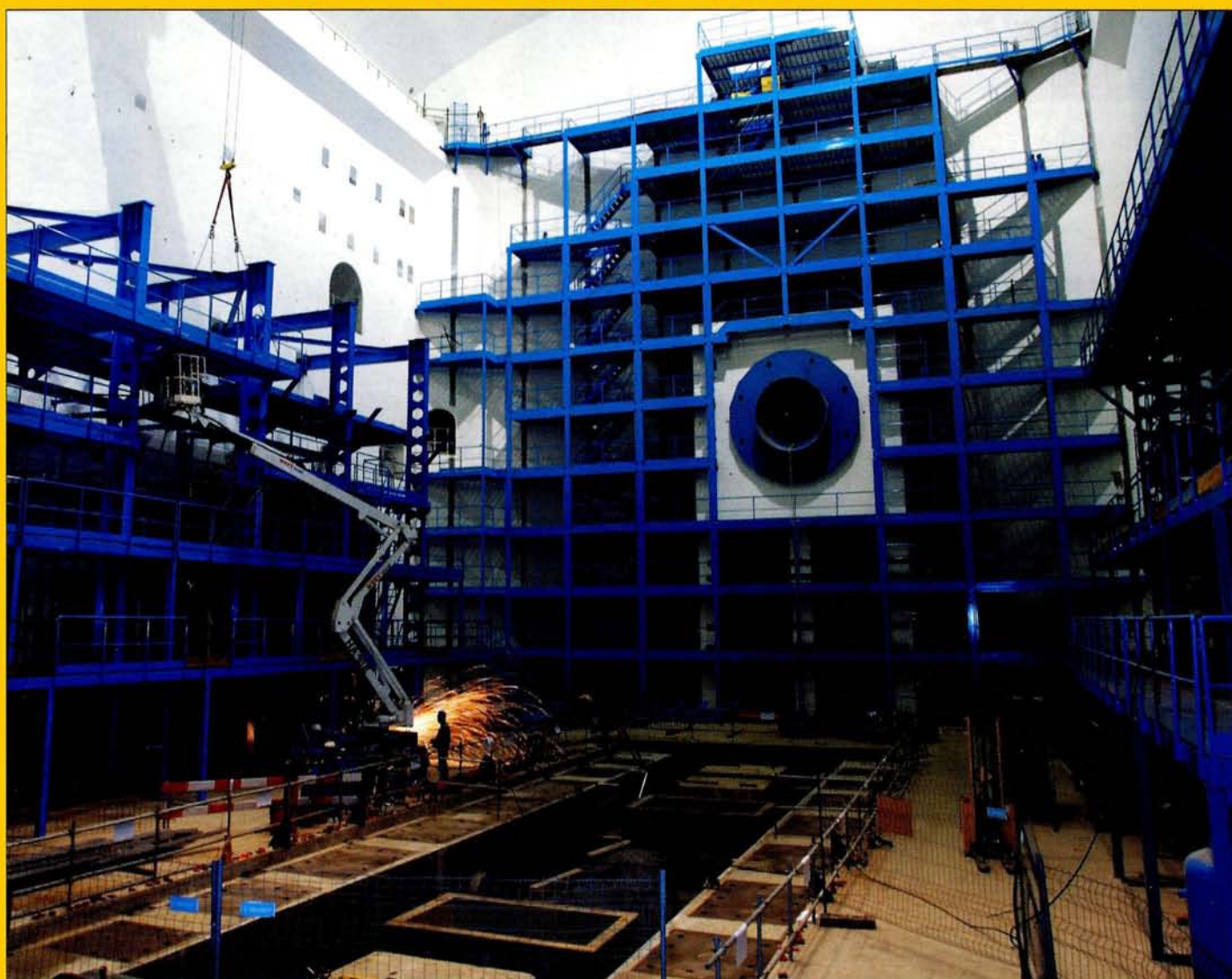


# COURRIER CERN

VOLUME 43 NUMERO 9 NOVEMBRE 2003



## Atlas remplit sa caverne

### **PRIX NOBEL**

Récompenses pour la supraconduction et l'IRM p5

### **DESY**

Les futures orientations du laboratoire allemand p21

### **COLLABORATION**

A quel prix les restrictions de visas pour les Etats-Unis? p50

# CABURN

The Vacuum Components Company™

## The vacuum components website

Our new website reflects all aspects of the vacuum industry and features a new on-line catalogue that comprehensively presents every Caburn product with photographs, technical information, drawings and complete prices in Sterling, Euros and Swiss Francs.

Visit us and see the extensive Caburn product range that includes: Flanges and Fittings, Valves, Roughing Components, Viewports and Glass Components, Electrical and Optical Feedthroughs, Motion and Manipulation, Thin Film Deposition and Chambers.

Welcome to the world of vacuum components.

# www.caburn.co.uk



ISO 9001: 2000  
F M 5 1 3 2 7



#### UNITED KINGDOM

Caburn-MDC Limited  
The Old Dairy, Glynde  
East Sussex BN8 6SJ  
Tel: +44 (0)1273 858585  
Fax: +44 (0)1273 858561  
sales@caburn.co.uk



#### GERMANY

Caburn-MDC GmbH  
Hauptstrasse 117  
D-10827 Berlin-Schöneberg  
Tel: +49 (0)30-787 743 0  
Fax: +49 (0)30-787 743 50  
info@caburn.de



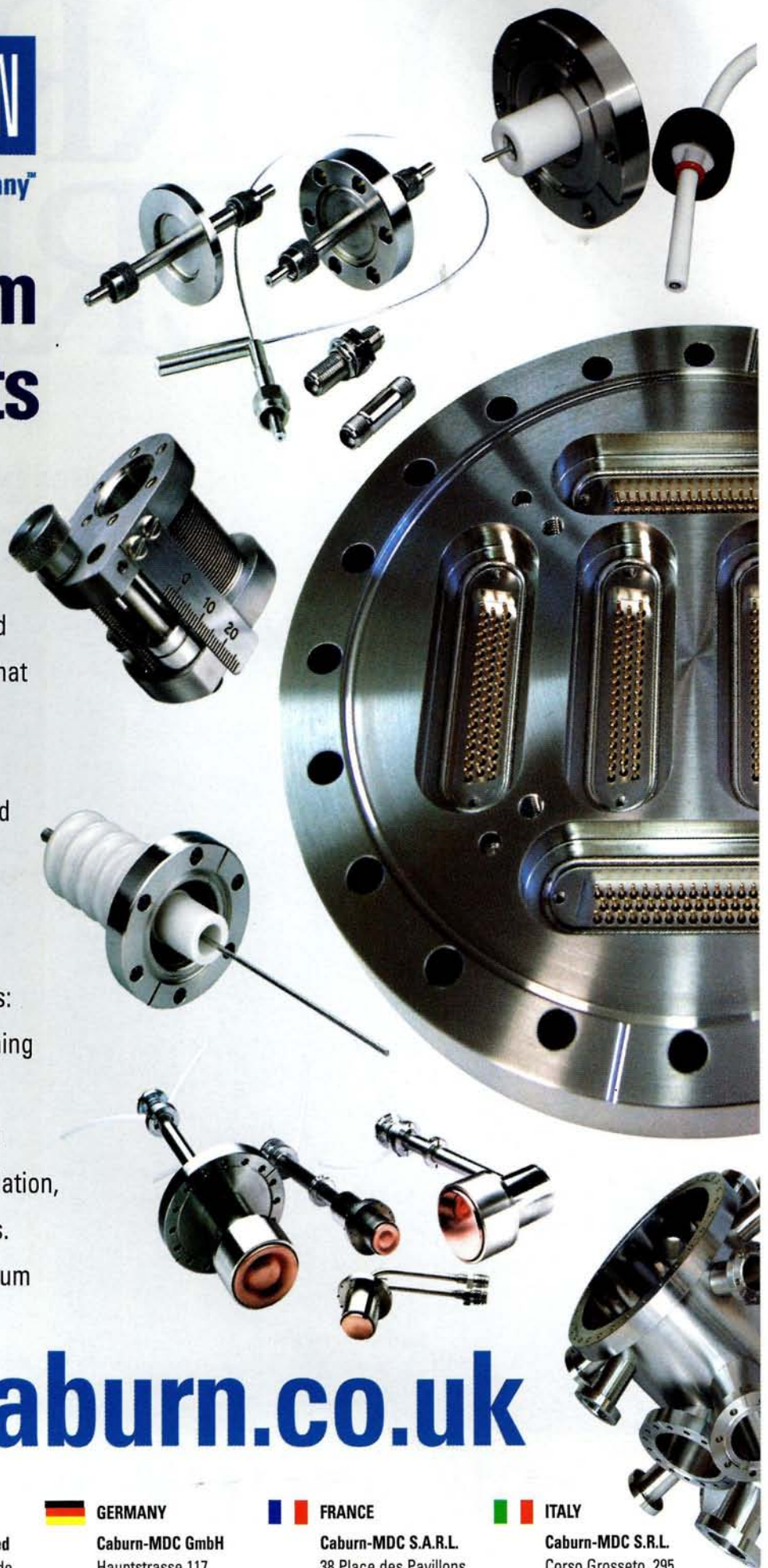
#### FRANCE

Caburn-MDC S.A.R.L.  
38 Place des Pavillons  
69007 LYON  
Tel: +33 (0)437 65 17 50  
Fax: +33 (0)437 65 17 55  
info@caburn.fr



#### ITALY

Caburn-MDC S.R.L.  
Corso Grosseto, 295  
10151 TORINO  
Tel: +39 011 45 30 791  
Fax: +39 011 45 50 298  
sales@caburn.it



## L'actualité mondiale en physique des hautes énergies et dans les domaines voisins

Le *Courrier CERN* (ISSN 0304-288X) est distribué aux gouvernements des Etats membres, aux instituts ou laboratoires affiliés au CERN ainsi qu'à tout son personnel. Il est publié dix fois par an en français et en anglais. Les articles qu'il contient n'expriment pas nécessairement l'opinion de la Direction du CERN.

**Rédacteur:** Christine Sutton  
CERN, 1211 Genève 23, Suisse  
E-mail: cern.courier@cern.ch  
Fax: +41 (22) 782 1906  
Web: cerncourier.com

**Comité consultatif:** R Landua (Président), P Sphicas, K Potter, E Lillestøl, C Detraz, H Hoffmann, R Bailey

### Correspondants extérieurs:

**Argonne National Laboratory (USA):** D Ayres  
**Brookhaven, National Laboratory (USA):** P Yamin  
**Cornell University (USA):** D G Casse  
**DESY Laboratory (Allemagne):** Ilka Flegel, P Waloschek  
**Fermi National Accelerator Laboratory (USA):** Judy Jackson  
**GSI Darmstadt (Allemagne):** G Siegert  
**INFN (Italie):** A Pascolini  
**IHEP, Beijing (Chine):** Qi Nading  
**Jefferson Laboratory (USA):** S Corneliussen  
**JINR Dubna (Russie):** B Starchenko  
**KEK National Laboratory (Japon):** A Maki  
**Lawrence Berkeley Laboratory (USA):** Christine Celata  
**Los Alamos National Laboratory (USA):** C Hoffmann  
**NIKHEF Laboratory (Pay-Bas):** P Mulders  
**Novosibirsk Institute (Russie):** S Eidelman  
**Orsay Laboratory (France):** Anne-Marie Lutz  
**PSI Laboratory (Suisse):** P-R Kettle  
**Rutherford Appleton Laboratory (UK):** Jacky Hutchinson  
**Saclay Laboratory (France):** Elisabeth Locci  
**IHEP, Serpukhov (Russie):** Yu Ryabov  
**Stanford Linear Accelerator Center (USA):** N Calder  
**TRIUMF Laboratory (Canada):** M K Craddock

**Produit pour le CERN par Institute of Physics Publishing Ltd**  
IOP Publishing Ltd, Dirac House, Temple Back, Bristol BS1 6BE, UK  
Tél: +44 (0)117 929 7481  
E-mail: jo.nicholas@iop.org  
Web: iop.org

**Publishing director** Richard Roe  
**Publisher** Jo Nicholas  
**Art director** Andrew Giaquinto  
**Senior production editor** Ruth Aspinall  
**Technical illustrator** Alison Tovey  
**Display advertisement manager** Jonathan Baron  
**Recruitment advertisement manager** Jayne Purdy  
**Display sales** Ed Jost  
**Recruitment sales** Reena Gupta  
**Advertisement production** Katie Graham, Joanne Derrick  
**Product manager** Claire Webber

**Publicité:** Jonathan Baron, Jayne Purdy, Ed Jost ou Reena Gupta  
Tel: +44 (0)117 930 1265  
E-mail: sales@cerncourier.com  
Fax: +44 (0)117 930 1178

**Distribution générale:** Jacques Dallemagne, CERN, 1211 Genève 23, Suisse. Jacques.dallemagne@cern.ch  
Des exemplaires peuvent être obtenus dans certains pays, aux adresses suivantes:

**Chine:** Chen Huaiwei, Institut de physique des hautes énergies, B.P. 918, Beijing, République populaire de Chine  
**Allemagne:** Gabriela Heessel ou Veronika Werschner, DESY, Notkestr. 85, 22603 Hamburg 52, Allemagne. desypr@desy.de  
**Italie:** Loredana Rum ou Anna Pennacchiotti, INFN, Casella Postale 56, 00044 Frascati, Roma  
**Royaume-Uni:** Mark Swaisland, CLRC, Daresbury Laboratory, Keckwick Lane, Daresbury, Warrington WA4 4AD. E-mail m.swaisland@dl.ac.uk  
**US/Canada:** Publié par *CERN Courier*, 6N246 Willow Drive, St Charles, IL 60175. Port périodique payé à St Charles, IL. Fax: 630 377 1569. E-mail vosses@aol.com. Envoyez tout changement d'adresse à: Creative Mailing Services, PO Box 1147, St Charles, IL 60174.

**Publié par:** Laboratoire européen de physique des particules, CERN, 1211 Genève 23, Suisse. Tél: +41 (22) 767 61 11  
Téléfax: +41 (22) 767 65 55

**Imprimé par:** Warners (Midlands) plc, Bourne, Lincolnshire, Angleterre

© 2003 CERN ISSN 0374-2288

# COURRIER CERN

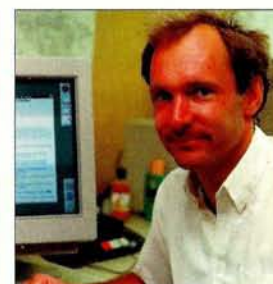
VOLUME 43 NUMERO 9 NOVEMBRE 2003



Arrivée des bobines d'ALICE p7



Tête-à-TEP p29



Un prix pour Berners Lee p35

## Nouvelles

*La supraconduction relie la physique et la médecine. SNO attrape les neutrinos avec du sel. Vie nouvelle pour une source d'ions à laser. Arrivée d'un lourd chargement pour ALICE. HADRON 2003: une abondance d'états étroits.*

## Echos de la physique

### Astrovigie

### Reportages

#### Interactions internationales au laboratoire Fermi

*John Womersley et James Gillies rendent compte de Lepton-Photon 2003.*

#### Le CEBAF fête sept années de physique

*Douglas Higginbotham décrit les résultats à l'interface de la physique nucléaire et de celle des quarks.*

#### DESY regarde vers l'avenir

*Albrecht Wagner discute de l'orientation future du laboratoire allemand.*

#### Lumière dans les ténèbres

*Alan Ball et Apostolos Tsirigotis présentent les premiers résultats de NESTOR.*

#### Construire ATLAS: le bateau dans la bouteille

*Robert Eisenstein se penche sur les défis passés, présents et à venir.*

#### La physique au service de l'imagerie médicale

*Paul Lecoq et Patrick Le Du relatent une réunion entre physiciens et médecins.*

#### 40 ans de physique des hautes énergies à Protvino

*Nikolai Tyurin revient sur quatre décennies de recherche et de collaboration.*

## Personnalités

## Recrutement

## Chez le libraire

## Point de vue

**Couverture:** Les changements sont pratiquement quotidiens dans la caverne d'ATLAS au CERN où l'on prépare l'installation du détecteur. Cette photo d'octobre 2003 permet d'apprécier les progrès réalisés depuis juillet avec l'installation des structures de support (p26).



# Electron and Ion Guns / Systems UHV Components, Vacuum Chambers

## UHV Electron Guns/Systems

## UHV Ion Guns/Systems

Beam energies: <1 eV to 100 keV.

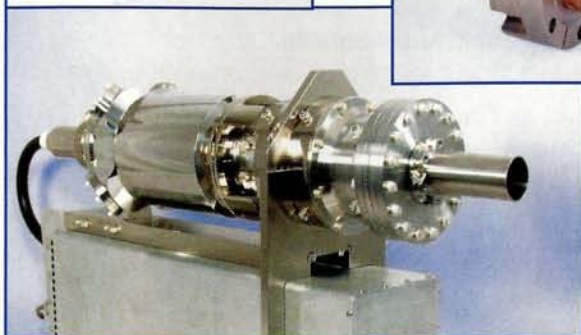
Beam currents: femptoamps to amperes

Energy sweeping, deflection, rastering, fast pulsing, emission current control, computer control, arc-resistant electronics, remote control, and multiple cathode options (ThO<sub>2</sub>, LaB<sub>6</sub>, Ta disc, W, BaO),

**Applications:** Surface physics, vacuum physics, charge neutralization, cathodoluminescence, phosphor testing, RHEED, ESD, IPES, SIMS, semiconductor processing, Custom.

**Components:** Multi-CF Fittings, Compact UHV Chambers, Instrument Chambers, Modular Components, Cathodes, Cathode cartridges, Faraday cups, Phosphor Screens, eV Parts (rods, cylinders, spacers, plates, tubes, brackets, insulators, balls, brackets, fasteners; alumina & stainless steel)

CF Fittings not seen before!



*Excellence in Electron and Ion Optics*

**KIMBALL PHYSICS INC.** 

311 KIMBALL HILL ROAD, WILTON, NH 03086-9742 USA

Toll Free: 1 888 KIM-PHYS (1 888 546-7497)

e-mail: [info@kimphys.com](mailto:info@kimphys.com)

Tel. 1 603 878-1616 Fax: 1 603 878-3700

[www.kimballphysics.com](http://www.kimballphysics.com)

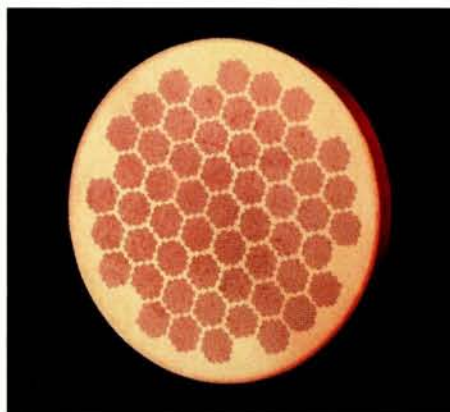
## PRIX NOBEL

# La supraconduction relie la physique et la médecine

Les prix Nobel 2003 de physique et de physiologie ou médecine ont tous deux un rapport avec la physique des particules. Alexei Abrikosov, Vitaly Ginzburg et Anthony Leggett ont reçu le prix de physique "pour des travaux pionniers en théorie des supraconducteurs et des superfluides", tandis que Paul Lauterbur et Peter Mansfield ont été récompensés pour leurs découvertes sur l'imagerie par résonance magnétique (IRM), laquelle figure à son tour parmi les grandes utilisations des aimants supraconducteurs.

Les supraconducteurs (SC) techniquement les plus importants sont ceux de type II qui permettent la coexistence de la supraconduction et du magnétisme. Les SC de type I expulsent le champ magnétique conformément à l'effet Meissner et cessent d'être supraconducteurs dans des champs magnétiques intenses. Cependant, les SC de type II (en général des alliages de plusieurs métaux) ne présentent l'effet Meissner que faiblement, ou pas du tout, et restent supraconducteurs dans des champs magnétiques élevés. Aujourd'hui les accélérateurs de particules utilisent couramment les aimants supraconducteurs et ceux du grand collisionneur LHC du CERN sont basés sur des bobines formées d'un alliage en niobium-titane, un SC de type II.

Abrikosov, qui est aujourd'hui au Laboratoire national d'Argonne, travaillait à l'Institut Kapitza dans sa ville natale de Moscou quand il est parvenu à expliquer les propriétés des SC de type II, ce que ne permet pas la théorie antérieure BCS (prix Nobel 1952). Selon la théorie d'Abrikosov, basée sur les travaux menés dans les années 50



*Un brin du câble supraconducteur des aimants du LHC, constitué d'environ 8000 filaments d'un alliage niobium-titane – un supraconducteur de type II – noyés dans le cuivre.*

par Ginzburg à Moscou, le champ magnétique extérieur pénètre dans le matériau de type II en empruntant des lignes de vortex dans le fluide d'électrons du matériau.

La superfluidité est un autre phénomène à basse température qui sera exploité à grande échelle au LHC. L'hélium liquide, utilisé pour refroidir les aimants supraconducteurs, présente, nettement en dessous de son point d'ébullition, une phase superfluide caractérisée par des propriétés de conduction thermique qui permettent une évacuation efficace de la chaleur sur les longues distances qu'implique la taille du LHC. Pour refroidir les aimants du LHC on utilise de l'hélium 4, l'isotope ordinaire de l'hélium qui devient superfluide vers 2 K. Quant à l'isotope rare

d'hélium 3, il ne devient superfluide que dans les mK. Alors que l'hélium 4 est un boson, l'hélium 3 est un fermion, de sorte que ces deux isotopes ont des propriétés quantiques très différentes. La contribution de Leggett, aujourd'hui à l'Université de l'Illinois, Urbana, a été l'élaboration dans les années 70 – il était alors à l'Université du Sussex, GB – de la théorie définitive expliquant comment les atomes d'hélium 3 interagissent et deviennent ordonnés dans l'état superfluide.

Les prix de physique et de médecine de cette année sont liés, car des aimants supraconducteurs trouvent l'une de leurs grandes applications dans l'IRM. Le phénomène de résonance nucléaire utilisé dans l'IRM a été démontré pour la première fois dans le cas des protons par Félix Bloch et Edward Mills Purcell en 1946, ils ont reçu le prix Nobel en 1952. Il y a même une autre connexion avec la physique des particules car Bloch devait devenir le premier directeur général du CERN et le rester jusqu'en 1955. Il a fallu vingt ans, cependant, avant que Lauterbur, d'Urbana, Illinois, découvre en 1973 comment créer des images 2D en introduisant des gradients dans le champ magnétique. Peter Mansfield de Nottingham, GB, a développé cette idée plus avant en montrant qu'une analyse mathématique des signaux de résonance permet de créer une technique utilisable d'imagerie. Il a également montré l'extrême rapidité de l'obtention de l'image. Aujourd'hui on utilise l'IRM pour examiner la presque totalité des organes du corps et elle est particulièrement précieuse pour l'imagerie du cerveau et de la moëlle épinière.

## NEUTRINOS SOLAIRES

# SNO attrape les neutrinos avec du sel

Les nouveaux résultats de l'Observatoire des neutrinos de Sudbury (SNO) commencent à fixer plus précisément les paramètres de mélange entre les différents types de neutrinos. Contrairement à d'autres détecteurs de neutrinos, le SNO peut les observer de trois façons différentes grâce à son utilisation de l'eau lourde. Seuls les neutrinos de l'électron donnent lieu à des réactions par courant chargé avec les deutons de l'eau, tandis que les autres types de neutrinos actifs peuvent être diffusés élastiquement par les deutons ou induire des réactions par courant neutre (CN). Dans les

interactions par CN, le neutrino divise le deuton en un proton et un neutron et les rayons gamma émis lorsqu'un autre noyau capture ensuite le neutron fournissent la signature de la réaction.

Dans les analyses antérieures basées sur des événements détectés avec de l'eau lourde pure, la collaboration SNO supposait une probabilité de survie des neutrinos indépendante de leur énergie. Si cela permettait à l'équipe d'affirmer que ses données prouvent que les neutrinos de l'électron doivent osciller vers un autre type, ce n'était pas suffisant pour calculer les contraintes que les données imposent sur les paramètres du mélange à la MSW. Pour ces nouvelles mesures, l'équipe a ajouté 2 tonnes de chlorure de sodium ultrapur aux 1000 tonnes d'eau lourde du détecteur, ce qui a

triplé le rendement de détection des événements CN du fait de la capture des neutrons par les noyaux de chlore 35.

Cette sensibilité accrue leur a permis de mesurer le flux total de neutrinos solaires actifs du bore 8 et de montrer qu'il est en accord avec les calculs du modèle standard du Soleil. Une analyse globale des résultats sur les neutrinos solaires et ceux des réacteurs, incluant les nouvelles mesures, donne  $\Delta m^2 = 7,1 + 1,2/-0,6 \times 10^{-5} \text{ eV}^2$  et  $\theta = 32,5 + 2,4/-2,3 \text{ degrés}$ , ce qui s'oppose à un mélange maximal avec un degré de certitude équivalent à  $5,4\sigma$ .

### Pour en savoir plus

<http://arxiv.org/ads/nucl-ex/0309004>

## SOURCES DE PARTICULES

# Vie nouvelle pour une source d'ions à laser

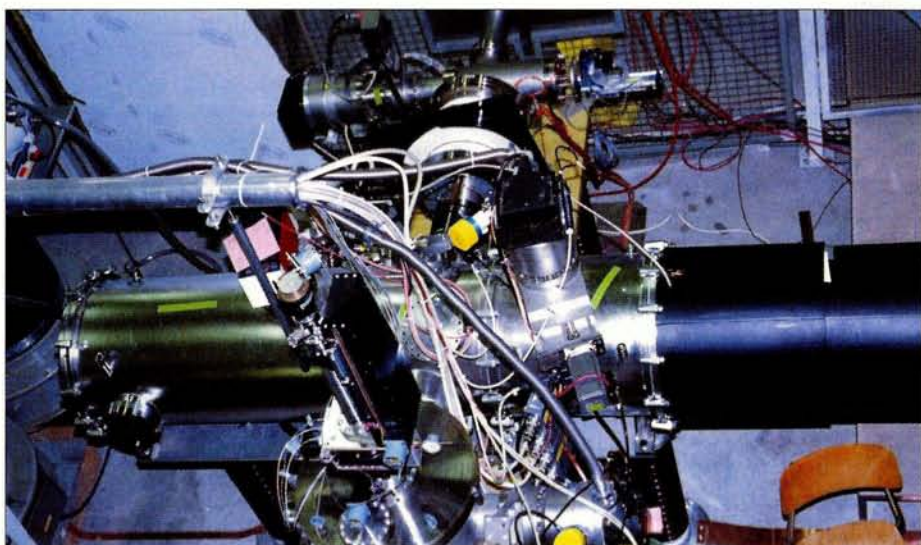
Le 22 août, un troisième et dernier camion russe a quitté le CERN pour Moscou en emportant un prêt à long terme: une source d'ions à laser répartie en 93 colis d'un volume total de 150 m<sup>3</sup> et de 42 tonnes. C'était le point final de plus de 10 ans de travail de R&D sur une source d'ions lourds fortement chargés et d'intensité élevée ayant le potentiel de fournir le faisceau du Grand collisionneur de hadrons (LHC) et d'autres accélérateurs d'ions lourds nécessitant des intensités extrêmement élevées, comme l'accumulateur Terawatt, TWAC, de Moscou (*Courrier CERN* mai 1998 p6). En même temps, ce voyage marquait le début d'une nouvelle époque dans la vie de la source d'ions à laser LIS.

Seulement trois types différents de sources semblent capables d'atteindre les performances nécessaires dans une machine d'ions lourds d'intensité élevée: la source d'ions à faisceau d'électrons (EBIS); la LIS, qui a été étudiée dans une étroite collaboration entre le CERN et la Russie; et la source d'ions à résonance cyclotron de l'électron (ECRIS), que l'on utilise en combinaison avec un anneau d'accumulation pour étoffer le faisceau.

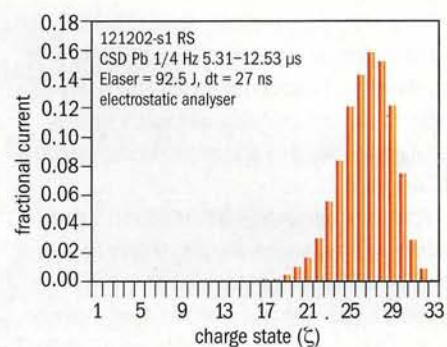
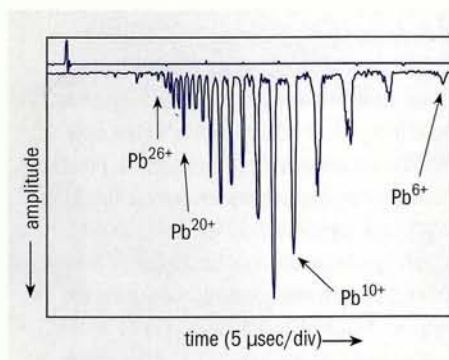
Dans la source LIS du CERN, l'intense rayonnement du laser chauffe et vaporise la surface de la cible, créant un plasma contenant des ions faiblement chargés. Puis, en chauffant ce plasma, le laser produit des ions de charges croissantes – jusqu'à 20 ou 30. Ces ions sont ensuite extraits par un champ électrostatique avant d'être accélérés par un quadripôle radiofréquence (QRF).

Pendant de nombreuses années, on s'est servi d'un laser à CO<sub>2</sub> du commerce fournissant une impulsion de 30 J toutes les 30 s, mais son énergie, la forme de son impulsion et sa fréquence de récurrence étaient éloignées des paramètres nécessaires pour produire le faisceau d'ions requis pour le LHC. L'actuel linac à ions lourds du CERN, le LINAC 3, alimentant le synchrotron injecteur du PS sur une seule révolution, aurait besoin à chaque seconde d'une impulsion de 5 µs contenant quelque 10<sup>10</sup> ions plomb de charge 25+. C'est pourquoi les deux instituts russes de la collaboration, l'IPTE et le TRINITI, ont conçu et construit un laser à CO<sub>2</sub> pouvant fournir des impulsions de 100 J de 27 ns avec une fréquence de récurrence de 1 Hz. L'Union européenne et le CERN ont cofinancé le projet.

Le nouveau laser a permis d'obtenir des



La zone de cibles de la source LIS. Le rayon laser entre par le tube noir (à droite) et un miroir à l'extrémité (à gauche) focalise la lumière, grâce à un autre miroir, sur la cible dans la chambre tout en bas de la photo. Les ions extraits empruntent alors le tube sortant de l'image vers le haut.



Les distributions des états de charge mesurés en 1992 (à gauche) et en décembre 2002 (à droite) montrent les progrès accomplis en une décennie sur la source d'ions laser.

densités de puissance de 10<sup>13</sup> W/cm<sup>2</sup> sur la cible de la source d'ions. Pour des trains d'impulsions à 1 Hz d'une durée supérieure à 60–70 minutes, les fluctuations statistiques sur l'amplitude et la largeur des impulsions individuelles étaient inférieures à ±15%.

Les deux distributions de la figure 1 illustrent les progrès accomplis. Celle de décembre 2002, peu avant l'arrêt de la source, permet de calculer par extrapolation que l'on arriverait avec la géométrie d'extraction réelle à 1–2 × 10<sup>10</sup> Pb<sup>27+</sup> pour une durée d'impulsion de 3–4 µs. Le fait qu'en utilisant un QRF et une structure RF de type interdigital H (IH), comme dans le LINAC 3, on puisse accélérer simultanément trois états de charges différents jusqu'au premier éplucheur, donne confiance qu'il sera possible de remplir confortablement les

conditions imposées au LHC. Néanmoins, pour atteindre les normes de fiabilité du LHC, des travaux de R&D seraient nécessaires sur le laser prototype, sur l'interface source–LINAC 3 et sur l'accélération des ions jusqu'à l'énergie nécessaire à l'entrée de la structure IH. Le CERN, actuellement contraint de réduire les travaux de R&D afin de se consacrer à la préparation du LHC, a donc décidé d'utiliser le LINAC 3 (doté d'une source ECRIS) et le LEIR, l'ancien anneau d'antiprotons LEAR, comme source d'ions lourds du LHC. La LIS devient ainsi immédiatement disponible pour le TWAC.

Conformément au nouvel accord de collaboration CERN/IPTE, la LIS produira les ions de masse moyenne du TWAC pour son exploitation quotidienne, mais servira aussi, en parallèle, pour la R&D sur les sources.

CERN

## Arrivée d'un lourd chargement pour ALICE

Le 25 septembre, les deux grandes bobines de l'aimant dipolaire d'ALICE sont arrivées au Point 2 du Grand collisionneur de hadrons (LHC) après un périple de 1200 km depuis leur lieu de fabrication. Les deux bobines, de 5 m de longueur sur 6 m de largeur et d'une hauteur de 3 m pèsent chacune 20 tonnes; elles ont été fabriquées par Sigmaphi à Vannes, France. Elles constitueront l'aimant dipolaire du bras à petits angles du spectromètre pour muons d'ALICE.

Même le chargement des immenses bobines à Sigmaphi n'a pas été simple. Le pont roulant ne convenait pas pour soulever les bobines et leur structure de support. Il a donc fallu les soulever sur des roulettes à l'aide de vérins puis les tirer hors du hall où une grue mobile les a hissées sur les camions.

Comme la grande porte du hall d'assemblage était trop petite, il a fallu découper une partie du mur pour sortir les bobines. Sur la route, des détours ont été nécessaires, en particulier en raison de la hauteur des ponts.

Les deux bobines seront installées dans une culasse en fer de 780 tonnes qui a été construite en Russie et qui est en chemin vers le CERN. L'aimant dipolaire servira à identifier les paires de muons d'impulsion élevée; ce sera l'un des plus grandes dipôles existants fonctionnant à température ambiante.

L'impressionnante taille et l'immense entrefer – de 3 à 4 m entre les pôles – sont nécessaires pour obtenir l'angle d'acceptance requis de  $9^\circ$ . L'aimant dissipera une puissance électrique proche de 4 MW et il faudra l'alimenter avec un convertisseur de puissance cc fournissant 6000 A pour atteindre l'induction nominale de 0,7 T.



Le convoi s'approche du CERN, il traverse ici la petite ville de Collonges dans l'Ain.



Les bobines arrivent à bon port au CERN.



