

## NEUTRINOS

# Le projet MICE obtient le feu vert

Le 21 mars, le ministre britannique de la science et de l'innovation a annoncé l'approbation et le financement de l'expérience MICE (acronyme de refroidissement des muons par ionisation) au Laboratoire Rutherford Appleton (RAL). MICE utilisera une nouvelle ligne de faisceau de muons spécialisée à la source pulsée ISIS de muons et de neutrons du laboratoire.

MICE représente une étape essentielle dans la R&D sur les accélérateurs en vue de la réalisation d'une usine à neutrinos, dans laquelle le faisceau intense de neutrinos doit s'obtenir par désintégration des muons dans un anneau de stockage. L'originalité d'une telle installation est qu'elle peut produire des faisceaux intenses et bien définis d'anti-neutrinos de l'électron de haute énergie, largement au-dessus du seuil de production des particules tau. Cela devrait permettre des mesures de "l'apparition" de neutrinos du tau aussi bien que du muon dans un faisceau de neutrinos de l'électron. Les usines à neutrinos constituent donc "l'arme absolue" pour les études de précision des oscillations neutrino et de la violation leptonique de CP (charge-parité), dont l'observation pourrait s'avérer décisive pour comprendre l'asymétrie matière-antimatière de l'Univers.

La nouveauté la plus importante de l'usine à neutrinos, du point de vue de la physique des accélérateurs, est probablement le refroidissement des muons par ionisation, qui améliore les performances d'un facteur quatre à dix selon le concept adopté; il représente également une fraction importante du coût estimatif de l'usine à neutrinos. Bien que proposé il y a plus de 20 ans et généralement considéré comme solidement fondé, le refroidissement des muons par ionisation n'a jamais été expérimentalement validé.

Les muons naissent d'une manière désordonnée à quelques centaines de millions d'électronvolts dans les interactions des faisceaux de protons et il faut les refroidir avant de pouvoir les accélérer – jusqu'à 20 GeV – et les stocker pour qu'ils produisent des neutrinos. Les techniques avérées de refroidissement (électrons, stochastique, laser) sont beaucoup trop lentes si l'on se souvient que les muons ne vivent que quelques microsecondes avant de se désintégrer. Par contre, une méthode qui devrait fonctionner consiste à refroidir l'espace de phase transversal du faisceau en lui faisant traverser un matériau absorbeur d'énergie et des structures accélératrices associées à un réseau magnétique de focalisation. Les muons perdent de l'énergie aussi bien longitudi-

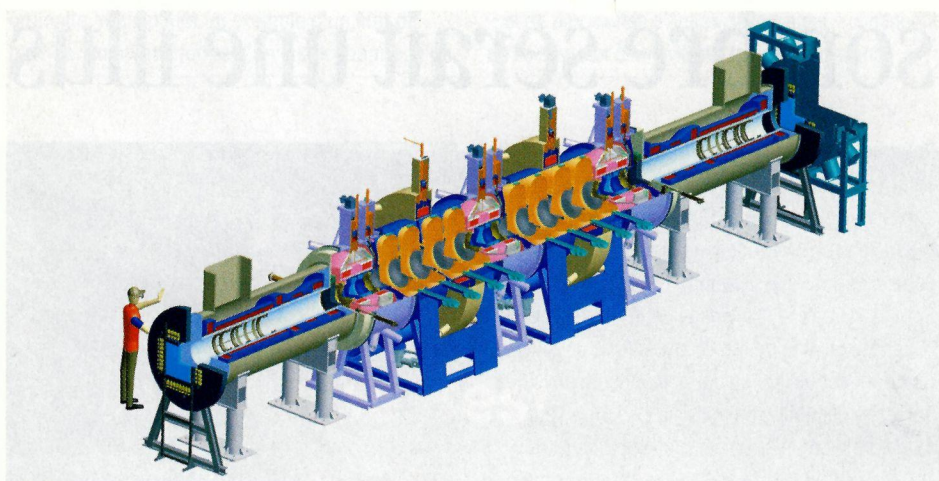


Schéma technique de l'expérience MICE, de 15 m de longueur totale et de 3 m de hauteur. Le faisceau pénètre par la gauche à travers les compteurs à temps de vol, traverse les spectromètres pour la mesure de l'impulsion et de l'angle, puis entre dans le canal de refroidissement constitué d'une succession d'absorbeurs en hydrogène liquide et de cavités RF baignant dans un champ magnétique.



