

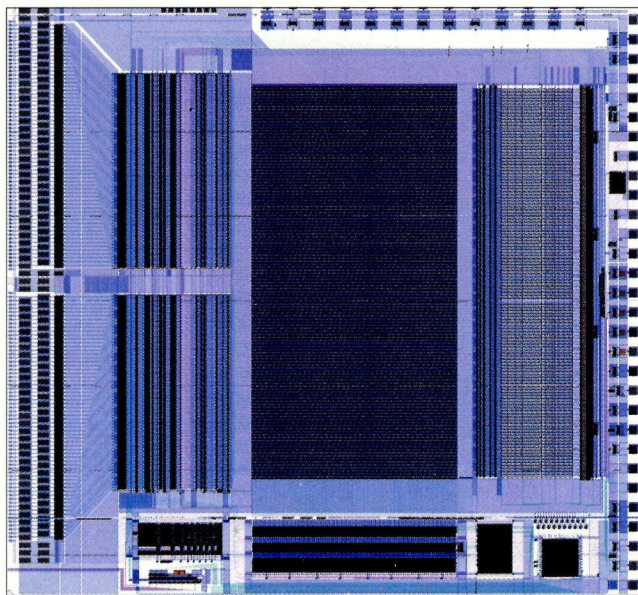
CMS bifurque vers le silicium

Pour son expérience au futur collisionneur LHC du CERN, la collaboration CMS (Compact Muon Solénoïd) basera son trajectographe intégral sur la technologie des capteurs au silicium en utilisant une électronique à trait fin (sous condition de l'approbation d'un addendum au rapport de conception technique du trajectographe de l'expérience par le comité LHCC).

Le trajectographe est le module le plus central de l'énorme détecteur, il captera les signaux des particules produites par les collisions des faisceaux du LHC. La construction d'un tel instrument de haute technologie et de précision, de 6 m de longueur et de 2,5 m de diamètre, répondant aux besoins de l'expérimentation au LHC présente un défi considérable.

La décision d'opter pour le tout silicium fait suite à des progrès récents d'une rapidité inattendue dans la lecture des détecteurs à microrubans, dans la fabrication des capteurs à partir de tranches de silicium de 15 cm de diamètre et dans les techniques d'assemblage automatique de détecteurs tout silicium. CMS s'écarte ainsi résolument de sa proposition de référence pour le trajectographe qui prévoyait des dispositifs au silicium dans la région centrale entourés par des détecteurs à gaz à microrubans (MSGC; *Courrier CERN* mars 1999 p15).

Cette décision était difficile pour CMS car elle venait juste après la démonstration réussie, dans des faisceaux d'essais à l'Institut Paul Scherrer, Suisse, que les MSGC seraient à la hauteur de la



Marché aux puces: la configuration de la puce de lecture APV25 de 7,2 x 8 mm conçue pour l'expérience CMS au collisionneur LHC du CERN.

tâche en trajectographie des particules au LHC.

Au milieu des années 1990, les MSGC semblaient offrir une solution plus économique que le silicium. Cependant, les premières réalisations ont présenté des performances qui se détérioraient considérablement à mesure de l'exposition à des particules ionisantes. Cela les auraient éliminés pour un usage prolongé au LHC où on prévoit des flux de particules sans précédent.

Cependant, des solutions à leurs problèmes de jeunesse semblaient disponibles et CMS avait choisi les MSGC dans sa proposition de référence, à la condition que certains jalons soient passés avec succès. Ils l'ont été, mais les technologies du sili-

cium ont progressé en parallèle, réduisant l'avantage de coût des MSGC.

Un facteur décisif dans la réduction du coût du trajectographe, presque 6,5 millions de francs suisses, a été la mise au point par CMS d'une puce de lecture CMOS utilisant une technologie peu coûteuse dont l'objectif originel avait été d'augmenter la compacité des puces d'ordinateur. Avec une largeur du trait de 0,25 µm, contre 1 µm pour les puces CMOS classiques, la nouvelle puce APV25 est à l'évidence compacte. Elle présente aussi une qualité que l'industrie des ordinateurs n'avait pas recherchée, elle est extrêmement radiorésistante; de plus, le bruit de fond et la consommation sont moindres que dans les puces CMOS classiques. La combinaison de ces particularités répond idéalement aux besoins de CMS. Ces considérations étaient importantes dans le choix

d'un détecteur au silicium.

