

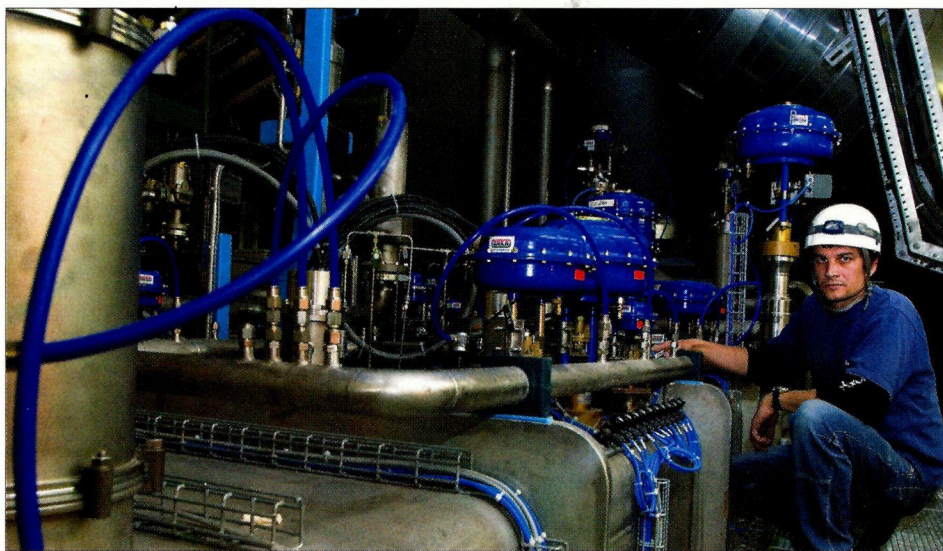
CERN

La centrale cryogénique du LHC reste de glace

Le système cryogénique du Grand collisionneur de hadrons (LHC) du CERN a franchi le 7 avril une étape majeure en atteignant au point 8 sa température nominale de 1,8 K. Le LHC et ses aimants supraconducteurs sont conçus pour fonctionner à cette température très basse, ce qui fera de l'accélérateur de 27 km l'installation de grande taille la plus froide au monde. Bien que le système ait déjà été ainsi refroidi lors des tests de réception effectués en surface en 2002, c'est la première fois qu'il atteint sa température nominale *in situ*.

La cryogénie du LHC est extrêmement complexe; le système représente 31 kt de matériel (portes de compression, boîtes froides avec turbines d'expansion et échangeurs de chaleur, lignes d'interconnexion), où 700 kl d'hélium liquide doivent traverser 40,000 joints de tuyauterie.

Bien que les 4,5 K de l'hélium liquide normal soient suffisants pour rendre les aimants supraconducteurs, on utilisera au LHC de l'hélium superfluide à une température plus basse, soit 1,8 K. L'hélium superfluide est particulièrement efficace dans les échanges thermiques; il permet de transporter des kilowatts de réfrigération sur plus d'1 km avec une variation



Adrien Forgeas, du Commissariat à l'énergie atomique (CEA) de Grenoble, fait partie de l'équipe chargée de superviser l'installation et la mise en service du système cryogénique au point 8.

de température de moins de 0,1 K.

Huit centrales cryogéniques, réparties autour de l'anneau LHC, et d'une puissance totale de plus de 140 kW, refroidiront l'hélium en deux paliers, le premier à 4,5 K, et le deuxième à la température

finale de 1,8 K. Quatre d'entre elles, construites par le groupement nippo-suisse IGL-Linde sont déjà installées; les quatre autres, fabriqués par la société française Air Liquide, sont en cours d'installation et feront l'objet d'un essai en 2006.

DES INTEGRATIONS DES B Une méthode d'analyse pour mesurer l'angle γ

Jusqu'à ces dernières années, on n'attendait des usines à B actuelles aucune mesure valable de l'angle γ du triangle d'unitarité de la physique des mésons B. Cependant, une récente proposition de mesurer γ dans les désintégrations $B \rightarrow DK$ par analyse du diagramme de Dalitz a révolutionné le domaine. Des résultats émergent des deux usines à B, au KEK et au SLAC.

La détermination des éléments de la matrice de Cabibbo-Kobayashi-Maskawa (CKM) constitue une vérification importante de la cohérence du modèle standard et un moyen de rechercher une physique nouvelle. La matrice CKM paramétrise le mélange des différents quarks du point de vue de l'interaction faible et permet d'interpréter la violation de CP selon le modèle standard.