Les hublots sur mesure en béryllium de la cavité RF qui apportent un doublement du champ électromagnétique.

nalement que transversalement en traversant les absorbeurs, tandis que l'accélération n'augmente que leur impulsion longitudinale. Cette technique est connue sous le nom de refroidissement par ionisation et les principes en ont été initialement décrits par les pionniers russes Gersh Budker et Alexander Skrinsky au début des années 70.

Malheureusement, bien que la description mathématique du refroidissement par ionisation soit simple sur le papier, en pratique il faut un mélange délicat de techniques mettant en jeu l'hydrogène liquide (le meilleur matériau d'absorption), de puissants champs électriques RF (pour réaccélérer les muons de façon ordonnée) et des champs magnétiques de confinement. Réaliser cette combinaison est une véritable gageure. Les

hublots de l'enceinte contenant l'hydrogène liquide doivent être aussi fins que possible pour éviter la diffusion multiple, tout en garantissant la sécurité dans l'espace confiné entre des sources de potentiel électrique susceptibles d'embraser l'hydrogène hautement inflammable. L'exploitation de cavités RF de gradient élevé dans de puissants champs magnétiques reste à démontrer. Finalement, l'étude rigoureuse du refroidissement demande une détermination des propriétés du faisceau d'une précision sans précédent; on y parviendra en mesurant chaque muon individuellement par les techniques de la physique des hautes énergies plutôt que par des diagnostics du faisceau normaux.

La taille et la complexité de l'entreprise demandent une collaboration étroite des communautés de la physique des accélérateurs et de celle de la physique expérimentale des particules. C'est pourquoi le projet MICE repose sur une collaboration internationale forte de 140 physiciens et ingénieurs de Belgique, Etats-Unis, Italie, Japon, Pays-Bas, Royaume-Uni, Russie et Suisse. Le calendrier proposé pour la mise en service et l'exploitation de MICE envisage d'établir la faisabilité technique du refroidissement des muons par ionisation d'ici à 2008-2009. Après quoi la voie sera dégagée pour une proposition détaillée d'une usine à neutrinos.

**Pour en savoir plus**  
Voir [www.mice.iit.edu/](http://www.mice.iit.edu/)

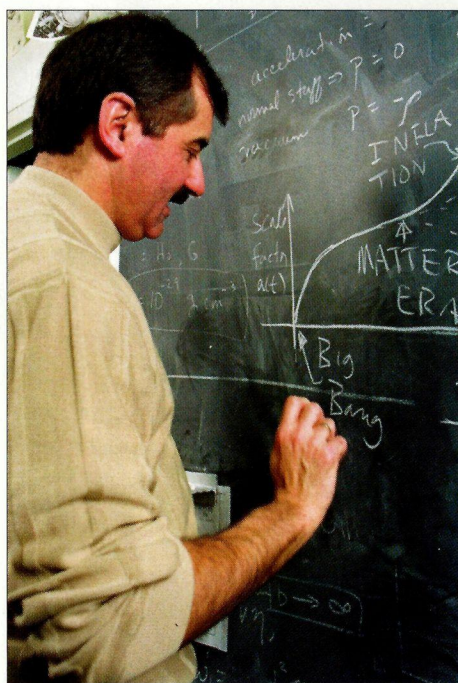
## COSMOLOGIE

# Un modèle suggère que l'énergie sombre serait une illusion

Pourquoi l'Univers se dilate-t-il toujours plus vite? Voilà sans doute la question la plus fascinante de la cosmologie moderne. Quatre physiciens théoriciens ont proposé une solution originale à cette énigme: Edward Kolb (Laboratoire Fermi), Sabino Matarrese (Université de Padoue), Alessio Notari (Université de Montréal) et Antonio Riotto (Institut national italien de recherche en physique nucléaire et subnucléaire INFN/Padoue). Leur étude a été soumise à la revue *Physical Review Letters*.