L'autre facteur décisif a été que les détecteurs au silicium sont déjà disponibles en grande quantité dans l'industrie et que leur prix a chuté. Si l'on y ajoute le développement au CERN des techniques d'assemblage automatisé, le silicium donnait donc à CMS la meilleure chance de terminer complètement son trajectographe à temps pour le démarrage du LHC et en respectant le budget.

"Nous pensons que nous entrons dans une ère nouvelle d'assemblage de détecteurs énormes à l'aide de techniques d'automatisation" a déclaré Geoff Hall de la collaboration CMS, "ce qui n'est aujourd'hui possible qu'avec le silicium".

Découverte d'une nouvelle classe de sources de rayons gamma

La découverte des mystérieux sursauts de rayons gamma à la fin des années 60 avait ouvert un nouveau chapitre de l'astronomie. Aujourd'hui l'astronomie gamma prend un autre virage surprenant avec la révélation que beaucoup des sources de rayons gamma de haute énergie précédemment non identifiées dans notre galaxie, la Voie lactée, comprennent toute une classe nouvelle d'objets mystérieux qui brillent de façon continue au lieu de

"sursauter". L'univers connu des rayons gamma contient de nombreuses sources, non encore identifiées, compilées dans un catalogue de 271 objets grâce à EGRET (expérience du télescope à rayons gamma énergétiques) à bord de CGRO, l'observatoire de rayons gamma de Compton, un vaisseau spatial de la NASA. Les scientifiques se sont démenés pour associer ces sources non identifiées avec des objets lumineux connus émettant à d'autres longueurs d'ondes.

Parmi les sources gamma non identifiées dans notre galaxie, une moitié appartient à une bande étroite du plan galactique. Il pourrait bien s'agir de classes d'objets bien connus qui brillent trop

faiblement à d'autres longueurs d'ondes pour être identifiés – les rayons gamma traversent la matière interposée bien plus facilement que d'autres types de rayonnements.

L'autre moitié des sources gamma galactiques non identifiées – la classe nouvelle – est plus proche de la Terre. Elles sont juste hors du plan galactique et semblent suivre la ceinture de Gould – un ruban d'étoiles massives et de nuages de gaz proches qui serpente de part et d'autre du plan de la Voie lactée. Cependant, le phénomène d'émission puissante de rayons gamma, que ce soit en sursauts ou de façon plus continue, reste un mystère. Voir "<http://pao.gsfc.nasa.gov/gsfsc/spacesci/structure/cgro.htm>".

Nouveaux résultats de précision sur la violation de CP

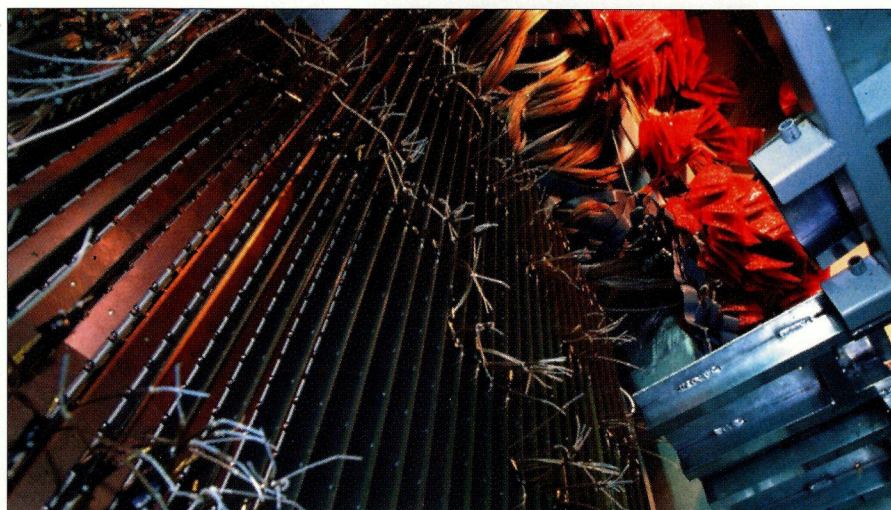
Les dernières mesures de précision de la violation de CP, l'asymétrie matière-antimatière, dans la grande expérience NA48 au CERN soulignent l'importance de comprendre ce subtil phénomène qui a probablement joué un rôle capital pour orienter l'histoire des particules émergeant du big-bang.

