

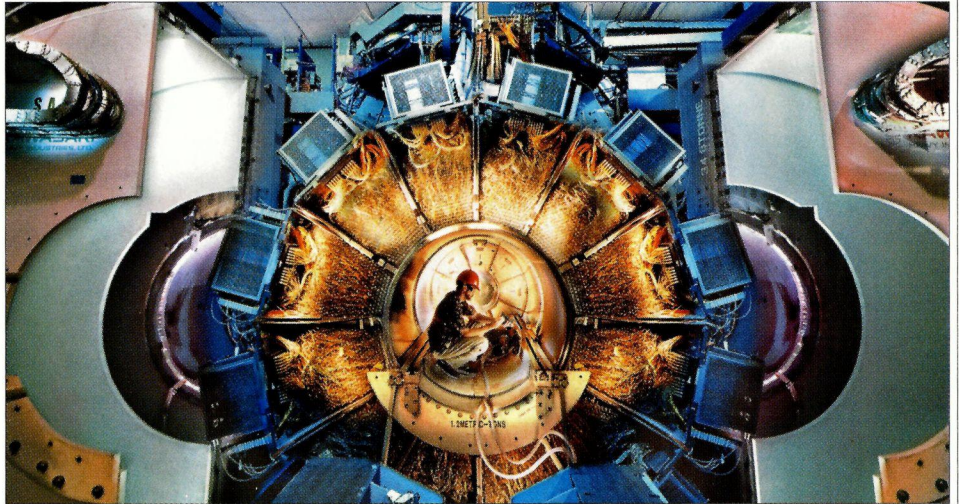
SLAC

BaBar: violation directe de CP dans les désintégrations des B

Exemple classique de question à poser à des extraterrestres habitant une galaxie lointaine pour découvrir s'ils sont faits de ce que l'on définit sur Terre comme de la matière ou de l'antimatière: dites-leur de produire des mésons et des antimésons B et d'en mesurer les désintégrations en paires $K\pi$; puis, demandez-leur si le signe du kaon de la désintégration la plus fréquente est le même que celui du lepton des atomes constituant la matière de leur galaxie. Si la réponse est "oui", ces extraterrestres sont formés de ce que nous appelons de l'antimatière et il vaudrait mieux ne pas les inviter à visiter notre planète.

En bref, c'est l'expérience faite par la collaboration BaBar au SLAC au cours de laquelle elle a observé une violation directe de CP dans le système des mésons B neutres en détectant l'effet subtil qui révèle une différence entre les désintégrations des particules et de leurs antiparticules. BaBar et l'expérience Belle du KEK, au Japon, avaient déjà établi qu'une violation CP se produit dans le système des mésons B; toutefois, les premiers résultats avaient trait à des processus mettant en jeu des oscillations $B^0-\bar{B}^0$. Le mot clé des mesures les plus récentes est "directe", car la collaboration BaBar a maintenant observé une violation de CP dans un processus qui ne comprend pas d'oscillation: la désintégration du méson B neutre en une paire $K\pi$.

L'équipe BaBar – 600 physiciens et ingénieurs de 75 instituts d'Allemagne, du Canada, de Chine, France, Grande-Bretagne, Italie, Norvège, Pays-Bas, Russie et des Etats-Unis – a étudié les désintégrations de 227 millions de particules $Y(4S)$ en paires $B-\bar{B}$ et sélectionné les désintégrations $B^0 \rightarrow K^+\pi^-$ et $\bar{B}^0 \rightarrow K^-\pi^+$. Si la loi



Le détecteur BaBar sur le collisionneur e^+e^- d'énergies inégales PEP-II du SLAC. (Photo SLAC.)

de symétrie CP était exacte, alors les deux désintégrations auraient la même probabilité de se produire et, en partant de nombres égaux de Bs et de $\bar{B}$ s, l'expérience devrait s'achever avec des nombres égaux de paires $K^+\pi^-$ et $K^-\pi^+$.

