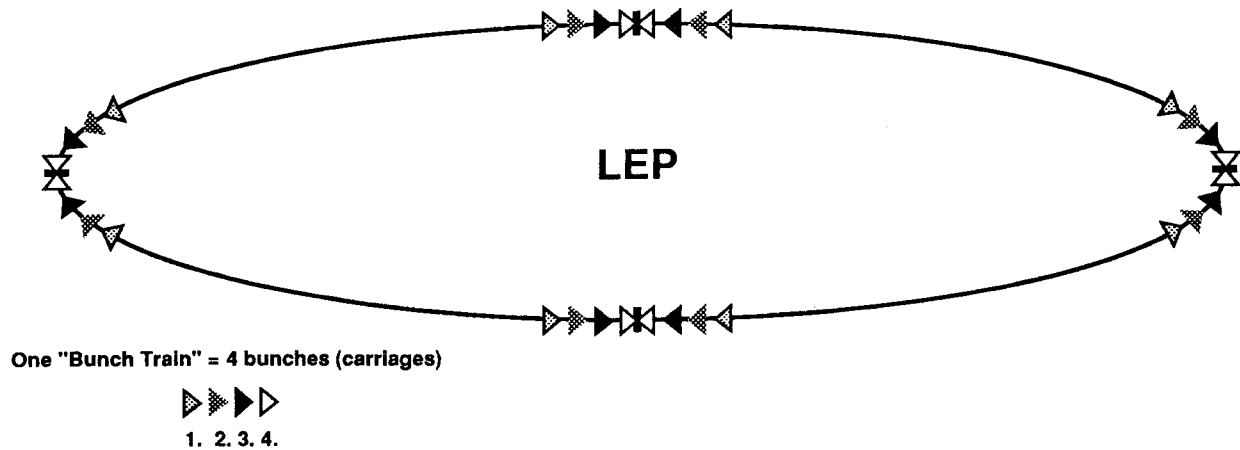
Un nouveau linac, le SI (booster), le synchrotron à protons et le supersynchrotron à protons accélèrent tous les ions plomb. Ce linac supplémentaire a été construit spécialement, le SI a été nettoyé et davantage de pompes à vide y ont été installées. Sans ces améliorations, les ions produits seraient perdus par interaction avec le gaz résiduel dans le système du fait de leur grande taille et de leur faible vitesse.

Les ions plomb sont alors injectés dans le maillon suivant de la chaîne d'accélérateurs, le PS. Outre les ions plomb, le PS sert aussi à accélérer des protons, antiprotons, électrons et positons et il a fallu aménager dans son programme un espace pour les ions plomb. Un dispositif de synchronisation complexe garantit que toutes ces particules peuvent être accélérées tour à tour, de sorte que le PS est peut-être l'accélérateur de particules le plus polyvalent du monde. Après le PS, le SPS accélère encore les ions, jusqu'à 160 GeV par nucléon, 35 TeV par noyau, et les fournit aux expériences.

Le CERN a déjà d'excellents états de service dans l'expérimentation avec les ions lourds, grâce aux faisceaux d'ions oxygène et soufre de la fin des années 80 et du début des années 90. Avec le succès des nouveaux ions plomb, une nouvelle période s'ouvre maintenant pour la recherche au Laboratoire. Lors d'une fête célébrant l'accélération réussie des ions lourds, Helmut Haseroth, le chef du projet, a déclaré "la plus belle récompense pour notre enthousiasme et nos travaux viendrait de la physique: la découverte du plasma quark-gluon. Nous espérons une découverte intéressante".

Le projet est l'oeuvre d'une collaboration entre le GANIL en France, Legnaro, Turin et Padoue en Italie, le GSI et Francfort en Allemagne et le CERN. La Suède et la Suisse ont apporté leurs contributions financières, l'Inde a produit le logiciel et certains matériels, tandis que la République tchèque apportait de la main-d'oeuvre.