Les neuf éléments complexes de la matrice sont reliés dans un système d'équations respectant l'unitarité. On peut représenter l'une de ces

relations, particulièrement intéressante en physique des B, par un triangle dit "triangle d'unitarité". On se réfère aux angles de ce dernier par les lettres α , β et γ (ou respectivement par φ_2 , φ_1 et φ_3 au Japon). Bien que β ait déjà été déterminé avec une précision de quelques degrés, α et γ sont plus difficiles à mesurer avec précision.

La nouvelle analyse utilise la désintégration à trois corps des D neutres, $D^0 \rightarrow K_S^0 \pi^+ \pi^-$, obtenus dans les branches $B^+ \rightarrow D^0 K^+$, $B^+ \rightarrow D^+ K^0$ et $B^+ \rightarrow D K^{*+}$. Dans l'analyse du diagramme de Dalitz pour la désintégration à trois corps du D, on représente en deux dimensions la masse invariante du système $K_S \pi^+$ en fonction de celle du système $K_S \pi^-$; c'est un moyen efficace de mesurer l'asymétrie en comparant les désintégrations des B^+ et des B^- . En outre, cette méthode utilise davantage d'informations sur les événements et elle est donc plus sensible que l'approche unidimensionnelle.

A partir d'un échantillon de données de 253 fb^{-1} , la collaboration Belle au KEK a obtenu 276 candidats pour $B^+ \rightarrow D^0 K^+$, 69 pour $B^+ \rightarrow D^+ K^0$ et 56 autres pour $B^+ \rightarrow D K^{*+}$ (Abe *et al.* 2004 et 2005). En combinant les deux premières

branches on obtient $\gamma = 68^\circ \pm 14^\circ \pm 13^\circ \pm 11^\circ$. La première incertitude est statistique, la seconde estime les effets expérimentaux systématiques et la troisième l'incertitude sur le modèle. Le degré de certitude statistique de la violation de CP s'élève à 98%, c'est encore insuffisant pour revendiquer l'observation de la violation directe de CP, mais on s'en rapproche.

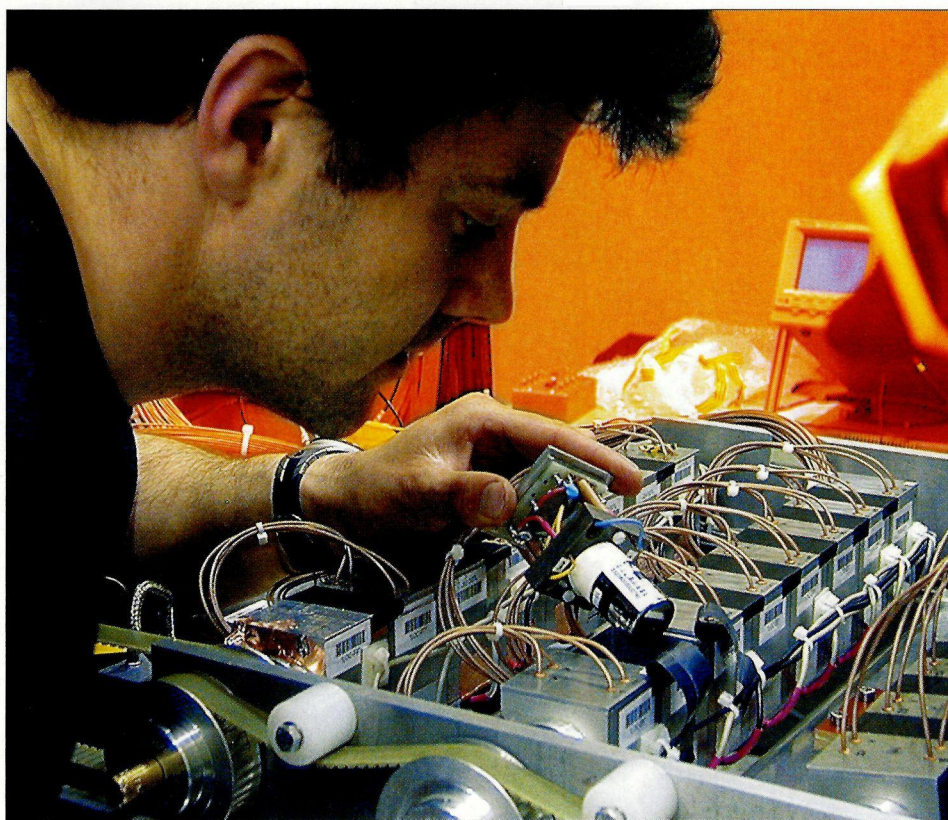
La collaboration BaBar au SLAC travaille également sur une analyse similaire et obtient dans un résultat préliminaire $\gamma = 70^\circ \pm 26^\circ \pm 10^\circ \pm 10^\circ$ (Aubert *et al.* 2004). Ces valeurs de γ sont en accord avec celle que permettent de prévoir le modèle standard et des ajustements globaux aux autres sources d'information; en outre, la méthode du diagramme de Dalitz devient rapidement un outil établi pour mesurer γ .