Le chef du projet de l'aimant dipolaire d'ALICE, Detlef Swoboda du CERN (à gauche), réceptionne bobines.

### LA PHYSIQUE HADRONIQUE

## HADRON 2003: une abondance d'états étroits

Aschaffenburg, une ville médiévale allemande proche de Francfort, a été le cadre attrayant de la 10<sup>ème</sup> Conférence internationale sur la spectroscopie hadronique qu'elle accueillait du 31 août au 6 septembre. La raison pour laquelle la réunion s'est tenue pour la première fois de son histoire en Allemagne tient à la décision du GSI de Darmstadt d'inclure la physique hadronique dans ses futures recherches en construisant une source d'antiprotons et un anneau de stockage d'antiprotons (HESR/PANDA) afin d'étendre le

programme LEAR que le CERN avait lancé avec tant de succès.

La conférence, organisée conjointement par le GSI et l'Institut de physique expérimentale de l'Université de la Ruhr à Bochum, a été suivie par 200 chercheurs du monde entier. Elle ne pouvait mieux tomber, car de nombreux résultats nouveaux et surprenants sont apparus dans les mois qui l'ont précédée.

Les faits marquants de la conférence de cette année ont été les discussions sur la nature des

états étroits récemment découverts, présentant des largeurs équivalentes aux résolutions expérimentales sur la masse, de l'ordre de 10 MeV. BaBar, Belle, CLEO et BES II ont apporté des résultats dans le secteur des mésons. Ces détecteurs ont permis de découvrir deux états étroits de masses 2317 et 2460 MeV avec charme et étrangeté apparents, il pourrait s'agir des états  $0^+$  et  $1^+$  manquants (Courrier CERN juin 2003 p6). Cependant, leurs masses et leurs largeurs sont difficilement explicables par des calculs dans le

## LA PHYSIQUE HADRONIQUE

modèle des quarks habituel, de sorte que des discussions intenses sont en cours pour voir du côté des "molécules" D-K, d' "atomes" D- $\pi$  et d'états charmés à quatre quarks. Le spectre observé correspond très bien aux prédictions du modèle chirale, donnant plus de poids à cette interprétation.

Le groupe Belle a découvert un autre état très étroit ( $\Gamma < 3,5$  MeV) de 3872 MeV se désintégrant en  $J/\psi \pi^+ \pi^-$ . Ses propriétés ne correspondent pas bien aux valeurs attendues pour l'état  $1^3D_2$  c $\bar{c}$  toujours manquant. Son interprétation comme une molécule  $D^0 \bar{D}^0$  n'est donc pas exclue. Le groupe de BES II a annoncé une bosse dans la distribution de masse  $p\bar{p}$  qui pourrait appartenir à un état lié  $p\bar{p}$  en-dessous du seuil  $p\bar{p}$ . Cependant, l'interprétation de cette structure reste controversée.

Pour ce qui est des baryons, quatre laboratoires différents annoncent des preuves sur l'existence d'un état étroit,  $\Theta^+$ , d'une masse de 1540 MeV se désintégrant en  $nK^+$  (*Courrier CERN* septembre 2003 p5). Possédant une étrangeté positive, cette particule est très exotique et impossible à

interpréter dans un modèle classique à trois quarks. Tous les signaux annoncés sont significatifs au niveau de cinq écarts types et leur confirmation est en cours. Un tel état avait été prédit il y a six ans dans un modèle à solitons donnant naissance à un antidécuplet avec  $J^P = 1/2^+$ . Plusieurs chercheurs ont débattu des implications de ces découvertes dans leurs exposés puis au cours d'une table ronde ouverte, ce qui a donné naissance à de nombreuses idées de mesures futures qui clarifieront la vraie nature des ces états.

De plus, quelques contributions très intéressantes ont traité des propriétés des hadrons à l'intérieur de la matière nucléaire, de la découverte des baryons doublement chargés et de leurs implications et du rôle de structures sigma/kappa dans la diffusion  $\pi\pi$  et  $\pi K$  à basse énergie. Bien que de nouveaux résultats aient été présentés sur le problème sigma/kappa, il n'est pas encore clair que l'on puisse attribuer ces structures à des particules, il s'agit peut-être d'effets d'origine dynamique.

L'un des résultats de la conférence est d'avoir montré très clairement que l'arrivée des données de précision dans le secteur des quarks lourds présente un grand intérêt pour l'orientation future de la physique hadronique, et cela même dans le secteur des quarks légers. Il semble que les descriptions des hadrons par des systèmes quark-antiquark ou à trois quarks aient atteint leurs limites et qu'il faut les étendre ou les remplacer par des idées nouvelles, comme les modèles chiraux, les solitons, les états moléculaires, etc, qu'il faudra donc prendre plus au sérieux à l'avenir.

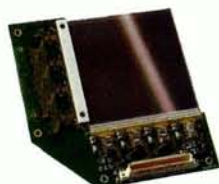
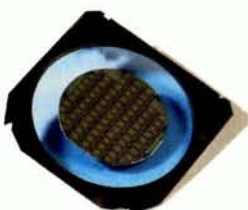
Les comptes rendus de HADRON 2003 seront dédiés à la mémoire de Lucien Montanet du CERN, décédé le 19 juin de cette année (*Courrier CERN* octobre 2003 p40). Il faisait partie des pionniers de la physique hadronique et une session plénière spéciale en son honneur a souligné son rôle éminent dans ce domaine. La prochaine conférence de la série est programmée dans deux ans à Rio de Janeiro où l'on s'attendra à d'autres résultats passionnants. A n'en pas douter un brillant avenir attend la physique hadronique.

# ideas

-Your partner in radiation detection

Ideas ASA is the ASIC house in the world for multi-channel charge amplifiers for physics, medical and industrial applications. We help you defining the front-end readout ASIC that suits your detector application and design it according to specification at very low cost and short delivery time of 4 months, with warranty on functionality. The design and delivery of the circuit boards for evaluation and for your final detector, as well as dedicated DAQs and standard acquisition and control systems for the ASICs is also part of our core business.

- HEP physics customers including Belle, Cleo, Minos and Kamiokande; astro-physics (SWIFT-NASA, ESA) and well-known physics institutes (INFN, IN2P3, MIT).
- We have experience with most detector technologies, examples are: PMTs, HPDs, MWPCs, silicon pads/strips single and double sided, CZT, CdTe, flat-panels for X-ray.
- 100 ASICs available off-the-shelf, with 1-1000 channels, linear/pixelated designs, power 200  $\mu$ W/ch, noise < 50e rms, dynamic from 5fC to 50pC, rad. hard to 100Mrad, SEU/SELU protection. We may have in stock the ASIC you need. Several ASIC families available.
- PC-based DAQ systems for data rates up to some 100,000 events/second. Prices starting from 5,000€.
- Solid state gamma cameras for energies in the 20-300keV range based on pixelated CZT modules. Cameras from 4cm x 4cm to 20cm x 20cm have been designed and delivered.



Our web site:  
<http://www.ideas.no>

Contact info:

Sales manager  
Bjørn Sundal  
Tel: +47 67816513  
[sundal@ideas.no](mailto:sundal@ideas.no)  
[sales@ideas.no](mailto:sales@ideas.no)

Tel: +47 67816500  
Fax: +47 67816501  
Veritasveien 9  
N-1323 Høvik  
NORWAY

This year we were represented at IWORLD (Riga), Imaging2003 (Stockholm) and IEEE/NSS (Portland, US) conferences. Next year meet us at IEEE/NSS in Rome.

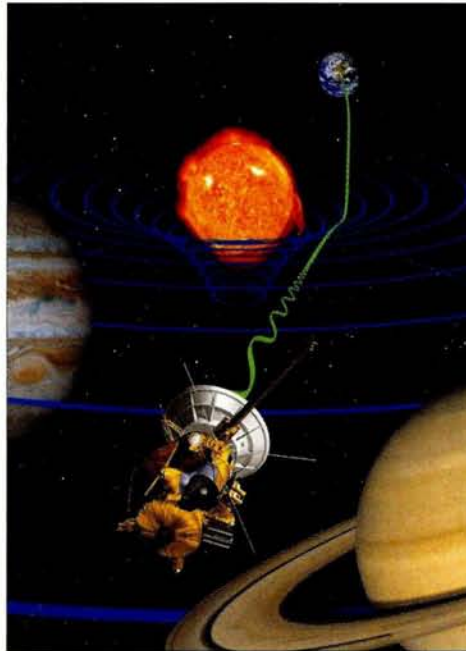


Par Steve Reucroft et John Swain

## Cassini effectue un test de la relativité générale...

Bien que la plupart des physiciens soient convaincus du bien-fondé de la théorie de la gravitation d'Einstein, basée sur la courbure de la géométrie de l'espace-temps, il est toujours bon d'effectuer des vérifications. C'est pourquoi des chercheurs en Italie ont réalisé un nouveau test plus sévère de la relativité générale, en mesurant le décalage de la fréquence des signaux radio vers et en provenance de la sonde Cassini au moment de son passage du côté opposé du Soleil par rapport à la Terre. Bruno Bertotti de l'Université de Pavie et ses collègues ont mesuré le paramètre  $\gamma$ , de valeur unité en relativité générale et nulle dans la théorie de Newton, qui indique à quel degré on peut expliquer la gravitation purement en termes de géométrie, sans aucune force additionnelle.

L'équipe a obtenu  $\gamma - 1 = 2,1 \pm 2,3 \times 10^{-5}$ , une valeur qui améliore considérablement les mesures antérieures – d'une précision de l'ordre de 0,1% – et qui était solidement le concept d'une gravitation d'origine purement géométrique, tout du moins sur des distances de l'ordre de la taille de notre système solaire. L'amélioration de la précision vient des perfectionnements techniques mis en oeuvre dans le système de communication de la sonde et dans la station terrestre de la NASA à Goldstone en Californie. Pendant ce temps, la sonde Cassini, une mission conjointe NASA/ESA,



Vue d'artiste du concept de l'expérience sur la relativité générale. (Jet Propulsion Laboratory.)

poursuit son voyage vers Saturne qu'elle doit commencer à orbiter le 1er juillet 2004.

### Pour en savoir plus

B Bertotti *et al.* 2003 *Nature* **425** 374.

## ...tandis que la relativité jette la confusion sur l'entropie

L'entropie s'avère toujours plus subtile. Comme elle mesure le nombre de micro-états accessibles dans un système, l'entropie est clairement invariante de Lorentz, mais Donald Marolf de l'Université de Californie à Santa Barbara, Djordje Minic de Virginia Tech et Simon Ross de l'Université de Durham viennent d'examiner de près ce qui se passe dans des transformations vers des repères non-inertiels (accélérés) et ont ainsi découvert que la situation peut devenir très délicate.

Comme c'est aussi le cas pour le rayonnement de Hawking, l'effet Unruh prédit que pour un

observateur inertiel le vide doit être peuplé de particules, tout comme pour un observateur accéléré. Ce qu'on peut dire des entropies correspondantes n'est donc pas immédiatement évident, et il serait bon de repenser soigneusement la thermodynamique statistique. Avec de la chance, et une fois tout bien pesé, l'issue de l'histoire pourrait être comparable à celle de la seconde loi qu'il a fallu revoir pour interpréter correctement les trous noirs.

### Pour en savoir plus

<http://xxx.lanl.gov/abs/hep-th/0310022>.

## Une molécule, une mémoire

Dans une nouvelle approche des dispositifs à mémoires, on stocke les "un" et les "zéro" sur des molécules individuelles. Fraser Stoddart et ses collègues à l'Université de Californie de Los Angeles ont montré que des molécules organiques individuelles, appelées caténanes, maintenues entre des nanotubes en carbone et des électrodes métalliques, peuvent servir à stocker les données. Chaque caténane comporte deux anneaux liés qui peuvent tourner l'un par rapport à l'autre en fonction de la tension électrique appliquée. Les nanotubes agissent comme des fils incroyablement fins et de plus se lient chimiquement aux caténanes. Ces éléments de mémoires peuvent être très petits – un gramme de molécule organique pourrait, en principe, suffire pour toutes les mémoires de tous les nouveaux ordinateurs mondiaux pour plusieurs années.

### Pour en savoir plus

A Goho 2003 *Science News* **164** 182.

## Nouveau moyen d'affichage, le papiel

Bureau sans papier, journaux sans papier et maintenant papier sans papier? Robert Hayes et B J Feenstra, de Philips Research à Eindhoven aux Pays-Bas, ont mis au point un nouveau dispositif de visualisation jouant le rôle d'une feuille de papier, mais capable de présenter les images suffisamment rapidement pour être utilisable en vidéoscopie. L'idée consiste à appliquer une tension pour commander le degré de mouillage d'une surface réfléchissante blanche par une gouttelette d'huile colorée mélangée à de l'eau sur un minuscule élément d'image, le pixel. Le contraste et la réflectivité sont largement supérieurs à ceux des écrans à cristaux liquides, de sorte que cette technologie pourrait réellement démarrer en trombe.

### Pour en savoir plus

R A Hayes et B J Feenstra *et al.* 2003 *Nature* **425** 385.

**Going to work at CERN?**

For information, contact  
[users.office@cern.ch](mailto:users.office@cern.ch)



**Milmege Ltd**

Milmege is a leading specialist in the design and manufacture of solid state, high-power microwave amplifiers. Milmege has built a reputation for a flexible and dynamic approach to meeting customer requirements.

The company's standard Broadband Class A amplifiers cover the range 1GHz to 14GHz with CW output powers from 1W to 6kW.

Milmege Ltd  
Ryde Business Park, Nicholson Road,  
Ryde, Isle of Wight PO33 1BQ, UK  
Tel: +44 (0)1983 618005  
Fax: +44 (0)1983 811521  
E-mail: sales@milmege.co.uk  
Web: www.milmege.co.uk



**Goodfellow**

Goodfellow supplies small quantities of metals and materials for research, development and prototyping. Our CD-ROM catalogue lists a comprehensive range of materials in many forms, including rods, wires, tubes and foils. There is no minimum order quantity and items are in stock for immediate shipment worldwide. Custom-made items are available to special order.

Goodfellow Cambridge Ltd  
Ermine Business Park, Huntingdon PE29 6WR, UK  
Tel: +44 (0)1480 424800  
Fax: +44 (0)1480 424900  
E-mail: info@goodfellow.com  
Web: www.goodfellow.com



**Pearson Electronics Inc**

**Wide band clamp-on current monitors**

Pearson Electronics is the original and leading manufacturer of wide-band current monitors. Pearson has a line of clamp-on current monitors with apertures ranging from 1/2 inch to 18.0 inches. A typical model has a 3-dB bandwidth from 5Hz to 15MHz, a rise time of 25 nanoseconds, and a peak current rating of 5,000 amps. Certain models are in stock and available for immediate delivery.

Pearson Electronics Inc  
4009 Transport Street, Palo Alto, CA 94303, USA  
Tel: +1 650 494 6444  
Fax: +1 650 494 6716  
Web: www.pearsonelectronics.com



**Mclennan Servo Supplies**

We manufacture and distribute a wide range of motors, drives and controllers for high-precision servo and stepper motor positioning systems. We also supply associated equipment, such as gearheads, encoders and other feedback components.

More than 15 years experience with manipulation systems for monochromators, diffractometers, slits, multipole wigglers, goniometers and optical benches in leading worldwide establishments, including: Daresbury, Rutherford Appleton, National Physical Laboratory, ESRF, Trieste, Argonne National Laboratory, Berkeley and Illinois Institute of Technology.

Mclennan Servo Supplies Ltd, 22 Doman Road,  
Yorktown Industrial Estate, Camberley, Surrey GU15 3DF, UK  
Tel: +44 (0)8707 700 700 Fax: +44 (0)8707 700 699  
E-mail: sales@mclennan.co.uk Web: www.mclennan.co.uk



**TMD Technologies Ltd**

TMD Technologies Ltd is continually developing new high-power microwave products for specialist applications.

Contact us now if you require a broadband klystron, TWT amplifier or solid state amplifier adapted to your particular requirement.

TMD Technologies Ltd  
Swallowfield Way, Hayes, Middlesex UB3 1DQ, UK  
Tel: +44 (0)20 8573 5555  
Fax: +44 (0)20 8569 1839  
E-mail: wecare@tmd.co.uk  
Web: www.tmd.co.uk



**Electron Tubes**

Two complementary publications from Electron Tubes: a clear, easy to use brochure with a step by step approach to help you choose the right photomultiplier, plus a guide to the principles of operation, performance characteristics and applications of photomultipliers.

Choosing your photomultiplier has never been easier. Ask for copies now.

Electron Tubes Ltd, UK  
Tel: +44 (0)1895 630771  
E-mail: info@electron-tubes.co.uk

Electron Tubes Inc, USA  
Tel: +1 973 586 9594  
E-mail: sales@electrontubes.com

**Web: www.electrontubes.com**



**PPM**

Founded in 1994, PPM has developed a range of world-beating analogue fibre-optic link products serving diverse markets, including high-energy physics, test & measurement, instrumentation, communications and military applications. PPM also distributes RF & Power conversion equipment in the UK and Europe.

For more information contact sales@ppm.co.uk

Pulse Power and Measurement (PPM) Ltd  
65 Shrivensham Hundred Business Park  
Watchfield, Swindon, Wiltshire SN6 8TY, UK  
Tel: +44 (0)1793 784389  
Fax: +44 (0)1793 784391  
Web: www.ppm.co.uk & www.vialite.co.uk



**F.u.G. Elektronik**

For 25 years F.u.G. Elektronik GmbH has developed and manufactured highly precise low and high voltage power supplies for scientific or special industrial applications.

Ask for our catalogue to find more than 650 standard models from 6.5V to 200kV and from 7W to some hundreds of kW. Custom-designed power supplies are an important part of our business.

F.u.G. Elektronik GmbH, Florianstraße 2  
83024 Rosenheim, GERMANY  
Tel: +49 8031 28510  
Fax: +49 8031 81099  
E-mail: info@fug-elektronik.de  
web: www.fug-elektronik.de



## Outokumpu

Outokumpu is the worlds leading producer of special copper and niobium-alloy wire and cable for superconducting applications.

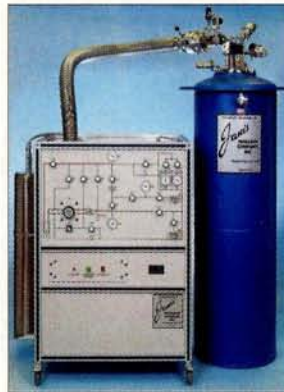
We supply superconducting cable for LHC accelerator dipole magnets as well as superconducting busbars.

Outokumpu was the only wire supplier for CMS detectors and was recognized with CMS Gold Award and Crystal Award for its achievements for CMS Experiment.

Outokumpu Poricopper Oy, Superconductors, P.O. Box 60 FIN-28101 PORI FINLAND  
Tel: +358 2 626 6111, Fax: +358 2 626 5316

Outokumpu Advanced Superconductors  
1875 Thomaston Avenue, Waterbury  
Connecticut 06704, USA  
Tel: +1 203 753 5215, Fax: +1 203 753 2096

E-mail: [sales.superconductors@outokumpu.com](mailto:sales.superconductors@outokumpu.com) Web: [www.outokumpu.com/superconductors](http://www.outokumpu.com/superconductors)



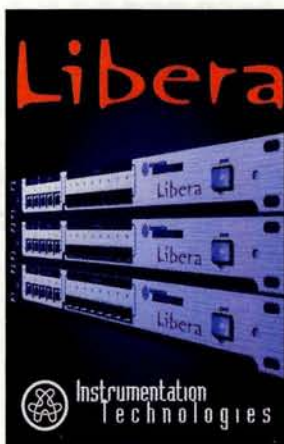
## Janis Research Company

### <sup>3</sup>He-<sup>4</sup>He dilution refrigerator

Janis Research is offering the model JDR-100 Dilution Refrigerator with:

- 3He mechanical pump only
- 15 mK guaranteed base temperature (10 mK expected)
- 150  $\mu$ W guaranteed cooling power at 100 mK (180  $\mu$ W expected)
- Sample in vacuum
- Integrated safety features
- Resistance and CMN calibrated thermometers

Janis Research Company Inc,  
2 Jewel Drive, Wilmington, MA 01887, USA  
Tel: +1 978 657 8750  
Fax: +1 978 658 0349  
E-mail: [sales@janis.com](mailto:sales@janis.com)  
Web: [www.janis.com](http://www.janis.com)



## Instrumentation Technologies

Libera...frees you from traditional hardware and software limitations.

Instrumentation Technologies is unveiling a completely new product line: Libera. Libera enables trouble-free commissioning, accurate beam position monitoring, and local and global feedback building.

For more info about this all-in-one, feedback-ready, and customizable product, subscribe to the I-Tech newsletter at: <http://www.i-tech.si>

Instrumentation Technologies d.o.o., Srebrnicev trg 4a, SI-5250 Solkan, Slovenia

Tel: +386 (0)5 3332300  
Fax: +386 (0)5 3332305  
E-mail: [i-tech@i-tech.si](mailto:i-tech@i-tech.si)



## VAT Vacuum Valves 2004 Catalogue

This comprehensive catalogue details the world's largest selection of vacuum valves from a single source. Detailed specifications, drawings and option lists are included for every product. From gate valves to all-metal angle valves and seals to fast-closing shutters, VAT is sure to have a solution to meet your valve requirements. Request your free copy of the current VAT catalogue today by E-mailing VAT at [uk@vatvalve.com](mailto:uk@vatvalve.com).

VAT Vacuum Products Ltd,  
Edmund House, Rugby Road,  
Leamington Spa, Warwickshire CV32 6EL, UK  
Tel: +44 (0)1926 452 753  
Fax: +44 (0)1926 452 758  
E-mail: [uk@vatvalve.com](mailto:uk@vatvalve.com)



## Spectra Gases

### Stable isotopic and rare gas catalogue

FREE!!! THE STABLE ISOTOPIC AND RARE GAS CATALOGUE IS NOW AVAILABLE FROM SPECTRA GASES, WHICH HAS FACILITIES IN THE USA, THE UK, GERMANY, JAPAN AND CHINA. THIS NEW CATALOGUE CONTAINS SPECIFICATIONS ON HELIUM-3, DEUTERIUM, NEON-21, NEON-22, OXYGEN-18, XENON-129, XENON-136 AND OTHER STABLE ISOTOPIC GASES, AS WELL AS EXCIMER LASER GASES, OXYGEN-18, KRYPTON AND CARBON-13. RELATED GAS-HANDLING EQUIPMENT FOR STABLE ISOTOPIC AND RARE GASES, SUCH AS LOW INTERNAL VOLUME REGULATORS, ARE HIGHLIGHTED THROUGHOUT THIS NEW COLOUR CATALOGUE.

USA: Tel: +1 908 252 9300; Fax: +1 908 252 0811  
UK: Tel: +44 (0)1353 865 470; Fax: +44 (0)1353 865 472  
GERMANY: Tel: +49 6073 72620; Fax: +49 6073 7262200  
E-mail: [INFO@SPECTRAGASES.COM](mailto:INFO@SPECTRAGASES.COM)  
Web: [www.spectragases.com](http://www.spectragases.com)



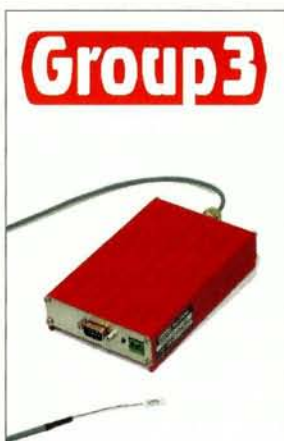
## Varian Inc

### NEW Varian Vacuum 2003 Product Catalog

Varian's 2003 Vacuum Catalog is an invaluable tool in locating and evaluating vacuum industry products.

- **Individual Product Sections** make information easy to find
- **Applications Sections** address your specific needs
- **Features and Benefits** help you locate the right products

Call toll-free in Europe: 00 800 234 234 00  
Web: [www.varianinc.com/vacuum](http://www.varianinc.com/vacuum)



## Group3 Technology Ltd

### Precision analog Hall effect magnetic field transducer

Group3, manufacturer of precision digital Hall effect teslameters for almost 20 years, has recently introduced a family of analog output Hall transducers using new technology to provide accurate, temperature stable performance with wide bandwidth. The units are factory calibrated to order for any full-scale field from 0.1 to 2.2 tesla, and for any output voltage from 5 to 10 volts bipolar.

Check our website for your nearest distributor.

Group3 Technology Ltd, PO Box 71-111, Rosebank Auckland 1230, New Zealand  
E-mail: [group3tech@compuserve.com](mailto:group3tech@compuserve.com)  
Web: [www.group3technology.com](http://www.group3technology.com)



## Johnsen Ultravac

- Variable-Included-Angle-Monochromator
- Application: Undulator soft-xray beam line
- Energy range: 100-2000eV:
- Total pre-mirror angle range = 170-178 degrees
- Diffraction angle range = 80-89 degrees

For details and a comprehensive listing of Beamline Components, chambers and UHV instruments including 6-axis manipulators with cooling/heating stages from 10K to 1200 K range, please contact the UHV specialists at:

Johnsen Ultravac Inc, 3470 Mainway,  
Burlington Ont, Canada L7M 1A8  
Tel: +1 905 335 7022  
Fax: +1 905 335 3506  
E-mail: [juvinfo@ultrahivac.com](mailto:juvinfo@ultrahivac.com)  
Web: [www.ultrahivac.com](http://www.ultrahivac.com)

Volume 19, No. 4  
July 2003

ISSN 0927-6505

# ASTROPARTICLE PHYSICS



## Fast publication, maximum visibility

Impact Factor 4.270 (2002)



Also available on

SCIENCE @ DIRECT®

[www.sciencedirect.com](http://www.sciencedirect.com)

NORTH-HOLLAND

<http://www.elsevier.com/locate/astropart>

### *The editorial board*

- B. Barish**, California Institute of Technology, Pasadena, USA, **V.S. Berezhinsky**, Laboratori Nazionali del Gran Sasso, Assergi, Italy, **S. Dodelson**, University of Chicago, Fermilab Theoretical Astrophysics Group, USA, **J. Ellis**, CERN, Geneva, Switzerland, **G. Giacomelli**, University of Bologna, Italy, **A.K. Harding**, NASA/Goddard Space Flight Center, USA, **G. Raffelt**, Max-Planck-Institut für Physik, München, Germany, **M. Spiro**, CEA-SACALY, France, **T. Stanev**, University of Delaware USA, **Y. Totsuka**, University of Tokyo, Japan, **A.A. Watson**, University of Leeds, UK.

## Why should you publish with Astroparticle Physics?

- Easy submission and no page charges
- High quality and personal care
- Online visibility within 2 weeks
- More services for authors: proofs, offprints
- The history online

Submit your work to Astroparticle Physics at <http://authors.elsevier.com/journal/astropartphys>. Astroparticle Physics can be accessed via [www.ElsevierPhysics.com](http://www.ElsevierPhysics.com).



ElsevierPhysics

[www.ElsevierPhysics.com](http://www.ElsevierPhysics.com)

Par Marc Turler

## Trous noirs en rotation dans notre galaxie, les preuves

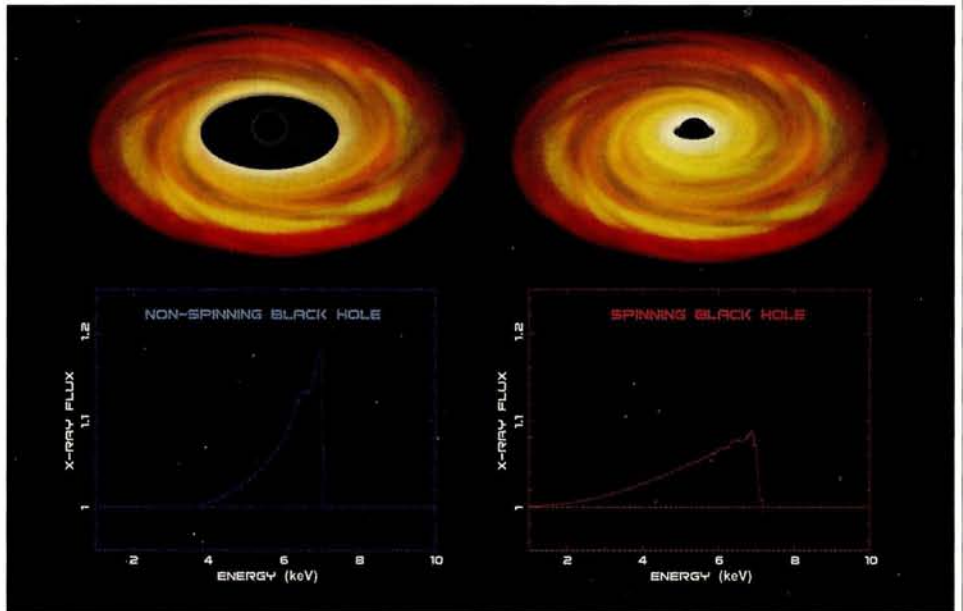
Tous les trous noirs tournent-ils? A quelle vitesse? Les observations les plus détaillées jamais effectuées sur les trous noirs stellaires, par les satellites Chandra (l'observatoire de rayons X de la NASA) et XMM-Newton (de l'Agence spatiale européenne), ont apporté la preuve que certains trous noirs stellaires sont en rotation rapide.

Il s'agit de trous noirs dont les masses sont de cinq à vingt fois celle du Soleil. Ils se sont probablement formés au cours de supernovas, c'est-à-dire, dans l'effondrement du cœur d'une étoile massive faisant suite à l'épuisement de son combustible nucléaire. Un sursaut gamma pourrait être la signature d'un tel événement (*Courrier CERN* Septembre 2003 p15).

Dans notre galaxie, les trous noirs restent invisibles, à moins qu'ils soient suffisamment proches d'une autre étoile pour qu'apparaisse leur forte attraction gravitationnelle. Dans les systèmes binaires serrés, formés d'une étoile et d'un trou noir en rotation l'une autour de l'autre, le trou noir arrache à l'étoile ses couches extérieures. Ce matériau forme alors un disque de gaz tourbillonnant autour de l'objet compact. Plus il se rapproche du trou noir et plus le gaz tourne rapidement et s'échauffe par friction, atteignant des dizaines de millions de degrés. A cette température le gaz est ionisé et il émet des rayons X.

Les atomes de fer dans le gaz tourbillonnant autour du trou noir produisent des raies d'émission caractéristiques. Ces particularités spectrales permettent d'étudier les orbites des particules autour du trou noir. Par exemple, la gravité d'un trou noir peut décaler les rayons X émis vers des énergies plus faibles. L'orbite d'une particule à proximité d'un trou noir dépend de la courbure de l'espace produite par celui-ci, et cette courbure dépend également de la vitesse de rotation du trou noir. Un trou noir en rotation entraîne avec lui l'espace qui l'entoure, permettant aux atomes d'orbiter plus près du trou noir qu'il ne serait possible en l'absence de cette rotation.

Les dernières données de Chandra sur le premier trou noir de taille stellaire jamais découvert, X-1 du Cygne, montrent que les effets gravitationnels sur les raies spectrales des atomes de fer ne peuvent provenir que des effets relativistes autour d'un trou noir. Cependant, il n'y a aucune preuve de l'existence d'un trou noir en rotation dans X-1 du Cygne. Les observations par XMM-Newton du système binaire XTE J1650-500 montrent une distribution très similaire des rayons X des atomes de fer, mais avec davantage de rayons X de basse



L'orbite de la matière autour d'un trou noir peut s'en rapprocher davantage si celui-ci est en rotation rapide. On peut déduire la vitesse de rotation de la forme plus ou moins allongée de la raie d'émission dans les X des atomes de fer tourbillonnant autour du trou noir (Illustration: NASA/CXC/M Weiss; spectra: NASA/CXC/SAO/J Miller et al.)

### La photo du mois

Cette magnifique photo de la galaxie NGC 3982 n'est qu'un exemple des images que recueille le télescope spatial Hubble NASA/ESA sur des centaines de galaxies, dans l'espoir que l'une d'entre les millions d'étoiles massives résolues explosera un jour en une supernova. Les astronomes européens conduisant ce projet pourraient alors revenir sur ces images et voir de laquelle il s'agit. A ce jour, seules deux de ces "étoiles-mères" de supernovas ont été identifiées. (ESA et Stephen Smartt, Université de Cambridge.)



énergie provenant d'une grande profondeur dans le puits gravitationnel autour du trou noir, à seulement 30 km de l'horizon des événements du trou noir. Une orbite aussi proche du trou noir ne peut être stable que si le trou noir est en rotation rapide. Les observations par Chandra d'un troisième système binaire, GX 339-4, apportent une autre preuve de l'existence d'un trou noir en rotation.

Il se pourrait très bien que la vitesse de rotation dépende du temps passé par le trou noir à engloutir la matière de son étoile associée; ce processus accélère la rotation du trou noir et expliquerait que certains d'entre eux tournent

rapidement et d'autres pas. XTE J1650-500 et GX 339-4, qui tournent le plus rapidement, sont associés à des étoiles de faible masse. Ces étoiles, relativement durables, ont pu alimenter le trou noir pendant plus longtemps, leur permettant d'acquérir une rotation plus rapide. X1 du Cygne, accompagnée par une géante bleue plus éphémère, n'a peut-être pas eu suffisamment de temps pour "monter les tours".

### Pour en savoir plus

J Miller et al. 2003 [www.arxiv.org/astro-ph/0307394](http://www.arxiv.org/astro-ph/0307394) et *ApJ* (sous presse).



# Speedy

Use our website or CD-ROM to quickly search for pure metals, alloys, ceramics or polymers for research or industry.

#### FAST AND EFFICIENT MATERIAL SOURCING

Finding the right product is easy; type in the item or material you're looking for and a list of results is presented to you.

#### EASY TO ORDER

On the web; simply click on your desired item and proceed to the check out (or carry on shopping), safe in the knowledge that all transactions are secure.

#### KEEP UP-TO-DATE — INSTANTLY

All our products, all their specifications are on-line — all at the touch of a button.