En 1998, des observations de supernovas éloignées ont apporté des informations précises sur la vitesse d'expansion de l'Univers, prouvant qu'il se dilate toujours plus vite. Cela peut être interprété comme la preuve de l'existence de "l'énergie sombre", un nouveau composant de l'Univers qui représente environ 70% de sa masse totale (sur les 30% restants, il semble que 25% environ soient de la matière noire, un autre composant mystérieux, tandis que 5% seulement sont faits de matière "baryonique" ordinaire). D'autres explications sont possibles dont une modification de la gravité aux grandes distances, mais également des idées plus originales comme la présence d'un champ scalaire dynamique appelé "quintessence".

Bien que l'hypothèse d'une énergie sombre soit fascinante et plus attrayante que les autres explications, elle se heurte à un obstacle sérieux. Les tentatives de calcul de la quantité d'énergie sombre aboutissent à des résultats largement



Kolb médite sur l'univers primordial. (Laboratoire Fermi.)

supérieurs à la valeur mesurée: plus de 100 ordres de grandeur en fait.

Kolb et ses collègues avancent une autre explication, qu'ils jugent plutôt prudente. Loin de proposer un nouveau constituant de l'Univers, leur explication est au contraire fermement ancrée dans l'inflation, un concept essentiel de la cosmologie moderne, selon lequel l'Univers a

connu une expansion incroyablement rapide à un stade très précoce.

Cette nouvelle explication, qu'ils appellent le modèle SHCDM ("Super-Hubble Cold Dark Matter"), envisage ce qui se passerait s'il existait des perturbations cosmologiques avec des longueurs d'ondes très importantes ("super-Hubble"), supérieures à la taille de l'univers observable. Ils démontrent qu'un observateur local déduirait une histoire de l'expansion de l'univers qui dépendrait de l'évolution temporelle des perturbations ce qui, dans certains cas, aboutirait à l'observation d'une expansion accélérée. Les perturbations de grande longueur d'onde sont dues à l'inflation, l'univers visible n'étant effectivement qu'une minuscule partie de l'univers précédant la période de l'inflation. L'accélération de l'Univers n'est donc qu'une impression due à notre incapacité à l'observer dans sa totalité.

L'observation est bien sûr l'ultime arbitre entre les diverses théories. Le modèle SHCDM prédit une relation différente de celle proposée par les modèles de l'énergie sombre entre la distance de luminosité et le décalage vers le rouge. Si les deux modèles sont indifférenciables compte tenu de la précision expérimentale actuelle, à l'avenir, des observations cosmologiques plus précises devraient permettre de les départager.

## Références

<http://arxiv.org/abs/hep-th/0503117>.

## IONS LOURDS

## Le RHIC sert un 'parfait' breuvage

Les quatre groupes de recherche sur les détecteurs au Collisionneur d'ions lourds relativistes (RHIC) du Laboratoire national de Brookhaven ont annoncé des résultats indiquant qu'ils ont observé un état de la matière chaude et dense plus remarquable que prévu. Dans des articles résumant les trois premières années de découvertes du RHIC, qui seront publiés simultanément par la revue *Nuclear Physics A*, les quatre collaborations (BRAHMS,

PHENIX, PHOBOS et STAR) racontent qu'au lieu de se comporter comme un gaz de quarks et de gluons libres, comme elles s'y attendaient, la matière produite dans les collisions d'ions lourds au RHIC évoquerait un liquide.

La preuve vient de la mesure de schémas inattendus dans les trajectoires des milliers de particules créées dans des collisions distinctes. Les particules primordiales produites ont tendance à se déplacer collectivement, sous l'effet de variations de la pression, à travers le volume formé par les noyaux qui s'entrechoquent – effet appelé "flux" par analogie avec les propriétés du mouvement des fluides.