Toutefois, BaBar a trouvé plus de paires $K^+\pi^-$ que de paires $K^-\pi^+$ sur un total, $n_{K^-\pi^+} + n_{K^+\pi^-}$, d'environ 1600 événements. Les résultats indiquent une asymétrie $(n_{K^-\pi^+} - n_{K^+\pi^-}) / (n_{K^-\pi^+} + n_{K^+\pi^-}) = -0,133 \pm 0,030$ (stat.) $\pm 0,009$ (syst.), établissant une violation directe de CP dans le système de mésons B^0 au niveau $4,2\sigma$ (Aubert et al. 2004). La collaboration Belle a récemment publié le résultat d'une analyse similaire fondée sur environ 1000 désintégrations, dans lesquelles elle a trouvé une asymétrie de $-0,088 \pm 0,035 \pm 0,013$, mais avec un poids statistique de $2,4\sigma$ (Chao et al. 2004). Belle a également signalé la détection d'une violation

directe de CP au niveau $3,2\sigma$ dans les désintégrations $B^0 \rightarrow \pi^+\pi^-$ (Abe et al. 2004).

La violation directe de CP avait été observée pour la première fois avec des kaons neutres, dans le cadre des expériences NA48 du CERN et KTeV du laboratoire Fermi. Toutefois, comme prévu par la théorie, l'effet maintenant observé dans le système des B^0 est beaucoup plus marqué. L'asymétrie de 13% mesurée par BaBar montre que le phénomène est quelque 100,000 fois plus grand avec les mésons B neutres qu'avec les kaons.

Pour en savoir plus

K Abe et al. 2004 *Phys. Rev. Lett.* **93** 021601.

B Aubert et al. 2004 www.arxiv.org/abs/hep-ex/0407057.

Y Chao et al. 2004 www.arxiv.org/abs/hep-ex/0407025.

IURN

Les chambres à muons d'ATLAS quittent la Russie pour le CERN

Le 6 juillet, le camion transportant les neuf premières des 84 chambres fabriquées au laboratoire Dzhélépov des problèmes nucléaires (IURN LDPN) pour l'expérience ATLAS, a quitté le bâtiment 5 du LDPN, pour un long voyage jusqu'à Genève.

Commencée en 2000 dans le cadre de la



Chargement des chambres à muons d'ATLAS sur le camion avant leur long voyage.

participation de l'IURN à la construction du système pour muons du détecteur ATLAS au LHC, cette activité entre maintenant en phase finale. L'année prochaine, toutes les chambres à muons restantes seront assemblées et testées à l'IURN puis transportées au CERN.

Après de nouveaux essais, elles y seront assemblées avec les chambres à plaques résistives de déclenchement, lesquelles sont fabriquées dans des centres de recherche italiens. L'ensemble subira alors des essais finaux avant d'être installé dans la cavane d'ATLAS.

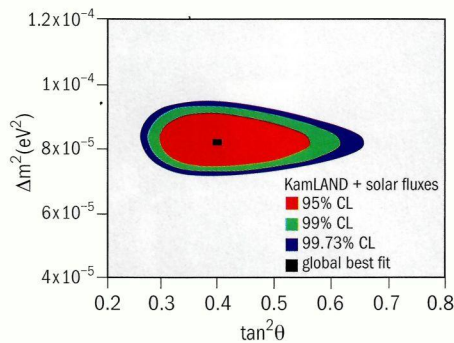
NEUTRINOS

KamLAND resserre le champ des oscillations

La collaboration KamLAND a annoncé une mesure améliorée de l'oscillation entre les deux premières familles de neutrinos, fondée sur une exposition de 766,3 tonnes-années à des antineutrinos produits par des réacteurs nucléaires. L'analyse la plus récente signale également l'observation de la distorsion du spectre d'énergie, prévue d'après les effets des oscillations des antineutrinos de l'électron.

Le détecteur KamLAND, utilisant 1 kilotonne d'un scintillateur liquide ultra pur, est situé près de Toyama, au Japon, où il est exposé aux antineutrinos de l'électron qu'émettent 53 réacteurs électronucléaires et de recherche du pays, ainsi que quelques réacteurs électronucléaires situés à l'étranger. Les nouveaux résultats sont fondés sur les données recueillies entre mars 2002 et janvier 2003 – soit trois fois la quantité de données utilisée pour la mesure initiale prouvant pour la première la "disparition" d'antineutrinos de réacteurs (*Courrier CERN* mars 2003 p7). Qui plus est, des améliorations de l'analyse ont permis d'augmenter de 33% le volume fiduciel du détecteur.