**Call now for  
your FREE  
CD-ROM!**

**Or visit us at**

**[www.goodfellow.com](http://www.goodfellow.com)**

## Goodfellow

Goodfellow Cambridge Limited  
Ermine Business Park, Huntingdon, England PE29 6WR  
Tel: 0800 731 4653 or +44 1480 424 800  
Fax: 0800 328 7689 or +44 1480 424 900  
Email: [info@goodfellow.com](mailto:info@goodfellow.com)

**PURE METALS, ALLOYS, CERAMICS AND POLYMERS  
FOR SCIENCE AND INDUSTRY**

[www.lakeshore.com](http://www.lakeshore.com)

## Model 370 AC Resistance Bridge

*including  
temperature control*



#### Standard features include:

Resistance measurement ranges from 2 mΩ to 2 MΩ

Twenty-one excitation levels from 3.16 pA to 31.6 mA

Displays real-time sensor excitation power

Sixteen channel scanner

PID temperature control

IEEE-488 and RS-232C interfaces, alarms, relays, and analog outputs

#### Unique noise-reduction elements:

Patent pending current source preserves common mode noise rejection

Optically isolated measurement electronics eliminates the potential for ground loops

## LakeShore®

575 McCorkle Boulevard  
Westerville, OH 43082 USA  
614-891-2244  
[marketing@lakeshore.com](mailto:marketing@lakeshore.com)

# Interactions internationales au laboratoire Fermi

En accueillant la conférence Lepton-Photon 2003, le laboratoire Fermi a fourni l'occasion de faire le point et d'envisager la physique de la décennie à venir à l'échelle du TeV.

Le compte-rendu de **John Womersley** et de **James Gillies**.



Les directeurs des sept laboratoires de physique des particules qui ont rencontré la presse au cours de la conférence. Depuis la gauche: Michael Witherell du laboratoire Fermi, Albrecht Wagner de DESY, Yoji Totsuka du KEK, Sergio Bertolucci de l'INFN, Jonathan Dorfan du SLAC, Luciano Maiani, directeur général du CERN, Robert Aymar, directeur général élu du CERN et Mikhail Danilov de l'IPTE. (Laboratoire Fermi.)

Les grandes conférences internationales de l'été sont le rendez-vous des physiciens des hautes énergies où ils présentent leurs derniers résultats devant un auditoire nombreux et éminent. Bien que les délégués espèrent toujours quelque chose de nouveau et d'excitant, le rythme de la recherche ne comble pas toujours leurs attentes. Cette année, 650 physiciens ont suivi le XXI<sup>e</sup> symposium international sur les interactions des leptons et photons à haute énergie (Lepton Photon 2003) au laboratoire Fermi. Bien que des révisions radicales de notre représentation de l'Univers ne soient probablement pas nécessaires, de nouveaux résultats intéressants ont été présentés et une série d'excellentes synthèses ont traité de la physique des particules dans son ensemble.

Comme on pourrait s'y attendre pour une conférence au laboratoire Fermi, la première journée a été largement consacrée à la physique des

collisionneurs et aux phénomènes à l'échelle électrofaible. Plusieurs orateurs se sont succédés pour présenter l'état des travaux sur les résultats expérimentaux du LEP, du Tevatron et de HERA: Patrizia Azzi de Padoue sur la physique du quark  $t$ , Terry Wyatt de Manchester sur le domaine électrofaible, Michael Schmitt de Northwestern sur la recherche des Higgs et de la supersymétrie, Emmanuelle Perez de Saclay sur celle d'autres particules inconnues et Bob Hirosky de Virginie sur la CDQ. Le panorama global reste compatible avec le modèle standard, mais la bonne nouvelle vient de la période II du Tevatron qui, grâce aux quelque  $200 \text{ pb}^{-1}$  de données désormais enregistrées par CDF et  $D\bar{0}$ , a permis une incursion dans un territoire auparavant inexploré. Les expériences ouvrent de nouveaux domaines de l'espace des paramètres et, potentiellement, de plages de découverte d'une physique nouvelle, aussi bien dans le cadre de recherches ▷

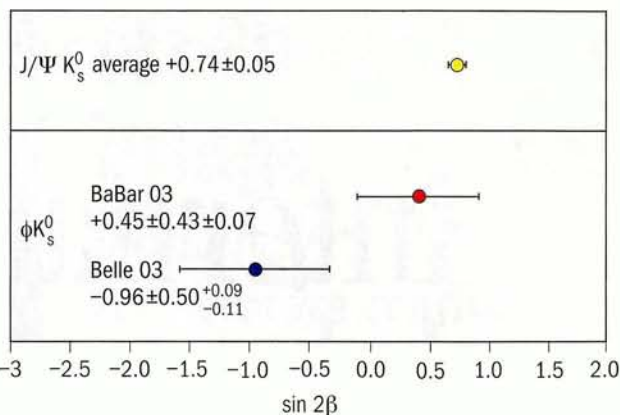


Le directeur du laboratoire Fermi, Mike Witherell, répond au journaliste Charles Seife de Science au cours de la conférence. (Laboratoire Fermi.)

directes que par le biais de mesures précises des propriétés du quark t et des bosons W et Z. Du côté de la théorie, Paolo Gambino du CERN a fait le point sur les mesures électrofaibles et les ajustements globaux en y incluant la mesure du  $g-2$  du muon et l'anomalie de NuTeV sur la valeur de  $\sin^2\theta_w$ , ce qui devait donner lieu à une discussion animée dans la session question-réponse qui a suivi son exposé. Gian Giudice, également du CERN, a décrit diverses prédictions théoriques inspirées d'une éventuelle physique nouvelle dans les collisionneurs et Thomas Gehrmann de Zurich a traité des progrès en CDQ. Peter Lepage de l'université Cornell a évoqué les récentes avancées notables dans les calculs de la CDQ sur réseau, tandis que les deux derniers orateurs, Augusto Ceccucci du CERN et Yuval Grossman du Technion, ont décrit les désintégrations rares des K et des B. Dans ce secteur, des résultats ont récemment émergé des expériences au laboratoire Fermi, au CERN et à Brookhaven, tandis que de nouvelles initiatives sont en cours ou prévues en vue d'étendre notablement par ce moyen notre sensibilité à une nouvelle physique à l'échelle du TeV. La journée s'est terminée par une réception et une session de panneaux au son de la musique des Hot Six de Chicago, avec au trombone Roy Rubinstein – également connu comme directeur adjoint du laboratoire Fermi.

La seconde journée était consacrée à la physique des quarks lourds et à la matrice CKM. Tom Browder de Hawaï a présenté le nouveau résultat sans doute le plus discuté de la conférence, la détermination par Belle de  $\sin 2\phi_1$  ( $\sin 2\beta$  dans les désintégrations  $B \rightarrow \phi K_s$ ). Conformément au modèle standard, sa valeur devrait être la même que celle que l'on obtient dans le processus familier  $B \rightarrow J/\psi K_s$ , soit  $0,74 \pm 0,05$ . En 2002, les groupes BaBar et Belle avaient obtenu l'un et l'autre des valeurs négatives, mais avec de grandes incertitudes. Belle, avec plus de données, a annoncé à la réunion une nouvelle valeur de  $-0,96 \pm 0,50$  ( $+0,09/-0,11$ ). Considérée seule cette mesure s'éloigne à  $3,5\sigma$  du modèle standard, mais une nouvelle détermination de cette même quantité effectuée par BaBar a encore brouillé la situation en se rapprochant du modèle standard avec  $+0,45 \pm 0,43 \pm 0,07$ . Pour résoudre l'énigme il faudra soit davantage de données, soit une analyse plus fine.

Au laboratoire Fermi, les organisateurs ont apporté un certain nombre de nouveautés à l'édition 2003 de la conférence, dont l'une visait à attirer les médias. Peu après la présentation des nouveaux résultats de Belle et de BaBar, le premier d'une série de points de presse a rassemblé physiciens



BaBar et Belle ont fourni les résultats les plus débattus de la conférence avec des mesures de  $\sin 2\beta$  qui apparemment contredisent le modèle standard.

et journalistes autour d'un buffet léger pour discuter à bâtons rompus de la physique de la session précédente.

Hassan Jawahery du Maryland a décrit les progrès des usines à B pour borner les deux autres angles du triangle d'unitarité et Kevin Pitts de l'Illinois a souligné les possibilités complémentaires qu'offrent sur ce sujet les collisionneurs de hadrons en permettant l'accès aux  $B_s$  et aux baryons B. Klaus Schubert de Dresde a rendu compte des avancées considérables dans la détermination des modules (et non pas des phases) des éléments de la matrice CKM obtenus à partir des résultats d'un vaste ensemble d'expériences. La matrice CKM semble unitaire au niveau de  $1,8\sigma$ , mais on attend encore quelques données importantes. Gerhard Buchalla de Munich a exploré les outils permettant de comprendre les questions de CDQ dans les désintégrations des hadrons lourds. John Fry de Liverpool a traité des mesures des désintégrations hadroniques rares, tandis que Mikihiro Nakao du KEK en a fait de même pour les désintégrations rares électrofaibles et radiatives.

Dans la session consacrée à la physique du charme et aux quarkoniums, Bruce Yabsley de Virginia Tech s'est appuyé sur les désintégrations du charme pour discuter des limites qu'elles imposent sur une physique nouvelle, et conclure qu'on attend avec impatience les résultats de CLEO-c (Courrier CERN Janvier/Février 2002 p13). Tomasz Skwarnicki de Syracuse a décrit le panorama de la physique des quarkoniums lourds, revitalisée en partie grâce aux grands échantillons de données du BES-II de Pékin, de CLEO-III à Cornell et de l'expérience E835 du laboratoire Fermi. Il a insisté sur les solides avancées théoriques et les nouvelles possibilités d'expérimentation avec BaBar et Belle, mais aussi CLEO-c. Jussara de Miranda du CBPF (Centre brésilien de recherche en physique) a posé la question: "Pourquoi le charme est-il si charmant?", et il en a conclu qu'il constitue un puissant moyen d'accès au monde des partons.

Pour clôturer le second jour, le public était convié à une session spéciale sur une autre innovation, la Grille. Ian Foster d'Argonne et Chicago a présenté le concept de la Grille de calcul et Ian Bird du CERN en a décrit les applications au LHC. Bob Aiken de Cisco, Stephen Perrenod de Sun et David Martin d'IBM ont expliqué l'opinion du secteur privé, tandis que Dan Reed du Centre national des applications des superordinateurs a offert le point de vue d'un centre de calcul universitaire.

Le troisième jour a débuté par une session sur l'astrophysique des particules; Licia Verde de Pennsylvanie a présenté les passionnants résultats de la sonde Wilkinson sur l'anisotropie micro-onde (WMAP): elle fournit des images détaillées du fond cosmologique diffus et apporte ainsi de nouvelles



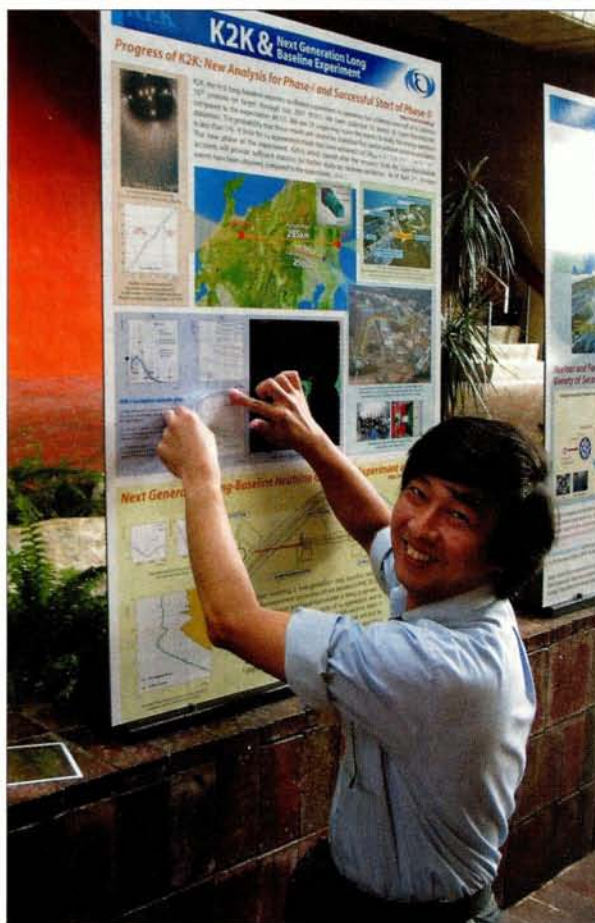
connaissances sur l'univers primitif et sur la quantité de matière baryonique dans l'univers. Ses mesures de la polarisation permettent également d'aborder la formation des premières étoiles. Les résultats indiquent que l'univers est plat et comprend seulement 4% de matière baryonique, tandis que les premières étoiles se sont formées plus tôt qu'on ne l'avait pensé, vers environ 200 millions d'années.

Bob Kirshner de Harvard s'est concentré sur les 95% de l'univers qui sont invisibles. Les observations des supernovas montrent que l'expansion de l'univers s'accélère et qu'il est formé pour un tiers de matière et pour deux-tiers d'énergie noire. Kirshner en a conclu que cette énergie noire est promise à un brillant avenir et il attend avec impatience la résolution des questions qui entourent la constante cosmologique grâce aux prochaines études sur les supernovas.

Esteban Roulet de Bariloche a fait le point sur les rayons cosmiques de très haute énergie, dont on décrit le spectre en parlant d'un "genou" à  $10^{15}$  eV et d'une "cheville" à  $10^{19}$  eV. Des travaux récents ont montré que la composition devient plus "lourde" au-dessus du genou et que la composante extragalactique devient dominante au-dessus de la cheville. Roulet a également posé la question des études astronomiques à l'aide des rayons cosmiques de très haute énergie, affirmant que la voie est prometteuse même si on pourrait la comparer à la pratique de l'astronomie optique à l'aide d'un télescope placé au fond d'une piscine.

Maryvonne de Jésus, de Lyon, a présenté une synthèse complète sur les expériences concernant la matière noire. A ce jour, seul le groupe DAMA au laboratoire souterrain italien du Gran Sasso a fait état d'un signal dû aux mauviettes (WIMPS). Un nouveau détecteur, DAMA/LIBRA, devrait fournir ses premiers résultats vers la fin de 2003. Toute une gamme d'expériences prévues ou en préparation en Europe et aux Etats-Unis permettent d'exclure une grande partie, mais pas la totalité de la zone permise par la mesure de DAMA. Giorgio Gratta de Stanford a discuté des expériences sur le tritium et sur la double désintégration bêta. Les premières étudient l'extrémité du spectre de désintégration du tritium en hélium-électron-neutrino, qui est sensible à la masse de ce dernier. Les résultats des expériences spectrométriques de Mayence ( $<2,2$  eV) et de Troitsk ( $<2,05$  eV) sont les plus sensibles à ce jour. A l'avenir, l'expérience KATRIN à Karlsruhe devrait s'approcher de 0,25 eV.

Dans son tour d'horizon des expériences sur les neutrinos auprès des accélérateurs, Koichiro Nishikawa de Kyoto a ciblé le résultat controversé de LSND qui suggère un type d'oscillation incompatible avec le modèle généralement accepté. Les résultats finals de l'expérience NOMAD au CERN n'excluent pas totalement la région permise par LSND et l'attention se porte maintenant sur MiniBOONE au laboratoire Fermi, une expérience déjà riche de quelque 125,000 événements. Les premiers résultats sont



*Youhei Morita du laboratoire KEK modifie le panneau du KEK pour refléter les nouveaux résultats annoncés par la collaboration Belle. (Laboratoire Fermi.)*

attendus cet automne. A plus long terme viendront les résultats des projets à longue distance: NUMI/MINOS, du laboratoire Fermi-Soudan, et CNGS, qu'exploiteront les détecteurs ICARUS et OPERA en observant un faisceau de neutrinos dirigé du CERN vers le laboratoire du Gran Sasso en Italie.

Kunio Inoue de Tohoku a traité des expériences neutrino actuelles utilisant les réacteurs nucléaires et noté que toutes sont des extrapolations de celle des pionniers Reines et Cowan en 1956, mais avec d'immenses améliorations d'échelle et de flux ainsi qu'avec une meilleure compréhension de l'émission des neutrinos dans ces réacteurs. Kamioka au Japon est entouré à des distances comprises entre 130 et 240 km de réacteurs électronucléaires d'une puissance totale de 70 GW, et une caverne souterraine y existait déjà, ce qui a inspiré l'expérience KamLAND dont les premiers résultats fournissent une preuve de la disparition des neutrinos produits dans ces réacteurs. Ces expériences sondent également  $\theta_{13}$ , le dernier angle de mélange qui reste à déterminer dans le secteur des neutrinos. La meilleure mesure actuelle:  $\theta_{13} < 10^\circ$ , est celle de l'expérience de CHOOZ en France.

Passant aux neutrinos solaires, Alain Bellerive de Carleton a dressé un tableau historique complet depuis Homestake jusqu'à Sudbury, mais il a laissé son auditoire attendre un peu plus longtemps les nouveaux résultats de SNO (voir p5).

Dans son vaste tour d'horizon de la théorie, Alexei Smirnov a noté que la conférence lepton-photon avait consacré une journée et demie à la discussion du triangle d'unitarité pour les quarks, mais rien à son équivalent pour les leptons. Pour tenter de rétablir l'équilibre, il a construit un triangle d'unitarité leptonique dont il s'est servi pour discuter de la possibilité de mesurer la violation de CP dans le secteur des leptons. Il a aussi fait remarquer que la seule possibilité de concilier les résultats de LSND sur les oscillations avec ceux des autres expériences exige de faire appel à des neutrinos supplémentaires, stériles. Deborah Harris du laboratoire Fermi a ensuite pris la parole pour analyser en détail les stratégies et les options possibles pour les faisceaux et les détecteurs dans les installations projetées à court terme, comme le faisceau japonais J-PARC dirigé vers Kamioka, mais aussi à long terme, telles que les usines à neutrinos.

La quatrième journée a été consacrée à la structure des hadrons et à la R&D sur les détecteurs. Pour commencer, Paul Newman de Birmingham a présenté une synthèse des analyses des fonctions de structure d'après la diffusion inélastique profonde à HERA. HERA avait été arrêté en 2000 pour des améliorations visant à en quintupler la luminosité. La version HERA-II est maintenant en service et devrait recueillir cette année quelques dizaines de picobarns inverses de données, ce qui sera suffisant pour commencer ce même type d'étude en fonction de la polarisation. Robert Thorne de Cambridge a apporté une perspective théorique en discutant des

## Interactions pour tous



La conférence Lepton-Photon 2003 a été le théâtre du lancement de *interactions.org*, un nouveau site web destiné à servir de ressource centrale pour les intervenants en physique des particules, qu'ils soient physiciens, professionnels de la communication ou membres des médias. Le site est remis à jour quotidiennement avec des nouvelles, des informations, des images et des liens avec le monde de la physique des particules. Il offre des liens avec les nouvelles de la physique des particules dans la presse mondiale, des photographies et des graphiques à haute résolution provenant des laboratoires mondiaux de la physique des particules, des liens avec les programmes d'éducation et de sensibilisation du public, des informations sur la politique et le financement de la science, des liens vers les universités, un glossaire et un calendrier des conférences.

distributions partoniques qui sont cruciales dans les analyses relatives aux collisionneurs de hadrons à haute énergie, tels que le Tevatron du laboratoire Fermi et le LHC du CERN. Toki-Aki Shibata de l'Institut de technologie de Tokyo s'est intéressé aux mesures utilisant les hadrons polarisés, aussi bien dans la diffusion inélastique profonde que dans les collisions proton-proton, pour sonder la structure en spin des hadrons et comme outil pour approfondir la CDQ. Après la pause, Yuji Yamazaki du KEK a poursuivi sur le thème de la CDQ dans sa discussion des processus diffractifs et de la production des mésons vecteurs. Historiquement, on a décrit les processus diffractifs, dans la théorie de Regge, par l'échange d'une pseudo-particule. Aujourd'hui on peut les décrire au moins partiellement par la CDQ perturbative, bien qu'il reste encore beaucoup de travail à faire.

Dans son tour d'horizon des collisions d'ions lourds, David Hardtke de Berkeley a posé la question: "Avons-nous observé le plasma quark-gluon au RHIC?" Il a conclu que bien que la densité et la température produites dans les collisions or-or au RHIC soient au-dessus des paramètres de la transition de phase prédite, aucune preuve directe d'un excès de production d'entropie n'a été observée.

Ties Behnke de DESY et du SLAC a eu l'honneur de présenter le seul exposé de la conférence consacré à la R&D sur les détecteurs, il s'est concentré sur le détecteur d'un futur collisionneur linéaire électron-positon, pour lequel les caractéristiques requises sont assez différentes de celles qu'imposent les machines hadroniques.

Le programme du dernier jour était orienté vers l'avenir. Véronique Boisvert du CERN a rendu compte d'une réunion qui s'est tenue pendant la conférence à l'instigation de l'organisation des "Jeunes physiciens des particules" et elle a félicité les organisateurs de la conférence d'avoir accordé une grande visibilité aux jeunes physiciens au cours de Lepton-Photon 2003. Le directeur général du CERN, Luciano Maiani, a fait le point sur le LHC et les mesures prises au cours des deux années précédentes pour consolider sa situation financière. La production des dipôles magnétiques reste l'élément principal qui rythme la progression et on prévoit toujours le premier faisceau pour 2007. Vera Luth du SLAC a rendu compte des travaux de la Commission sur les particules et les champs de l'UIPPA, sous l'égide de laquelle se tiennent les conférences Lepton-Photon et ICHEP. Elle a noté que les difficultés actuelles que connaissent les chercheurs pour obtenir des visas d'entrée aux Etats-Unis constituent un sujet d'inquiétude et avaient eu un impact négatif sur la participation à la conférence (p50).

Se projetant plus loin dans le futur, François Richard d'Orsay a décrit les justifications théoriques pour un collisionneur linéaire de l'ordre du TeV, compte tenu des contraintes que les mesures du fond cosmologique diffus par WMAP permettent maintenant d'imposer aux modèles supersymétriques dans l'hypothèse que la matière noire cosmologique est en fait constituée de neutralinos. Jonathan Dorfan du SLAC a rendu compte des travaux de l'ICFA et Maury Tigner de Cornell de ceux du Comité directeur sur le collisionneur linéaire international. Un rapport international sur les paramètres souhaitables dans un collisionneur linéaire est attendu cet automne et sera suivi par la mise sur pied d'un comité de "sages" représentant l'Amérique, l'Asie et l'Europe et chargé de présenter d'ici à la fin de 2004 une recommandation sur la technologie. En parallèle, une commission d'étude présentera ses recommandations pour l'établissement d'un groupe international de conception qui devrait se transformer en un groupe réellement mondial d'étude de l'accélérateur dès que le projet aura acquis un soutien suffisant. Les contacts intergouvernementaux ont débuté avec une réunion préliminaire qui s'est tenue à Londres en juin.

Ed Witten de l'Institut des études avancées de Princeton a décrit la supersymétrie et d'autres possibilités pour une physique nouvelle. Il a admis qu'un principe anthropique permettrait d'expliquer le réglage fin des hiérarchies qui entachent le modèle standard, tout en espérant qu'il ne soit pas nécessaire. Les expérimentateurs présents dans l'auditoire ont été ravis d'entendre un théoricien aussi éminent soutenir qu'il nous faut de nouveaux résultats qui placeraient une fois encore l'expérimentation avant la théorie "comme c'est l'habitude dans les sciences". Hitoshi Murayama de Berkeley a donné la conférence de clôture, une perspective sur les 20 prochaines années. Il a soutenu qu'il y a une convergence, à l'échelle du TeV, entre les questions liées aux saveurs et aux générations (masses et mélanges des neutrinos, violation de CP, physique des B), les questions liées à l'unification et la hiérarchie des forces et les questions liées au cosmos (matière noire et énergie noire). L'échelle du TeV apportera les réponses à beaucoup de ces questions, mais n'est aujourd'hui qu'un nuage qui nous masque la vue. La prochaine décennie offre la promesse passionnante de disperser ce nuage et de dégager la vue sur l'avenir.

### Pour en savoir plus

On trouvera des informations supplémentaires sur le processus d'installation d'ATLAS sur le site accessible à tous qui lui est consacré (aller sur [www.cern.ch/atlas](http://www.cern.ch/atlas), puis cliquer sur Collaboration), sous le titre Technical Coordination.

**John Womersley**, laboratoire Fermi, et **James Gillies**, CERN.

# Le CEBAF fête sept années de physique

**Douglas Higinbotham** rend compte du symposium du laboratoire Jefferson sur des résultats qui chevauchent la frontière entre les domaines décrits par les modèles noyau-méson et par la physique quark-gluon.



Vue aérienne du CEBAF, l'accélérateur d'électrons à faisceau continu du laboratoire Jefferson. La ligne en pointillés indique l'emplacement de l'accélérateur et les cercles correspondent aux trois halls d'expérimentation.

Le laboratoire Jefferson à Newport News, Virginie, a récemment célébré sept années de physique au CEBAF, l'accélérateur à faisceau d'électrons continu. La conception originale de cet accélérateur d'électrons permet d'exploiter simultanément trois halls d'expérimentation, en leur fournissant une intensité totale des faisceaux de  $200 \mu\text{A}$  avec une polarisation allant jusqu'à 80%. Grâce à cette machine, une communauté d'utilisateurs de plus de 1000 chercheurs représentant 187 instituts dans 20 pays ont terminé 81 expériences de physique nucléaire et recueilli des données substantielles sur 23 autres. Les résultats de ces expériences ont abouti à la publication de plus de 250 articles dans des revues à comité de lecture et à l'attribution de 146 doctorats. À l'avenir, plus de 60 expériences sont prévues et actuellement 128 thèses de doctorat sont en cours.



Le directeur du laboratoire Jefferson, Christoph Leemann, au cours de son allocution d'ouverture du symposium sur "Les sept premières années d'expérimentation au CEBAF" dédié à la mémoire de Nathan Isgur (à gauche), le premier scientifique en chef du laboratoire, décédé en 2001.

Pour célébrer et récapituler ces succès, mais aussi pour regarder vers l'avenir, le comité de direction des groupes d'utilisateurs du laboratoire Jefferson a organisé du 11 au 13 juin un symposium dédié à la mémoire de Nathan Isgur, qui fut le premier scientifique en chef du laboratoire Jefferson. La réunion a été scindée en huit sujets de physique: les facteurs de forme du nucléon, la physique à quelques corps, les réactions sur les noyaux, la production d'étrangeté, les fonctions de structure, la violation de la parité, les réactions profondes exclusives et la spectroscopie hadronique. Chaque sujet a été présenté par un expérimentateur et un théoricien.

Donal Day de Virginie et John Ralston du Kansas ont ouvert le symposium avec des présentations sur les facteurs de forme du nucléon qui explorent la structure électromagnétique du proton et du neutron. Les ▽

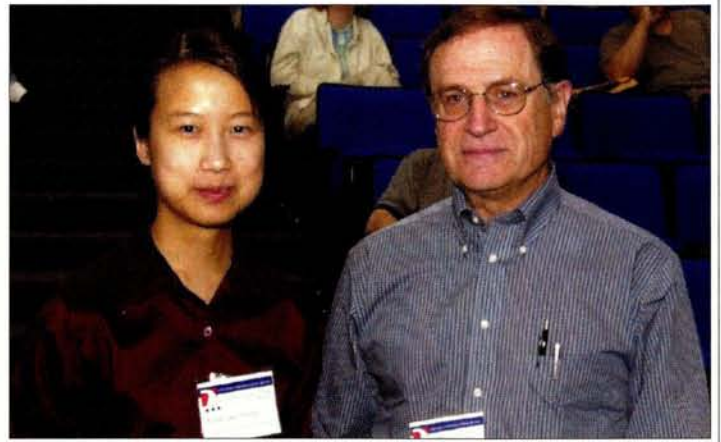
exposés ont inclus une discussion du résultat le plus cité et le plus surprenant du laboratoire Jefferson, à savoir que les facteurs de forme du proton ne suivent pas la relation simple attendue. Pour expliquer ce résultat les théoriciens ont certes proposé différents modèles, mais qui presque tous ajoutent les effets relativistes parmi les "ingrédients" de base.

Paul Ulmer de l'université Old Dominion et Franz Gross du College of William and Mary ont poursuivi avec des présentations axées sur les systèmes à quelques corps, tels que le deuton et le  $^3\text{He}$ . Dans les expériences en question, le faisceau d'électrons du CEBAF sert à arracher un proton d'un système à quelques corps ou à le sonder par diffusion élastique. On peut calculer exactement la production attendue si l'on suppose que les particules sous-jacentes sont des nucléons et des mésons. Les exposés ont montré que même pour des énergies des faisceaux allant jusqu'à 5,7 GeV les modèles nucléon-méson expliquent étonnamment bien les résultats de diffusion des électrons jusqu'à des distances de l'ordre de 0,5 fm. Par contre, les expériences sur la photodésintégration du deuton, qui sondent des distances encore plus courtes, ont clairement mis en évidence les limites des modèles nucléon-méson et l'apparition des degrés de liberté quark-gluon.

Dans les réactions mettant en jeu les noyaux, c'est-à-dire les systèmes à N corps tels que l'oxygène et le carbone, on utilise des méthodes statistiques dans le contexte d'un modèle nucléon-méson pour calculer les productions attendues dans les réactions quasi-élastiques. Dans son exposé intitulé "Où sont les quarks?", Larry Weinstein de l'université Old Dominion a montré que le modèle nucléon-méson décrit même les transferts d'impulsion les plus élevés trouvés dans les données du laboratoire Jefferson; puis Masak Sargsian de Florida International s'est intéressé essentiellement à l'avenir, quand des expériences avec un faisceau d'électrons de 12 GeV devraient faire ressortir la nature quark-gluonique de la matière.

Reinhard Schumacher de Carnegie Mellon et Steve Cotanch de Caroline du Nord ont présenté les réactions impliquant la production d'étrangeté, et entre autres de particules telles que les kaons. Ils ont montré de nouvelles données du laboratoire Jefferson confirmant la découverte par SPring-8 au Japon de la particule  $\Theta^+$  (*Courrier CERN* Septembre p5). Cette nouvelle particule contient cinq quarks et elle a été appelée le pentaquark. On considère que c'est la première résonance nucléonique observée qui compte plus de trois quarks de valence et elle a suscité internationalement une grande excitation. Une nouvelle expérience au laboratoire Jefferson a déjà été approuvée pour mieux étudier cette particule inédite.

Keith Griffioen du College of William and Mary et William Melnitchouk du laboratoire Jefferson ont présenté les expériences sur les fonctions de structure qui apportent des données sur la structure en quarks et en gluons du nucléon. Bien que l'énergie des faisceaux du laboratoire Jefferson soit relativement faible pour ce type d'expériences, leur forte luminosité a permis d'obtenir de nombreux résultats de haute précision sur les fonctions de structure. Un aspect intéressant des données du laboratoire Jefferson est que si l'on utilise l'invariance d'échelle pour réduire les résultats de la physique des hautes énergies sur les sections efficaces profondément inélastiques aux conditions cinématiques du CEBAF, les résultats ainsi réduits traversent la moyenne des pics résonnants apparaissant dans les données du laboratoire. Cet effet, appelé dualité, pourrait permettre une meilleure compréhension du lien entre les modèles nucléon-méson et les quarks et gluons sous-jacents. Krishna Kumar du Massachusetts et Michael Ramsey-Musolf de l'institut de technologie de Californie ont présenté les expériences sur la violation de la parité, desquelles on peut extraire les distributions en quarks étranges du proton en mesurant l'extrêmement faible asymétrie de la diffusion élastique des électrons polarisés par une



*Au cours du symposium, le président du groupe des utilisateurs, Paul Stoler, à droite, de l'institut polytechnique Rensselaer, a remis le prix 2003 pour la meilleure thèse du laboratoire Jefferson à Xiaochao Zheng, qui a récemment obtenu son doctorat à l'institut de technologie du Massachussets et qui depuis est entrée au laboratoire national d'Argonne.*

cible de protons non polarisés. Une série de ces expériences a déjà été terminée au laboratoire Jefferson et plusieurs autres sont prévues l'an prochain, dont GO et HAPPEX-II.

Michael Garçon du SPhN/Saclay et Andreï Balitsky du Maryland ont présenté les réactions exclusives profondes – des expériences menées dans les conditions cinématiques des collisions profondément inélastiques mais dans lesquelles la détection des particules multiples permet de déterminer l'état final du système. Ils ont présenté les modèles de distributions des partons généralisés – qui devraient permettre d'extraire de ce type de données une description complète des distributions de quarks et de gluons du nucléon – ainsi que les résultats des expériences de diffusion de Compton extrêmement virtuelles dans HERMES, DESY, et au laboratoire Jefferson. Les résultats montrent que l'on peut effectivement extraire de ce type de données les distributions partoniques généralisées. Plusieurs expériences de haute précision sont également prévues dans les années à venir.

Steve Dytman de Pittsburgh et Simon Capstick de Floride ont présenté les abondantes données de spectroscopie hadronique que fournit le laboratoire Jefferson. L'analyse des vastes ensembles de données sur les résonances nucléoniques n'est encore que partielle, mais déjà des indices d'états nouveaux émergent et une analyse complète en ondes partielles est en cours.

Après les exposés sur la physique, Larry Cardman, le directeur-adjoint pour l'expérimentation au laboratoire Jefferson, a présenté les perspectives à long terme du laboratoire. Il s'est concentré sur le renforcement du CEBAF en vue de porter l'énergie des électrons à 12 GeV et sur la construction d'un quatrième hall d'expérimentation. L'énergie plus élevée permettra au laboratoire Jefferson de poursuivre sa mission: la reconnaissance complète de la zone de transition entre les basses énergies, où la matière peut être considérée comme formée de nucléons et de mésons, et les hautes énergies, qui révèlent la nature fondamentale quark-gluonique de la matière.

### **Pour en savoir plus**

On trouvera les présentations sur [www.jlab.org/div\\_dept/physics\\_division/talks/Users\\_meeting\\_2003.html](http://www.jlab.org/div_dept/physics_division/talks/Users_meeting_2003.html).

**Douglas Higinbotham**, laboratoire Jefferson.

# DESY regarde vers l'avenir

Le ministère fédéral allemand de l'Education et de la Recherche a pris cette année une décision stratégique sur le projet TESLA, qui trace la voie de l'avenir de DESY. **Albrecht Wagner**, président du Directoire de DESY, en évalue l'impact sur le laboratoire de Hambourg.