Références

- K Abe *et al.* 2004 La collaboration Belle 2004 <http://arxiv.org/abs/hep-ex/0411049>
- K Abe *et al.* 2005. La collaboration Belle 2005 <http://arxiv.org/abs/hep-ex/0504013>
- B Aubert *et al.* 2004 La collaboration BaBar 2004 <http://arxiv.org/abs/hep-ex/0408088>

DETECTEURS

La production de VPT pour le CMS passe la barre des 10,000



Joolz Williams travaillant sur le système d'essai des phototriodes à vide au Laboratoire Rutherford Appleton. CMS utilisera 15,500 VPT. (Photo CCLRC RAL.)

Actuellement en construction, l'expérience CMS au Grand collisionneur de hadrons (LHC) au CERN, vient de recevoir sa 10,000^{ème} phototriode à vide (VPT), qui sera utilisée dans les calorimètres électromagnétiques des bouchons (ECAL). A cette occasion, le fabricant de VPT, l'Institut national de recherche Electron a organisé un séminaire à St-Petersbourg. Le programme de fabrication devrait être terminé début 2006, date où un total de 15,500 pièces auront été livrées.

Le VPT est un photomultiplicateur à un seul étage, conçu pour CMS par des groupes du laboratoire Rutherford Appleton, de l'Université de Brunel, et de l'Institut de physique nucléaire de Gatchina à St-Petersbourg. Dans CMS, chaque VPT sera collé sur un monocristal scintillateur en tungstate de plomb fourni par le Centre technochimique de Bogoroditsk, également situé en Russie. Chacun des bouchons de CMS comprendra 7324 monocristaux de ce type assortis de VPT.

Le LHC constituera un environnement très difficile pour les détecteurs: ils devront fonctionner pendant 10 ans en étant soumis à une irradiation intense de gammas et de neutrons, et dans une induction magnétique de 4 T.

De plus, les faisceaux se croisant à une fréquence de 40 MHz, les VPT doivent répondre aux signaux lumineux en quelques nanosecondes. Rares sont les fabricants capables de satisfaire aux critères techniques de l'expérience CMS.

Le séminaire de St-Petersbourg a rassemblé des représentants du CERN, de CMS, de NRI Electron et d'OJSC Russian Electronix, société contrôlant Electron et le centre techno-chimique de Bogoroditsk. A la fin du séminaire, l'Académie russe des sciences de l'ingénieur a remis un prix spécial à Hans Rykaczewski, responsable des ressources de CMS-ECAL, en reconnaissance de sa contribution à la collaboration entre le CERN et l'industrie russe.

PHYSIQUE NUCLEAIRE

Une double dose de magie explique la production d'un élément

Les chercheurs travaillant au Laboratoire national du cyclotron supraconducteur (NSCL) de l'Université d'Etat du Michigan ont réussi la première mesure de la demi-vie du nickel 78 (^{78}Ni). Ses couches de protons et de neutrons étant complètes, le ^{78}Ni est dit doublement magique; il est de plus riche en neutrons et c'est un élément important pour la compréhension de la nucléosynthèse des métaux lourds.

Les noyaux doublement magiques présentent un intérêt fondamental pour la physique nucléaire, car en raison de leur structure simple, il est possible de les modéliser. De plus, les noyaux riches en neutrons jouent un rôle important dans le processus astrophysique de capture rapide des neutrons, ou "processus r". Le processus r est à l'origine d'environ la moitié des éléments plus lourds que le fer existant dans l'univers, mais son cheminement exact reste inconnu. Le ^{78}Ni est le seul noyau doublement magique qui soit un "point d'attente" important sur le chemin du processus r; la séquence de réaction s'y arrête dans l'attente de la désintégration du noyau.