Avec cette nouvelle analyse, KamLAND a observé 258 événements à antineutrinos de



Résultats d'une analyse de l'oscillation à deux neutrinos combinant les données de KamLAND et les flux de neutrinos solaires observés et supposant l'invariance sous CPT.

l'électron d'énergie supérieure à 3,4 MeV, pour 365,2 événements prévus en supposant l'absence d'oscillations des neutrinos. Ce résultat donne un degré de certitude de 99,995% pour la disparition des antineutrinos de réacteurs. La collaboration a également constaté que le spectre d'énergie observé est en désaccord avec le profil spectral prévu en l'absence d'oscillations des neutrinos, avec un degré de certitude de 99,9%.

Toutefois il concorde avec la distorsion prévue d'après les effets d'oscillations des antineutrinos de l'électron.

La première analyse de KamLAND, combinée avec les résultats d'expériences sur les neutrinos solaires, a déjà restreint l'espace des paramètres du cas de figure à deux neutrinos, favorisant la solution d'un grand angle de mélange (LMA). L'analyse la plus récente de l'oscillation à deux neutrinos du plus grand échantillon de données situe le meilleur ajustement à $\Delta m^2 = 8,3 \times 10^{-5} \text{ eV}^2$ et $\tan^2 \theta = 0,41$ – ce qui tend à exclure les valeurs plus grandes de Δm^2 précédemment permises par KamLAND.

Une analyse globale de l'oscillation à deux neutrinos, basée sur les données de KamLAND, des expériences sur les neutrinos solaires et supposant l'invariance sous CPT, réduit encore l'espace des paramètres, comme le montre la figure, avec un meilleur ajustement pour l'analyse combinée à $\Delta m^2 = 8,2 + 0,6 - 0,5 \times 10^{-5} \text{ eV}^2$ et $\tan^2 \theta = 0,40 + 0,09 - 0,07$.

Pour en savoir plus

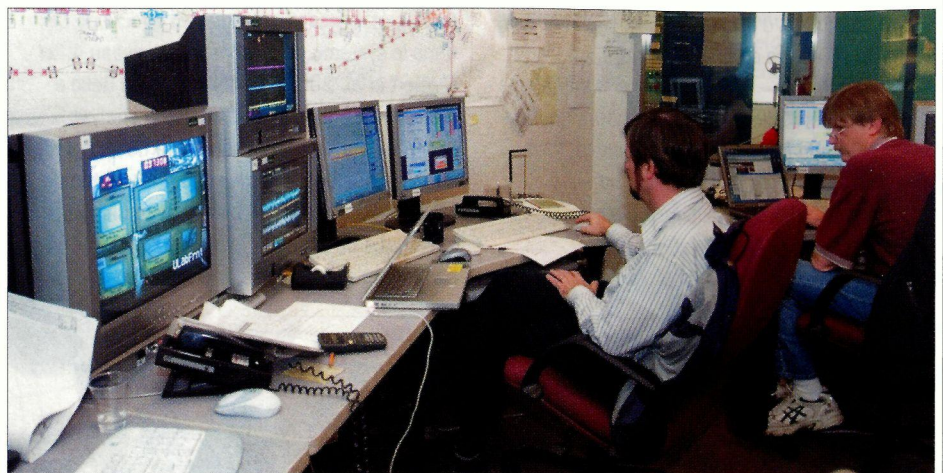
T Araki et al. 2004 www.arxiv.org/hep-ex/0406035.

LABORATOIRE JEFFERSON

Un laser à électrons libres atteint les 10 kW

Le laser à électrons libres (LEL) de l'installation de l'Accélérateur national Thomas Jefferson du ministère de l'énergie des États-Unis a produit à la fin de juillet un faisceau infrarouge cohérent de 10 kW, ce qui en fait le laser accordable le plus puissant du monde. Plusieurs expériences sont sur le point de démarrer sur cette nouvelle installation – comprenant une étude de la propagation d'un faisceau laser dans l'atmosphère pour le Laboratoire de recherche de la marine, la fabrication de nanotubes de carbone par des chercheurs de la NASA et des études de photochimie et de photobiologie.