Cependant, contrairement aux liquides ordinaires, dans lesquels les molécules ont chacune une trajectoire aléatoire, la matière chaude formée au RHIC semble bouger selon un schéma qui montre une très grande coordination des particules.

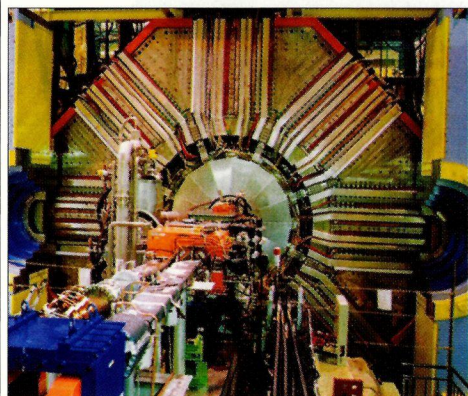
Le flux observé correspond à celui d'un fluide théoriquement "parfait", c'est-à-dire très faiblement visqueux et capable d'atteindre l'équilibre thermique très rapidement en raison de la forte interaction entre les particules. Les physiciens du RHIC ne disposent pas de mesure directe de la viscosité, mais ils peuvent déduire du schéma du flux que, qualitativement, elle est très faible et proche de la limite en mécanique quantique.

KEK

## Belle découvre encore d'autres particules

Les performances record de l'usine à B du KEK, permettent à Belle d'engranger environ un million de paires de mésons  $B\bar{B}$  par jour (*Courrier CERN* avril 2005 p5). L'analyse des données sur la violation de CP et les recherches de physique nouvelle dépassant le modèle standard se poursuivent, mais pendant ce temps les énormes quantités de données s'accumulent en contribuant à enrichir un autre aspect important du programme de physique de Belle: la découverte de nouveaux états de diverses particules dans le secteur du charme.

Parmi les nouveaux venus dans la liste des particules de Belle on trouve le  $Y(3940)$  et le baryon charmé étrange  $\Sigma_c(2800)$ , qui sont venus s'ajouter aux  $\eta_c(2S)$ ,  $D^*(2308)$ ,  $D_1(2427)$  et  $X(3872)$  précédemment découverts (*Courrier CERN*



L'expérience Belle (Photo KEK).

janv./fév. 2004 p8). Cela porte à six le nombre total de nouvelles particules découvertes par Belle.

Cependant, il semblerait maintenant que le nouveau pointage des particules de Belle soit de sept. L'été dernier, la collaboration a fait part de preuves convaincantes concernant un pic de masse – d'une valeur similaire à celle du  $Y(3940)$  – dans le spectre des particules de recul contre un  $J/\Psi$  dans des collisions électron-positon. Bien que la masse de ce nouveau pic soit la même que celle du  $Y(3940)$  aux incertitudes près (dans les deux cas les erreurs de mesure sont d'environ 10 MeV), l'équipe de Belle n'est pas encore convaincue que ces deux états soient le même et, pour le moment au moins, elle donne au nouvel objet le nom de  $X(3940)$ .

Le  $X(3940)$  se désintègre principalement en paires de mésons  $D+\bar{D}^*$ , comme prévu pour des états charmonium de cette masse. Le  $Y(3940)$ , par contre, ne semble pas en faire autant et sa préférence pour une désintégration en un  $\omega$  et un  $J/\psi$

est difficile à comprendre dans le cadre des modèles de potentiel des quarks lourds, qui jusqu'à présent ont permis d'expliquer avec succès le spectre du charmonium. Il se pourrait donc que le  $Y(3940)$  ne soit pas un méson quark-antiquark ordinaire, mais plutôt un exemple d'un état dit hybride, un méson formé d'un quark charme, d'un

quark anti-charme et d'un gluon.

Les chasseurs de particules de Belle ont du pain sur la planche pour tenter de déterminer l'identité exacte des particules qu'ils ont déjà observées, puisque dans le même temps davantage de données – et de possibilités d'autres découvertes – continuent de se déverser à une vitesse toujours croissante.