L'idée de la symétrie CP (charge/parité) est que la physique des particules gauches est la même que celle des antiparticules droites. Elle a été suggérée par les physiciens choqués en 1956 de découvrir que les interactions faibles du noyau atomique (désintégration bêta) différencient la gauche de la droite: les interactions faibles violent la symétrie P (parité).

En 1964, les physiciens ont de nouveau été abasourdis en découvrant que cette symétrie plus élaborée CP est également déficiente. Sous certaines conditions, la nature différencie la matière de l'antimatière: l'attribution de l'étiquette particule ou antiparticule n'est pas arbitraire.

La raison de la violation de CP n'est toujours pas comprise, mais quelle qu'elle soit, elle a probablement orienté un univers qui juste après le big-bang présentait une symétrie matière-antimatière vers l'univers dominé par la matière que nous connaissons. A notre connaissance, les antiparticules n'existent pas naturellement et peuvent seulement être synthétisées lorsque les interactions de haute énergie produisent des paires particule-antiparticule.

L'an dernier deux grandes expériences, KTeV au Laboratoire Fermi (*Courrier CERN* avril 1999 p5) et NA48 (*Courrier CERN* septembre 1999 p6), ont donné lieu à l'annonce de valeurs non nulles pour un paramètre essentiel relatif à la violation de CP, montrant que les désintégrations des quarks consti-



Détail de l'électronique de lecture du calorimètre à krypton liquide de l'expérience NA48 au CERN, que l'on voit ici avant qu'il disparaisse dans son cryostat.

tutifs elles-mêmes violent directement CP. La violation de CP n'est pas simplement due à un mélange subtil de particules et d'antiparticules neutres.

La violation de CP a traditionnellement pour théâtre une particule énigmatique: le kaon neutre. Celui-ci existe sous deux formes, qui sont l'antiparticule l'une de l'autre et ne se distinguent que par un nombre quantique - l'étrangeté - qui ne se conserve pas dans les interactions faibles. De ce fait les deux kaons neutres se mélangent.

Si CP est une symétrie exacte le kaon neutre doit exister sous deux formes - une variété à vie courte se désintégrant relativement facilement en deux pions, et une version à vie longue pour laquelle la désintégration en deux pions n'est pas permise et qui de ce fait doit difficilement se frayer un chemin pour produire trois pions. Cependant, du fait de la violation de CP, cette distinction n'est pas parfaite: trois kaons à vie longue sur mille se désintègrent en deux pions.

Pour établir si la violation directe de CP, due à la désintégration des quarks eux-mêmes, y contribue, les physiciens doivent comparer soigneusement deux rapports. Le premier est le quotient des désintégrations du kaon à vie longue en deux pions neutres d'une part et en deux pions chargés de l'autre et le second est l'équivalent pour les kaons

à vie courte. Ces mesures, qui mettent en jeu des particules aux signatures similaires, sont extrêmement difficiles.

Si ces deux rapports ne sont pas exactement égaux, les quarks eux-mêmes contribuent à la violation de CP. Le paramètre pertinent qu'utilisent les physiciens est l'écart entre cette fraction de fraction et l'unité, divisé par un facteur numérique. Il y avait des années que la situation était confuse jusqu'à ce que l'an dernier le groupe KTeV annonce un paramètre de $28 \pm 4,1 \times 10^{-4}$ (trop élevé pour la tranquillité d'esprit des théoriciens) et le groupe NA48 une valeur de $18,5 \pm 7,3 \times 10^{-4}$ (sur la base des données recueillies en 1997). Le dernier résultat de NA48, incluant les données de 1998 avec plusieurs fois le nombre de désintégrations de kaons observé précédemment, s'élève à $14 \pm 4,3 \times 10^{-4}$. La nouvelle moyenne mondiale qui en résulte est moins surprenante pour les théoriciens.