Le programme LEL a commencé au laboratoire Jefferson avec un LEL de démonstration de 1 kW, qui battait déjà des records en étant le laser à grande puissance moyenne le plus brillant du monde. Ce laser a produit un faisceau infrarouge de 2,1 kW, plus du double de sa puissance nominale, avant d'être déconnecté en novembre



Steve Benson (à gauche) et David Douglas accordent le matériel du laser à électrons libres, en préparation d'une session d'exploitation à 10 kW. (Greg Adams, JLab.)

2001 pour le porter à 10 kW (*Courrier CERN* septembre 2003 p6). Lors de cette mise à niveau, l'équipe du laser a installé une nouvelle optique, un plus grand nombre d'éléments accélérateurs, de nouvelles alimentations dans l'injecteur et un nouvel onduleur non résonnant (wiggler) grâce

auquel le faisceau d'électrons produit la lumière laser. Ces améliorations ont permis d'augmenter l'énergie de l'accélérateur linéaire de 300% (de 40 à 160 MeV), de doubler l'intensité de son faisceau et d'adapter l'optique à une augmentation de puissance d'un facteur 10.

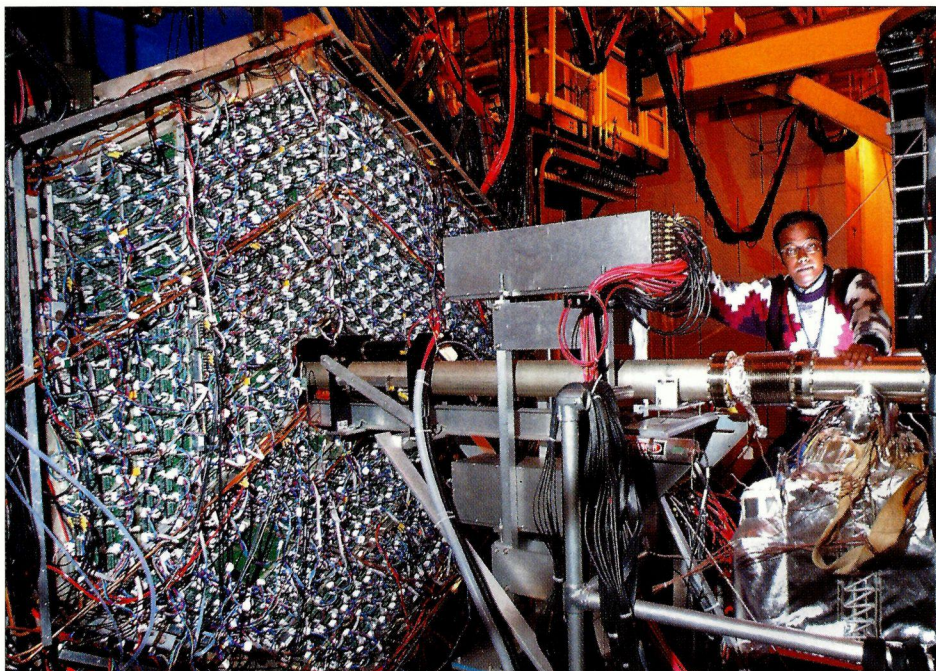
IONS LOURDS

Un détecteur en vedette... indienne à Brookhaven

Un détecteur construit par une équipe indienne a commencé d'être utilisé cette année dans le cadre de l'expérience STAR sur le Collisionneur d'ions lourds relativistes (RHIC) du Laboratoire national de Brookhaven (BNL). Ce détecteur de multiplicité des photons (PMD) a été réalisé par une collaboration conduite par un groupe du Centre du cyclotron d'énergie variable de Kolkata, avec des collègues de l'Institut de physique de Bhubaneswar et des groupes universitaires de Chandigarh, Jaipur et Jammu.