Il n'existe que 10 noyaux doublement magiques (si l'on exclut les super-lourds), dont quatre seulement sont éloignés de la stabilité: ^{48}Ni , ^{78}Ni , ^{100}Sn et ^{132}Sn . Parmi ceux-ci, ^{48}Ni (pauvre en neutrons) et ^{78}Ni (riche en neutrons) sont les derniers dont les propriétés restent à mesurer de façon expérimentale. Or les résultats du NSCL montrent que des expériences portant sur ^{78}Ni sont réalisables.

Dans l'expérience en question, un faisceau secondaire constitué d'un mélange de plusieurs noyaux riches en neutrons proches de ^{78}Ni a été produit par fragmentation d'un faisceau primaire de $^{86}\text{Kr}^{34+}$ de 140 MeV par nucléon sur une cible de béryllium dans les cyclotrons couplés du NSCL. Le temps de faisceau total de 104 h a permis de créer 11 noyaux de ^{78}Ni . La vie moyenne mesurée, $110 \pm 100 - 60$ ms, est inférieure aux prédictions des modèles. Cette mesure constitue une première contrainte pour les modèles nucléaires et une donnée expérimentale précieuse pour la compréhension du processus r.

Pour en savoir plus

P T Hosmer *et al.* 2005 *Phys. Rev. Lett.* **94** 112501.

LABORATOIRE JEFFERSON

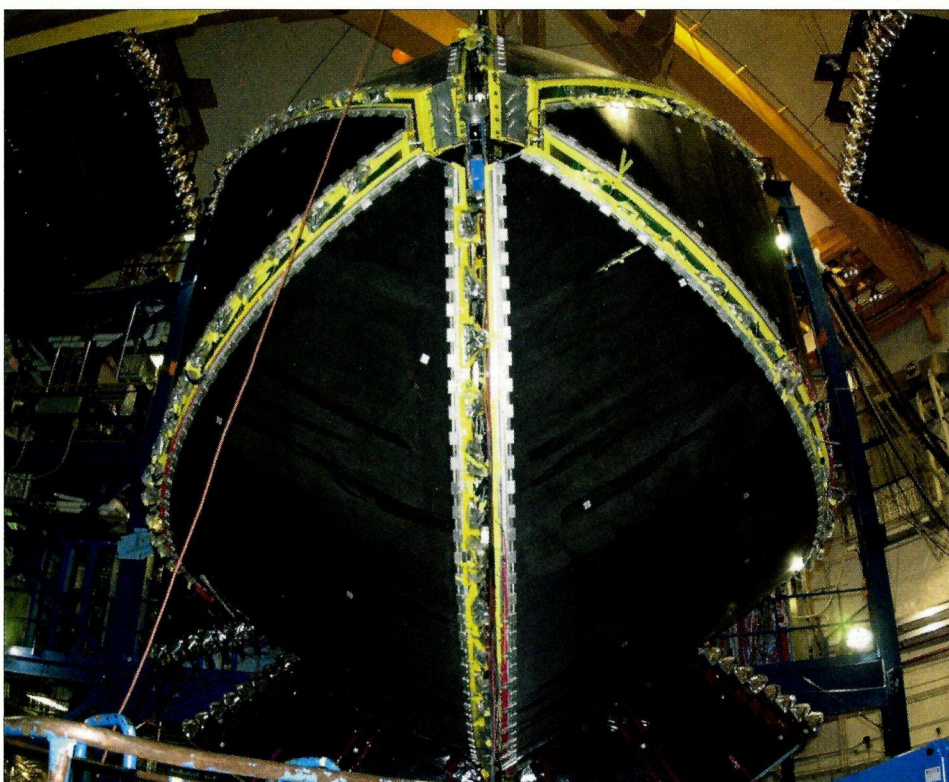
Les pentaquarks font faux bond et le mystère s'épaissit

La collaboration spectromètre de grande acceptance (CLAS) du CEBAF au laboratoire Jefferson a présenté à la réunion d'avril de la société américaine de physique ses données préliminaires sur le sujet d'actualité des pentaquarks. La chromodynamique quantique, n'interdit pas l'existence de pentaquarks, des états exotiques formés de quatre quarks et d'un antiquark, mais on ne peut encore affirmer qu'ils ont bien été observés. Plusieurs collaborations ont publié des résultats positifs, tandis que d'autres, en nombre égal, sont restées bredouille. Le nouveau résultat s'inscrit du côté négatif.