L'analyse des 129 jours d'exploitation de NA48 en 1999 est toujours en cours, mais après la fin de cette période un accident a détruit le tube de faisceau en fibre de carbone de l'expérience et endommagé certains des modules du détecteur. Les réparations sont en cours pour permettre de recueillir davantage de données et améliorer la précision du résultat final.

cerncourier.com

Explore Absorb Search Discover Browse Digest Surf Link Bookmark

Rutherford Appleton obtient la source synchrotron 'Diamond'

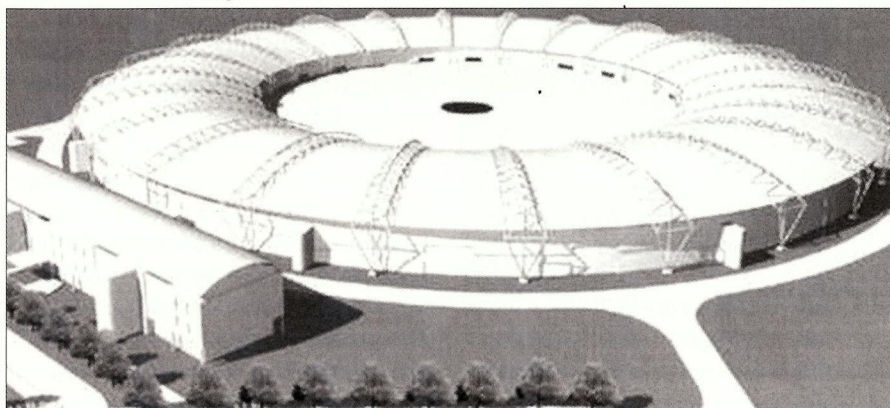


Illustration de la SRS Diamond qui sera construite au Laboratoire Rutherford Appleton.

La source britannique de rayonnement synchrotron (SRS) de Daresbury, près de Manchester, sera remplacée par une nouvelle machine qui sera construite au Laboratoire Rutherford Appleton et qui devrait être opérationnelle en 2006. Financé par les gouvernements britannique et français et par le Wellcome Trust, le synchrotron "Diamond", qui fonctionnera à plusieurs gigaélectron-volts, sera mis au service d'une communauté scientifique universitaire et industrielle de plusieurs milliers de personnes, représentant un large éventail de disciplines scientifiques.

A terme, la source SRS de 2 GeV de Daresbury, achevée en 1980, sera définitivement mise à l'arrêt, mais elle bénéficiera de lignes de faisceau supplémentaires au cours des prochaines années. Elle a reçu récemment une nouvelle installation appelée BALLAD (Belfast and Leicester Line at Daresbury).

La SRS a été l'un des premiers accélérateurs d'électrons construits uniquement pour fournir un rayonnement synchrotron. Lorsqu'on incurve la trajectoire de faisceaux d'électrons de haute énergie, un rayonnement synchrotron électromagnétique de faible longueur d'onde est émis, et ce rayonnement diminue la puissance des synchrotrons de haute énergie. Cependant, vers le milieu des années 50, les scientifiques se sont aperçus que ce rayonnement intense pouvait être utilisé en soi pour étudier la structure moléculaire ou d'autres structures dans le cadre de divers travaux de recherche pure et appliquée. Les utilisateurs du rayonnement synchrotron commencèrent à se grouper autour des machines à électrons de haute énergie construites pour la physique des particules, mais les perspectives des recherches

avec le rayonnement synchrotron paraissaient si passionnantes qu'on s'intéressa à la réalisation de sources de rayonnement synchrotron spécialisées.

Dans les sources modernes, on utilise le rayonnement produit par des "dispositifs d'insertion" disposés dans les sections droites du synchrotron pour "secouer" le faisceau plutôt que le rayonnement émis lorsque la trajectoire des électrons est incurvée dans les arcs de la machine.