Le PMD est un détecteur de pied de gerbe conçu pour étudier aux petits angles ($2,3 < \eta < 3,5$) la production de photons au milieu de fortes densités de particules dans les collisions d'ions lourds relativistes. Les calorimètres ne conviennent pas dans ce cas, car les gerbes de particules présentent un recouvrement considérable. En mesurant la distribution spatiale des photons dans l'espace des phases et en la combinant aux données de ses détecteurs de particules chargées, le système PMD permet d'étudier les caractéristiques des événements individuels, dont les fluctuations de la multiplicité des photons et le rapport des nombres de particules chargées et neutres, procurant ainsi une meilleure connaissance de la transition de phase de déconfinement et de la restauration de la symétrie chirale. Un PMD utilisant des scintillateurs plastique comme milieu sensible, qui faisait partie des expériences WA93 et WA98 au supersynchrotron à protons du CERN (*Courrier CERN* septembre 1991 p16 et janvier 1995 p14), a contribué de façon significative à l'étude des collisions d'ions lourds relativistes dans ces expériences.

Le PMD construit pour STAR comporte un convertisseur en plomb de 15 mm d'épaisseur, intercalé entre deux plans de détecteurs à grain fin. Le plan de détecteurs situé en aval du convertisseur détecte les photons par les gerbes électromagnétiques qu'ils produisent dans le plomb; le plan de détecteurs amont aide à rejeter les impacts de particules chargées. Ces détecteurs, qui sont essentiellement des compteurs proportionnels à gaz, sont intégrés dans une structure en nid d'abeille de cellules comprenant une cathode en cuivre et un fil d'anode en tungstène, le milieu sensible est un mélange d'argon et de dioxyde de carbone. Les cellules, de 8 mm de profondeur pour une superficie d'environ 1 cm², sont séparées par des



Le plan pied de gerbe du détecteur de multiplicité des photons de STAR, dans le Wide Angle Hall à Brookhaven, vu du tunnel du collisionneur d'ions lourds relativistes.

parois en cuivre pour éviter la diaphonie en confinant les électrons δ de basse énergie à leur seule cellule de production. Une caractéristique spéciale de la conception est son rapport de forme inhabituel, la profondeur et les dimensions transversales de la cellule étant comparables. De plus, la cathode est montée sur les cartes de circuits imprimés recouvrant le nid d'abeille en cuivre, de telle sorte que la distance entre l'anode et la cathode est inférieure à 2 mm, bien que la séparation physique entre la cathode en cuivre et le fil d'anode soit de 5 mm. Cette cathode étendue assure une sensibilité uniforme de détection dans tout le volume de la cellule.

Le détecteur complet est construit à partir de modules en forme de losange de 24 x 24 cellules. Un certain nombre de ces modules, de quatre à neuf, est logé dans des enceintes étanches appelées supermodules, chaque plan du PMD étant constitué de 12 de ces supermodules. Le détecteur, dont la forme finale est hexagonale, est constitué de deux moitiés, pouvant être séparées verticalement et déplacées indépendamment.

Le signal issu des cellules est traité par des circuits intégrés GASSIPLEX, mis au point au CERN, qui fournissent une information analogique multiplexée sur 16 canaux. Les

signaux analogiques sont numérisés et lus en utilisant la carte CA/N C-RAMS. La carte d'électronique frontale, comprenant quatre puces GASSIPLEX, forme un losange de 70 mm de côté monté directement sur chaque module, en recouvrant presque toute la surface de 8 x 8 cellules du détecteur.

Le PMD complet de STAR, comportant environ 83.000 cellules sur deux plans et couvrant une surface d'environ 4 m², est situé près du mur Est du "Wide Angle Hall" du BNL, à 5,5 m du point d'interaction, dans le prolongement de la chambre à projection pour les petits angles.

La conception du PMD et celle d'un détecteur similaire destiné à l'expérience ALICE du LHC du CERN (*Courrier CERN* décembre 2000 p17) ont donné lieu à des études et recherches communes. Le PMD a été financé par le ministère de l'Énergie atomique et le ministère des Sciences et technologies du gouvernement indien, avec le soutien financier de la collaboration STAR.