Dans l'expérience g11 de photoproduction avec cible fixe au détecteur CLAS, un faisceau de photons étiquetés – avec mesure des énergies individuelles – ces gammas de 1,6 à 3,8 GeV frappent une cible de protons. L'acquisition des données s'est terminée en 2004 avec une luminosité intégrée de 70 pb^{-1} . La collaboration a recherché la production associée d'un $\Theta^+(1540)$ et d'un kaon neutre dans la réaction $\gamma p \rightarrow \Theta^+ \bar{K}^0$, le $\bar{K}^0$ étant détecté à travers la désintégration de sa composante K_s^0 en $\pi^+ \pi^-$.

Le Θ^+ devrait se désintégrer en un neutron et un K^+ , le neutron étant reconstitué d'après la masse manquante de la réaction. Aucun signal n'apparaît dans le spectre de masse nK^+ , ce qui établit une limite de sa section efficace de production dans $\gamma p \rightarrow \Theta^+ \bar{K}^0$ de moins de 4 nb avec un degré de certitude de 95%.

Ce résultat est en conflit avec une analyse de



Les nouveaux résultats du détecteur CLAS, vu ici avec sa "coquille" ouverte, au laboratoire Jefferson approfondissent le mystère du pentaquark. (Photo laboratoire Jefferson.)

CLAS, déjà publiée, concernant l'observation du signal d'un Θ^+ au niveau de $7,8 \sigma$ dans la réaction $\gamma p \rightarrow \Theta^+ \pi^+ K^-$. L'étude précédente avait été menée sur 5 pb^{-1} de données et diverses coupures

rigoureuses avaient dû être appliquées à la distribution originelle des nK^+ pour révéler le signal du Θ^+ . Une expérience à plus haute énergie pour vérifier ce résultat est prévue.

POLITIQUES

L'UE oriente l'avenir de la recherche

Le 20 avril, les sept grandes organisations intergouvernementales de recherche européennes, réunies dans l'EIROforum, ont présenté un rapport exhaustif sur les politiques scientifiques, intitulé "Vers une Europe de l'innovation et de la connaissance".

Il y a cinq ans, le Conseil européen, réuni à Lisbonne, avait lancé l'Espace Européen de la

Recherche (EER), considéré comme un moyen d'atteindre les objectifs ambitieux liés au développement en Europe d'une économie du savoir de premier plan.

Deux ans plus tard était créé le partenariat EIROforum entre sept grands organismes de recherche intergouvernementaux, dont le plus ancien est le CERN. Ceux-ci exploitent quelques-unes des plus grandes infrastructures scientifiques du monde, et leur budget global est comparable à celui du Sixième Programme-cadre (FP6) de l'Union européenne (UE).

Dans ce document, l'EIROForum expose sa

vision collective de l'avenir de la recherche scientifique européenne, afin de soutenir le processus de Lisbonne, en travaillant à la mise en œuvre de l'Espace européen de la recherche. Les partenaires se déclarent favorables à la création en Europe de conditions permettant de mener des activités de recherche compétitives, de manière efficace, économique et féconde, afin d'être en mesure de recruter et de retenir en Europe des chercheurs de premier plan, et en même temps d'aider l'industrie européenne en encourageant une recherche de pointe commune, susceptible de produire des retombées importantes. Le rapport >

POLITIQUES

présente de nombreux moyens concrets par lesquels les organisations de l'EIROforum peuvent contribuer effectivement au renforcement de l'EER.

Quelques semaines auparavant, la Commission européenne avait adopté le projet de Septième

Programme-cadre (FP7). Les programmes-cadres constituent le principal instrument de l'UE pour le financement de la recherche en Europe. Ils ont une durée de cinq ans, la dernière année d'un programme recouvrant la première du suivant. Le FP6 est en vigueur depuis 2003, avec un budget total de 17,5 G€. Le FP7 couvrira la période

2007-2013, avec un budget de 72,7 G€ et une durée de sept ans au lieu de cinq. Ce projet ambitieux vise à améliorer l'efficacité du secteur et entend s'appuyer pour ce faire sur les réalisations des programmes antérieurs.

La création d'un "Conseil européen de la recherche", organisme scientifique indépendant qui financera les projets d'avant-garde et veillera à la compétitivité de la recherche européenne au niveau mondial, est une nouvelle étape. Ce Conseil supervisera les processus d'évaluation et de sélection par les pairs et assurera la gestion financière et scientifique des subventions. Le rapport de l'EIROforum soutient également cette proposition.