"Bunch Trains" for LEP



Trains of bunches of particles collide so that each bunch meets only its sister bunch in the corresponding train at precisely the right place in the detectors.

Les trains de paquets de particules entrent en collision de sorte que chaque paquet ne rencontre que le paquet correspondant du train approprié, et exactement à l'endroit voulu dans les détecteurs.

More beam in the LEP machine

The innovative plan for increasing beam intensity in LEP by using 'bunch trains' – several bunches of particles closely following each other – is a success validated by last week's test results. "It all worked better than we thought – it's more than we had hoped for," said one physicist involved in the testing. Like all good ideas, the scheme is simple: beam intensity is raised by squeezing more particles into LEP. Inevitably, this is more complicated than it sounds.

For the last two years, LEP has operated in 'pretzel' mode, colliding eight equally spaced bunches of particles. This has improved the beam intensity to well above the original design luminosity. Now, the bunch trains tested last week have further improved the luminosity and could ultimately treble the present performance.

Trains that will be used in LEP have four bunches of particles in each of four trains both for electrons and positrons. Now for the snag: collisions between these bunches must be constrained so that each bunch meets only its partner in the corresponding train, and this must happen at the interaction points in the experiments and nowhere else. The electron and positron beams must thus only collide at exactly the right place.

This delicate control is achieved using the electrostatic separators recently installed around ALEPH and DELPHI. These separators keep the two beams between 5 mm and 33 mm apart where the counter-rotating beams pass by each other and allow them to meet head on in the centre of the experiment. "Theoretically, we can make our LEP2 luminosity targets and do even better than Pretzel, which has been remarkable enough," says the Project Leader. Bunch trains will also be used for next year's LEP run.

The excitement was felt at the LEP experiments involved in last Friday's test. There, the problem was whether the detectors could see all four bunches. However, according to an ALEPH physicist, "the initial data looks pretty good."

Davantage de faisceau dans le LEP

Le plan novateur visant à accroître l'intensité des faisceaux du LEP grâce à des «trains de paquets» – une succession de paquets de particules rapprochés – est un succès, validé par les résultats des essais de la semaine passée. «Tout s'est passé mieux que prévu, au-delà de nos espérances» a déclaré l'un des physiciens participant aux essais. Comme toutes les bonnes idées, la méthode est simple: on augmente l'intensité du faisceau en multipliant le nombre de paquets de particules. Bien sûr, c'est plus facile à dire qu'à faire.

Depuis deux ans le LEP fonctionne en mode «bretzel», collisionnant des faisceaux de huit paquets de particules équidistants; l'intensité des faisceaux ainsi obtenue a permis de dépasser largement la luminosité nominale originelle. Les trains de paquets essayés la semaine passée ont encore accru la luminosité et pourraient à terme tripler sa valeur actuelle. Dans le LEP chacun des quatre trains d'électrons et de positons sera formé de quatre paquets de particules. Le point délicat est que les collisions ne doivent se faire qu'entre les paquets correspondants de chaque train et cela uniquement aux points d'interaction dans les expériences et nulle part ailleurs. Les faisceaux d'électrons et de positons ne doivent donc entrer en collision qu'exactly au bon endroit.

Cette manœuvre délicate est accomplie à l'aide des séparateurs électrostatiques récemment installés autour d'ALEPH et de DELPHI. Lorsque les faisceaux se croisent, ces séparateurs les écartent l'un de l'autre – de 5 à 33 mm – mais leur permettent de se heurter frontalement au centre du détecteur. «Théoriquement nous devrions atteindre les objectifs de luminosité du LEP2 et dépasser même les résultats du mode bretzel qui a été remarquablement fructueux» a déclaré le chef du projet. Les trains de paquets seront également utilisés l'an prochain pendant la période d'expérimentation du LEP.

L'enthousiasme était évident dans les collaborations LEP participant au test de vendredi dernier. Le seul problème était de savoir si leurs détecteurs pourraient distinguer les quatre paquets. En fait, d'après un physicien d'ALEPH, «les données initiales semblent plutôt bonnes».