En février 2003, Edelgard Bulmahn, ministre fédéral allemand de l'Education et de la Recherche, a décidé de soutenir plusieurs installations de grande envergure pour la recherche fondamentale. Il s'agit notamment du laser à électrons libres (LEL) à rayons X (le XFEL), de 4 km de longueur. Il a été conçu à l'origine dans le cadre du projet de la collaboration internationale TESLA de construire à proximité de DESY, à Hambourg, un collisionneur linéaire électron-positon de 33 km avec un laboratoire laser à rayons X intégré (*Courrier CERN* juin 2001 p20). En même temps, le gouvernement allemand a décidé de ne pas poursuivre, au niveau national, la partie collisionneur linéaire du projet TESLA, et de ne pas proposer de site en Allemagne pour une telle machine pour le moment, mais d'attendre de voir les évolutions au niveau international. Ces décisions auront des conséquences importantes pour DESY dans les années à venir.

L'Allemagne propose donc Hambourg comme site pour un LEL à rayons X européen, le XFEL, et est disposée à financer la moitié du coût total de 673 M€. La décision de construire devrait pouvoir être prise dans les deux ans et les travaux dureraient environ six ans. Depuis cette annonce, faite en février, l'Allemagne a entamé des discussions bilatérales avec d'autres gouvernements européens. Le premier objectif est d'établir deux groupes de travail européens, l'un pour les questions techniques et scientifiques et l'autre pour les questions d'organisation et d'administration. Parallèlement, le Forum stratégique européen sur les infrastructures de recherche a organisé récemment à DESY, les 30 et 31 octobre, un atelier sur les difficultés des lasers à rayons X. Les participants ont conclu qu'il ne faut prévoir en Europe qu'un seul grand site de recherche offrant un rayonnement X dur. Le XFEL est le seul projet européen dans ce domaine.

De plus, le ministère prévoit d'allouer 120 M€ pour convertir l'anneau de stockage PETRA – lequel sert actuellement de pré-accélérateur pour



Le laboratoire DESY, dans la partie ouest de Hambourg; l'Elbe est visible dans le lointain. (DESY Hambourg.)

HERA – en source de rayonnement synchrotron de troisième génération très performante. Cette conversion devrait démarrer en 2007, après l'achèvement du programme de physique d'HERA, et devrait renforcer encore la recherche à l'aide du rayonnement synchrotron.

En ce qui concerne la partie du projet TESLA portant sur le collisionneur linéaire, le gouvernement allemand a décidé que DESY continuerait à travailler sur ce projet dans le cadre des activités internationales de recherche et développement. A la Conférence de l'EPS sur la physique des hautes énergies, qui s'est tenue à Aix-la-Chapelle en juillet 2003, Hermann Schunck, directeur général du ministère fédéral de l'Education et de la Recherche, a déclaré: "Nous devons attendre de voir les évolutions internationales. Mais nous continuerons à travailler pour être en mesure de participer à un projet mondial de collisionneur linéaire. Je tiens à souligner que mon gouvernement est le premier à s'être engagé sur le principe d'une participation à ce projet."

## Essai des structures d'accélération

Ces dix dernières années, la collaboration TESLA a réalisé des progrès décisifs sur la technologie de l'accélérateur supraconducteur qui constitue la base du collisionneur linéaire TESLA et du LEL à rayons X. Un accélérateur d'essai de 250 MeV, l'Installation d'essai de TESLA (TTF), a été construit; il est en service à DESY depuis 1997. Les partenaires internationaux du projet ont assuré environ 35% de son financement en matériel et en personnel. Grâce au TTF, la collaboration a essayé avec succès les structures d'accélération supraconductrices et a réalisé des progrès décisifs sur le principe de l'émission spontanée auto-amplifiée (SASE) appliqué à un laser à électrons libres à des longueurs d'onde courtes, de l'ordre de 100 nm. Les premières expériences réalisées avec ce nouveau type de laser ont apporté une démonstration impressionnante du grand potentiel scientifique des LEL dans les régions des UV et des X. L'extension du TTF est en cours, ce qui portera sa longueur à 260 m et son énergie à 1 GeV. A compter de 2004, la machine sera mise à la disposition des utilisateurs pour leurs expériences à l'aide des rayons X mous (longueur d'onde 6 nm) du laser. Elle permettra aux chercheurs d'acquérir une pratique très utile de l'expérimentation avec un LEL dans la région des rayons X, et leur apportera une précieuse expérience concrète de l'exploitation du collisionneur linéaire.

En coopération avec d'autres partenaires européens, DESY se prépare ▷

activement à la construction de l'accélérateur linéaire supraconducteur de 20 GeV du XFEL et concentre ses efforts sur les questions liées à l'industrialisation, la production en série, l'assurance qualité et la fiabilité de tous les éléments de l'accélérateur linéaire. Dans la planification concrète du XFEL, une première étape sera la mise en service du LEL à rayons X mous au TTF renforcé. Comme la réalisation du XFEL est un projet européen, des consultations ont lieu avec des chercheurs et des responsables politiques des pays qui souhaitent participer à cette entreprise. Dans ces consultations, diverses questions doivent être examinées et précisées, notamment les paramètres d'exploitation exacts du laser et les modèles d'organisation pour le laboratoire du laser. L'implication précoce des partenaires internationaux dans la planification et l'élaboration de l'accélérateur supraconducteur au sein du projet TESLA s'est avérée très utile à cet égard.

Pendant ce temps, la collaboration TESLA poursuit son programme de gradients élevés pour prouver la faisabilité d'un champ d'accélération de 35 MV/m, nécessaire pour atteindre 800 GeV avec un collisionneur de type TESLA de 33 km. Elle a réalisé des progrès notables: au cours d'un essai réalisé à faible puissance RF, quatre cavités à neuf cellules ont atteint après électropolissage le champ requis de 35 MV/m. Deux de ces cavités ont alors été complètement montées avec tous leurs accessoires et ont dépassé 35 MV/m dans un essai de longue durée, dans des conditions représentatives du fonctionnement du collisionneur ( $Q > 5 \times 10^9$  et charge RF équivalente à celle du collisionneur linéaire en exploitation), mais sans faisceau. Chacune de ces cavités correspond au huitième d'un cryomodule de TESLA. Ce test représente un pas important vers les critères fixés par le Comité d'examen technique du Collisionneur linéaire international pour la "Phase II" de TESLA. Néanmoins, l'essai pleinement réaliste d'un module – soit huit cavités – à 35 MV/m avec faisceau prendra quelque temps car les ressources disponibles à DESY sont limitées.

### Vers un collisionneur linéaire

La prochaine étape importante sur la voie d'un projet mondial de collisionneur sera le choix de la technologie. Le Comité directeur du Collisionneur linéaire international s'appête à constituer un groupe consultatif de sages qui devra analyser l'état d'avancement des deux technologies concurrentes (classique et "supra") et présenter une recommandation à ce propos avant la fin de 2004.

Si l'on choisit le collisionneur linéaire à cavités supraconductrices, il existera une grande synergie entre le travail entrepris sur le XFEL et la préparation du Collisionneur linéaire. Dans ce cas, la contribution de DESY et de ses partenaires de TESLA se portera vraisemblablement sur l'accélérateur principal du collisionneur. D'après une récente analyse des tâches restantes sur l'unité d'accélération de base du XFEL, le cryomodule, plus de 90% des questions à régler sont les mêmes pour le XFEL que pour le collisionneur linéaire. Il y a donc une synergie entre ces deux projets et les travaux actuels sur le XFEL, dans une large mesure, serviraient directement pour le collisionneur linéaire. De plus, les fonds déjà alloués à la R&D actuelle pour le XFEL ne devront pas être dépensés à nouveau pour un collisionneur à cavités supraconductrices.

Si le choix se porte sur la technologie des cavités résistives, une réévaluation fondamentale des contributions sera nécessaire. Dans ce cas, DESY participera probablement à d'autres sous-systèmes et son apport sera sans doute moindre que pour une machine cryogénique, étant donné son engagement dans le XFEL.

DESY continuera à participer aux groupes de travail sur le collisionneur linéaire de l'ICFA et de l'ECFA, et une fois choisie la technologie, le laboratoire sera l'un des partenaires d'une équipe européenne au sein d'un



En 2004, l'installation d'essai de TESLA, qui a été prolongée pour atteindre 1 GeV, sera mise à la disposition des utilisateurs pour des expériences avec des rayons X mous. (DESY Hambourg.)

groupe international de conception du collisionneur linéaire. DESY jouera également un rôle important dans l'élaboration, la construction et le fonctionnement futur du ou des détecteurs du collisionneur.

On s'efforcera dans les années à venir d'aboutir à un accord de principe au niveau international pour commencer la construction d'un collisionneur linéaire à une date permettant sa mise en service en 2014/15, conformément aux recommandations de l'ACFA, de l'EFCA, de l'HEPAP et du Forum mondial de la science de l'OCDE. Si l'on prend en compte une durée de construction de sept à huit ans, il faudrait que la décision de lancement tombe en 2007. Dans ce cas, les premiers crédits devraient être mis à disposition en 2007, même si les grandes dépenses d'investissement pour le collisionneur linéaire ne doivent normalement être engagées que trois ans après le démarrage du projet, (vers 2010), comme cela a été le cas pour d'autres grands accélérateurs.

### Le futur de DESY

La force de DESY résulte d'une synergie interne entre trois secteurs clefs: mise au point de l'accélérateur, physique des particules et recherche avec le rayonnement synchrotron. La physique des particules a stimulé le développement des accélérateurs, et c'est encore vrai pour le projet TESLA. Les décisions du ministère de la recherche assurent l'avenir à long terme de DESY parmi les grands centres mondiaux de recherche à l'aide d'accélérateurs.

Dans le domaine de la physique des particules, la recherche menée par DESY et ses contributions tant au collisionneur linéaire lui-même qu'au détecteur garantissent que le laboratoire restera un des acteurs importants dans la réalisation du projet, que l'installation soit ou non construite en Allemagne.

**Albrecht Wagner**, DESY.

# Lumière dans les ténèbres

**Alan Ball** et **Apostolos Tsirigotis** présentent les premiers résultats de NESTOR, le détecteur de neutrinos sous-marin immergé au large de la Grèce, et décrivent les succès des techniques sélectionnées.

Soudain, dans l'obscurité la plus totale, à quatre kilomètres sous la surface de la mer, un cône de lumière Chérenkov bleue illumine un ensemble de tubes photomultiplicateurs placé à quatre-vingt mètres au-dessus du plancher marin – c'est la signature du passage d'un muon relativiste à travers le détecteur. Provient-il de l'impact ordinaire d'un rayon cosmique avec l'atmosphère terrestre ou de l'interaction avec l'eau ou le fond rocheux plus bas, à proximité du détecteur, d'un neutrino émis par un quelconque processus de haute énergie dans une galaxie lointaine? L'astronomie neutrino est un domaine relativement nouveau et passionnant dont les télescopes, pour la première fois, ne sont pas tributaires des photons pour la transmission du signal primaire.

NESTOR (Neutrino Extended Submarine Telescope with Oceanographic Research) est l'un de ces télescopes actuellement en cours de construction. A terme il comprendra une "tour" de détecteurs Chérenkov ancrés à quelques milles de la pointe sud-ouest de la presqu'île grecque du Péloponnèse. La vue d'artiste de la figure 1 représente une partie de la tour, on y voit plusieurs "étages" hexagonaux, des étoiles constituées de bras rigides en titane longs de 15 m. Ces derniers sont équipés à leurs extrémités de tubes photomultiplicateurs (PM) montés dans des sphères pressurisées en verre et orientés vers le haut et vers le bas afin de mieux différencier les muons ascendants et descendants. La tour complète, comprenant 12 étoiles de 32 m de diamètre, s'élèvera à une hauteur totale de 410 m au-dessus du fond de la mer et présentera une surface effective de 20,000 m<sup>2</sup> pour des neutrinos de 10 TeV.

A la fin de mars 2003, la collaboration NESTOR a immergé avec succès le premier "étage" de sa tour à une profondeur de 4000 m (figure 2) (*Courrier CERN* mai 2003 p5). Depuis lors, un déclenche-

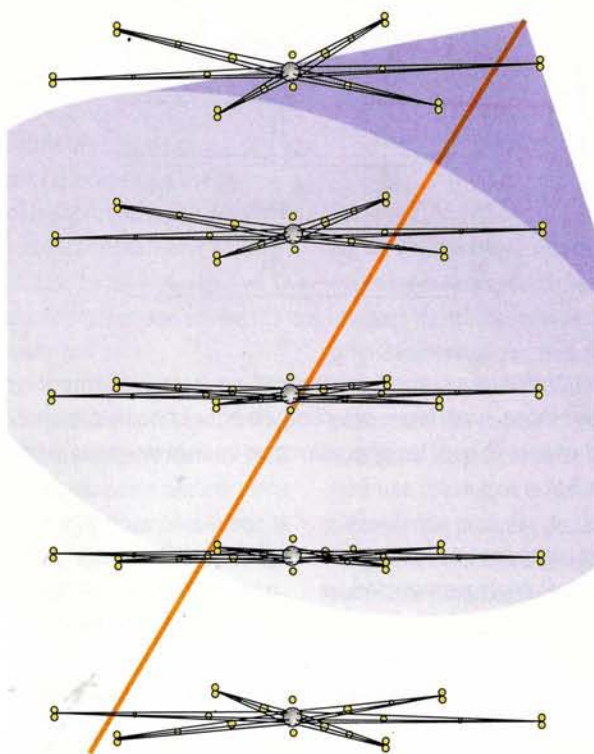


Fig. 1. Vue d'artiste de plusieurs étages d'une tour de NESTOR illuminée par le cône de lumière Chérenkov d'un muon incident (orange). Les PM sont montés dans des sphères pressurisées en verre à l'extrémité de bras en titane, tandis que l'électronique est abritée dans les boîtiers centraux.

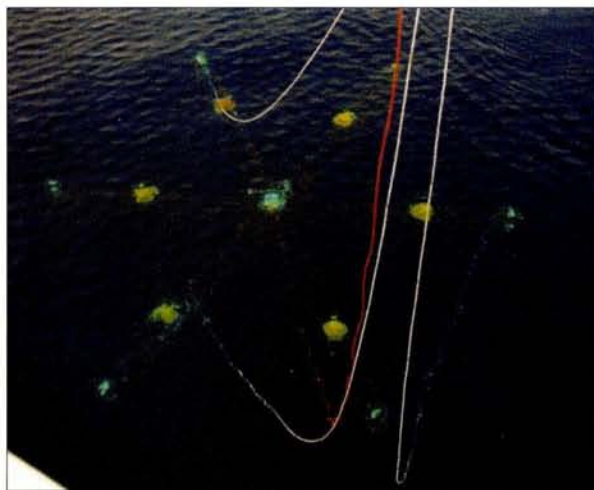


Fig. 2. Le premier étage flotte dans la mer sous la proue du navire câblé de France Telecom, le Raymond Croze, juste avant le début de sa descente à 4000 m le 30 mars 2003.

ment rapide sur une coïncidence quadruple lui a permis d'accumuler plus de cinq millions d'événements au cours d'une période expérimentale initiale. Bien sûr, les études de physique et d'astronomie possibles avec ce seul étage de détection sont réduites, mais il a permis d'acquérir une précieuse expérience de l'exploitation du détecteur, de la manipulation des données et des techniques de traitement du signal, ainsi que de la reconstitution des trajectoires.

Les techniques de mouillage et d'échange de charge à une profondeur de 4000 m sont bien éprouvées. La récupération en surface de la terminaison du câble et du boîtier de connexion permet d'utiliser des connecteurs secs plus simples en évitant la coûteuse utilisation de véhicules sous-marins pilotés ou autonomes. Mais pour en apprécier la difficulté, imaginez-vous assis à l'altitude du Mont-Blanc et manipulant votre canne à pêche pour placer un paquet à l'autre bout de la ligne au fond du lac Léman, et cela à quelques mètres près, car vous voulez revenir dans quelques mois récupérer votre paquet en bon état. L'article de couverture du numéro de juillet de *Sea Technology*, une revue de pointe de l'industrie maritime (Anasontzis et Koske 2003), a récemment souligné ces prouesses.

## La trajectographie des muons

Les impulsions électriques des PM sont numérisées dans une sphère en titane au centre de chaque étage et transmises par un câble électro-optique de 30 km vers la station terrestre qui enregistre les données brutes. Au cœur du système se trouvent de nouveaux circuits spécialisés ASIC mis au point au LBNL, des numériseurs de signaux transitoires (ATWD – analog transient waveform digitizers) capables d'échantillonner les signaux des PM de 200 MHz à 3 GHz. Il faut reconstituer le cône de lumière Chérenkov créé ▷

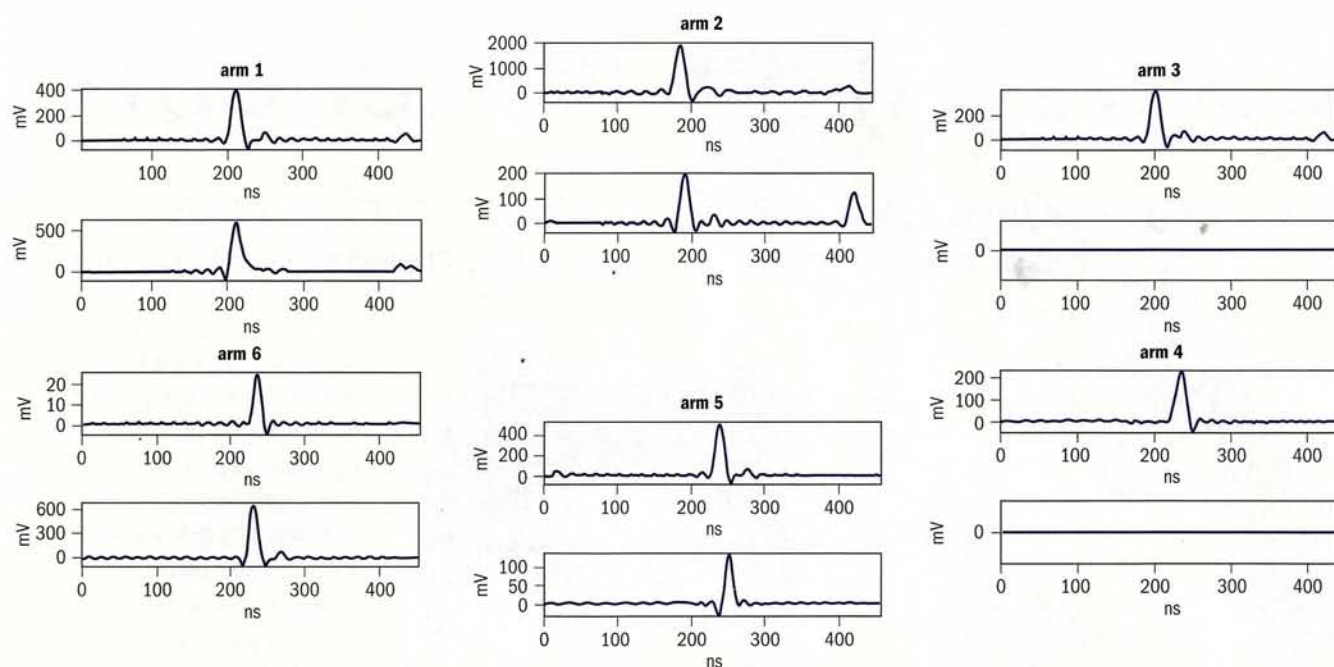


Fig. 3. Les signaux numérisés des photomultiplicateurs, après traitement, pour un événement typique sélectionné grâce à un déclenchement majoritaire quadruple. Les traces supérieure et inférieure pour chacun des six bras du détecteur correspondent aux photomultiplicateurs orientés vers le haut et vers le bas. Un photoélectron unique donne une hauteur d'impulsion moyenne de 120 mV. (NESTOR 2003 Event 1785-Run 81-B File 3).

par le muon, à partir des temps d'arrivée des signaux et de leurs amplitudes, afin de déterminer la direction du muon et finalement de déduire les paramètres physiques du neutrino incident.

Dans la salle de contrôle, on surveille en continu les paramètres du détecteur. Ces derniers incluent l'orientation de l'étage (boussole et inclinomètre), la température et l'hygrométrie à l'intérieur de la sphère en titane et, à l'extérieur, la vitesse du courant, la température et la pression, ainsi que les données des autres instruments environnementaux montés dans la station au fond de la mer (pyramide). On surveille en parallèle le réseau de distribution électrique et les hautes tensions appliquées aux PM. De plus, un contrôleur continu effectue un traitement en ligne rapide des données, en parallèle avec leur acquisition, afin de vérifier la stabilité des performances essentielles du détecteur: taux de comptage des PM, distribution d'amplitude, distribution temporelle des déclenchements, fréquences de la logique majoritaire et performances globales de l'acquisition des données (DAQ, temps mort).

L'analyse en ligne complète d'une partie des données permet d'en vérifier la qualité et de garantir que le déclenchement n'est pas biaisé. La cadence de déclenchement, en fonction des seuils des signaux et de la multiplicité des coïncidences requis, ainsi que la charge totale des photoélectrons dans la fenêtre de déclenchement, présentent un excellent accord avec les prédictions de calculs de Monte-Carlo basés sur le modèle d'Okada du flux de muons atmosphériques et tenant compte de la radioactivité naturelle du  $^{40}\text{K}$  présent dans la mer et des courants d'obscurité des PM. L'étalonnage en mer se fait à l'aide de modules à diodes électroluminescentes (DEL) à éclats montés au-dessus et au-dessous de l'étage de détection. Ces modules permettent une vérification indépendante rigoureuse du déclenchement et de l'intensité des impulsions de tous les PM et de l'ensemble du système DAQ.

Dans l'analyse en différé, les données brutes de chaque PM passent d'abord dans un étage de traitement du signal qui effectue la soustraction du piédestal et corrige l'atténuation. Cette correction tient compte des par-

amètres d'étalonnage déterminés en laboratoire avant l'immersion. La plupart des paramètres étant des fonctions de la fréquence, on utilise des transformées de Fourier rapides. Pour en terminer avec le traitement, on sépare les impulsions multiples, puis on détermine avec précision le temps d'arrivée, la hauteur d'impulsion et la charge totale de chaque impulsion individuelle.

Pour reconstituer les trajectoires, on sélectionne les événements comptant plus de cinq PM actifs dans le créneau temporel de déclenchement. L'estimation des paramètres de la trajectoire se base sur une minimisation du  $\chi^2$  des temps d'arrivée des impulsions des PM. Dans la plupart des cas, le processus converge vers deux minimums ou parfois plus, souvent dus à une dégénérescence géométrique intrinsèque appelée "solution miroir". Pour résoudre l'ambiguïté, on fait appel à un algorithme de second niveau qui tient compte du nombre de photoélectrons mesurés dans chacun PM et du nombre attendu pour chaque trajectoire candidate, puis on en compare les vraisemblances obtenues.

La figure 3 présente les formes d'ondes numérisées des PM, après traitement du signal d'un événement sélectionné, tandis que la figure 4 est la représentation graphique de la trajectoire reconstituée pour cet événement. Plusieurs tests des processus de reconstitution de la trajectoire, effectués aussi bien sur les données que sur les événements simulés par Monte-Carlo, démontrent que l'estimation des paramètres de ces trajectoires n'est pas biaisée.

Sur la figure 5, les points représentent la distribution zénithale mesurée pour les événements reconstitués à partir d'une fraction ( $\sim 30\%$ ) des données recueillies; les trajectoires utilisées ont été sélectionnées par la méthode du  $\chi^2$  minimum (probabilité  $\chi^2 > 0,1$ ), d'après la qualité de la trajectoire déterminée par le nombre de photoélectrons par PM et d'après le nombre total de photoélectrons accumulés par événement ( $> 4,5$ ). L'histogramme montre la distribution angulaire prédite pour les trajectoires dues aux muons atmosphériques (en tenant compte de la géométrie des étages de NESTOR et du rendement de reconstitution) d'après des simulations de Monte-Carlo utilisant le modèle phénoménologique d'Okada.



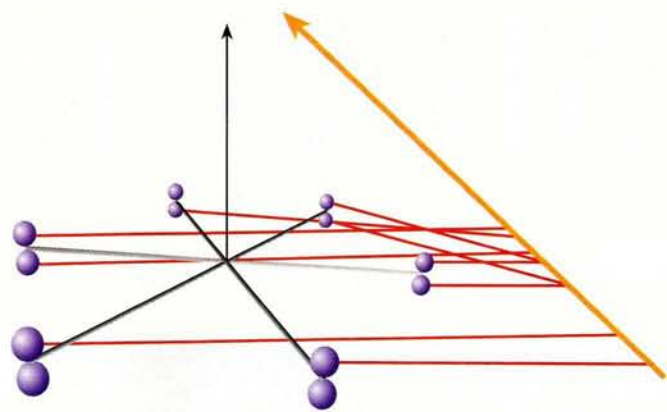


Fig. 4. Représentation graphique de la reconstitution de la trajectoire du muon (orange) correspondant aux impulsions des PM de la figure 3. Les segments rouges correspondent aux trajets des photons Chérenkov vers les photomultiplicateurs. On a estimé pour cette trajectoire un angle zénithal de  $123^\circ \pm 21^\circ$ . A une profondeur de 4000 m, les trajectoires reconstituées ascendantes et horizontales sont de bons candidats neutrino.

On pourra sûrement améliorer encore le rendement de la reconstitution, mais une détection des neutrinos réellement efficace demandera la mise en place d'au moins quatre étages, ce que nous espérons réaliser dans l'année qui vient. Cependant, nous savons déjà que nous possédons là un outil bien compris, offrant des données d'excellente qualité, ce qui conforte beaucoup des choix effectués.

#### L'amélioration signal sur bruit

Comme pour toute expérience, un bon rapport signal sur bruit est la clé du succès. Les muons cosmiques représentent le bruit de fond principal dans un télescope à neutrinos, mais qui diminue avec la profondeur, de plus de deux ordres de grandeur entre 1000 et 4000 m. Dans le cas de NESTOR, d'autres améliorations sont encore possibles, car le point le plus profond de la Méditerranée, à 5200 m, est tout proche. La réduction du bruit de fond cosmique réduit également beaucoup des incertitudes sur la reconstitution des trajectoires, comme par exemple l'attribution d'une trajectoire descendante à un muon ascendant. La décision prise par la collaboration NESTOR d'utiliser des phototubes orientés vers le haut et vers le bas semble bien justifiée. A 4000 m, un muon dont la trajectoire serait, sans aucune ambiguïté, soit ascendante soit horizontale, ne pourrait provenir que d'un neutrino.

La bioluminescence (la lumière émise par les micro-organismes marins) est une autre source de bruit de fond qui diminue exponentiellement avec la profondeur. Les signaux, d'une durée de l'ordre de 1 à 10 s, se distinguent facilement de ceux des muons, mais ils contribuent au temps mort et en fin de compte réduisent le rendement du détecteur. Sur le site de NESTOR, on mesure un temps mort moyen à 4000 m d'environ 1%, sur d'autres sites on obtient des valeurs allant jusqu'à 40%. Une troisième source de bruit de fond, indépendante de la profondeur, vient de la désintégration radioactive  $\beta$  naturelle du  $^{40}\text{K}$ . Avec le bruit thermoionique des PM, elle constitue autour de 50 kHz un signal de fond de faible intensité non corrélé, que l'on peut aisément soustraire avec l'algorithme de trajectographie.

L'utilisation d'une structure rigide pour monter les groupes de PM élimine les incertitudes quant à leurs positions relatives et facilite la reconstitution au niveau de chaque étage. Cette méthode semble préférable à celle des phototubes individuels ou montés par petits groupes sur des lignes indé-

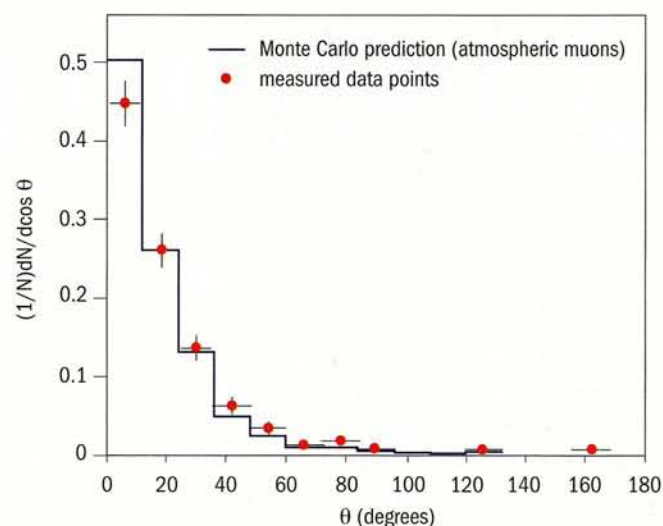


Fig. 5. Comparaison des distributions zénithales mesurée pour les trajectoires reconstituées (points) et prédites (histogramme) d'après des simulations de Monte-Carlo basées sur le modèle phénoménologique des muons atmosphériques d'Okada.

pendantes. On surveille l'orientation de l'étoile dans sa totalité, de sorte que seuls les déplacements horizontaux entre des étoiles complètes exigent une télémétrie externe à l'aide de repères acoustiques ou optiques. L'expérience pratique de la reconstitution des trajectoires avec plusieurs étages sera nécessaire pour démontrer que ces avantages compensent les contraintes supplémentaires au cours des opérations de mouillage.

Le choix du site de NESTOR effectué en tenant compte de sa profondeur, de la clarté de l'eau et de la faible sédimentation ainsi que des très faibles courants sous-marins s'avère déjà payant. La proximité du rivage constitue un aspect important pour la sécurité en cas de mauvais temps en mer et facilite les opérations de mouillage et de récupération par étapes. Quand les procédures sont longues il est possible de relever les équipes et on peut également faire venir des équipements ou des spécialistes supplémentaires. Le site de NESTOR n'est qu'à 7,5 milles de la terre et à 11 milles de la station côtière de Méthoni, à 20 minutes par vedette rapide. Le mouillage de cette première étape du détecteur à 4000 m de profondeur et sa mise en service a demandé un énorme travail de la part de la petite équipe directement mise à contribution et tout cela n'a été possible que grâce au soutien sans faille d'autorités, d'organisations, de compagnies et de personnes individuelles trop nombreuses pour les citer toutes.

La communauté européenne de l'astrophysique des particules cherche à construire un télescope à neutrinos de très grand volume ( $\text{km}^3$ ) dans l'hémisphère Nord. On espère que cette démonstration de faisabilité encouragera une meilleure coordination entre les divers groupes travaillant dans ce domaine et contribuera à attirer les ressources financières et humaines nécessaires pour ce grand projet. Un tel détecteur compléterait le projet ICECUBE déjà approuvé pour le pôle Sud.

#### Pour en savoir plus

On trouvera un complément d'informations sur NESTOR sur le site [www.nestor.org.gr](http://www.nestor.org.gr).

E G Anassontzis et P Koske 2003 *Sea Technology* **44** 10.

A Okada 1994 *Astroparticle Physics* **2** 393.

**Alan E Ball**, CERN, et **Apostolos Tsirigotis**, Université ouverte hellénique, pour la collaboration NESTOR.

# Construire ATLAS: le b

Les travaux de génie civil sont maintenant terminés, et tout est prêt pour installer

En avril 2007, l'un des ensembles d'instruments scientifiques les plus grands et les plus complexes jamais construit – le Grand collisionneur de hadrons (LHC) et ses quatre détecteurs – devrait nous permettre d'entreprendre une nouvelle odysée vers des terres inexplorées de la physique des particules, par-delà le modèle standard. Les découvertes qu'on y fera sans doute pourraient bien changer de façon fondamentale nos idées sur les éléments constitutifs de la matière, et par conséquent notre conception de l'univers. C'est cet espoir qui a conduit les 20 Etats membres du CERN, et plusieurs Etats partenaires non-membres, à promouvoir, mettre en place, financer et construire le LHC. De leur côté, plusieurs milliers de physiciens ont parié une bonne partie de leur carrière sur le succès du LHC.

Depuis sa conception initiale au milieu des années 1980, le projet LHC a emprunté un itinéraire tortueux pour arriver à réalisation. L'un des plus grands risques vient du fait qu'il repousse les limites de la technique sur plusieurs fronts simultanément, si bien que dans de nombreux cas, les solutions appropriées aux questions technologiques – et les coûts correspondants – ont dû être déterminés sur la base d'hypothèses bien avant la construction. Du seul fait de la taille de l'accélérateur lui-même, et des deux plus gros détecteurs ATLAS et CMS, le projet présente des difficultés majeures de génie civil et mécanique, les physiciens et les ingénieurs déployant tous leurs efforts pour optimiser la production de résultats de physique pour une dimension et un coût minimaux. Le projet a aussi amené à innover en matière de coopération scientifique internationale, car une grande partie de l'appareil est construit dans des laboratoires répartis à travers le monde puis acheminé au CERN en vue du montage final. Ces tâches ont souvent été effectuées par des équipes internationales de techniciens représentant une grande variété de langues et de cultures, mais ayant tous à l'esprit un objectif commun. En général, ce système a très bien fonctionné; à l'heure actuelle, la collaboration ATLAS est constituée d'environ 1700 physiciens issus de plus de 150 instituts.

Une étape importante a été franchie le 4 juin de cette année, lorsque la caverne du détecteur ATLAS, UX15, et les bâtiments et structures souterraines correspondant au Point 1 de l'anneau du LHC, ont été réceptionnés, dans les délais, par le CERN. A cette occasion a eu lieu une cérémonie à laquelle ont assisté de nombreuses personnalités, notamment Pascal Couchepin, Président de la Confédération helvétique, Carlo Lamprecht, Conseiller d'Etat genevois et le directeur général du CERN Luciano Maiani (*Courrier CERN* juillet/août p5).

A cette occasion, on aurait pu citer cette phrase fameuse de Winston Churchill, prononcée en des circonstances bien différentes: "c'est la fin du commencement". C'est en effet maintenant que le difficile travail de montage souterrain d'ATLAS peut commencer.

L'expression "installation d'ATLAS" ne donne pas une idée juste de l'ampleur de la tâche. Pendant une période de trois ans et demi – d'avril 2003 à décembre 2006 – plus de 7000 tonnes d'appareils énormes et délicats seront descendus dans la cavité UX15, située 100 m sous terre.