## OPERA The Original is still the Best

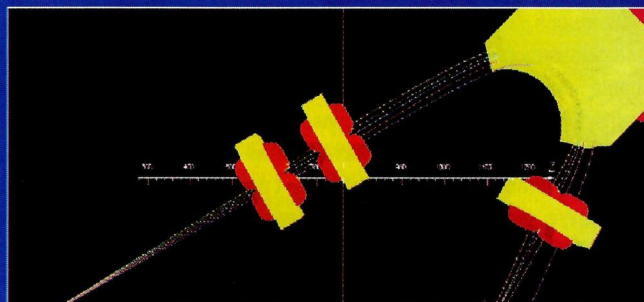
Vector Fields software has been at the heart of high energy physics electromagnetic simulation for over 20 years.

The OPERA suite includes the legendary modules TOSCA, ELEKTRA, SCALA, TEMPO and SOPRANO, all proven for ease of use and validated for very high accuracy at world leading institutions.

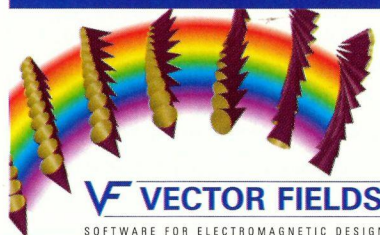
Request a demonstration version NOW to experience the benefits of a global leader in e.m. simulation.



Flux lines for a typical dipole magnet.



Modelling the combined effect of a system of magnets.



### Vector Fields Limited

24 Bankside, Kidlington, Oxford, OX5 1JE, England  
Tel: +44 (0)1865 370151 Fax: +44 (0)1865 370277  
Email: [info@vectorfields.co.uk](mailto:info@vectorfields.co.uk) [www.vectorfields.com](http://www.vectorfields.com)

### Vector Fields Inc

1700 North Farnsworth Avenue, Aurora, IL 60505, USA  
Tel: (630) 851 1734 Fax: (630) 851 2106  
Email: [info@vectorfields.com](mailto:info@vectorfields.com) [www.vectorfields.com](http://www.vectorfields.com)