Pour en savoir plus

M M Aggarwal et al. 2002 *Nucl. Instr. Meth.* **A488** 131; 2003 **A499** 751.

Y P Vijoyi, Centre du cyclotron d'énergie variable, Kolkata, Inde.

EUROPE

Aide de l'UE pour EUROFEL et EUROTeV

La Commission européenne a retenu deux projets coordonnés par le DESY pour une subvention au titre de son sixième programme-cadre.

Les projets EUROFEL et EUROTeV ont été classés respectivement premier et deuxième, d'après l'évaluation des rapporteurs. À partir de 2005, ils recevront l'un et l'autre une subvention d'environ 9 M€ sur trois ans, à peu près le tiers de leurs coûts estimés. Les deux tiers restants seront pris en charge par les instituts de recherche participants.

Le projet EUROFEL, auquel participent 16 centres de recherche de premier plan, de cinq pays européens, ainsi que le DESY, est une étude de conception ayant pour objectif la mise au point en commun de la physique et de la technologie nécessaire pour la prochaine génération de sources

de rayonnements de courtes longueurs d'ondes, les lasers à électrons libres (LEL). Sept de ces installations sont actuellement prévues en Europe – en Allemagne, France, Grande-Bretagne, Italie et Suède. Bien que les propositions individuelles de LEL diffèrent quant aux choix technologiques, elles sont confrontées à des problèmes communs, tels que les exigences extrêmement sévères concernant la qualité du faisceau d'électrons ou les principes de production du rayonnement. C'est donc sur ces questions que seront concentrées les activités coordonnées communes des 16 équipes de recherche participantes.

Le second projet retenu – EUROTeV – était proposé par 27 instituts de six pays européens, dont le DESY comme institution coordinatrice et le

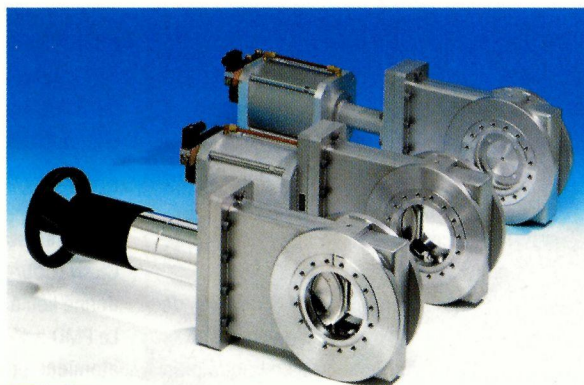
CERN. Ce projet a pour objectif d'axer des activités européennes de recherche et d'étude sur la conception d'un collisionneur linéaire international destiné à la physique des particules et d'accomplir les travaux de recherche et d'étude de phase finale sur des éléments essentiels pour l'installation – en accord étroit avec les comités correspondants d'Asie et d'Amérique. Il existe un consensus mondial sur le fait qu'un tel collisionneur linéaire sera le prochain grand accélérateur pour la physique des particules. Une des ambitions de la proposition d'EUROTeV est de réaliser une structure européenne de haute qualité qui pourra devenir la branche européenne du groupe international de planification d'un projet de collisionneur linéaire mondial.

cerncourier.com



All-metal Gate Valves

Series 48 for extreme UHV or aggressive media



Compact • Reliable • Unique



- The worldwide proven standard, industrially manufactured (ISO 9001)
- Full range from DN 16 to 400
- Many options available, specials on request

Swiss Headquarters
Tel ++41 81 771 61 61
reception@vat.ch

VAT USA
Tel (781) 935 1446
usa@vatvalve.com

VAT Japan
Tel (045) 333 11 44
sales@vatsk.co.jp

VAT Korea
Tel 031 704 68 57
korea@vatvalve.com

VAT Taiwan
Tel 03 516 90 88
taiwan@vatvalve.com

VAT Benelux
Tel ++31 30 6018251
benelux@vatvalve.com

VAT France
Tel 01 69 20 69 11
france@vatvalve.com

VAT Germany
Tel (089) 46 50 15
deutschland@vatvalve.com

VAT U.K.
Tel 01926 452 753
uk@vatvalve.com

www.vatvalve.com