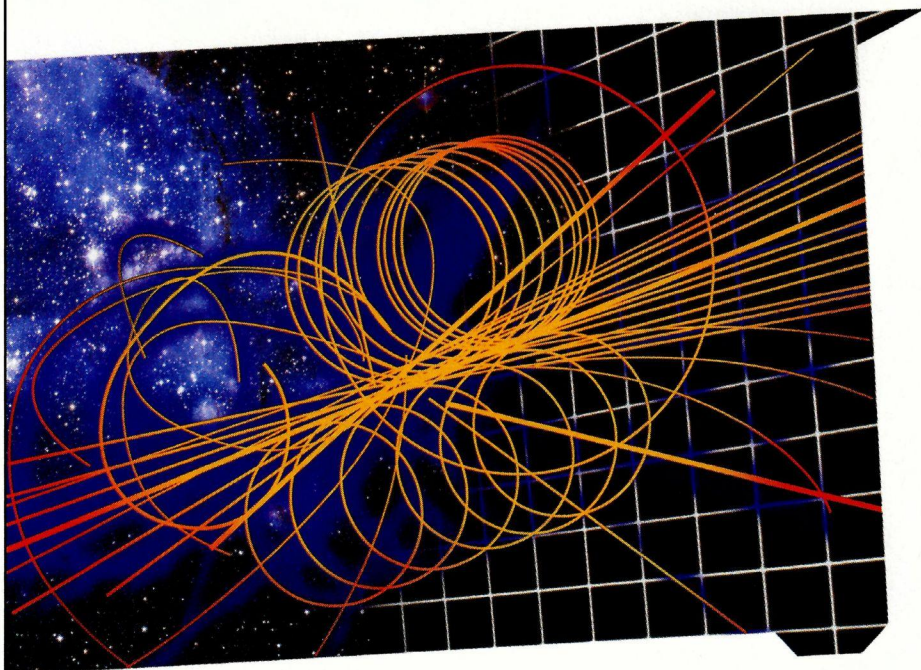
Enfin, troisième initiative européenne, le 8 avril, le Forum stratégique européen sur les infrastructures de recherche (ESFRI) a présenté à la Commission européenne un document intitulé "Towards new research infrastructures for Europe – the ESFRI 'list of opportunities'" (vers de nouvelles infrastructures de recherche pour l'Europe – la "liste d'opportunités" de l'ESFRI). Ce forum a été lancé en avril 2002 pour promouvoir une approche cohérente des politiques en matière d'infrastructures de recherche en Europe, dans la perspective des 10-20 prochaines années.

Les projets choisis devaient être de dimension paneuropéenne, suffisamment avancés pour être en mesure de recevoir des crédits de FP7, et d'envergure internationale. Le forum s'est efforcé de présenter une liste "équilibrée" répondant au mieux aux besoins fondamentaux de la communauté scientifique européenne. Sur un total de 23 projets, quatre concernaient la physique et l'astronomie, quatre des installations multidisciplinaires et un l'informatique.

Parmi les projets de physique et d'astronomie, on compte deux projets de physique nucléaire, un d'astronomie et un autre sur la physique du neutrino (KM3NeT, une future expérience en eau profonde en Méditerranée). Parmi les projets multidisciplinaires, on peut citer un laser à électrons libres à rayons X (XFEL) européen. La rapport mentionne également, sans donner de détails, cinq projets mondiaux impliquant une forte participation européenne, notamment la station spatiale internationale (ISS) et le Collisionneur linéaire international (ILC).

● Les sept membres de sont: l'organisation européenne pour la recherche nucléaire (CERN), l'Accord européen pour le développement de la fusion (EFDA), le Laboratoire européen de biologie moléculaire (EMBL), l'Agence spatiale européenne (ESA), l'Organisation européenne pour des recherches astronomiques dans l'hémisphère austral (ESO), l'Installation européenne de rayonnement synchrotron (ESRF) et l'Institut Laue-Langevin (ILL).

Discover the Future at the Speed of Light



Data You Can Count On®

If you're involved in high energy physics, you know the importance of obtaining clear and useful data.

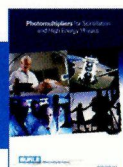
BURLE, the leading innovator in its field, offers a wide range of photomultipliers to fit your important research needs. Whether you're building a Calorimeter, Cherenkov, Time-of-Flight or Trajectory Detector – BURLE has the right photomultiplier for you. From our innovative PLANACON™ family of PMT's to our full line of scintillation counting and high energy physics photomultipliers, BURLE manufactures tubes offering today's best performance and quality.

Discover the future at the speed of light with BURLE photomultipliers.

Contact BURLE for more information or visit www.burle.com



Send for your **FREE** BURLE High Energy Physics Brochure or download it from our website for more information on Planacon™



BURLE Discovering the Future.