Tous ces objets lourds devront être alignés avec une très grande préci-



Juin 2001: la portée du hall du détecteur ATLAS (35 m) est parmi les plus longues jamais réalisées pour un ouvrage souterrain. La voûte de la caverne de 1380 m<sup>2</sup> est suspendue par un système de fixations ancrées dans des galeries latérales donnant sur les puits d'accès.



Juillet 2003: cette structure métallique de 12 étages est l'une des premières structures installées dans la caverne terminée. Des structures de ce type, qui serviront à l'accès et aux baies d'électronique, entoureront le détecteur des quatre côtés.

sion afin qu'ATLAS soit en mesure de déterminer les trajectoires des particules et les énergies avec l'exactitude requise pour nous permettre d'arracher à la nature les secrets fondamentaux recherchés. Puis, de fin décembre 2006 jusqu'au lancement du faisceau en avril 2007, une mise en service préliminaire d'ATLAS aura lieu. Lorsqu'ATLAS sera "prêt pour l'expérimentation", plus de 100 millions de capteurs seront activés à l'intérieur du détecteur; la machine produira des pétaoctets d'information par an lorsque le LHC aura atteint sa pleine luminosité.

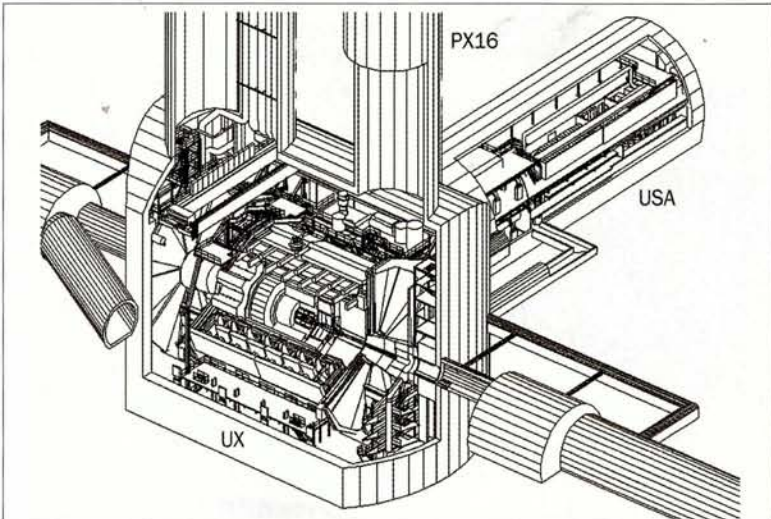
ATLAS sera le détecteur le plus volumineux jamais construit pour la physique des hautes énergies: 46 m de long, 25 m de large et 25 m de haut.

# Bateau dans la bouteille

Le détecteur ATLAS du LHC dans sa caverne, comme l'explique **Robert Eisenstein**.



Juillet 2002: le volume de la cavité apparaît clairement, alors que l'on renforce la dalle.



Dessin du détecteur ATLAS installé dans sa caverne UX15. Remarquez la taille d'ATLAS par rapport au diamètre des puits d'accès.

Et pourtant, avec ses 7000 tonnes, ce n'est pas le plus lourd – cet honneur revient à un autre détecteur du LHC, le CMS, qui pèse ses quelque 12 500 tonnes. La relative légèreté d'ATLAS s'explique par la conception de son système d'aimants supraconducteurs sans culasse comprenant un "tonneau" et des "bouchons", ainsi que d'un solénoïde central qui produira une induction de 2 T.

On ne sera pas surpris d'apprendre que la prise en compte des coûts a été déterminante pour la configuration finale d'ATLAS. C'est pour des raisons de coûts, par exemple, qu'on a limité les dimensions du hall d'expérimentation et de ses puits d'accès, et le détecteur lui-même a été conçu

pour utiliser au mieux l'espace disponible – avec une modularité suffisante pour permettre le passage des pièces individuelles par les puits d'accès. Il a été établi très rapidement qu'il coûterait sensiblement moins cher de construire deux puits plus petits plutôt qu'un seul de dimension suffisante pour laisser passer le détecteur d'un seul tenant ou par sous-ensembles importants. Pour réduire encore les coûts, les dimensions des bobines toroïdales du tonneau ont été limitées au minimum, de même que celles des puits d'accès. Toutefois, la configuration finale de l'énorme caverne d'ATLAS UX15 – 53 m de long, 30 m de large et 35 m de haut – n'est pas très différente du concept original.

Étant donné le volume important de UX 15, il était nécessaire de tenir compte de facteurs géologiques pour déterminer son emplacement sur l'anneau du LHC. Parmi les sites possibles, le point 7 était le plus favorable du point de vue de la stabilité du sol et de l'absence d'infiltrations d'eau, mais il a été exclu en raison de la proximité de bâtiments importants dans ce quartier de Ferney-Voltaire. Parmi les autres sites possibles, le Point 5 a été exclu parce que la roche n'y est pas suffisamment résistante pour une cavité de la taille de UX15. Finalement, c'est le Point 1 qui a été choisi; c'était la solution la plus économique compte tenu du coût des travaux nécessaires pour remédier aux inconvénients des autres sites. Néanmoins, même au Point 1, des problèmes restent à résoudre; ATLAS étant plus léger que la roche déblayée qu'on a retirée pour construire la cavité, le sol va remonter, mouvement qu'il faut estimer et prendre en compte pour l'installation d'ATLAS.

Le chantier d'ATLAS était aussi intéressant d'un autre point de vue: la nécessité de le réaliser autant que possible sans perturber l'exploitation et l'infrastructure du LEP. A cette fin, la caverne UX15 a été construite "du haut vers le bas": une voûte suspendue de conception nouvelle a été "descendue" et mise en place une fois les parois de la caverne terminées. Cette solution ingénieuse à un problème complexe est un bon exemple de la remarquable créativité déployée par le Groupe génie civil du CERN et ses consultants pour la conception du projet LHC.

Dans un souci d'économie également, on a décidé de réduire au strict minimum la construction de nouveaux bâtiments pour le montage préliminaire des éléments principaux d'ATLAS en surface. De ce fait, certains des grands éléments d'ATLAS, par exemple l'aimant toroïdal du tonneau, ne seront assemblés pour la première fois que sous terre, dans la cavité UX15. On réalisera en surface autant de pré-assemblage et d'essai que possible, mais il y a une limite à ce qu'on peut faire dans ce domaine. Comme il n'y a pas de grand hall d'assemblage au Point 1, les éléments du détecteur, après avoir été montés en différents endroits du CERN, devront être transportés au Point 1 pour l'installation. Certains de ces éléments étant énormes, cette tâche demande un soin extrême. Tout cela implique une procédure d'installation soigneusement planifiée et réglée comme un ballet. C'est pour toutes ces raisons qu'on a pu comparer ATLAS à l'équivalent moderne du bateau dans la bouteille.

Tous ces éléments déterminent la stratégie d'installation à utiliser. Le processus d'installation s'organise en six phases successives: (1) infra-▷

structure de surface et souterraine; (2) aimant toroïdal et calorimètres du tonneau; (3) chambres à muons du tonneau et calorimètres des bouchons; (4) détecteurs centraux et "grandes roues" des chambres à muons; (5) aimants toroïdaux des bouchons et "petites roues" des chambres à muons; (6) tube à vide, blindage et fermeture. Bien évidemment, de nombreux essais seront effectués au fur et à mesure pour vérifier que les éléments fonctionnent correctement, car une fois l'installation terminée, il sera extrêmement difficile, voire impossible, de procéder à l'opération inverse, c'est-à-dire de retirer l'un des grands détecteurs secondaires pour une réparation importante. L'aimant toroïdal du tonneau est peut-être le cas le plus spectaculaire de ce problème.

La sécurité est la préoccupation dominante de tous à ATLAS. Tous les travaux d'installation ont été planifiés avec ce souci en tête. Des procédures complexes, mais pratiques ont été mises au point pour contrôler l'accès des personnes au Point 1, en particulier dans les zones souterraines. L'entrée des outils et du matériel sera soigneusement contrôlée pour éviter, par exemple, des projections d'objets métalliques lorsque les gros aimants seront finalement mis sous tension. La présence ultérieurement de grandes quantités d'argon liquide dans la cavité UX15 pose également des problèmes de sécurité importants.



*L'une des enceintes à vide de 11 m destinées aux deux aimants toroïdaux des bouchons d'ATLAS; elle est représentative de la taille des grandes pièces qui seront descendues dans la cavité au cours de l'installation.*

L'équipe de coordination technique d'ATLAS a organisé la stratégie d'installation à l'aide d'idées et d'outils de gestion modernes. Les ressources nécessaires (personnel, liquidités, outils spéciaux, grues, etc.) et les calendriers sont évalués et suivis au moyen d'une planification intégrant tous les aspects et fondée sur les concepts de lot, de réalisations attendues et d'étape. Le programme d'installation d'ATLAS est considéré en quelque sorte comme un document en transformation perpétuelle. Il prévoit à l'heure actuelle plus de 1800 tâches distinctes.

L'installation de chacun de ces énormes détecteurs est une tâche formidable, mais exaltante. Le *Courrier CERN* vous tiendra au courant de la suite des opérations!

**Pour en savoir plus**

On trouvera des informations supplémentaires sur le processus d'installation d'ATLAS sur le site accessible à tous qui lui est consacré ([www.cern.ch/atlas](http://www.cern.ch/atlas)), sous le titre Technical Coordination.

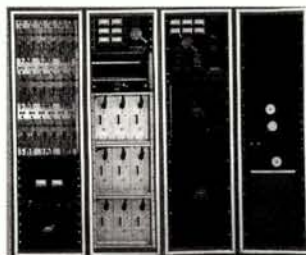
**Robert Eisenstein**, Institut de Sante Fe, pour la collaboration ATLAS. Eisenstein a passé l'année dernière une année sabbatique au CERN, où il a travaillé avec l'équipe de coordination technique d'ATLAS.

**RF Amplifiers**

**QEI Corporation will design and manufacture to your RF Amplifier needs.** Our 30 years of experience allows us to work with you to complete your requirements. Whether you require solid state or tube, air or water cooling, CW or pulse, LF to UHF, we can meet your needs. To discuss your project, contact QEI at 800-334-9154 (USA), 1-856-728-2020 (International), or via e-mail at [qeisales@qei-broadcast.com](mailto:qeisales@qei-broadcast.com).



8KW, 200MHz, CW, Water Cooled, Solid State RF Amp



65KW, 200MHz, CW, Single Tetrode RF Amp

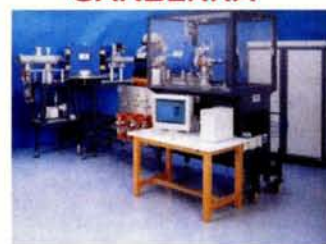


QEI Corporation • One Airport Dr • PO Box 805 • Williamstown, NJ 08094 USA • 800-334-9154 (USA) 1-856-728-2020 (International) • [qeisales@qei-broadcast.com](mailto:qeisales@qei-broadcast.com) (e-mail) • <http://www.qei-broadcast.com>

**NEW DEVELOPMENTS OF ECR SOURCES FOR YOUR APPLICATIONS!**



**SUPERANOGAN:**  
An ECR source with permanent magnet for low and high charge state. (H<sup>+</sup>: 2mA, A<sup>m+</sup>: 350µAe)



**TURNKEY SOURCE BENCH:**  
Study, design and construction of customized ion source benches to meet your beam requirements.



**PK 2.45:**  
A 2.45 GHz ECR for the production of milliamps of singly charged ions.



**PKDELIS:**  
A new generation of ECR ion sources with High Temperature Superconducting conductors operating at 18GHz. It is a world first, in collaboration with NSC (India)!

**ASK FOR DETAILS:**  
PANTECHNIK - 12, rue Alfred Kastler  
14000 CAEN - FRANCE  
Phone: +33 231 95 13 79  
Fax: +33 231 95 13 91  
E-mail: [Claude.Bieth@pantechnik.com](mailto:Claude.Bieth@pantechnik.com)  
Web site: [www.pantechnik.com](http://www.pantechnik.com)



**AND ALWAYS:**  
NANOGAN, MICROGAN,  
MICROGAN INDUSTRY,  
HYPERNANOGAN covering a wide range of charged states and beam intensities.

# La physique au service de l'imagerie médicale

La réunion de l'ITBS en Grèce a sensiblement renforcé la collaboration entre physiciens et médecins. Un article de **Paul Lecoq** et **Patrick Le Du**.

La deuxième Conférence internationale sur les techniques d'imagerie dans les sciences biomédicales (ITBS) s'est tenue du 26 au 30 mai à Athènes et sur l'île de Milo (Grèce). Organisée par l'institut grec IASA (Institute of Accelerating Systems and Applications) et par l'université d'Athènes, avec un financement du CERN, du CEA/DAPNIA et de l'IN2P3 (France), elle s'est concentrée sur les progrès réalisés récemment dans le domaine des détecteurs et des techniques d'imagerie nucléaire clinique et expérimentale.

Cette conférence a pour but principal de réunir médecins, physiciens médicaux, spécialistes des détecteurs de physique et partenaires industriels pour discuter des besoins et des améliorations dans le domaine de l'imagerie médicale nucléaire clinique, en particulier la tomographie d'émission monophotonique (TEMP) et la tomographie par émission de positons (TEP). Comme le voulait son esprit pluridisciplinaire, la réunion a été coprésidée par un physicien des particules, Paul Lecoq, du CERN, et par un médecin, Jean Maublant, du Centre Jean Perrin de lutte contre le cancer de Clermont-Ferrand (France). Ce sont ainsi près de 80 participants, venus du Canada, des Etats-Unis, du Japon et d'Europe qui se sont rencontrés cette année.

La première journée, divers groupes de travail se sont réunis à l'université d'Athènes pour que médecins et physiciens puissent échanger leurs connaissances. Après un discours d'introduction sur "la médecine et l'économie", le premier groupe de travail sur la "médecine pour les physiciens" s'est penché sur divers sujets médicaux, tels que l'oncologie, les neuromédiateurs, l'élaboration des préparations radiopharmaceutiques, et un bilan des exigences techniques et de l'impact clinique de la TEP. La deuxième session, "la physique pour les médecins", était consacrée à la physique expérimentale et comportait des exposés didactiques sur les



*Ce petit tomographe TEP porté autour de la tête, fournit des images du cerveau d'un rat éveillé (photo fournie par Craig Woody, BNL).*

détecteurs et les techniques d'imagerie médicale, notamment les phénomènes de scintillation et les nouveaux cristaux, les capteurs à semi-conducteurs, les photodétecteurs, l'électronique et l'acquisition des données.

Le reste de la conférence s'est déroulé au Centre de conférence George Eliopoulos, sur l'île pittoresque de Milo, dans les Cyclades. Plusieurs sessions ont traité des dernières évolutions relevant du matériel, en particulier des avancées de l'imagerie bêta à haute résolution en temps réel pour les applications en imagerie moléculaire et en dosimétrie. Les résultats obtenus avec de nouveaux cristaux tels que le LuAp (pérovskite d'aluminate de lutétium), de nouvelles techniques optimisant la lumière recueillie sur de minuscules cristaux et l'expérience acquise avec des photomultiplicateurs à fenêtres jointives pour la TEP ont attesté que ce domaine progresse bien. Une session spéciale sur "l'imagerie TEP pour petits animaux" a permis de rendre compte des tout derniers développements et défis techniques propres à ce domaine très actif, en particulier pour ce qui est de l'élaboration de nou-

veaux médicaments et de la modélisation animale des maladies humaines. La photographie du "RatCAP" mis au point par le Laboratoire national de Brookhaven est certainement l'image la plus mémorable de la conférence. Ce tomographe TEP permet d'effectuer des études neurophysiologiques *in vivo* du fonctionnement cérébral chez le rat sans anesthésie.

Plusieurs rapports sur le dépistage, le diagnostic et le suivi du traitement du cancer du sein ont suscité beaucoup d'intérêt pour les dispositifs d'imagerie fonctionnelle du sein faisant appel aux techniques de mammographie par émission de positons (MEP). Pour remédier à la faible sensibilité de la mammographie par rayons X dans les tissus mammaires denses, on doit procéder à de très nombreuses biopsies inutiles et d'un coût très élevé, sans parler de leurs effets psychologiques. La sensibilité ▽

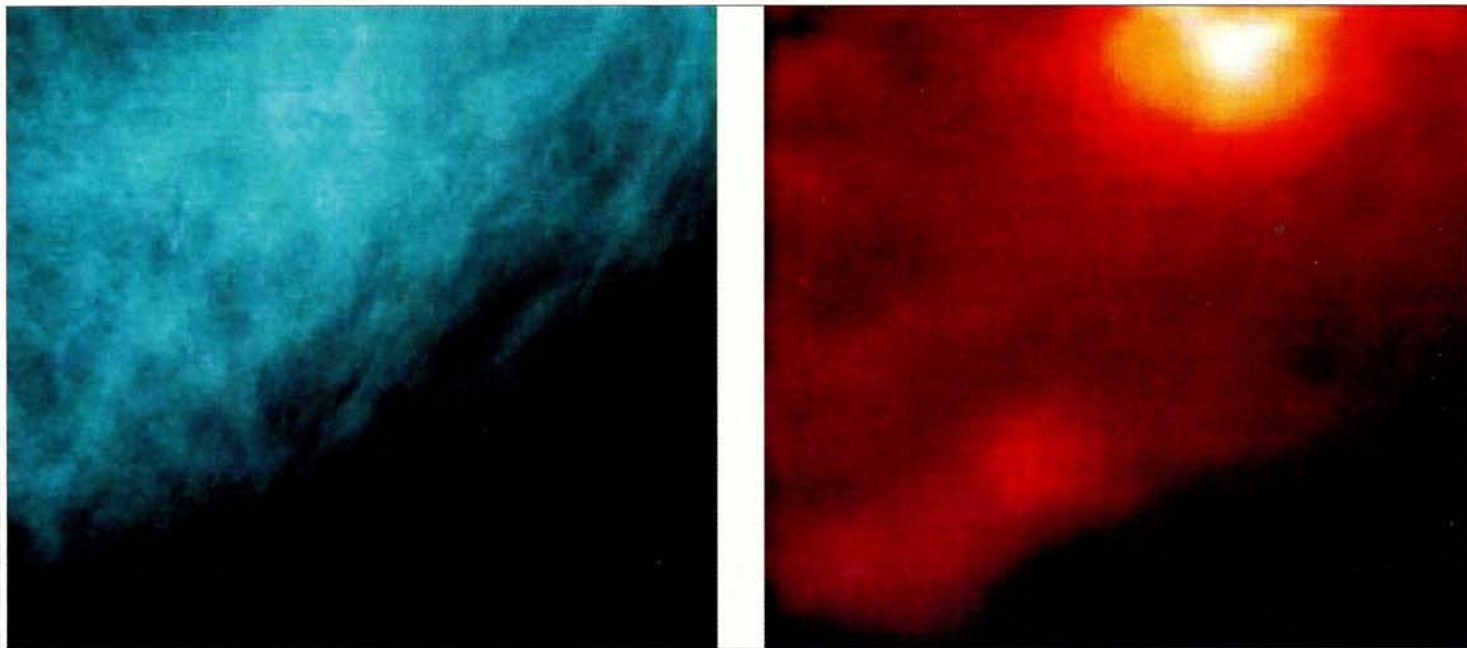


Fig. 1. Comparaison entre un cliché mammaire numérique par rayons X (à gauche) et l'image obtenue par mammographie par émission de positons (à droite) d'un carcinome infiltrant dans un sein dense (avec la permission de Lee P Adler, Fox Chase Cancer Center, Philadelphie).

bien supérieure de la PEM apparaît clairement à la figure 1. Les nouveaux développements de la PEM et de la TEMP et l'apparition d'une nouvelle caméra spécialisée montrent que ce domaine s'oriente maintenant vers des applications cliniques.

Les nouvelles évolutions des sondes peropératoires ont également été présentées. Ce domaine très actif fait intervenir de petits détecteurs de pointe spécialisés pour des applications très diverses dans le diagnostic, la stadification et la chirurgie des cancers (par exemple pour le cancer de la prostate ou la procédure de stadification des ganglions lymphatiques de Troisième lors de cancer du sein), de même que pour des études de génomique et de protéomique. Les utilisations possibles de nouveaux appareils tels que les chambres gazeuses à microtrames (MICROMEGAS) et les détecteurs à rubans de silicium ont également été présentées.

La conférence comprenait une table ronde sur le thème de la "multimodalité". Depuis la remarquable démonstration par Dave Townsend, anciennement physicien au CERN, que l'association de la TEP et de la tomographie par émission de positons (TDM) peut considérablement augmenter la capacité diagnostique de chacun de ces modes d'imagerie, la tendance est de plus en plus à étudier diverses combinaisons de scanners, en particulier en associant les techniques d'imagerie morphologique et fonctionnelle. Outre la conjugaison de la TEP et de la TDM, qui fait son chemin vers la commercialisation, l'imagerie par TEP et résonance magnétique nucléaire peut apporter des améliorations considérables, en particulier dans les études du cerveau. D'une manière plus générale, la multimodalité pourrait apporter la solution au problème très épineux de la signature moléculaire du cancer. L'enregistrement simultané de diverses fonctions métaboliques auxquelles participent des cellules tumorales pourrait permettre de déterminer précé-

**Des rapports sur le dépistage, le diagnostic et le suivi du traitement du cancer du sein ont suscité beaucoup d'intérêt pour les dispositifs d'imagerie fonctionnelle du sein faisant appel à la MEP.**

sément, de manière non invasive, le type de cancer examiné, de manière à orienter l'équipe médicale vers la meilleure stratégie de traitement, en particulier dans la détermination de la chimiothérapie la plus appropriée.

La dernière session de la conférence a été consacrée aux simulations par Monte Carlo. De nombreux groupes utilisent les bibliothèques GEANT4 pour simuler et optimiser les détecteurs uti-

lisés en imagerie. Le succès de GATE (GEANT4 Application for Tomographic Emission) et ses premiers résultats ont clairement démontré que le transfert des techniques de la physique des hautes énergies vers le domaine de l'imagerie médicale est devenu une réalité. Encouragés par le succès de cette conférence, tous les participants ont convenu de se réunir à nouveau sur l'île de Milo en mai 2005 pour faire le point sur les progrès de cette fructueuse collaboration entre physiciens et médecins.

**Pour en savoir plus**

Davantage d'informations se trouvent sur le site Web de la conférence: <http://itbs2003.web.cern.ch/itbs2003>. Les actes de la conférence seront publiés dans *Nuclear Instruments and Methods A*.

Paul Lecoq, CERN, et Patrick Le Du, CEA/DAPNIA.



**VACUUM VALVES**

New 2004 catalogue available: [www.vatvalve.com](http://www.vatvalve.com)



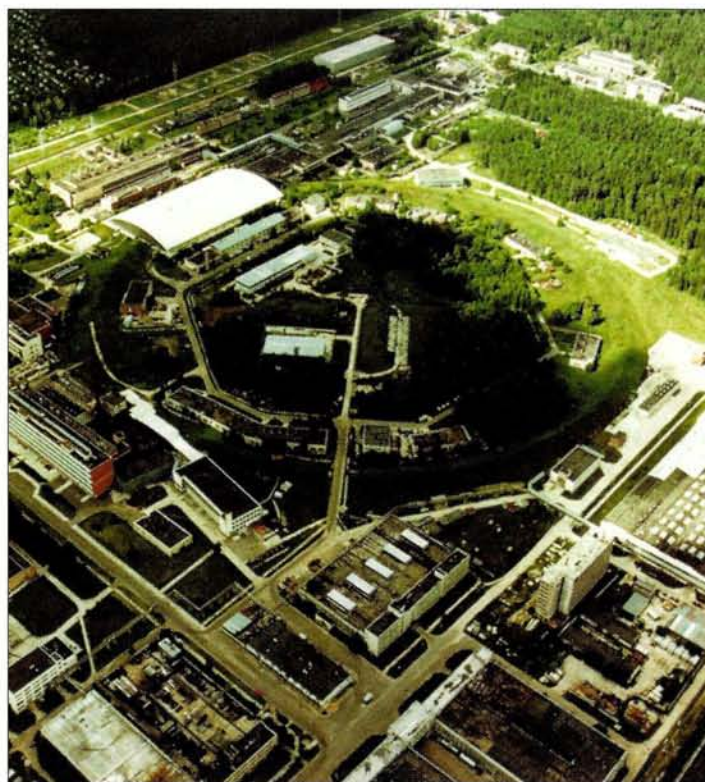
# 40 ans de physique des hautes énergies à Protvino

L'Institut de physique des hautes énergies situé près de Serpoukhov (Russie) célèbre 40 ans de recherche et de collaboration internationale en physique des particules.

En mars 1958, le gouvernement soviétique avait décidé de créer un nouveau centre de recherche sur la physique des hautes énergies, en prévoyant d'y implanter un accélérateur et des installations destinées aux expériences. Les travaux de conception et de recherche d'un site géologiquement adapté ont commencé rapidement, et après avoir envisagé une quarantaine de sites, les concepteurs en ont choisi un sur la rive gauche de la Protva, à 15 km de Serpoukhov, dans la région de Moscou. Le projet a été conçu sous la direction de Vassily Vladimirsky, et en 1960 commençait la construction du synchrotron à protons de 70 GeV (U-70). A cette époque, c'était le plus grand accélérateur de protons en cours de construction.

Le 15 novembre 1963, l'Institut de physique des hautes énergies (IPHE) accédait au statut d'institut à part entière, sous la direction d'Anatoli Logunov, nommé un mois auparavant. La constitution d'une équipe efficace de scientifiques et de spécialistes venant de Doubna, Moscou et Kharkov a contribué de manière décisive à faire avancer la construction de la machine, de la zone d'expériences et de l'infrastructure du nouveau centre.

Le programme de recherche a été fixé par le Comité de coordination scientifique créé à l'Institut en 1964, composé de scientifiques de premier plan de l'IPHE et d'autres instituts soviétiques: l'Institut de physique théorique et expérimentale (IPTE), l'Institut unifié de recherche nucléaire (IURN), l'Institut de recherches nucléaires, l'Institut de physique Lebedev, l'université d'Etat de Moscou, l'Institut de technologie et de physique de Moscou (ITPM), l'Institut Kurchatov et l'Institut Budker de physique nucléaire. Grâce à l'élaboration rapide du premier programme scientifique prioritaire et à la construction des installations d'expérimentation, les expériences ont pu com-



L'Institut de physique des hautes énergies tel qu'il est aujourd'hui. On distingue nettement l'accélérateur de protons de 70 GeV U-70.

mencer auprès de l'U-70 dès la mise en service de la machine, et des résultats intéressants de physique des particules ont rapidement été obtenus.

L'une des autres missions était la mise en place d'une collaboration internationale très large. La construction du plus grand accélérateur de protons du monde a ouvert de nouvelles possibilités d'étude du microcosme, et de nombreux physiciens étrangers ont exprimé le souhait de participer au futur programme de recherche. Toutefois, il n'était pas simple, étant donné la situation à l'époque, d'organiser une collaboration internationale. Des physiciens de l'IPHE ont entamé des pourparlers avec des scientifiques du CERN et de Saclay (France); les directeurs généraux du CERN Victor Weisskopf et Bernard Gregory ont joué un rôle important en facilitant la collaboration internationale de l'IPHE avec le CERN.

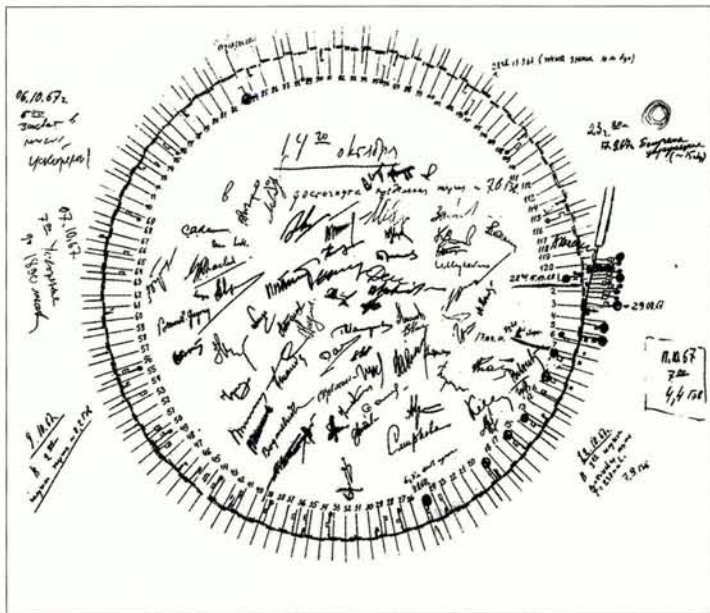
Dès 1966/7, l'IPHE avait signé les accords suivants:

- L'accord de coopération scientifique et technique entre le CERN et le Comité d'Etat de l'URSS sur l'utilisation de l'énergie atomique (4 juillet 1967).
- L'accord entre le Comité d'Etat de l'URSS pour l'utilisation de l'énergie atomique et le Commissariat français à l'énergie atomique concernant la recherche scientifique commune en physique des hautes énergies avec l'accélérateur de 70 GeV (11 octobre 1966).
- L'accord concernant la collaboration scientifique entre l'IPHE de Serpoukhov et l'IURN de Doubna (16 avril 1966).

L'accord conclu avec le CERN prévoyait la réalisation d'un programme commun, avec notamment la conception et la construction d'un système d'extraction rapide et d'un séparateur RF, ainsi que la préparation et l'exécution d'expériences communes. Un Comité scientifique conjoint CERN-URSS a été constitué pour coordonner et superviser ce programme.

## Mise en service et premières expériences

L'injecteur – un linac de 100 MeV (L-100) – a été mis en service en juillet 1967 et la mise au point du faisceau de protons de l'accélérateur U-70 ▷



Ces dates et signatures des personnes ayant participé à la mise au point de l'accélérateur, ou qui se trouvaient dans la salle de contrôle à cette date, ont été apposées sur un schéma simplifié de la machine. On peut y voir les signatures de Bernard Gregory et Anatoli Logunov.



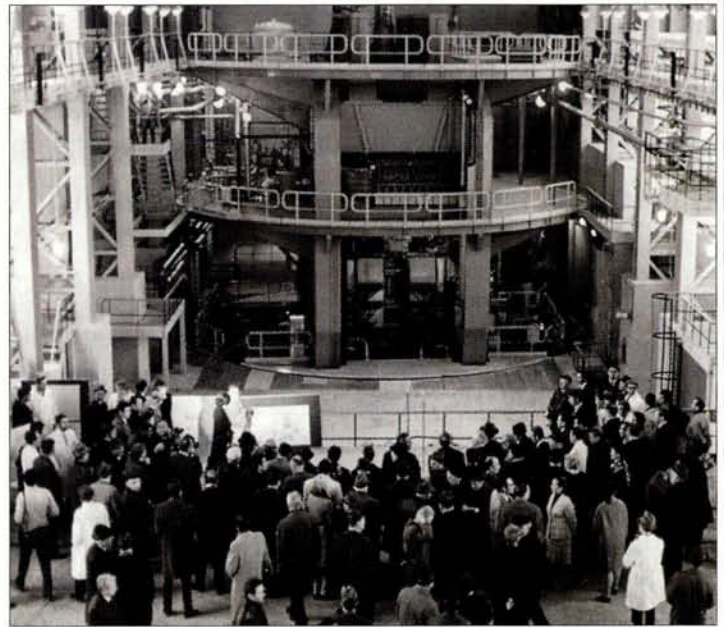
Bernard Gregory ouvre une bouteille de champagne dans le café "Orbita" à Protvino à 4 h du matin, juste après la mise en service de l'U-70 en 1967.



Le Président français Georges Pompidou visite Protvino en 1967.

a commencé le 29 août. Le 17 septembre, on arrivait à produire un faisceau en circulation, et le 12 octobre un faisceau de protons était accéléré jusqu'à l'énergie critique de 8 GeV. La délégation du CERN à l'IPHE, ayant à sa tête Bernard Gregory, a félicité l'IPHE de ce succès, tout en exprimant l'opinion qu'il faudrait encore travailler pendant un certain temps avant de franchir le seuil de l'énergie critique et d'atteindre l'énergie nominale de 70 GeV. Et pourtant, la nuit du 14 octobre, on obtenait dans l'U-70 une énergie de protons record de 76 GeV.

L'une des premières expériences de l'accélérateur U-70, réalisée par une équipe mixte de physiciens IPHE-CERN, a été la mesure du rendement en particules secondaires produites par les protons de 70 GeV sur des cibles internes. L'expérience faisait appel à des compteurs Cerenkov à différentiel de gaz à haute définition ayant des bruits de fond très faibles



Inauguration officielle de la chambre à bulles Mirabelle en 1971.

( $\sim 10^{-6}$ ) et permettait l'étude du rendement en pions, kaons et antiprotons jusqu'à des impulsions de 65 GeV/c. Elle a permis de découvrir à l'IPHE le phénomène d'invariance d'échelle dans les interactions hadroniques.

Immédiatement après les mesures des rendements en particules secondaires, l'équipe IPHE-CERN a commencé à étudier la dépendance énergétique des sections efficaces totales dans les interactions hadroniques. Les résultats des études des sections efficaces totales dans le domaine d'énergie inférieur à 30 GeV ont confirmé les données bien connues obtenues au Laboratoire national américain de Brookhaven et au CERN. Toutefois, aux énergies supérieures à 30 GeV, alors que les sections efficaces totales pour les  $(\pi^{+/-})$ , les mésons  $K^-$  et les protons restaient constantes, les sections efficaces pour les mésons  $K^+$  commençaient à augmenter. L'augmentation des sections efficaces totales pour les interactions de  $K^+p$  dans le domaine



15–55 GeV/c était de quelques pour cent. Plusieurs conférences internationales de physique des hautes énergies ont été consacrées à ce nouveau phénomène, qui a reçu le nom d' "effet Serpoukhov". Les mesures des sections efficaces totales aux énergies supérieures effectuées au CERN et au Laboratoire Fermi ont confirmé les résultats obtenus par l'équipe IPHE-CERN avec l'U-70, et il s'est avéré que l'augmentation de la section efficace totale se produisait pour tous les hadrons.