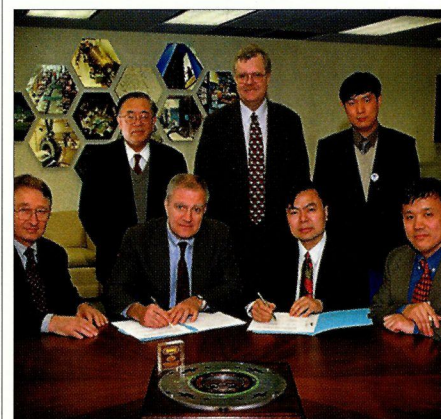
Le Laboratoire de Daresbury avait été créé dans les années 60 pour accueillir la machine à électrons de 4 GeV NINA (National Institute Northern Accelerator) destinée à compléter la machine à protons Nimrod du Laboratoire Rutherford. Le Royaume-Uni ayant décidé au début des années 70 de fermer ses accélérateurs de particules nationaux pour concentrer au CERN ses activités de recherche en physique des particules, on élabore un projet de source spécialisée de rayonnement synchrotron à électrons, la SRS, pour remplacer NINA et profiter de l'infrastructure existant à Daresbury.

Un projet de nouvelle grande source nationale française de rayonnement synchrotron, le projet Soleil, a été abandonné l'année dernière et la France a préféré devenir un partenaire majeur du projet Diamond. L'appui substantiel apporté à Diamond par le Wellcome Trust, la plus grande fondation au monde pour la recherche biomédicale, montre bien que le rayonnement synchrotron en tant qu'instrument de recherche suscite de l'intérêt dans des domaines très divers.

L'abandon du projet français initial, de même que le transfert de Daresbury à Rutherford des sources britanniques de rayonnement synchrotron, ont fait l'objet de très vives controverses.

Brookhaven et la Chine s'unissent pour la recherche

Des représentants de la Fondation nationale chinoise pour les sciences de la nature (NNSFC) se sont rendus à Brookhaven du 23 au 25 février, dans le but de s'informer sur le programme du nouveau collisionneur d'ions lourds RHIC de Brookhaven et d'étudier les possibilités d'une collaboration accrue. L'éventuelle transformation de l'expérience STAR, de manière à augmenter sa capacité d'identification de particules, a été un des principaux sujets de la discussion. La délégation a aussi visité le Laboratoire national Lawrence de Berkeley, et un symposium commun, pour discuter des aspects pratiques de la transformation de STAR, est prévu à Pékin à l'automne. Le point fort de la visite a été la signature d'un accord destiné à entretenir l'intérêt à l'avenir et stimuler la collaboration entre les institutions soutenues par le NNSFC et Brookhaven sur le programme scientifique du RHIC.



Tous d'accord pour cultiver la collaboration entre les institutions soutenues par la Fondation nationale chinoise pour les sciences de la nature et Brookhaven dans la recherche au nouveau collisionneur d'ions lourds de Brookhaven. De gauche à droite (à l'arrière-plan): le vice-président de la NNSFC, Wang Naiyan, le porte-parole adjoint de l'expérience STAR, Tim Hallman et Feng Liu de l'Institut de physique des particules de Wuhan, en Chine; les signataires de l'accord: Peter Paul, directeur adjoint de Brookhaven pour la science et la technologie, John Marburger, directeur de Brookhaven, Peiwen Ji, directeur adjoint du département de mathématiques et de sciences physiques de la NNSFC et Qing Chang, directeur adjoint du bureau de la collaboration internationale.

La harpe hadronique

Tandis qu'on se passionne toujours davantage pour les nouvelles possibilités de réaliser des "usines à neutrinos" avec des anneaux de stockage de muons (*Courrier CERN* avril 2000 p17), une nouvelle expérience au CERN étudiera en détail le rendement de la production de pions par des protons de haute énergie. Les résultats apporteront des informations précieuses pour les études sur ces usines à neutrinos.

L'Expérience de production de hadrons au synchrotron à protons PS du CERN (HARP) est une collaboration d'instituts autrichiens, belges, britanniques, bulgares, espagnols, français, italiens et russes, ainsi que du CERN et de l'Institut unifié de recherches nucléaires (IUNR) de Doubna, près de Moscou.