BURLE INDUSTRIES, INC. 1000 New Holland Avenue, Lancaster, PA 17601
1-800-366-2875 • +1-717-295-6773 (Intl. Calls)

www.burle.com

DESINTEGRATION BETA

Le piège pour atomes de TRIUMF donne de meilleures limites sur les bosons scalaires

Les expériences "légères" peuvent encore aujourd'hui sonder la physique d'une manière complémentaire aux recherches de particules dans les accélérateurs de haute énergie. Une expérience de corrélation bêta-neutrino utilisant le piège atomique neutre de TRIUMF (TRINAT) vient d'établir la meilleure limite sur les interactions scalaires générales contribuant à la désintégration bêta nucléaire.

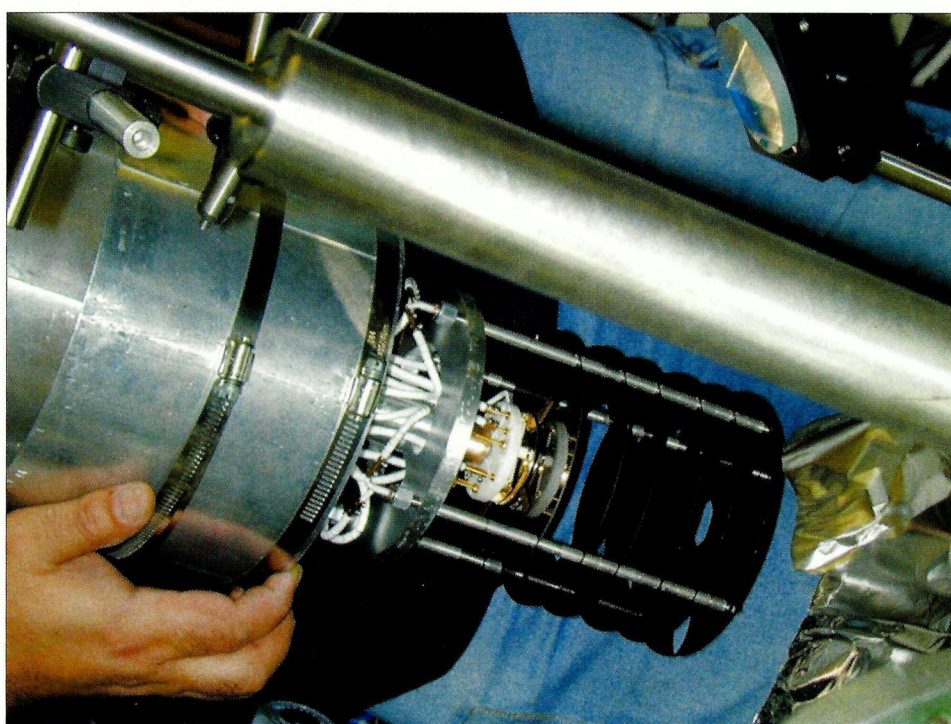
Dans TRINAT on utilise la pression de radiation de la lumière laser pour capturer des atomes radioactifs et former un nuage d'environ 1 mm. Une lumière incidente dont la fréquence est légèrement inférieure à une résonance atomique pénètre dans le piège par tous les côtés. Les atomes qui s'éloignent du piège "perçoivent" dans ce sens une lumière décalée vers le bleu, donc plus proche de la résonance, tandis que lorsqu'ils se rapprochent il perçoivent une lumière décalée vers le rouge, plus loin de la résonance. L'effet global donne une pression de radiation qui s'oppose à ces déplacements, car un atome absorbe mieux une lumière plus proche de sa résonance.

Les noyaux atomiques pièges subissent une désintégration bêta d'où émergent : un positon (β^+), un neutrino (ν) et le noyau de filiation de recul. Le noyau-fils a une énergie cinétique de 0–430 eV. Il suffit de 1 nm de matière pour l'arrêter, mais il peut s'échapper du piège. En mesurant l'impulsion du noyau en coïncidence avec celle du β^+ , l'équipe de TRINAT peut déduire l'impulsion du neutrino plus directement que dans les expériences précédentes (qui ne mesurent pas l'énergie de recul).

TRIUMF a été un précurseur de ces techniques utilisées sur des isotopes du potassium d'une vie moyenne de 1 s produits à l'installation ISAC de séparation et d'accélération des isotopes grâce au cyclotron principal de TRIUMF – cette "expérience légère", il faut l'admettre, s'appuie sur le plus grand cyclotron du monde. Des résultats arrivent également d'autres expériences utilisant des pièges atomiques à Berkeley et Los Alamos.