L'accord passé avec la France supposait la production et la livraison à l'IPHE d'une grande chambre à bulles à hydrogène pour des expériences avec des faisceaux de hadrons séparés. Installée sur l'accélérateur de 70 GeV en 1970/1, la chambre, appelée Mirabelle, a enregistré plus de trois millions d'images et a produit plusieurs résultats de physique remarquables.

### Poursuite de la collaboration

Le programme de recherche commun mené à l'U-70 avec des physiciens de l'IUNR, du CERN, des États-Unis et du Japon s'est poursuivi jusqu'à nos jours. Les résultats de physique les plus connus concernent les mésons à spin élevé, les boules de glu et les hybrides; s'agissant des techniques des détecteurs et des accélérateurs, un travail important a été réalisé sur les effets de polarisation aux hautes énergies, les spectromètres de type GAMS, les spectromètres à argon liquide, les cristaux de tungstate de plomb pour la calorimétrie électromagnétique et l'extraction de faisceaux par des cristaux courbés. Il faut citer en particulier l'invention de la focalisation dans un QRF et la construction du premier linac à QRF, URAL-30, à l'IPHE.

Après la mise en service de plus grands accélérateurs au Laboratoire Fermi et au CERN, les physiciens de l'IPHE ont commencé à participer activement aux expériences portant sur les énergies supérieures. Il s'agissait d'expériences neutrinos avec la chambre à bulles de 15 pieds, d'expériences de polarisation et d'expériences avec D0 au Laboratoire Fermi, d'expériences avec le GAMS-400, l'EHS et BEBC au supersynchrotron à protons du CERN et d'expériences avec DELPHI au LEP et PHENIX au RHIC de Brookhaven.

Aujourd'hui, des physiciens de l'IPHE, conjointement avec des physiciens de l'IUNR, du CERN, de l'IRN, de l'IPTE, de l'université d'Etat de Moscou, de l'ITPM, de l'institut Lebedev, du KEK, et de l'université du Michigan, poursuivent leurs programmes de recherche à l'aide de l'U-70. Ils travaillent sur la spectroscopie des mésons, les désintégrations rares de mésons K, les effets de polarisation et les interactions de neutrinos. Un canal de mésons-K séparés unique en son genre est en cours de construction à l'IPHE, les éléments fondamentaux étant deux déflecteurs supraconducteurs reçus du CERN. Parmi les résultats les plus récents obtenus avec l'U-70, on peut citer des mesures de grande précision de désintégrations de kaons chargés, les asymétries de spin dans les réactions inclusives et de nouvelles données sur la recherche de mésons exotiques.

La collaboration entre l'IPHE et le CERN reste intense encore aujourd'hui. C'est ainsi que des physiciens de l'IPHE participent aux expériences ALICE, ATLAS, CMS et LHC-B qui seront effectuées avec le Grand collisionneur de hadrons (LHC), ainsi qu'à la conception et à la production d'équipements pour le LHC. Les contributions les plus notables des physiciens de l'IPHE sont les aimants à septum pour les systèmes d'injection et d'extraction de faisceaux, les disjoncteurs en courant continu, les résistances d'absorption d'énergie et les éléments pour le calorimètre hadronique à petits angles de CMS et le système muons d'ATLAS.

Nicolai Tyurine, IPHE.

# 3M

High Speed MDR (LVDS),  
Halogen free Cables,  
Connectors

3M develops and produces a wide range of High Speed Mini-Delta Ribbon (MDR) products as well as many halogenfree cables (flat, twist and flat, round/flat, round, twisted-pair, shielded). All cables refer to CERN fire safety standard IS23.

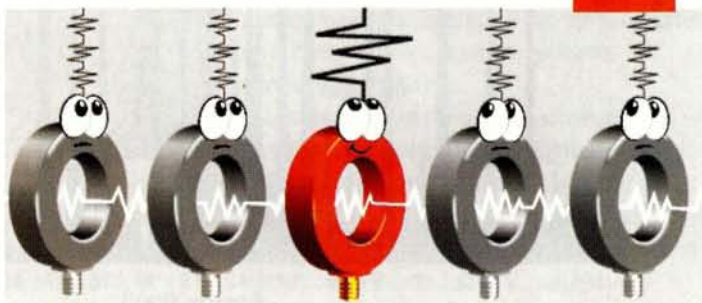
Additionally 3M manufactures different I/O and intracabinet connectors for various wire gauges.



3M Switzerland Ltd  
Eggstrasse 93, CH-8803  
Rueschlikon, Switzerland  
Tel. 0041-1-7249352  
Fax 0041-1-7249336  
[www.3minterconnects.ch](http://www.3minterconnects.ch)



**higher frequency**



**exceptional sensitivity**

**Current Transformers**

#### Distributors

U.S.A. : GMW Associates (sales@gmw.com)

Japan : Repic Corp (sales@repic.co.jp)

Manufacturer : Bergoz Instrumentation

[www.bergoz.com](http://www.bergoz.com) sales@bergoz.com



**Swiss Headquarters**

Tel ++41 81 771 61 61  
Fax ++41 81 771 48 30  
Email reception@vat.ch

**VAT France**

Tel 01 69 20 69 11  
Fax 01 69 20 90 08  
Email france@vatvalve.com

**VAT Germany**

Tel (089) 46 50 15  
Fax (089) 46 37 65  
Email deutschland@vatvalve.com

**VAT U.K.**

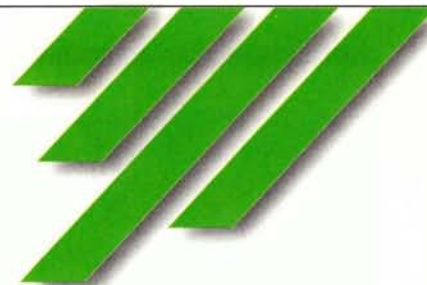
Tel 01926 452753  
Fax 01926 452758  
Email uk@vatvalve.com

**VAT Japan**

Tel (045) 333 11 44  
Fax (045) 333 70 24  
Email sales@vatvalve.co.jp

**VAT USA**

Tel (781) 935 1446  
Fax (781) 935 3940  
Email usa@vatvalve.com



# UHV Gate Valves

Series 01, 10 and 15 with vulcanized gate seal



Proven soft shut mechanism

One sealing line only

No trapped volumes

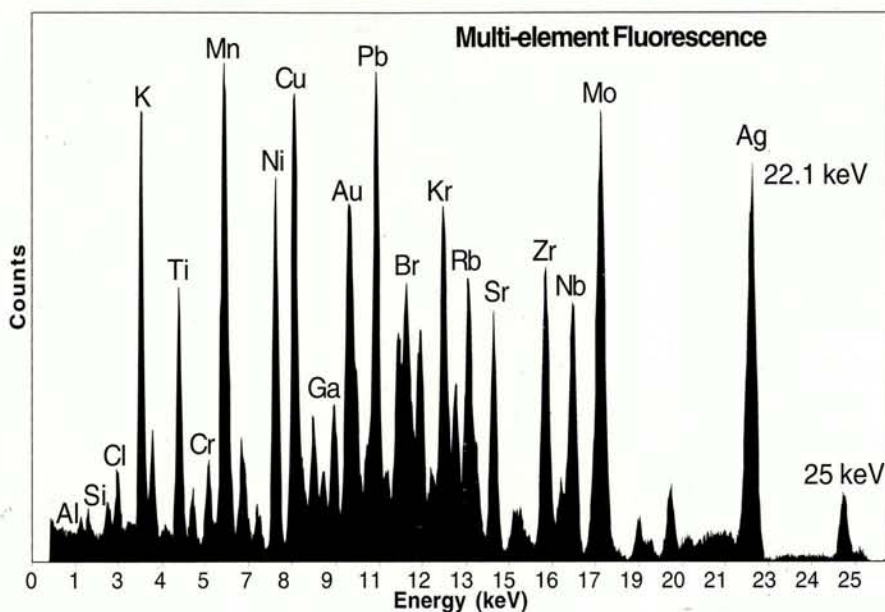
Ask for our new catalog 2004

www.vatvalve.com



# X-Ray Detector

XR-100CR at 186 FWHM Resolution



**No Liquid Nitrogen!!!**

**Solid State Design**

### APPLICATIONS

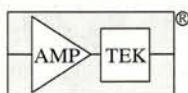
- Nuclear Physics
- Synchrotron Radiation
- High Energy Physics
- Neutron Experiments
- Astrophysics
- Research & Teaching
- Nuclear Medicine
- X-Ray Fluorescence

**Easy** - simple to operate and portable  
**Performance** - approaching that of Si(Li) detectors  
**Affordable** - visit [www.amptek.com](http://www.amptek.com)



XR100CR X-Ray Detector with Power Supply & Amplifier

XR100CR fitted for vacuum applications



### AMPTEK Inc.

6 De Angelo Drive, Bedford, MA 01730-2204 USA

Tel: +1 (781) 275-2242 Fax: +1 (781) 275-3470

E-mail: [sales@amptek.com](mailto:sales@amptek.com) [www.amptek.com](http://www.amptek.com)

## RECOMPENSES

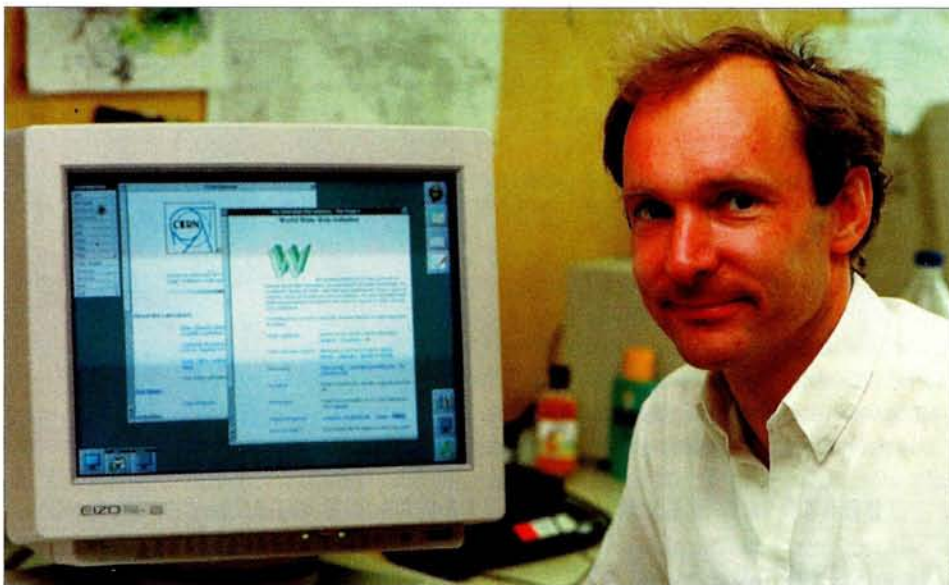
### The Economist salue l'invention du Web

Le très respecté hebdomadaire *The Economist* a remis son 2<sup>e</sup> prix annuel de l'innovation, catégorie "informatique", à Tim Berners Lee, directeur du Consortium du World Wide Web (W3C).

Avec ces prix, le magazine rend hommage à des personnalités à l'origine d'avancées ayant eu un impact profond sur l'industrie, dans les secteurs de l'informatique, des biosciences, de l'énergie et de l'environnement, des télécommunications, ainsi que dans un cinquième domaine "hors catégorie".

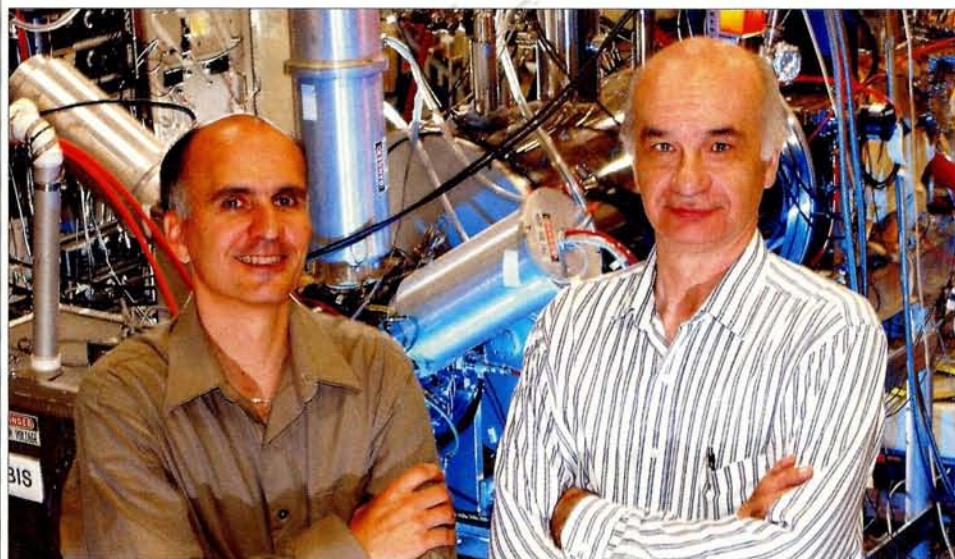
Tim Berners Lee a reçu le prix informatique pour le projet d'hypertexte mondial qu'il a développé au CERN, connu ultérieurement sous le nom de World Wide Web, lequel a, selon les termes de l'hebdomadaire, "changé pour toujours les modalités de partage de l'information".

Les candidats sont recommandés par les lecteurs et journalistes de *The Economist*, et les lauréats sont désignés par un jury.



Tim Berners Lee en 1994 devant un écran sur lequel apparaît une première version d'un navigateur Web.

### Brookhaven reçoit le Prix de la luminosité



Edward Beebe (à gauche) et Alexandre Pikine du Laboratoire national de Brookhaven ont reçu le prix Source d'ions, également connu sous le nom de "Brightness Award" (prix de la luminosité), qui récompense et encourage des réalisations récentes, notables et novatrices dans les domaines de la physique et de la technologie des sources d'ions. Les deux physiciens ont reçu cette récompense lors de la 10<sup>e</sup> Conférence internationale sur les sources d'ions lourds, à Doubna, Russie. Don de Bergoz Instrumentation, à

Saint Genis Pouilly (France), cette récompense consiste en \$6000 (€5111) à partager entre les deux lauréats. Beebe et Pikine ont tous deux travaillé à la mise au point d'une nouvelle source d'ions à faisceau d'électrons de haute intensité, qui produirait une intensité 20 fois supérieure à celle des conceptions précédentes. Brookhaven envisage à terme d'utiliser une version de cette source pour l'injection d'ions dans le Collisionneur relativiste d'ions lourds. *Photo Laboratoire national de Brookhaven.*

### Appel à propositions de candidatures pour le Prix Lise Meitner 2004

Le Comité de la physique nucléaire de la Société européenne de physique (SEP) lance actuellement un appel à proposer des candidats pour le Prix Lise Meitner 2004.

Ce prix récompensera un ou plusieurs scientifiques pour des travaux exceptionnels dans les domaines de la science nucléaire expérimentale, théorique ou appliquée. Le Comité recevra volontiers des propositions représentatives de la diversité et des atouts des sciences nucléaires européennes.

Les propositions devront être accompagnées d'un formulaire complété, d'un curriculum vitae succinct du ou des candidats et d'une liste de toutes publications importantes. Il serait aussi utile de présenter des lettres de recommandation de la part d'autorités de la discipline, soulignant l'importance des travaux. Date limite pour la remise des propositions: 10 janvier 2004.

Pour télécharger le formulaire de proposition et obtenir plus d'informations sur le prix, voir le site Web du Comité de la physique nucléaire à l'adresse [www.kvi.nl/~eps\\_np](http://www.kvi.nl/~eps_np) ou le site Web de la SEP [www.eps.org](http://www.eps.org) (cliquez sur "Prizes", "Lise Meitner Prize").

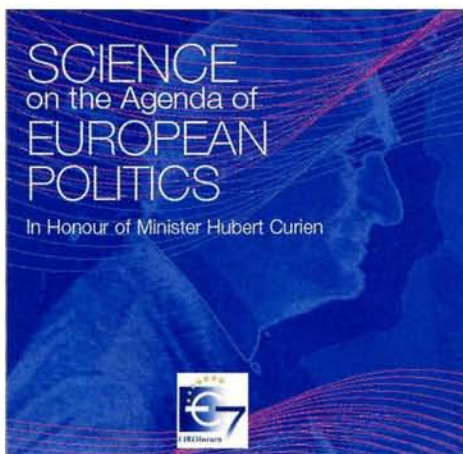
## REUNIONS

# Le Forum Engelberg rend hommage à Hubert Curien

A l'occasion de sa 15<sup>e</sup> conférence annuelle, du 1<sup>er</sup> au 4 mars 2004, le Forum Engelberg rendra hommage à son président, Hubert Curien. Ministre de la recherche en France de 1984 à 1986 et de 1988 à 1993, le physicien Hubert Curien est également bien connu au CERN où il a souvent eu l'occasion de se rendre et exercé les fonctions de Président du Conseil.

Créé en 1989, le Forum Engelberg constitue une plate-forme internationale pour des débats et échanges d'idées sur des questions essentielles ayant trait à la recherche scientifique, la technologie, l'économie et la philosophie.

Un sujet différent est choisi chaque année. Le

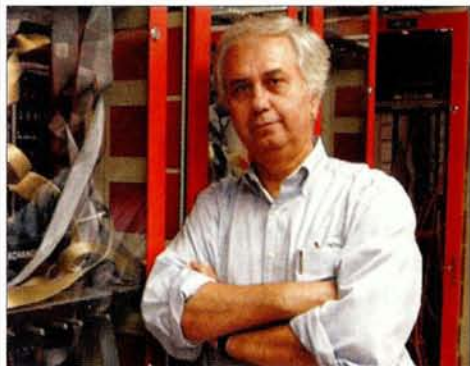


thème retenu pour 2004, "la science dans l'agenda de la politique européenne", souscrit à la stratégie de l'Union européenne qui vise à faire de l'Europe l'économie fondée sur le savoir la plus dynamique et la plus compétitive au monde d'ici 2010.

Figureront parmi les temps forts de la conférence un programme scientifique interdisciplinaire les 2 et 3 mars, présidé par Luciano Maiani du CERN, une session sur la cyberscience et la Grille, le 4 mars, ainsi qu'un programme à l'intention des jeunes scientifiques. Plus d'informations et modalités d'inscription sur le site [www.forum-engelberg.org](http://www.forum-engelberg.org).

## LABORATOIRE FERMI

## La collaboration CDF élit son porte-parole



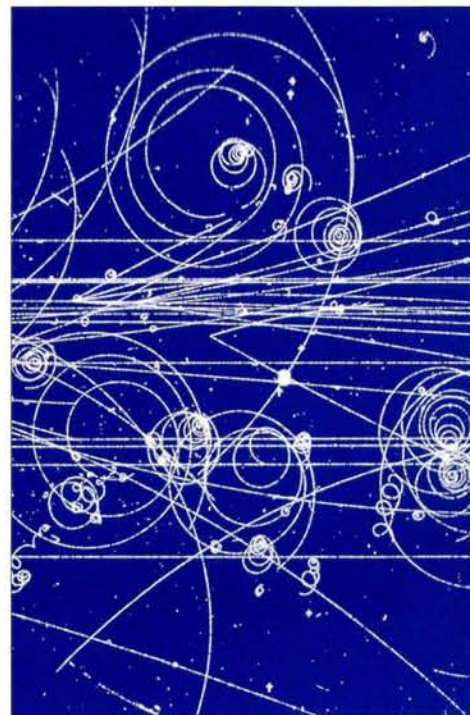
Luciano Ristori, qui a travaillé au CERN de 1971 à 1980, a été élu porte-parole conjoint pour le détecteur du collisionneur au Laboratoire Fermi (CDF). Pendant deux ans, il représentera la plus haute autorité scientifique d'une collaboration réunissant 500 personnes. Diplômé de l'Université de Pise en 1971, il a participé à l'expérience NA1 au CERN, chargée de mesurer la photoproduction de bosons vecteurs et scalaires. En 1980, il a rejoint le Laboratoire Fermi qui abritait alors l'accélérateur de particules de la plus haute énergie au monde. En 1991, il a proposé le trajectographe de vertex au silicium (SVT), un projet audacieux visant à utiliser des puces au silicium personnalisées pour identifier des événements importants dans le détecteur CDF et activer le système de déclenchement. Ce dispositif s'étant avéré efficace, Ristori se concentre à présent sur les données ainsi produites.

## ARTS ET SCIENCE

## Une nouvelle approche de la physique

L'Université de Birmingham au Royaume-Uni a reçu £36,168 (€51,289) pour financer une bourse de recherche artistique et scientifique devant permettre à un écrivain et un physicien des particules de travailler ensemble sur un livre qui explorera d'un point de vue littéraire les objets – de l'infiniment petit à l'infiniment grand – étudiés par la physique moderne. Le projet, qui réunit le physicien Gron Jones et l'écrivain Alan Wall, est intitulé "The Extremes of Experience: Imagery, Beauty and Understanding in Cosmo-Quark Physics". A la base de cette étude, des photographies saisissantes allant d'images du cosmos produites par le télescope spatial Hubble aux tracés de particules sub-atomiques dans une chambre à bulles. Le livre étudiera comment des dimensions extrêmes peuvent être reliées les unes aux autres et s'interrogera sur la notion de beauté dans l'imagerie scientifique.

Gron Jones, qui travaille au centre de formation continue de l'Université de Birmingham, participe depuis sa création au programme du CERN pour les professeurs de l'enseignement secondaire (HST) (*Courrier CERN* octobre 2003 p28), qui a fait germer en lui cette notion d'images sources d'inspiration. *The Lightning Cage* (1999) et *China* (2003) font partie des oeuvres d'Alan Wall.



La beauté dans l'oeil d'une chambre à bulles?

L'auteur est connu pour son aptitude à s'inspirer fidèlement de ressources documentaires pour les utiliser d'une manière originale et étonnante.

## ERRATUM

A la page 42 du numéro de septembre, dans l'article sur la remise du Prix ALICE des fournisseurs, STMicroelectronics est présentée

comme une entreprise française. En fait, il s'agit d'une entreprise franco-italienne, créée en 1987 à la suite de la fusion entre SGS Microelettronica (Italie) et Thomson Semiconducteurs (France).

## LE CERN ET L'INDUSTRIE

## L'industrie française présente ses produits

Du 23 au 25 septembre, l'industrie française a exposé au CERN ses produits et technologies en rapport avec la recherche en physique des particules. Vingt-cinq entreprises ont présenté le dernier cri de leurs développements dans les domaines de l'électrotechnique, de l'informatique, des technologies du vide et des basses températures et du génie civil.

Bernard Frois (deuxième à partir de la droite), directeur du Département Energie, Transports et Environnement du Ministère français délégué à la Recherche et aux Nouvelles Technologies, a inauguré l'exposition le 23 septembre. Il a profité de sa venue au CERN pour visiter les halls d'assemblage de CMS et d'ATLAS et l'installation d'essai des aimants supraconducteurs pour le LHC.



De gauche à droite: Jean-Claude Brisson, DAPNIA; Florence Cousquer, CFME/ACTIM; SE Philippe Petit, ambassadeur et représentant permanent de la France auprès des Nations Unies à Genève; Claude Détraz, directeur des programmes avec cibles fixes et des programmes futurs du CERN; Alexandre Defay, conseiller technique auprès de la ministre française de la recherche; Bernard Frois; et Jean-Jacques Aubert, IN2P3.

## Le directeur du groupe BTI en visite au CERN



Dans la cavité d'ATLAS, de gauche à droite: Eleanor Baha, vice-consul britannique (promotion du commerce); Corin Wilson, Trade Partners (Royaume-Uni); David Roberts, directeur du commerce et des investissements, ambassade du Royaume-Uni, Berne; Sir Stephen Brown; Pippa Wells, CERN; et Mike Cairns, Trade Partners (Royaume-Uni).

Sir Stephen Brown, directeur du groupe BTI (British Trade International) était en visite au CERN le 2 octobre. Le groupe BTI est une organisation gouvernementale britannique qui vise à renforcer la compétitivité sur le plan international

d'entreprises implantées au Royaume-Uni. Lors de sa venue au CERN, Sir Stephen a visité le hall d'essai des aimants du LHC, la zone d'assemblage du détecteur CMS et la cavité souterraine pour le détecteur ATLAS.

## NOUVEAUX PRODUITS

**ATLAS Technologies** a commercialisé un modèle aimantique de sa bride en aluminium avec une arête vive en acier inoxydable – la bride ATLAS. Le nouveau modèle est fabriqué dans un alliage d'acier inoxydable 316LN pour garantir une perméabilité magnétique minimale tout en offrant une base en aluminium qui n'est pas magnétisée lors du soudage sur une chambre en aluminium. Pour plus d'informations, composez le +1 360 385 3123, écrivez à [sales@atlasbimetal.com](mailto:sales@atlasbimetal.com) ou visitez le site [www.atlasbimetal.com](http://www.atlasbimetal.com).

**Precision Measurements** a mis au point des câbles micro-ondes à gaine métallique en utilisant du dioxyde de silicium de grande pureté, qui résiste à des températures supérieures à 900 °C. Le câble présente une constante diélectrique faible, peut être utilisé à plus de 20 GHz et offre un faible affaiblissement d'insertion. Les câbles assemblés sont entièrement hermétiques et sont utiles dans les environnements hostiles. Pour plus d'informations, voir [www.measure-tech.com](http://www.measure-tech.com).

**Integrated Engineering Software (IES)** a lancé le Lorentz 2Dv6.1, la dernière version de son logiciel pour la conception et l'analyse de faisceaux de particules chargées dans des champs électromagnétiques. Il intègre un nouveau résolveur multiméthode. Présentation détaillée à l'adresse [www.integratedsoft.com/products/updates.asp](http://www.integratedsoft.com/products/updates.asp). Pour plus d'informations, appelez le +1 204 632 5636 ou écrivez à [info@integratedsoft.com](mailto:info@integratedsoft.com).

## NECROLOGIE

## Maxim Kotsky 1968–2003

Le 30 août, un jeune et brillant physicien, Maxim Kotsky, est décédé lors d'un tragique accident de la route.

Diplômé de l'Université d'Etat de Novossibirsk en 1993, il avait rejoint peu après la Division théorique de l'Institut Budker de physique nucléaire et obtenu son doctorat en 1997.

Son principal domaine de recherche concernait la théorie des processus semi-durs en CDQ, où il a fait une remarquable contribution aux calculs pour la dérivation de l'équation de BFKL dans l'approximation à l'ordre sous-dominant.

Il a également réalisé des analyses importantes et intéressantes sur la production de paires de quarks lourds près du seuil et la double asymptotique logarithmique de la CDQ.

Maxim était une personne très chaleureuse et attachante, toujours enthousiaste pour ses travaux scientifiques. Il parvenait facilement à établir le contact et à collaborer avec les autres. Ceux qui l'on connu se souviendront de lui très longtemps.



Victor Kim, Institut de physique nucléaire de Saint-Pétersbourg.

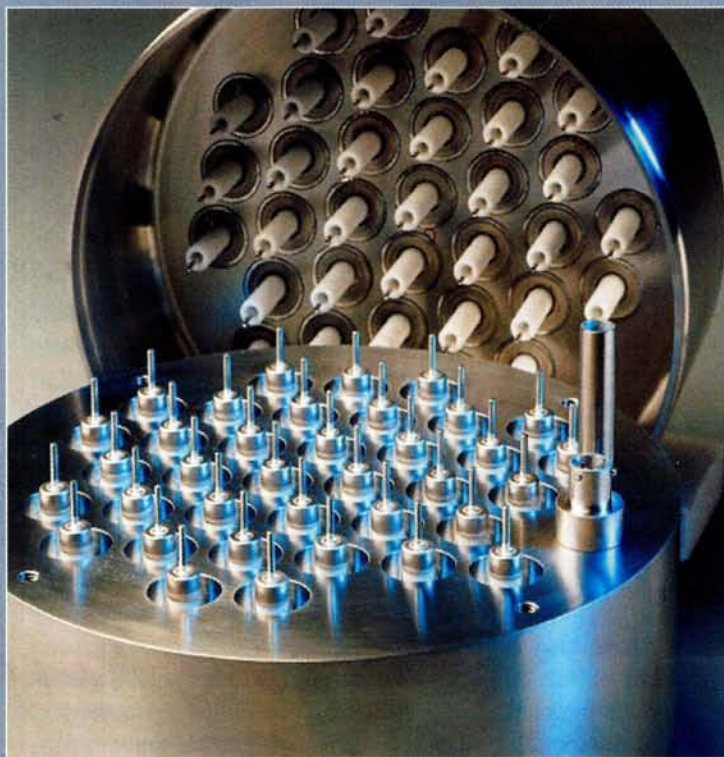
## LETTRES

Veillez adresser vos lettres au *Courrier CERN* (cern.courier@cern.ch), qui se réserve le droit les éditer.

## Edward Teller et Rolf Hagedorn

Edward Teller s'est éteint en septembre 2003, date à laquelle le *Courrier CERN* a publié plusieurs articles sur le plasma quark-gluon et les travaux novateurs du regretté Rolf Hagedorn, qui fut le premier à prédire les conditions dans lesquelles ce nouvel état de matière hadronique pourrait être obtenu. Il paraît opportun de souligner qu'Edward Teller et trois de ses collègues ont été les premiers à proposer que les collisions d'ions lourds très énergétiques seraient parfaites pour créer de la matière nucléaire chaude et dense (*Phys. Rev.* 1973 **D8** 4302). Ils ont prédit que les expériences avec des collisionneurs d'ions lourds aboutiraient probablement à la "production de matière dans une nouvelle gamme de température et d'énergie", et accredité Rolf Hagedorn lorsqu'il soulignait l'importance de la matière nucléaire chaude et dense pour "comprendre les modèles usuels de l'univers primordial".

André Gsponer, Genève, Suisse.



Société des Céramiques Techniques  
BP 9 - 65460 BAZET - FRANCE

Tél 00 33 (0)5 62 38 97 97 Fax (0)5 62 33 41 81

E-mail: [info@sct-ceramics.com](mailto:info@sct-ceramics.com)  
Site web: [www.sct-ceramics.com](http://www.sct-ceramics.com)



## Notre savoir-faire :

Liaisons céramique-métal – Micro pièces de précision  
Céramiques sur plan client

## Notre vocation

Assurer la conception d'un produit répondant à un cahier des charges spécifique :  
Développement de prototype – Phase d'industrialisation  
Production petites et grandes séries  
Optimisation du produit tout au long de son cycle de vie

## Nos spécificités

Maîtrise complète du processus de fabrication sur un seul site : de la poudre de base à l'ensemble brasé. Pour chaque projet un interlocuteur unique. Tous les chefs de projet sont issus de l'engineering.  
Adaptation de notre système qualité aux critères particuliers de chaque client.

## Notre positionnement

Un leader incontesté sur des marchés de haute technologie tels que le médical, l'aéronautique, le spatial, la recherche, les techniques de l'ultra-vide...une présence mondiale (70% export)

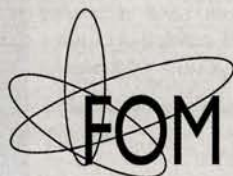
# RECRUTEMENT

Pour tous renseignements sur des publicités dans le *Courrier CERN*, les dates de publication ou les dates limites, veuillez nous contacter:  
Institute of Physics Publishing, Dirac House, Temple Back, Bristol BS1 6BE, UK. Tel.: +44 (0)117 930 1028. Fax: +44 (0)117 930 1178. E-mail: sales@cerncourier.com.  
Tarifs par centimetre/colonne: monochrome \$66/€72, 1-couleur, \$69/€75, 4-couleur \$72/€78.

## Foundation FOM

*The Foundation for Fundamental Research of Matter (FOM) stimulates and coordinates fundamental physics research in the Netherlands. For that, she is enabled by grants from the Dutch government through the Dutch Organisation for Scientific Research (NWO). FOM receives funds from NWO, Euratom, EU and several companies.*

*The 1000 employees approximately, mainly scientists (including Ph.D. students) and technicians, are divided over five laboratories and approximately 100 departments at general and technical universities. FOM - founded in 1946 - is a foundation recognized by NWO.*



NIKHEF is the National Institute for Nuclear Physics and High Energy Physics in the Netherlands, in which the Foundation for Fundamental Research of Matter (FOM), the Universiteit van Amsterdam (UvA), the Vrije Universiteit Amsterdam (VUA), the Katholieke Universiteit Nijmegen (KUN) and the Universiteit Utrecht (UU) collaborate. NIKHEF co-ordinates and supports all activities in experimental subatomic (high energy) physics in the Netherlands.

NIKHEF is actively involved in experiments in Switzerland/France at CERN (Delphi and L3), in the USA (D0 at FNAL, BaBar at SLAC and STAR at RHIC) and in Germany at DESY (Zeus and Hermes). NIKHEF participates in the preparation of the Atlas, LHCb and Alice experiments at the Large Hadron Collider at CERN. The Antares project, a detector to be built in the Mediterranean, represents NIKHEF's involvement in astroparticle physics. Detector R&D, design and construction of detectors and the data-analysis take place at the laboratory located in Sciencepark Amsterdam and at the participating universities. NIKHEF has a theory group with both its own research programme and close contacts with the experimental groups.

The academic staff consists of about 120 physicists of whom more than half are Ph.D. students and postdoctoral fellows. The well equipped mechanical, electronic and IT departments have a total staff of about 100. General services are provided by a support staff of about 20.

NIKHEF is searching for an outstanding

## Experimental Physicist

with a strong record of accomplishments in experimental research in high energy physics.

### Requirements

Candidates - with equal opportunity for women and men - will be considered for a permanent position when they have at least several years of postdoctoral experience. They should have a broad and deep knowledge of physics. Further qualifications include: creativity, competence in detection techniques, knowledge of modern information technology. The successful candidate should have excellent communication skills, ability for teamwork and leadership capability. It is assumed that the successful applicant will join one of the present experimental programmes.

### Information

General information and information about the scientific and educational

activities at NIKHEF can be found at: <http://www.nikhef.nl/>. Further information can be obtained from the director, prof. dr. J.J. Engelen (telephone: +31 205925001/e-mail: engelen@nikhef.nl) or the chairman of the search committee, prof. dr. ing. J. van den Brand (telephone: +31. 205922015/e-mail: jo@nikhef.nl).