Pour une usine à neutrinos, un accélérateur d'attaque offrant un faisceau intense de protons accumulerait une puissance de plusieurs mégawatts dans une cible spécialement conçue pour créer des pions, qui seraient ensuite recueillis par des moyens magnétiques. Ces pions se désintégreraient en

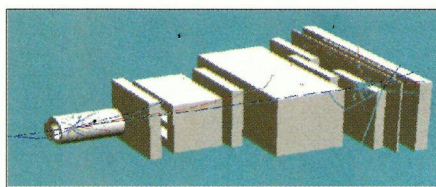


Schéma d'une collision de particules dans l'expérience HARP au CERN. On remarquera l'étendue de l'angle couvert en aval (à droite).

muons, qui produiraient à leur tour des neutrinos. Les données existantes sur le rendement en pions des protons ne conviennent pas pour une étude détaillée de l'accélérateur de protons et de la cible dont serait constituée une machine de ce type.

L'expérience HARP comporte un autre objectif majeur. La recherche d'une meilleure compréhension du phénomène des oscillations neutrino nécessite une plus large connaissance des flux de neutrinos atmosphériques. Le rendement en neutrinos des rayons cosmiques qui viennent heurter des noyaux de l'atmosphère est une donnée indispen-

sable à tout calcul sur les effets des neutrinos atmosphériques. Ce flux de neutrinos nécessite une connaissance de l'énergie et de la composition des rayons cosmiques primaires, ainsi que de la production ultérieure de particules secondaires par des collisions avec des noyaux d'azote et d'oxygène. La première est améliorée constamment grâce aux informations recueillies dans les nouvelles séries de vols de ballons, mais la seconde exige des efforts supplémentaires.

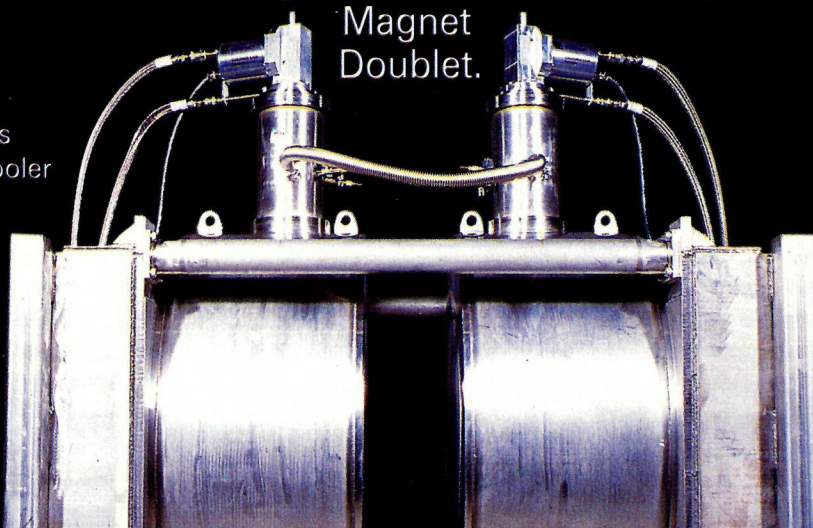
HARP utilisera des protons d'une énergie atteignant 15 GeV produits par le synchrotron à protons du CERN et des éléments de détecteurs récupérés sur d'anciennes grandes expériences au CERN et ailleurs: le prototype de chambre à projection tridimensionnelle de l'expérience Aleph avec le collisionneur électron-positon LEP du CERN, des chambres à dérive de l'expérience neutrino Nomad au CERN, des modules de calorimètre de l'expérience neutrino Chorus au CERN, un aimant spectromètre d'Orsay, etc. L'objectif est d'étudier la production de particules secondaires sous différents angles et avec différentes énergies. Grâce aux équipements dont il a hérité, HARP pourra entrer en service très rapidement et devrait commencer à recueillir des données l'année prochaine.

Seeing Double?

No. It's just the world's first-of-its-kind, Cryogen-free Superconducting Magnet Doublet.

Everson Products:

- Superconducting magnets
- Resistive magnets
- Integrated cryocooler systems
- Liquid cryogen dewars
- Variable-temperature cryostats
- Low-temperature He-3 cryostats
- Power supply instrumentation



Everson Services:

- Engineering design
- Finite element and CAD
- Magnetic analysis
- Thermal analysis
- Instrumentation design
- Conductor insulation
- Special tooling

We service a wide variety of market applications, so call us today.

2000 City Line Road, Bethlehem, PA 18017
(610) 264-8611, FAX: (610) 264-1040
www.eversonelec.com



**everson
electric
company**

We put quality in motion.