Selon le modèle standard, les bosons vecteurs de spin 1, les W^+ , W^- et Z , sont les médiateurs de l'interaction faible. La mesure de la distribution angulaire $\beta-\nu$ dans la désintégration

$^{38}\text{K}^m \rightarrow ^{38}\text{Ar} + \beta + \nu$, où ni le noyau-père ni le noyau-fils n'ont de spin nucléaire, permet de



L'assemblage galette de microcanaux/champ électrique – le cœur de l'appareil de détection et piège de TRINAT. Les anneaux du champ électrique (en noir) accélèrent les ions Ar produits par la désintégration bêta; ils sont ensuite détectés par la galette (visible sur la photo à droite du support blanc).

rechercher des contributions de bosons scalaires hypothétiques de spin nul. Le résultat de TRINAT pour le paramètre α de corrélation $\beta-\nu$ donne $0,9981 \pm 0,0030 \pm 0,0037$, en accord avec la valeur du modèle standard $\alpha = 1$.

Le meilleur résultat précédent, celui de la collaboration Seattle-Notre Dame, utilisant l'émission d'un proton post-bêta du ^{32}Ar et obtenu à l'installation ISOLDE du CERN, est en cours de réévaluation après de nouvelles mesures des masses des deux noyaux, père et fils. De tels résultats placent des limites sur l'existence de bosons de spin nul avec des rapports masse/couplage allant jusqu'à quatre fois la masse du W et sont complémentaires des autres mesures.

TRINAT permet de déterminer les fonctions de réponse du détecteur *in situ*, d'après les données elles-mêmes. C'est une technique usuelle dans les expériences à haute énergie mais qui n'avait jamais auparavant été employée dans les désintégrations bêta à basse énergie. La

collaboration a aussi utilisé l'équivalent de l'idée de masse manquante de la physique des hautes énergies et ainsi réussi à limiter l'éventuel mélange de neutrinos stériles d'une masse du MeV avec le neutrino de l'électron.

TRINAT permet également d'étudier d'autres sujets de physique; parmi ceux-ci, la mesure de l'asymétrie du neutrino – sur des noyaux polarisés – pour rechercher des preuves d'existence de neutrinos droits interdits dans le modèle standard (en utilisant une mesure complémentaire de la désintégration du muon purement leptonique étudiée au TRIUMF et au PSI – *Courrier CERN* mai 2005 p8); la mesure de l'asymétrie de spin du noyau de filiation dans les désintégrations de Gamow-Teller pures et la vérification des indices d'une interaction tensorielle non nulle rapportée par la collaboration PIBETA au PSI dans $\pi \rightarrow \nu \gamma$.

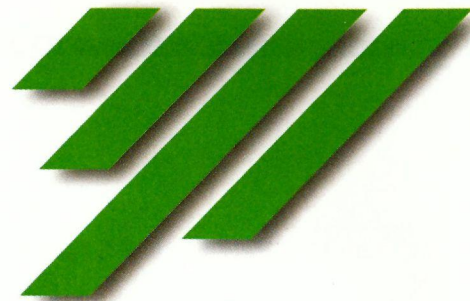
Référence

A Gorelov et al. 2005 *Phys. Rev. Lett.* **94** 142501.



«Easy close» All-metal Angle Valves

Series 54 for UHV applications



**No torque wrench
needed**

- Low price
- 300°C bakeable
- Maintenance-free

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

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

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

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

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

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

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

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

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

www.vatvalve.com



Look to the traditional ...

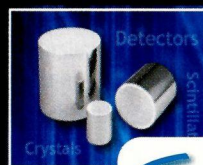
Saint-Gobain Crystals can provide you with many of your traditional radiation detection tools:

- > Inorganic scintillators and detectors
- > Plastic cast and fiber scintillators
- > Gas-filled radiation detectors



and beyond ...

Introducing our BrillanCe™ 350 scintillator. It has light output similar to NaI(Tl) but with much better energy resolution.



Compare:

Scintillator	Decay Time tau (ns)	PHR @ 662 keV
NaI(Tl)	250	6.5%
BrillanCe™ 350	28	3.8%

Web site:

<http://www.detectors.saint-gobain.com>

E-mail:

scintillation@saint-gobain.com

Saint-Gobain Crystals manufactures Bicon® and Crismatec® brand scintillation detectors.

SAINT-GOBAIN
CRYSTALS