### Applications

Letters of application, including curriculum vitae, list of publications and the names of at least three references are to be sent before 22 November to Mr. T. van Egdom, P.O. Box 41882, 1009 DB Amsterdam, the Netherlands (or by e-mail: teusve@nikhef.nl).



# PhysicsJobs @physicsweb.org

## Center for Cosmological Physics at the University of Chicago

### CfCP Postdoctoral Research Fellowship

The CfCP invites applications for up to two NSF Funded Research Fellowships from young scientists of exceptional ability and promise who will have received a Ph.D. in Physics, Astrophysics or related fields by September 2004. The appointees are expected to conduct original research in experimental or theoretical cosmology in an interdisciplinary environment. Initial appointments are for one year, renewal annually, for up to three years. Positions have competitive salaries and carry faculty level benefits. Center Postdocs have the freedom to work on any of the efforts in our Center.

Research at the Center for Cosmological Physics (CfCP), based at the University of Chicago, is focused on interdisciplinary topics in cosmological physics: characterizing the Dark Energy, studying the inflationary era, and understanding the highest energy cosmic rays. Studies of the CMB (polarization anisotropies and the Sunyaev-Zel'dovic effect) and Cosmic Infrared Background; analysis of Sloan Digital Survey and other large-scale structure data; high energy astrophysics with photons and cosmic rays, direct detection of Dark Matter particles and numerous topics in theoretical cosmology constitute the current slate of activities. The CfCP also has active visitors, symposia, and education/outreach programs. Information about the CfCP can be found at <http://cfcp.uchicago.edu/>

An application consisting of a Curriculum Vitae, a statement of research interests, and at least three letters of recommendation should be sent to [centerfellow@cfcp.uchicago.edu](mailto:centerfellow@cfcp.uchicago.edu) or to Bruce Winstein, Director, Center for Cosmological Physics, Enrico Fermi Institute, 5640 S. Ellis Avenue, Chicago, IL 60637. All qualified applications received for this position will be considered automatically for the DOE Funded Postdoctoral position in theoretical cosmology at the Enrico Fermi Institute unless applicant declines consideration. (For details see: <http://background.uchicago.edu/~whu/postdoc.html>)

**The application deadline is December 1, 2003 for positions that will begin in the Summer or Fall of 2004.**

The University of Chicago is an Affirmative Action/Equal Opportunity Employer

### FACULTY POSITION IN EXPERIMENTAL NUCLEAR PHYSICS INDIANA UNIVERSITY

The Physics Department at Indiana University seeks outstanding candidates for a tenure-track assistant professor position in experimental nuclear physics to start in Fall 2004. We are searching for strong applicants with the potential to become intellectual leaders in any subfield of nuclear physics or its intersections with astrophysics and/or particle physics. An ability to teach physics effectively in the classroom and through supervision of research at both the undergraduate and graduate levels is essential. IU physicists play leadership roles in high energy spin physics at BNL, neutrino physics at FNAL, fundamental neutron physics at NIST/LANL/ORNL, and hadron spectroscopy at TJNAF. The collective technical resources, infrastructure, and support staff in the Physics Department and at the associated Indiana University Cyclotron Facility (IUCF) allow IU physicists to develop experimental apparatus on a scale normally possible only at national labs. Detailed information on current projects can be found at <http://www.physics.indiana.edu> and <http://www.iucf.indiana.edu>. We especially welcome applications from women and minority candidates. Please mail a CV, publication list, and research plan and arrange for a minimum of three letters of recommendation to be sent to:

**Faculty Search Committee, c/o Prof. W. M. Snow, Dept. of Physics,  
Indiana University, Swain Hall West 117, Bloomington IN, 47405-7105**

Applications received by December 1, 2003, will receive priority.

*Indiana University is an Affirmative Action/Equal Opportunity Employer.*

PENNSTATE



### Position in LIGO Gravitational Wave Data Analysis and Grid Computing

The Penn State Center for Gravitational Wave Physics (CGWP) has funding for positions at the postdoctoral scholar level or higher to take part in the analysis and interpretation of observations from the Laser Interferometer Gravitational Wave Observatory (LIGO). At least three years of funding is available for each position.

LIGO has critical production requirements to process 300 TBytes of data per year of fundamental and pressing scientific importance. This is one of the earliest and most intensive tests to date of grid computing concepts using real-world geographically dispersed, heterogeneous, high performance data processing resources with different local management and technical histories. Working in this environment will provide invaluable experience in the realities of grid computing, an extraordinary opportunity to influence the future of grids and computing in general, and participation at the birth of the exciting new field of observational gravitational wave physics.

The Penn State LIGO Scientific Collaboration (LSC) group is part of the LIGO Global Grid Virtual Organization, contributing local resources of 312 processors and 34 TB storage (approximately 1/4 of the total aggregate resources). The LIGO VO is part of the larger International Virtual Data Grid Laboratory (iVDGL), which is pioneering the application of Grid-paradigm computing for large, forefront experiments in physics and astronomy. The iVDGL includes computing, storage and network resources in the U.S., Europe, Asia and South America.

The Penn State LIGO Scientific Collaboration (LSC) group is among the largest and most active in the Collaboration with two faculty, five postdocs and technical staff members, five graduate students, and five undergraduate students. It plays a leading role in the analysis and interpretation of LIGO data, including analysis in collaboration with other gravitational wave detector experiments worldwide. It is part of the larger Penn State relativity group, which is among the largest and most active in the country with six faculty, sixteen postdocs, eighteen graduate students, and twelve undergraduate students engaged in research in all areas of gravity.

Penn State is also home to the Center for Gravitational Wave Physics (CGWP), funded by the National Science Foundation as part of its Physics Frontier Centers program. The mission of the CGWP is to foster research of a truly interdisciplinary character linking the highest caliber astrophysics, gravitational wave physics and experimental gravitational wave detection in the pursuit of the scientific understanding of gravity and the development of gravitational wave observations as a tool of observational astronomy. Each year the CGWP hosts at Penn State several major workshops and conferences addressing all areas of gravitational wave physics and astrophysics.

Academic background in physics with Ph.D. in hand and a strong interest in computing will be preferred for these positions. Applicants with a computer science background and demonstrated experience in computing for large scale experimental physics will also be favorably considered and do not require a PhD. Applicants should send a CV, statement of research interests and relevant experience, and arrange for three letters of recommendation to be sent to:

**LIGO Staff Search  
Center for Gravitational Wave Physics  
104 Davey Laboratory, PMB 89  
University Park, PA 16802.  
USA**

Applications will be considered beginning immediately and will continue until the available position is filled. For more information see our websites at:

<http://gravity.psu.edu>  
and  
<http://ligo.aset.psu.edu>

Penn State is committed to affirmative action, equal opportunity and the diversity of its workforce.



The Fermi National Accelerator Laboratory (Fermilab) invites applications for:

———— **LEDERMAN FELLOWSHIP** ————  
— **EXPERIMENTAL PARTICLE PHYSICS** —

Applicants should have demonstrated outstanding ability in research and, in recognition of Leon Lederman's commitment to the teaching of physics at all levels, experience and interest in physics outreach. The successful candidate will have a choice among experiments, which include Tevatron collider experiments, neutrino experiments, other fixed target experiments and non-accelerator projects (dark matter search, cosmic ray observatory), or research on accelerators. See <http://www.fnal.gov/> for more information.

Candidates should have obtained a Ph.D. in particle or accelerator physics since Jan 1st 2002. The appointment is normally for three years with an extension possible. Applicants should send a letter including their research and outreach experience and interests, a curriculum vita, publication list and the names of at least four references. One reference should specifically address the outreach experience. **The deadline for applications is December 6th 2003.** To apply write to **Dr. Michael Albrow – Experimental Physics Projects Department Head, Fermi National Accelerator Laboratory, MS 122, P. O. Box 500, Batavia, IL 60510-0500. (albrow@fnal.gov) EOE M/F/D/V**



## APPLIED PHYSICIST FOR X-RAY DETECTOR DEVELOPMENT

Praesepe is a Netherlands-based company which specialises in data analysis and instrumentation for X-ray and gamma-ray astronomy (see [www.praesepe.com](http://www.praesepe.com)). We currently have a vacancy for an Applied Physicist to provide support to the laboratory research programme of the Advanced Concepts and Science Payloads Office of the European Space Agency (ESA). The work will be based in the ESTEC laboratory of ESA in Noordwijk, The Netherlands.

The ideal candidate would offer experience in the areas of solid state detector development and operation, together with a knowledge of general techniques in X-ray and gamma-ray radiation analysis. The candidate should be able to plan and execute measurement campaigns with a minimum of supervision. The ability to analyse data in support of device physics interpretation is important. Familiarity with cryogenic equipment, computer interfaces to experiments, radioactive source handling and measurement campaigns and national accelerator facilities would be valuable. Some experience in the analysis of data from either ground or satellite-based astronomical observations would be an advantage.

**Applications with CV to  
Praesepe B.V., Lorentzplein 7, 2012 HG  
Haarlem, The Netherlands.**

**Preferably by email ([info@praesepe.com](mailto:info@praesepe.com))  
or by FAX +31-23-5510910.**

## GRID COORDINATOR/ TECHNOLOGY ARCHITECT

Brookhaven National Laboratory (BNL) has an exceptional opportunity for a computer scientist with hands-on GRID experience. Requirements include an advanced degree in information technology, physics, or closely related field and ten years' experience addressing large-scale scientific computing problems. Experience must include work with large geographically distributed collaborations and computing resources, petabyte scale data sets, and hands-on experience with Globus-based computing Grid technology. Excellent communication skills and evidence of management and leadership skills are also required. Familiarity and experience with ongoing DOE and NSF Grid projects would be of great value. BNL is actively participating in Grid projects involving ATLAS and the RHIC experiments. The successful candidate will participate in existing Grid projects, coordinate Grid efforts at BNL and actively pursue new Grid initiatives.

For consideration, please forward your resume, referring to Position #NS3169, and three letters of recommendation to: Nancy L. Sobrito, Brookhaven National Laboratory, Bldg. 185-HR, Upton, NY 11973, USA; email [Sobrito@bnl.gov](mailto:Sobrito@bnl.gov); fax 631-344-7170.

BNL is an equal opportunity employer committed to workforce diversity.

**BROOKHAVEN**  
NATIONAL LABORATORY

*A passion for discovery.*

[www.bnl.gov](http://www.bnl.gov)



### Rheinische Friedrich-Wilhelms-Universität Bonn

The faculty of mathematics and natural sciences of Bonn University invites applications for a

#### Chair in Experimental Physics (C 4) (succession E. Klempt)

at the Helmholtz-Institut für Strahlen- und Kernphysik. We look for a renowned scientist with experience in experiments to investigate the structure and dynamics of hadrons as strongly interacting many-body systems. Active participation in the presently applied for Transregio/SFG „Subnuclear structure of matter" and in teaching as well as administration is expected.

Appointments follow the rules and regulations of the Universities in Northrhine-Westfalia. The University of Bonn aims at increasing the fraction of female staff and encourages women to apply. Disabled candidates will, with equal qualifications, be appointed preferentially.

Applications are to be sent by 31. Dec. 2003 (arrival) to the

**Chairman of the Dept. of Physics/Astronomy  
Endenicher Allee 11-13  
D-53115 Bonn, Germany**

## EDITORIAL POSITION, PHYSICAL REVIEW LETTERS



### AN ALTERNATIVE SCIENCE CAREER

Physical Review Letters seeks a dynamic and personable colleague to join its editorial staff in Ridge, New York (near Stony Brook and Brookhaven).

Duties will include participation in all aspects of the peer-review process by which manuscripts are selected for publication. Candidates should possess a Ph.D. in physics, an excellent command of written and spoken English, and familiarity with research publication. Postdoctoral experience is desirable. No prior editorial experience is required for this entry-level position – we train all new editors to develop the necessary skills. As experience is gained, this position will evolve into independent responsibility for a subset of submitted manuscripts. We offer career stability, a competitive salary, and an outstanding benefits package to a qualified individual ready to start a non-traditional career in physics.

Send your resume plus cover letter containing salary requirements and timetable of availability to:

**Joseph Ignacio, Director of Human Resources,  
American Physical Society,  
1 Research Road, Box 9000, Ridge, NY 11961,  
e-mail: edresumes@aps.org, fax: 631-591-4155.**

**For general information about the American Physical Society  
and its journals, see [www.aps.org](http://www.aps.org).**

## Postdoctoral Positions in LIGO Data Analysis

PENN STATE



The Penn State Center for Gravitational Wave Physics (CGWP) has funding for several postdoctoral scholar positions to take part in the analysis and interpretation of observations from the Laser Interferometer Gravitational Wave Observatory (LIGO).

The Penn State LIGO Scientific Collaboration (LSC) group is among the largest and most active in the Collaboration with two faculty, five postdocs or staff positions, five graduate students, and five undergraduate students. It plays a leading role in the analysis and interpretation of LIGO data, including analysis in collaboration with other gravitational wave detector experiments worldwide. It hosts an International Virtual Data Grid Laboratory (iVDGL) University Regional Center for grid computing, whose primary focus is data analysis for LIGO. It is part of the larger Penn State relativity group, which is among the largest and most active in the country with six faculty, sixteen postdocs, eighteen graduate students, and twelve undergraduate students engaged in research in all areas of gravity.

Penn State is also home to the Center for Gravitational Wave Physics (CGWP), funded by the National Science Foundation as part of its Physics Frontier Centers program. The mission of the CGWP is to foster research of a truly interdisciplinary character linking the highest caliber astrophysics, gravitational wave physics and experimental gravitational wave detection in the pursuit of the scientific understanding of gravity and the development of gravitational wave observations as a tool of observational astronomy. Each year the CGWP hosts at Penn State several major workshops and conferences addressing all areas of gravitational wave physics and astrophysics.

Working in this environment will provide an extraordinary opportunity to participate in the birth of the exciting new field of observational gravitational wave physics.

Academic background in physics with a strong interest in computing and data analysis preferred for these positions. Applicants with Ph.D. in hand should send a CV, statement of research interests and relevant experience, and arrange for three letters of recommendation to be sent to:

**LIGO Postdoc Search  
Center for Gravitational Wave Physics  
104 Davey Laboratory, PMB 89  
University Park, PA 16802.  
USA**

Applications will be considered beginning 1 December 2003 and will continue until all available positions are filled. For more information see our websites at:

<http://gravity.psu.edu>  
and  
<http://ligo.aset.psu.edu>

Penn State is committed to affirmative action, equal opportunity and the diversity of its workforce.



### DEPARTMENT OF PHYSICS AND ASTRONOMY

## Lectureship in Experimental Particle Physics

**£22,191 – £33,679 (under review)**

You will pursue an active research programme in the Experimental Particle Physics group as part of the ATLAS project with involvement in both detector construction and scientific exploitation.

You will also work in the area of semiconductor detector development. You should be able to teach undergraduate physics at all levels and postgraduate particle physics. Informal enquiries can be made to Professor David Saxon +44 (0)141 330 4673 or email: [d.saxon@physics.gla.ac.uk](mailto:d.saxon@physics.gla.ac.uk)

For an application pack, please see our website or write quoting Ref: 10188/L/A1 to the Recruitment Section, Human Resources Department, University of Glasgow, Glasgow G12 8QQ.

Closing date: 28 November 2003.

The University is committed to equality of opportunity in employment.

[www.gla.ac.uk](http://www.gla.ac.uk)

## Research Associate Position in BaBar

The experimental BaBar group at  
**UNIVERSITÉ DE MONTRÉAL**

has an open research associate position. The position offers unprecedented scope for investigating many aspects of B physics with the increasingly large data samples becoming available. The initial appointment will be for two years, with possibility of renewal. Applicants must have a recent Ph.D. in elementary particle physics, a background of demonstrated excellence in research and be familiar with object-oriented programming. The successful candidate will be based at SLAC. He/she is expected to take a leading role in our ongoing effort in BaBar. In particular, he/she will work actively with our students on their analyses. Interested candidates should send a curriculum vitae, highlighting personal contributions, and arrange to have three letters of recommendation sent to:

**Prof. Paul Taras, Laboratoire Rene J. A. Levesque,  
Université de Montréal, C. P. 6128, Succ. Centre-Ville,  
Montréal, Québec H3C 3J7, Canada.**

E-mail enquiries can be directed to [taras@lps.umontreal.ca](mailto:taras@lps.umontreal.ca).

Closing date for the receipt of applications is December 31st, 2003.

# cerncourier.com



**UCR**  
UNIVERSITY OF CALIFORNIA, RIVERSIDE

## POSTDOCTORAL POSITION ON CMS

Research associate position to work on CMS tracking software, based at U.C. Riverside. Studies for CMS Physics TDR; serve as leader and resource for others in U.S. Frequent trips to CERN and U.S. locations.

HEP analysis and software experience needed. Ph.D. degree in HEP required. Send applications, including vitae, publication list, and three reference letters, to:

**Professor Gail Hanson, Physics Department, University of California,  
Riverside, CA 92521-0413, U.S.A.**

or e-mail [Gail.Hanson@ucr.edu](mailto:Gail.Hanson@ucr.edu) or [Gail.Hanson@cern.ch](mailto:Gail.Hanson@cern.ch).

Position will be filled when appropriate candidate is identified.

The University of California is an Equal Opportunity/Affirmative Action Employer.

**ADVERTISING OPENINGS IN A RESEARCH TRAINING NETWORK  
SPONSORED BY THE EUROPEAN COMMUNITY:**

Probe for New Physics, a four-year Research Training Network (RTN), sponsored by the European Community, started on September 1st 2002. The RTN is offering several two-year postdoctoral positions and a few pre-doctoral positions. Six positions are currently opened.

The main focus of this network is on: "The Third Generation as a Probe for New Physics: Experimental and Technological Approach". Its scope covers the legacy from LEP experiments, the run II of CDF at the Tevatron, the ongoing preparation of ATLAS and CMS experiments at the LHC, the studies for a future Linear Collider detector. It involves related phenomenological, experimental and technological studies.

The following Institutes are participating to the network, also indicated are the scientists in charge:

**LPNHE-Université Pierre et Marie Curie/IN2P3-CNRS** [A. Savoy-Navarro, network coordinator, F], **LAL-Orsay/IN2P3-CNRS** [P. Roudeau, F], **Karlsruhe University/IEKP** [T. Muller, D], **University of Athens/IASA and Demokritos NCSR** [N. Giokaris, G], **University of Padova** [G. Busetto, I], **University of Pisa/INFN, Pisa Scuola Normale Superiore and University of Cassino** [A. Menzione, I], **University of Roma "La Sapienza"** [L. Zanello, I], **Barcelona Autònoma University/IFAE** [M. Cavall-Sforza, E], **IFIC-Valencia: University of Valencia/CSIC and CNM-IMB/CSIC** [J. Fuster, E], **IFCA-University of Cantabria and CSIC** [A. Ruiz, E], **University of Helsinki** [R. Orava, Fin], **Comenius University in Bratislava** [S. Tokar, SK], **Charles University of Prague** [M. Suk, CZ], **WELZMANN INSTITUTE OF SCIENCE IN REHOVOT and Technion Institute in Haifa** [Y. Nir, I].

The applicant should comply with the following EC rules:

- 1) Age: Be under 36
- 2) Nationality: Be nationals of an EU Member State or Associated State or have resided in a EU Member State for at least five years immediately prior to the appointment by a participant in the frame of the network contract.
- 3) International Mobility: Not be a national of the state in which the institution to be applied to is located and not to have carried out their normal activities in that state for more than 12 months prior to their appointment.

For further information please contact:

**aurore@lpnhep.in2p3.fr** or **aurore.savoy@cern.ch** or **aurore@fnal.gov**  
and visit the network Web site: <http://lpnhe-ic.in2p3.fr/rtn>

The open positions are at: Helsinki U., Karlsruhe IEKP, Charles U./Prague, Paris-LPNHE, Pisa/INFN & Scuola Normale, Santander/Cantabria U., for postdoc positions and a few pre-doctoral positions.

These positions typically provide high visibility, both in large international collaborations and within the network.



UNIVERSITY COLLEGE LONDON

Department of Physics and Astronomy

## Physicist/Software Engineer

The High Energy Physics group of the UCL Department of Physics & Astronomy has a challenging opportunity in physics software development for the ATLAS experiment, which is scheduled to start taking data at the CERN Large Hadron Collider in 2007. UCL is a major contributor to the software programme of ATLAS. Our activities include the development of both physics applications (jet clustering, LVL2 tracking) and core software (Quality Control, Simulation, Graphics).

The successful candidate will have (or expect soon) a Ph.D. in Particle Physics, or a B.Sc. (or equivalent) in Computer Science with experience in large scale software development. Good understanding of OO programming techniques is desirable, as is knowledge of one or more of C++, Java, Python and web tools. (S)he will join a small, active group of software and physics experts, which itself is imbedded in a large physics research environment, and will participate in all phases of new projects as well as in upgrades of the existing software for which UCL is responsible. A physicist will also be expected to lead physics studies as part of preparations for data taking.

The starting salary, depending on qualifications and experience, will be in the range £20,311 - £25,451 (pay award pending) plus £2,134 pa London Allowance. The appointment will be for up to three years.

Applications (including a CV, statement of interests and the names of two referees) should be sent to Ms. C. Johnston, Department of Physics & Astronomy, UCL, Gower Street, London WC1E 6BT, UK. Further information about the UCL HEP group can be found on <http://www.hep.ucl.ac.uk/>. Informal enquiries can be made to Dr. Nikos Konstantinidis ([n.konstantinidis@ucl.ac.uk](mailto:n.konstantinidis@ucl.ac.uk)).

We particularly welcome women and black and minority applicants as they are under represented at this level within University College London (Section 48 of the Sex Discrimination Act 1975/Section 38 of the Race Relations Act 1976 apply).

The closing date for applications is **Monday, 1st December 2003.**

# UCIrvine

University of California, Irvine

## Postdoctoral Position

### Neutrino and Neutrino-Oscillation Physics

The University of California, Irvine invites applications for one or more Postdoctoral Scholar positions in neutrino and neutrino-oscillation physics. Our group is heavily involved in the continuing Super-Kamiokande and K2K experiments in Japan. We are also participating in the JPARCnu long-baseline oscillation experiment to search for  $\theta_{13}$  and leptonic CP violation and a proposed high-statistics measurement of exclusive neutrino cross-sections with the MINERvA experiment at Fermilab. The successful candidate(s) will join in analysis of our on-going experiments and take a major role in the design and realization of the new ones. Positions could begin as early as January 1, 2004, if a suitable candidate is identified, at a starting salary of \$35,304 - \$46,056. A Ph.D. (or equivalent degree) in high-energy particle physics is required. Candidates with experience in neutrino detection/data analysis or neutrino interaction/oscillation phenomenology, and meeting the highest standards of character and professional integrity, are particularly encouraged to apply.

Interested candidates should provide a curriculum vita and arrange to have three letters of recommendation sent by January 31, 2004 to

Professor D. Casper, Department of Physics and Astronomy,  
4129 Frederick Reines Hall, University of California,  
Irvine CA 92697-4575,  
[dcasper@uci.edu](mailto:dcasper@uci.edu) (949) 824-6946.

*The University of California, Irvine is an equal opportunity employer  
committed to excellence through diversity.*

## FACULTY POSITION IN ACCELERATOR PHYSICS

The Department of Physics at the University of California, Riverside, invites highly qualified applicants to apply for a new faculty position in accelerator physics. This position may be filled at either the assistant professor or tenured associate professor level. The appointment will be effective July 1, 2004.

The Department is seeking outstanding candidates with exceptional research records and demonstrated excellence in teaching. The successful candidate is expected to establish a leading edge research program involving graduate students in what will be a new area in the Department and contribute to Department teaching at all levels. The Department currently carries out research in experimental and theoretical condensed matter physics, astrophysics, and high-energy physics.

Candidates for this position are required to have a Ph.D. or equivalent degree in physics. Salary will be competitive and commensurate with qualifications and level of appointment. Candidates should submit a letter of application, curriculum vitae, list of publications, evidence of teaching skills, and evidence of an outstanding research program. Candidates should also provide evidence of leadership and initiative since accelerator physics will be a new area in the Department. They should arrange to have three letters of reference sent to the Department and be willing to submit additional references on request. Letters should be sent to:

**Chair, Accelerator Physics Search Committee**  
Department of Physics  
University of California, Riverside  
Riverside, CA 92521-0413  
U.S.A.

Full review of applications will begin January 1, 2004.

The position will remain open until filled.



# UCR

UNIVERSITY OF CALIFORNIA, RIVERSIDE

*The University of California is an Equal Opportunity/Affirmative Action Employer*



## Director of the Indiana University Cyclotron Facility



Applications are invited for the directorship of the Indiana University Cyclotron Facility (IUCF). We seek a distinguished scientist with experience in accelerator-based research to provide scientific leadership for the laboratory and its programs, to manage its diverse mission, and to guide its future development. IUCF's local accelerators provide beams for cancer treatment at the Midwest Proton Radiotherapy Institute, for science and instrumentation development at the Low-Energy Neutron Source presently under construction, and for studies of radiation effects on materials. Its infrastructure supports a vigorous, nationally ranked program of basic nuclear and accelerator science research carried out at other laboratories, often involving major hardware construction. Current emphases of the nuclear science program are: high-energy spin physics, fundamental neutron physics, neutrino oscillations and interactions, and nuclear reaction studies.

More details on the lab activities can be found at  
<http://www.iucf.indiana.edu>.

The director will serve a five-year term starting in the summer of 2004 and will receive a tenured full professorship in the College of Arts and Sciences. Salary will be commensurate with experience and qualifications. Applications with a complete resume, including the names of four references and nominations should be sent as soon as possible, but no later than Jan 1, 2004, to

**Professor J.A. Musser,  
Chairman, Search and Screen Committee,  
Office of the Vice President for Research,  
Bryan Hall 104,  
Indiana University, Bloomington, Indiana, 47405.**



*Indiana University is an Affirmative Action/Equal Opportunity Employer and encourages applications from women and minority candidates.*



**cerncourier.com**

PENN STATE



## Postdoctoral Positions in Gravitational Wave Phenomenology

The Penn State Center for Gravitational Wave Physics expects to make several postdoctoral appointments with a start date of September 2004.

Research at the Center focuses on interdisciplinary problems at the interface of astrophysics, gravitational waves, and general relativity. The core members of the Center include Abhay Ashtekar, Bernd Bruegman, Sam Finn, Pablo Laguna, Peter Meszaros, Ben Owen, Deirdre Shoemaker, Steinn Sigurdsson and Alex Wolszczan, all of whom lead strong research programs in the critical areas from which gravitational wave phenomenology is emerging. The Center for Gravitational Wave Physics has an international visitor program and hosts frequent workshops focused on critical gravitational wave phenomenology problems.

Other leading research areas in the gravitational physics program at Penn State include quantum gravity, mathematical general relativity, relativistic astrophysics and radio astronomy. The Penn State Physics and Astronomy and Astrophysics departments have world-class expertise in several related areas: astro-particle physics (Pierre Auger Observatory), gamma raybursts (SWIFT), X-ray astronomy (Chandra observatory) and theoretical and observational cosmology. The Penn State LIGO Scientific Collaboration (LSC) group is among the largest and most active in the Collaboration and plays a leading role in the analysis and interpretation of LIGO data, including analysis in collaboration with other gravitational wave detector experiments worldwide. It hosts a regional center for grid computing, whose primary focus is data analysis for LIGO. The Penn State relativity group, which is among the largest and most active in the country, includes six faculty, sixteen postdocs, eighteen graduate students, and twelve undergraduate students engaged in research in all areas of gravity.

Applicants with Ph.D. in hand should send a CV, statement of research interests and relevant experience, and arrange for three letters of recommendation to be sent to:

**Gravitational Wave Phenomenology Postdoc Search  
Center for Gravitational Wave Physics  
104 Davey Laboratory, PMB 89  
University Park, PA 16802.  
USA**

Applications will be considered beginning  
1 December 2003 and will continue until all available positions are filled. For more information see our websites at:

<http://gravity.psu.edu> and  
<http://ligo.aset.psu.edu>

Penn State is committed to affirmative action, equal opportunity and the diversity of its workforce.

## Experimental Research Associates

The Stanford Linear Accelerator Center (SLAC) is one of the world's leading laboratories supporting research in high energy physics. The laboratory's program includes the physics of high energy electron-positron collisions, high luminosity storage rings, high energy linear colliders and particle astrophysics.

Post-doctoral Research Associate positions are currently available at the PEP II Asymmetric B Factory with research opportunities in the BaBar Physics program. Interested candidates should have a strong interest in exploring B Physics with the BaBar detector utilizing 100 fb<sup>-1</sup> + data set and preparations for improvements to the detector.

These positions are highly competitive and require a background of research in high energy physics and a recent PhD or equivalent. The term for these positions is two years and may be extended.

Applicants should send a letter stating their physics research interests along with a CV and three references to Jan Louisell, via email at [janl@slac.stanford.edu](mailto:janl@slac.stanford.edu) or by mail to: SLAC Research Division, 2575 Sand Hill Road, M/S 75, Menlo Park, CA 94025.

Equal opportunity through affirmative action.



## ASSOCIATE SCIENTIST BEAMS DIVISION

Fermi National Accelerator Laboratory currently seeks an Associate Scientist to join the Beams Division in either the Tevatron or Recycler systems departments contributing to machine operation, improvements, and diagnostics. Duties will include writing application programs in C, some shift work during machine commissioning periods, performing beam studies, coupled with advanced accelerator calculations, aimed at improving machine performance and versatility. This position will require accessing beam enclosures and working in radiation and ODH areas.

The Associate Scientist position carries an initial three-year appointment with a possible extension and consideration for a regular position on the Fermilab scientific staff. Qualified candidates will possess a Ph.D. in Physics with a minimum of three years of relevant postdoctoral work and prior experience in experimental beam physics. Excellent communication skills and leadership potential are also required. Exact title and level will depend on the qualifications of the selected candidate.

Qualified applicants should submit a curriculum vitae, publication list, and the names of at least three references to: **Roger L. Dixon, Head, Beams Division, Fermilab, MS 306, P.O. Box 500, Batavia, IL 60510, USA.**



A U.S. Department of Energy Laboratory  
Fermilab is an Affirmative Action/Equal Opportunity Employer M/F/D/V

## CERN COURIER RECRUITMENT BOOKING DEADLINE

**December issue:  
14 November**

**Publication date:  
26 November**

**Contact  
Reena Gupta**

**Tel: +44 (0)117 930 1028  
Fax: +44 (0)117 930 1178**

**cerncourier.com**



**Kansas State University**

### Associate/Assistant Professor Position Experimental High Energy Physics

The Department of Physics at Kansas State University invites applications for a faculty position at the Associate or Assistant Professor level in Experimental High Energy Physics. Candidates must have a Ph.D. in Experimental High Energy Physics and demonstrate significant research accomplishments in this field, and will be expected to enhance a program in collider physics with the D0 and CMS detectors, and which is engaged in new initiatives in linear collider and neutrino physics. A new associate professor will be expected to build up his or her own task in the HEP group and should be experienced in the research funding process. Our department is committed to excellence in teaching at all levels, and candidates must demonstrate the ability to teach effectively.

Screening of applications will begin on December 1, 2003 and continue until the position is filled. Interested persons should submit a CV, publication list, and a statement of research and teaching interests, and arrange for at least three letters of recommendation to be sent to

**HEP Search Committee,  
Department of Physics,  
Kansas State University, Manhattan, KS 66506-2601.  
E-mail: peggym@phys.ksu.edu**

*Kansas State University is an affirmative action equal opportunity employer and actively seeks diversity among its employees.*

Ludwig-**LMU**  
Maximilians-  
Universität  
München

### Ludwig-Maximilians-Universität München

An der Sektion Physik der Ludwig-Maximilians-Universität München ist zum 1. 2. 2004 eine C1-Stelle einer/eines

### Wissenschaftlichen Assistentin/Assistenten

mit Arbeitsgebiet experimentelle Elementarteilchenphysik zu besetzen.

Der/die StelleninhaberIn soll eine tragende Rolle im ATLAS Experiment am LHC übernehmen, insbesondere bei der Inbetriebnahme und Kalibration von Präzisionskammern des ATLAS Myonspektrometers und bei der Vorbereitung der Physikanalyse.

Einstellungsvoraussetzung ist ein abgeschlossenes Hochschulstudium der Physik mit überdurchschnittlicher Promotion. Qualifizierte WissenschaftlerInnen sind besonders aufgefordert, sich zu bewerben. Schwerbehinderte werden bei gleicher Eignung bevorzugt.

Anfragen für weitere Informationen und Bewerbungen mit den üblichen Unterlagen (Lebenslauf, Zeugnisse und Schriftenverzeichnis) bis zum 1.12.2003 an Prof. Dr. Dorothee Schaile, LMU München, Sektion Physik, Am Coulombwall 1, 85748 Garching (Dorothee.Schaile@LMU.de)

# PhysicsJobs @physicsweb.org

# Yale University

## Faculty Position in Astrophysics

The Department of Physics invites applications for a *faculty position in experimental/observational cosmology or extragalactic astrophysics*. The successful candidate's research program should enhance current research at Yale, which includes high-energy astrophysics, cosmology, gravitational lensing, nuclear astrophysics, and the interface of particle physics and astrophysics. This position is intended at the assistant professor level, although a more senior appointment may be possible in exceptional circumstances. Yale offers a lively scientific environment; a pleasant location convenient to New York City and Boston; competitive salary, benefits, and research funds; and access to front-line astronomical facilities, including the WIYN telescope, the SMARTS telescopes, major telescopes in Chile (through collaboration with the Univ. de Chile), and the Palomar-QUEST survey. Candidates should have an aptitude for teaching as well as research.

Applicants should send their curriculum vitae, bibliography, and brief description of future research program to

Prof. Charles Baltay,  
Chair of the Search Committee,  
Department of Physics, Yale University,  
New Haven, CT 06520-8121,  
and should arrange for at least 3 letters of recommendation.

Applications that are complete by Dec 1, 2003, will be assured of full consideration.

Yale is an Affirmative Action/Equal Opportunity Employer, and applications from women and minorities are strongly encouraged.



# UNIVERSITY OF FLORIDA

## EXPERIMENTAL PARTICLE ASTROPHYSICS FACULTY POSITION

The Department of Physics, University of Florida, invites applications for a tenure-track Assistant or Associate Professor in the field of Experimental Particle Astrophysics.

The successful candidate will play a leadership role in a new experimental research effort, joining an active faculty housed in a new physics building with extensive laboratory space and computer facilities. Specific examples of research programs of interest include high-energy cosmic rays, cosmic microwave background observations, non-accelerator based neutrino studies, gamma ray astronomy, dark matter searches, and gravitational wave detection. Further faculty hires in the field are anticipated. Candidates are expected to have a PhD degree, or equivalent, and postdoctoral experience, and to be able to teach physics effectively at all levels. Applicants should submit a CV, publication list, and a statement of research interests and plans, and should arrange to have at least three letters of recommendation sent. All correspondence should be sent to:

**Chair, EPA Search Committee, c/o Mrs. Y. Dixon,  
Department of Physics, PO Box 118440,  
University of Florida,  
Gainesville, FL 32611-8440.**

To ensure full consideration, all application materials must be received by January 1, 2004.

Women and underrepresented minorities are strongly encouraged to apply. The University of Florida is an Affirmative Action/Equal Opportunity Employer.

For further details on this position, please see:  
<http://www.phys.ufl.edu/departement/jobs/epasearch.html>



### ACCELERATOR PHYSICIST, BEAMLINE SCIENTIST, RESEARCH ASSOCIATE and CONTROL SYSTEMS ENGINEER

Singapore Synchrotron Light Source

The Singapore Synchrotron Light Source (SSLS), National University of Singapore (NUS), invites applications for various positions of **Accelerator Physicist, Beamline Scientist, Research Associate and Control Systems Engineer.**

For full details, please refer to the SSLS website at  
<http://ssls.nus.edu.sg>

# NEED TO RECRUIT?

E-mail Ed Jost: [edward.jost@iop.org](mailto:edward.jost@iop.org)

## INDEX TO DISPLAY ADVERTISERS

Amptek	34	McLennan Servo Supplies	10
Bergoz	33	Milmega	10
Caburn MDC	2	MMM	33
Creative Electronics Systems	51	OriginLab	52
Electron Tubes	10	Outokumpu Research	11
Elsevier	12	Pantchnik	28
FuG Elektronik	10	Pearson Electronics	10
Goodfellow Cambridge	10, 14	PPM	10
Group3 Technology	11	QEI	28
Ideas	8	Saint Gobain Crystals & Detectors	49
Imtech Vonk	49	SCT - Societe Des Ceramiques Techniques	38
Instrumentation Technologies	11	Spectra Gases	11
Janis Research	11	TMD Technologies	10
Johnsen Ultravac	11	Varian Vacuum Products	11
Kimball Physics	4	VAT Vacuum Products	11,30, 34
Lake Shore Cryotronics	14		

The index is provided as a service and, while every effort is made to ensure its accuracy, CERN Courier accepts no liability for error.

# CHEZ LE LIBRAIRE

## From the Preshower to the New Technologies for Supercolliders

sous la direction de Björn H Wiik, Albrecht Wagner et Horst Wenninger, World Scientific. Relié ISBN 9812381996, £53 (\$78).

En 2000, la ville de Bologne était Capitale européenne de la Culture. Pour célébrer cet événement, l'université de Bologne et son Académie des sciences ont publié les réalisations de leurs membres les plus éminents dans le domaine des sciences et des techniques. Ce recueil rend hommage aux contributions d'Antonino Zichichi et de ses collègues à la mise au point de techniques expérimentales qui ont contribué à la découverte de nouvelles particules et de phénomènes nouveaux dans le domaine de la physique des hautes énergies.

Le recueil était au départ l'œuvre de Björn Wiik, à l'époque directeur de DESY. Après la mort prématurée de ce dernier en 1999, Albrecht Wagner, qui lui a succédé, a poursuivi et achevé ce travail avec l'aide de Horst Wenninger du CERN.

Dans la préface, Wiik rappelle comment, au début des années 1960, lorsque le détecteur le plus en vue était la chambre à bulles et le centre d'intérêt prédominant la physique des hadrons et des neutrinos, Zichichi a commencé à étudier le sujet délaissé de la production de paires de leptons dans les interactions hadroniques. Au cours des années 1960 et au début des années 1970, Zichichi et ses collègues, travaillant pour la plupart au CERN, ont mis au point différentes techniques d'identification des particules. Cette prévoyance a été récompensée par la découverte en 1974 de la particule  $J/\psi$ . La technique du "pied de gerbe" a été essentielle pour cette découverte. De fait, l'intérêt porté précocement à la mise au point de techniques de détection innovantes est resté l'un des moteurs des travaux scientifiques de Zichichi.

La première partie du recueil contient les grandes contributions de Zichichi et de ses collaborateurs au perfectionnement de trois techniques qui sont désormais largement utilisées dans les expériences de physique des hautes énergies: la méthode du "pré-échantillonneur" (universellement utilisée et aussi appelée méthode du "pied de gerbe"), l'étude des courbes de parcours pour les muons de haute énergie afin de filtrer la pénétration des pions (méthode de perforation par les muons) et le télescope à sandwich plomb-scintillateur, précurseur des calorimètres modernes.

Dans la deuxième partie, on trouve des articles originaux de Zichichi et de collègues sur les compteurs à temps de vol (TOF) de grande précision et la technique des spectromètres à



*L'expérience ALICE au LHC utilisera des chambres à plaques résistives multiétages (MRPC) semblables à celle-ci dans son système de temps de vol (TOF). Le MRPC est un empilement de plaques résistives délimitant un certain nombre de fines couches gazeuses indépendantes (10 dans le cas du TOF d'ALICE) permettant une parfaite efficacité de détection et une excellente résolution temporelle (< 50 ps). Ce dispositif a été élaboré par Crispin Williams et al. dans le cadre du programme LAA de R&D sur les détecteurs, lancé par Antonino Zichichi.*

masse manquante des neutrons. Cette partie contient également un extrait d'un article de Federico Palmonari sur l'expérience AMS, laquelle utilise un système TOF s'appuyant fortement sur les premiers travaux de Zichichi et de ses collègues de Bologne et du CERN.

La troisième partie du recueil décrit les réalisations du projet LAA, lancé par Zichichi, financé par le gouvernement italien et mis en œuvre au CERN en 1986. Son objectif était de prouver la faisabilité d'un ensemble de techniques de détection destinées à être utilisées dans un futur collisionneur de hadrons de plusieurs TeV. Zichichi avait longtemps préconisé la construction dans sa Sicile natale d'un collisionneur de hadrons de très haute énergie, l'"Eloisatron", présentant une énergie de collision de 200–1000 TeV et des luminosités allant jusqu'à  $10^{36} \text{ cm}^{-2} \text{ s}^{-1}$ . Les paramètres retenus comme base pour le projet LAA étaient ceux d'un modèle à l'échelle 1/10 de l'Eloisatron, étonnamment proche des paramètres du LHC. Le livre reproduit le rapport du CERN rédigé par Zichichi sur les principales réalisations du programme LAA. Ce dernier avait abordé tous les aspects du détecteur, et compte tenu des conditions rencontrées dans une telle machine, il avait porté en particulier sur le durcissement aux radiations, la capacité de comptage, l'herméticité et la résolution en impulsion des ensembles de détection.

De 1990 à 1996, le LAA a été transformé en un programme CERN de R&D sur les détecteurs. La quatrième partie de l'ouvrage est une analyse par Wenninger de l'impact des résultats de ces deux

programmes sur la conception des détecteurs du LHC. Même si les solutions adoptées pour le LHC peuvent différer de celles étudiées dans LAA, Wenninger soutient de façon convaincante que ces travaux initiaux ont eu une grande influence et un impact mesurable sur la conception des détecteurs du LHC.

Dans ce recueil d'articles, qui ne portent que sur un seul aspect de son œuvre, Zichichi apparaît comme un chercheur passionné par l'élaboration de techniques d'expérimentation permettant de répondre aux besoins de la physique des particules du futur. Les premières réalisations de Zichichi et de ses collègues, ainsi que les travaux ultérieurs sur le LAA qu'elles ont inspirés ont eu sans aucun doute une influence considérable et durable sur la conception des détecteurs de particules.

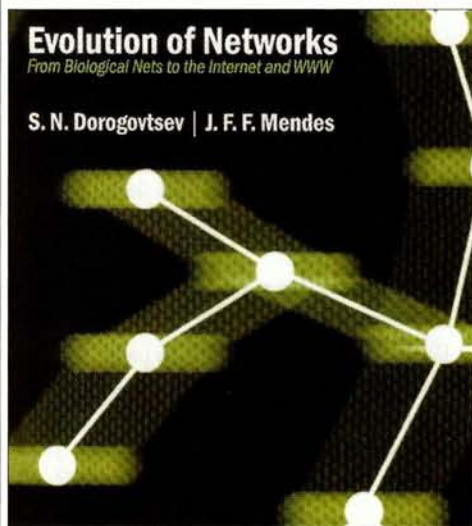
Mike Price, CERN.

**Evolution of Networks: From Biological Nets to the Internet and WWW** par S N Dorogovtsev et J F F Mendes, Oxford University Press. Relié ISBN 0198515901, £49.95 (\$95).

Imaginez quelques ensembles d'objets divers: des systèmes autonomes sur l'Internet, des pages du World Wide Web, des neurones, des gènes, des protéines, des citations de publications scientifiques, les mots d'une langue humaine, etc. N'est-il pas fascinant de savoir que la formalisation sous forme de graphes de ces différents systèmes révèle que certaines relations qualitatives entre les objets restent invariantes d'un système à l'autre? Ainsi, on s'est aperçu que dans le graphe des interactions de la protéine de la levure *S. cerevisiae*, le nombre de ses voisins les plus proches suit une distribution en loi de puissance, exactement comme dans un graphe des pages du Web.

Le livre est une introduction au domaine fascinant des réseaux modélisés en graphes aléatoires. Les auteurs décrivent certaines propriétés structurelles fondamentales de ces graphes, et nous font découvrir différents exemples du monde réel. Ils expliquent les principes sous-jacents qui déterminent l'évolution des graphes au fil du temps, et analysent l'incidence qu'une propriété structurelle d'un graphe peut avoir sur des questions de performance telles que la propagation d'un virus et la connectivité des réseaux.

Comme le disent Dorogovtsev et Mendes, le livre a été écrit par des physiciens mais vise un public plus large. Les développements de nature technique restent d'un niveau accessible, si bien qu'il n'est pas besoin de connaissances spécialisées pour les suivre et les auteurs proposent opportunément des exemples qui illustrent le thème du livre.



**Weep for ISABELLE – a rhapsody in a minor key** par Mel Month, Avant Garde Press. ISBN 1410732533, \$28.95.

Voici un livre qui nous parle de situations politico-scientifiques complexes; malheureusement, en essayant de débrouiller l'écheveau, il arrive à nous faire perdre le fil. En 1982, des physiciens américains organisaient à Snowmass une réunion sur l'avenir de la physique des hautes énergies aux Etats-Unis. Après avoir navigué pendant trente ans sur la crête de la vague, cette communauté se sentait menacée de tomber au creux de la lame. De l'autre côté de l'Atlantique, le collisionneur proton-antiproton du CERN n'avait pas encore découvert les bosons W et Z, porteurs de la force nucléaire faible, mais ce n'était plus qu'une question de temps (les découvertes cruciales ont eu lieu en 1983).

Les chercheurs américains luttèrent pour un collisionneur de protons de haute énergie afin d'explorer des domaines d'énergie lointains en quête du "phénomène de Higgs", à l'origine de la brisure de symétrie par laquelle les médiateurs W et Z faibles deviennent beaucoup plus lourds que le photon, vecteur de l'électromagnétisme qui, lui, reste sans masse.

C'est ainsi que Snowmass a contribué à mettre sur les rails le projet de Supercollisionneur supraconducteur (SSC), qui allait constituer une tentative de la part des Etats-Unis de retrouver une position dominante en physique des particules. Mais dès 1993, le climat financier est devenu moins favorable, et le SSC a été sacrifié, laissant le champ libre au LHC du CERN, désormais voué à occuper la première place dans la recherche en physique des particules.

Parmi les participants à la réunion de Snowmass en 1982 figuraient Mel Month, du Laboratoire national de Brookhaven et fondateur de l'Ecole sur les accélérateurs de particules des Etats-Unis. Un jour, pendant sa pause déjeuner, Month donna sans fard son opinion sur ce qui passait dans le domaine de la physique aux Etats-Unis. Ces propos candides n'étaient pas destinés à être rendus publics, mais les hautes sphères ont des antennes et il y eut un éclat. La carrière de Month en pâtît. Il peut être difficile de digérer certains griefs. Pour mieux y arriver, Month a écrit ce livre de 600 pages, dans lequel il se dépeint comme "Mickey", jeune chercheur à Brookhaven, passionné par son travail mais naïf devant les intrigues politiques.

La première partie du livre raconte l'évolution de la physique des particules dans la deuxième moitié du XX<sup>ème</sup> siècle, vue depuis Brookhaven. Dans les Etats-Unis de l'après-guerre, Brookhaven abritait de grandes machines à hautes énergies, qui ont permis, de 1960 à 1975, de nombreuses découvertes; la moisson de prix Nobel est

impressionnante. Mais alors que les Etats-Unis continuaient à disperser leurs efforts en matière de physique des hautes énergies, Brookhaven a commencé à prendre du retard dans ce domaine de la recherche. Son candidat, le collisionneur de protons ISABELLE, a été éclipsé par d'autres projets américains et entravé par la difficulté des technologies des aimants supraconducteurs servant à guider ses protons à haute énergie.

En fin de compte, ISABELLE a dû céder la place au nouveau SSC; Brookhaven avait apparemment manqué le train de la réussite. (Paradoxalement, lorsque le projet SSC a finalement été abandonné, ISABELLE s'est réincarnée en un collisionneur nucléaire de haute énergie, le RHIC, actuellement en pleine activité à Brookhaven.) La cote du laboratoire a de nouveau plongé dans les années 1990, à cause d'une rumeur infondée de fuite de tritium dans son réacteur nucléaire.

L'évolution de la physique des particules vue depuis Brookhaven est un peu comme le point de vue britannique sur la construction européenne : certes intéressant, mais déformé par un long isolement. Month distribue les blâmes, et son récit, un peu biaisé, est instructif et contient quelques formules mémorables: "Toujours la demoiselle d'honneur, jamais la mariée", pour décrire les premières années du CERN, et pour le SSC: "Comme pour dame ISABELLE dix ans plus tôt, le succès de cette beauté ravageuse n'avait été qu'un feu de paille."

Ce récit serait plus utile s'il comportait un index détaillé qui permettrait de s'y retrouver dans cette histoire compliquée. Mais comme le livre est censé être un "roman historique", il n'y en a pas. La partie romanesque se concentre principalement dans la deuxième moitié du livre, où Month nous présente Mickey interrogeant les "Acteurs", protagonistes du livre, dont la plupart sont d'anciens membres de la direction de Brookhaven.

Ce livre est difficile à lire si l'on ne connaît pas de l'intérieur le milieu de la physique des particules. Dans le tout premier paragraphe apparaît sans explication le sigle BNL (Brookhaven National Laboratory), premier exemple d'un recours constant et irritant à des abréviations qui ne sont pas toutes élucidées dans le glossaire. On trouve aussi quelques inexactitudes; ainsi "1993 – Rubbia contraint de démissionner de son poste de directeur général du CERN."

Dans l'âpre concurrence à laquelle sont soumis les chercheurs, la plupart d'entre eux connaissent un jour ou l'autre l'amertume de subir une injustice. Ces mauvais moments peuvent être sublimés pour aboutir à une motivation nouvelle, ou simplement mis de côté. Ce livre semble avoir eu une fonction de catharsis pour Month, mais est-il indispensable d'étaler tant de subjectivité? *Gordon Fraser, Divonne-les-Bains.*

Le premier chapitre donne des définitions des paramètres de base caractérisant un graphe. Le chapitre suivant est consacré à l'exposition de la liaison préférentielle, principe qui explique par exemple l'apparition de la distribution en loi de puissance du nombre de plus proches voisins d'un sommet dans un graphe. L'ouvrage aborde ensuite un large éventail d'exemples de réseaux, notamment les articles scientifiques, les systèmes de communication et les systèmes biologiques.

Dans les deux chapitres suivants, les auteurs traitent séparément des réseaux en équilibre et hors d'équilibre. Le chapitre consacré aux réseaux en équilibre analyse les évolutions stochastiques récursives amenant un graphe aléatoire vers son état stationnaire (équilibre).

Un exemple typique en est la construction d'un graphe aléatoire par Erdos et Renyi. Le chapitre consacré aux réseaux hors d'équilibre est centré sur les aspects temporels, particulièrement l'évolution de certaines mesures de probabilité d'un graphe au fil du temps. Le chapitre suivant est consacré aux propriétés globales des graphes et à leur effet sur la performance.

Les auteurs terminent avec des annexes incluant divers exposés de nature mathématique et une bibliographie détaillée sur les graphes.

La présentation de l'ouvrage est très pédagogique. Au lieu de donner immédiatement des exemples, les auteurs exposent d'abord au lecteur des notions élémentaires importantes. Puis, ayant introduit les problèmes par des exemples bien choisis, ils étudient certains sujets en détail et présentent les principes fondamentaux de façon appropriée. On peut cependant regretter un certain déséquilibre dans la longueur des différents chapitres.

Cet ouvrage devrait être utile à ceux qui souhaitent avoir un aperçu des principes fondamentaux de la théorie des graphes aléatoires, utilisée dans diverses disciplines scientifiques.

*Milan Vojnovic, EPFL.*



# Materials and Detectors for Your World...

Where Ideas Materialize...

Plastic Scintillators and Fibers

Gas-filled Radiation Detectors

Scintillation Detectors and Arrays



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

Contact Saint-Gobain Crystals for all your radiation detection applications...

### For Scintillation Crystals and Detectors

In USA – Tel: +1 440-564-2251  
In Europe – Tel: +31 (35) 60 29 700  
In Japan – Tel: +81 (45) 474 5786

### For Gas-Filled Tubes

In USA – Tel: +1 713-973-9461  
In Europe – Tel: +31 (35) 60 29 700  
In Japan – Tel: +81 (45) 474 5786

Visit our web site:  
<http://www.detectors.saint-gobain.com>

Ask us about these materials that are now available:  $\text{LaCl}_3(\text{Ce})$  and  $\text{LYSO}$ .

  
**SAINT-GOBAIN**  
**CRYSTALS**

## Power Converters



- Current  $\leq 100$  kA
- Voltage  $\leq 100$  kV
- Power  $\leq 150$  MW
- Frequency  $\leq 50$  kHz
- Stability  $\geq 2$  ppm
- SCR, FET, IGBT, GTO, DSP
- 6, 12, 24 pulse
- Large reference list

**High-precision magnet and klystron  
power supplies, capacitor chargers,  
special motor drives etc.**

**Imtech - Vonk**

**Imtech Vonk B.V.**  
P.O. Box 57  
7740 AB Coevorden  
The Netherlands  
Tel. +31 524 59 92 22  
Fax +31 524 51 69 05  
E-mail [info.vonk@imtech.nl](mailto:info.vonk@imtech.nl)  
Website [www.imtech-vonk.nl](http://www.imtech-vonk.nl)

## Advancing Physics – supporting teachers



**The Advancing Physics AS/A level course is contemporary with excellent results, and has been adopted by over 450 schools and colleges in the UK.**

Teachers have access to a wealth of support:

- Regional networks with regular meetings
- Quality INSET provision from the Institute of Physics and OCR
- Access to CAPT, a lively teacher email network
- A dedicated technical support service for the CD-ROMs

We offer substantial publication discounts to teachers and PGCE students.

Email [advancing.physics@iop.org](mailto:advancing.physics@iop.org) or call 0117 9301269 for further details

<http://advancingphysics.iop.org>

**Advancing Physics**  
Advancing achievement

## La science victime des crises mondiales

Selon **Vera Lüth**, les restrictions apportées aux voyages aux États-Unis nuisent à la collaboration scientifique internationale.

La libre circulation des scientifiques, la liberté de faire des recherches, de communiquer entre collègues et de diffuser des informations scientifiques sont considérées comme allant de soi dans les régions de la planète communément désignées sous le nom de "monde libre". Garantir ces libertés est l'objectif principal de l'Union internationale de physique pure et appliquée (UIPPA).

Malheureusement, les événements de ces dernières années ont entraîné une restriction de ces libertés. Les problèmes de visa limitent les voyages aux États-Unis et entravent gravement la capacité des scientifiques de nombreux pays de poursuivre leur collaboration avec leurs collègues américains.

Auparavant, on avait parfois des difficultés pour obtenir un visa d'entrée aux États-Unis, mais ces problèmes se sont considérablement aggravés en raison de nouvelles règles et procédures, imposées dans le cadre des mesures de sécurité visant à empêcher l'immigration illégale, l'infiltration de terroristes et les transferts d'informations susceptibles de permettre la fabrication d'armes ou leur importation illégale.

Les agents consulaires doivent désormais avoir un entretien avec chaque candidat et sont tenus pour responsables des conséquences éventuelles de leurs décisions. Ces mesures ont entraîné de longs délais pour la délivrance des visas, et des refus de visa pour des scientifiques respectables venant de différents pays, mais surtout de Russie et de Chine. Pour ces pays, la durée de la procédure de délivrance de visa d'entrée aux États-Unis est passée de quelques jours à plusieurs mois. Les demandeurs attendent en moyenne plus de quatre mois, sans recevoir aucune indication quant à la date probable de la décision. De plus, le passeport est bloqué au consulat pendant toute la durée de la procédure, ce qui empêche le demandeur de se rendre dans d'autres pays.

Récemment, à cause de ces mesures, la participation au Colloque international lepton-photon parrainé par l'UIPPA au Laboratoire Fermi (voir p15) était fortement réduite. S'apercevant que leurs chances d'obtenir un visa en temps voulu étaient faibles, de nombreux participants invités ont retiré leur demande; d'autres ont préféré ne pas se soumettre à cette procédure. Le cas s'est produit non seulement pour des scientifiques venant de pays soumis à des restrictions en matière de visa, mais aussi pour des ressortissants



de pays d'Europe de l'Ouest. Il y a quatre ans, 46% des invités originaires de pays soumis à des restrictions en matière de visa avaient assisté au Colloque lepton-photon à Stanford, mais cette proportion était réduite à 27% cette année. Presque tous les chercheurs russes présents bénéficiaient de visas multi-entrée ou se trouvaient déjà aux États-Unis. La délégation chinoise a été réduite à une seule personne, contre douze lors du colloque de Stanford. L'intervenant de cette délégation, Liyuan Dong, s'est vu refuser un visa. Quant à Hesheng Chen, directeur de l'IPHE de Pémin et membre de l'ICFA, il a bien reçu un visa, mais trop tard pour lui permettre de se rendre au colloque. Il a d'ailleurs envoyé une lettre de protestation à la présidente de la Commission Particules et champs de l'UIPPA, en soulignant que lui-même et ses collègues, chercheurs reconnus, avaient été empêchés à plusieurs reprises de se rendre aux États-Unis. L'UIPPA examinera d'ailleurs la situation dans son ensemble lors d'une prochaine réunion.

Ce qui est sans doute plus grave qu'une faible participation à une conférence annuelle, ce sont les dommages irrémediables causés au travail de collaboration internationale de la communauté scientifique américaine. Depuis des décennies, les physiciens des particules travaillent dans de grands laboratoires, voyagent sans cesse d'un pays à l'autre et mettent en commun crédits et matériel. Un bon exemple en est l'expérience D0 au Tevatron. Dans une très large mesure, le trajectographe de muons du D0 a été conçu et construit par des groupes russes. En raison des refus de visas et des délais excessifs, les investissements

énormes consentis par les chercheurs et leurs institutions d'origine risquent bien de ne pas porter tous leurs fruits, et de ce fait, les crédits engagés par le gouvernement russe seront probablement réaffectés à d'autres projets. Le paradoxe est que ce programme, comme beaucoup d'activités auxquelles participent nos collègues russes et chinois, est mis en œuvre sous les auspices d'accords intergouvernementaux, ce qui rend la situation encore plus grave.

La Société américaine de physique, les organisateurs du Colloque leptons-photons, ainsi que plusieurs savants éminents, et moi-même, en ma qualité de présidente de la Commission Particules et champs de l'UIPPA, avons essayé, par l'intermédiaire de l'Académie nationale des sciences des États-Unis, d'intervenir auprès du Département d'Etat, du Ministère de l'énergie et d'autres organismes officiels. L'Académie nationale des sciences, reconnue par le gouvernement des États-Unis comme étant l'interlocuteur officiel pour la participation aux unions internationales scientifiques, a redoublé d'efforts pour signaler ces problèmes au Bureau des affaires consulaires, mettre en place des procédures pour qu'une justification soit donnée aux retards et refus de visas, et coordonner son travail d'information avec d'autres organismes professionnels. Mais malgré des déclarations récentes du Département d'Etat, la situation ne fait qu'empirer.

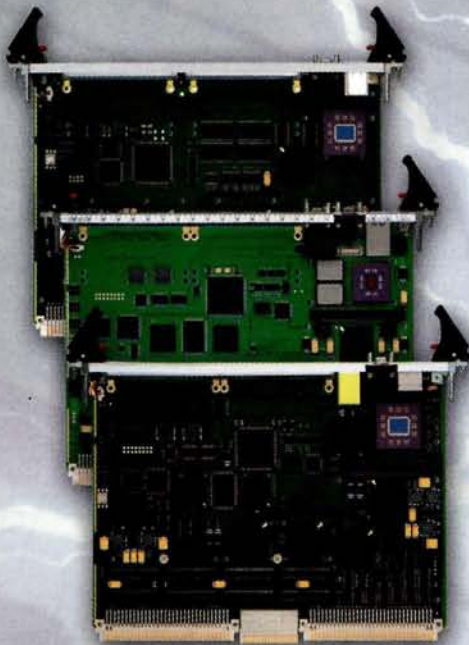
Tout en étant consciente de la nécessité de renforcer les mesures de sécurité et de contrôle aux frontières en ces temps troublés, je reste persuadée que les restrictions de visa pour les scientifiques ne servent pas cet objectif. Bien au contraire, la collaboration entre scientifiques s'est avérée très bénéfique par le passé en temps de crise; elle a plus contribué à réduire les tensions internationales qu'elle n'a nui à la sécurité. Personnellement je crains qu'à moins de preuve manifeste que les mesures imposées entraînent des dommages réels, il ne soit difficile d'attirer l'attention du Congrès ou du gouvernement des États-Unis sur ce problème. J'espère donc que la communauté internationale en Europe et en Asie pourra soulever ces questions au plus haut niveau et montrer que les procédures actuelles nuisent non seulement à la science, mais aux relations internationales en général.

*Vera Lüth, Présidente de la Commission Particules et champs de l'UIPPA.*

# CES Physics News

Q4 2003:  
LynxOS 4.0 BSP now  
available for all RIO2 8062  
and RIO3 8064 CPUs!

Where the Real-Time is at!



RIO3 Family

## A Unified Lower Cost VME RIO3 Family

From the low-cost to the high-end RIO3 with the same BSPs and all with VME 2eSST protocol.

### Low-Cost Boards

- 400 MHz PowerPC 750
- 3 row and 5 row versions (for old and new chassis)
- Single PCI and twin PCI versions for PMC carriers

### Medium Range Boards

- 500 MHz PowerPC 750 and PowerPC 7410 with 2 MBytes L2 cache
- AltiVec (DSP emulation) compilers
- Twin PCIs

### High-End Boards

- 800 MHz / 1 GHz PowerPC 7455 with 2 MBytes L3 cache
- AltiVec compilers
- Twin PCIs

Software compatibility throughout the entire range with one BSP distribution.



MFCC Family

## Two New Members in the MFCC Family

### MFCC 8444

- 700 MHz PowerPC 750Fx
- 600 K Gates front-end user FPGA

### MFCC 8445

- Same as MFCC 8444, but with PowerPC 7447 for signal processing applications (AltiVec)

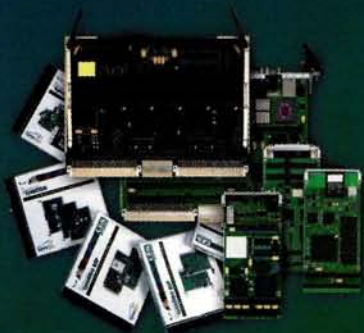
Complete software environment for distributed processing with embedded LynxOS® and network protocols over PCI.



VME64x Chassis

## Portable High-Density VME64x Chassis

- 300 W power supply
- 3 slots in 1.5 U format
- VME64x 5-row backplane
- Remote control option



*Rely on CES as a discrete, efficient and dependable partner!*

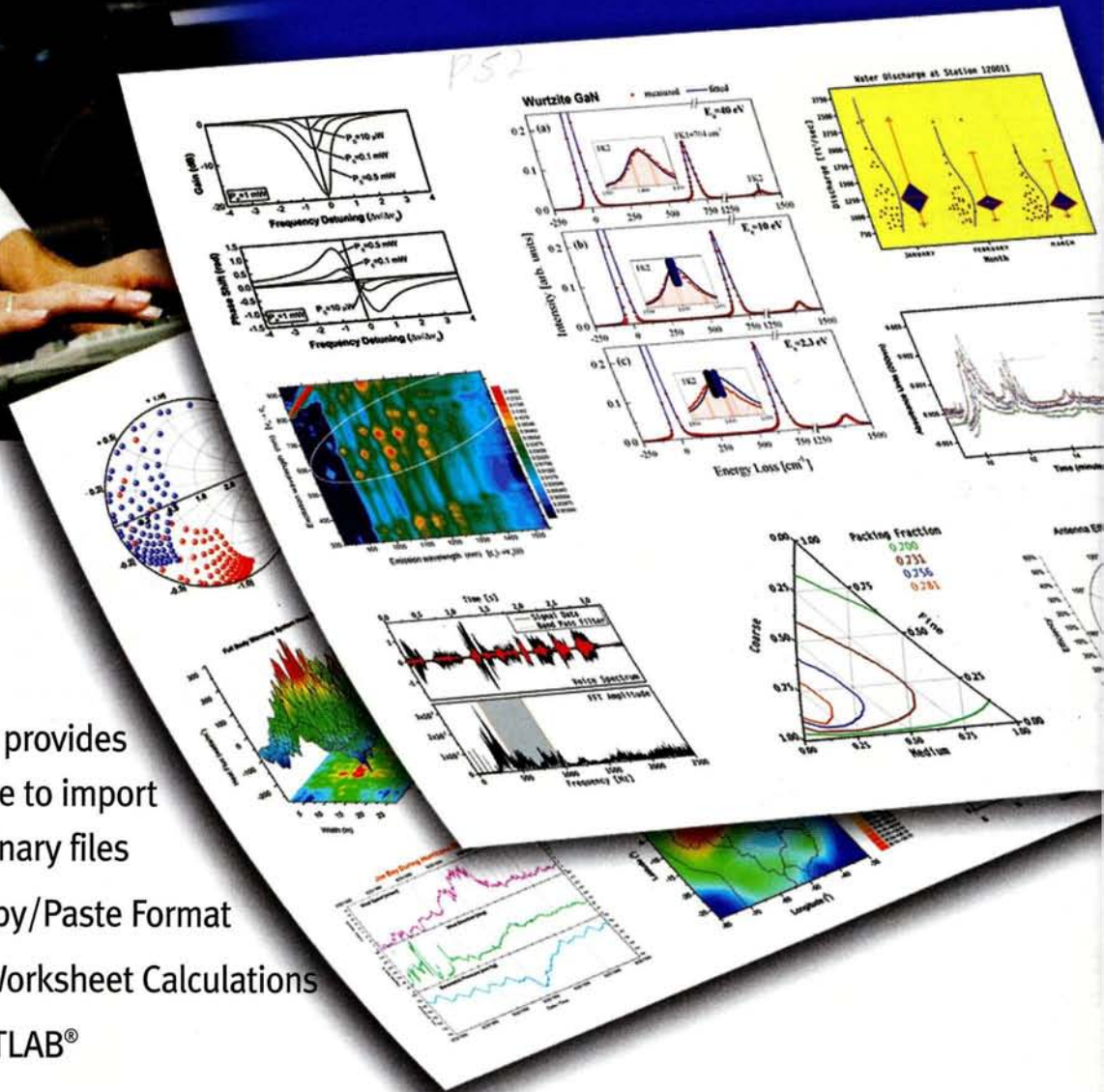
**CES**  
CREATIVE ELECTRONIC SYSTEMS

[www.ces.ch](http://www.ces.ch)

*Time to market, but not at the cost of short-term compromise!*

# INTRODUCING ORIGIN<sup>®</sup> 7.5

OriginLab has been setting the standard for intuitive point-and-click software for scientists and engineers worldwide since 1991. Now our latest version of Origin raises the bar even higher. Built-in plot types allow you to quickly create 2D, 3D, contour, and image graphs. Intuitive analysis tools offer statistics, curve fitting, signal processing, and peak analysis. For ultimate power and flexibility, a completely integrated C compiler and over 300 NAG<sup>®</sup> functions are provided.



## New Features in ORIGIN 7.5

- Import Wizard visually provides step-by-step assistance to import data from ASCII and binary files
- Graph Themes and Copy/Paste Format
- Automatic Update of Worksheet Calculations
- Data Transfer with MATLAB<sup>®</sup>
- Automation Server Support

See a live Origin demonstration and download a Free Evaluation Copy at [www.originlab.com](http://www.originlab.com)

**OriginLab<sup>®</sup>**

Scientific Graphing and Analysis Software

OriginLab Corporation  
One Roundhouse Plaza  
Northampton, MA 01060 USA

USA: 1-800-969-7720  
INT'L: +1-413-586-2013 FAX: 1-413-587-9915  
EMAIL: [info@originlab.com](mailto:info@originlab.com) WEB: [www.originlab.com](http://www.originlab.com)

SCIENTIFIC COMPUTING  
INSTRUMENTATION  
2003  
**READERS'  
CHOICE  
AWARD**

Test & Measurement  
WORLD  
2003  
**BEST  
IN  
TEST**  
AWARD WINNER

Origin is a registered trademark of OriginLab Corporation.  
NAG is a registered trademark of Numerical Algorithms Group.  
MATLAB is a registered trademark of The MathWorks, Inc.