TRIUMF

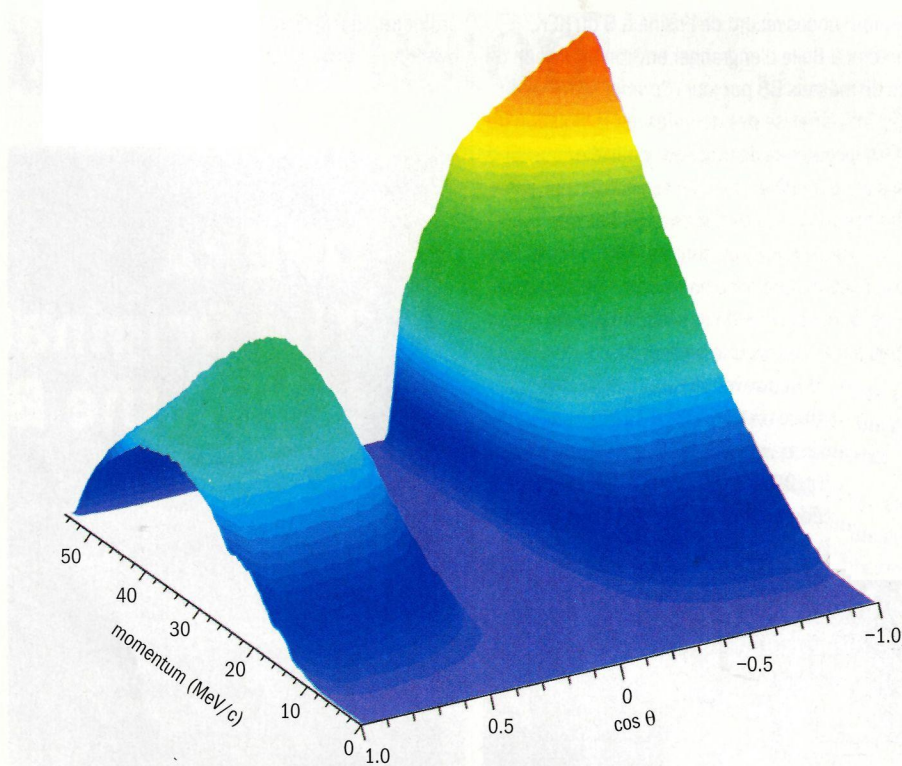
# TWIST sonde le modèle standard

La désintégration usuelle du muon ( $\mu^+ \rightarrow e^+ \nu_e + \nu_\mu$ ) est une réaction idéale pour étudier l'interaction électrofaible dans le modèle standard. Elle évite les corrections peu précises pour l'interaction forte car seuls des leptons y interviennent, c'est pourquoi elle est la sonde parfaite de la structure purement gauche (V-A) de la théorie. Une détermination de haute précision des paramètres décrivant la forme du spectre de désintégration du muon permet d'explorer des possibilités d'une physique au-delà du modèle standard, faisant par exemple intervenir des interactions d'hélicité droite. L'objectif de l'expérience TWIST de TRIUMF (acronyme anglais pour Test de symétrie de l'interaction faible) est d'effectuer la détermination mondiale la plus précise de ces paramètres. La collaboration a récemment terminé la première phase avec la mesure directe des paramètres de désintégration du muon  $\rho$  et  $\delta$ , en améliorant la précision des valeurs du Particle Data Group (PDG) respectivement par des facteurs 2,5 et 2,9.

Les quatre paramètres de Michel décrivent les distributions en énergie et angulaire des positons issus de la désintégration des muons polarisés. Le paramètre  $\rho$  décrit la dépendance vis-à-vis de l'impulsion pour la partie isotrope du spectre à laquelle s'ajoute un petit terme proportionnel à un second paramètre  $\eta$ . L'asymétrie est proportionnelle à un troisième paramètre  $\xi$  multiplié par la polarisation du muon,  $P_\mu$ , tandis que le quatrième paramètre,  $\delta$ , détermine la variation avec l'impulsion. Dans le cadre du modèle standard, on prédit pour ces paramètres des valeurs  $\rho = 3/4$ ,  $\delta = 3/4$ ,  $\xi = 1$  et  $\eta = 0$ .

On utilise pour TWIST des muons positifs car on peut les produire avec une polarisation élevée. Le faisceau de protons de haute intensité de TRIUMF produit des  $\pi^+$ , dont certains se désintègrent au repos à la surface d'une cible de production pour créer un faisceau de "muons de surface" fortement polarisés d'impulsion 29,6 MeV/c, que l'on transporte ensuite vers un solénoïde supraconducteur de 2 T.

La plus grande partie du faisceau de muons s'arrête dans une cible mince située au centre d'un ensemble symétrique de 56 chambres à dérive planes de haute précision et de faible masse. La précision statistique étant très élevée, ce sont les effets systématiques qui dominent dans l'incertitude finale. La figure présente les distributions mesurées pour l'impulsion et l'angle des positons de désintégration. La chute de l'acceptance autour de



Distribution angulaire et en impulsion observée dans le spectromètre TWIST pour les positons de désintégration du muon au repos. Le fossé autour de  $\cos \theta = 0$  provient de la réduction du rendement de reconstitution.

$|\cos(\theta)| = 0$  provient du rendement de reconstitution, qui est médiocre dans cette région. Pour extraire les paramètres de la désintégration du muon, on effectue un ajustement bi-dimensionnel dans une région fiducielle où l'acceptance du détecteur est uniforme en utilisant une technique d'analyse en aveugle. Les résultats sont basés sur  $6 \times 10^9$  désintégrations de muons réparties sur 16 ensembles de données. Quatre ensembles ont été analysés à la fois en  $\rho$  et en  $\delta$ , un cinquième ensemble de muons faiblement polarisés provenant de la désintégration en vol des pions a également été analysé selon  $\rho$ . Les autres ensembles de données, combinés avec d'autres simulations de Monte-Carlo, ont servi à estimer la sensibilité à divers effets systématiques.

La nouvelle mesure de TWIST,  $\rho = 0,75080 \pm 0,00032$  (stat.)  $\pm 0,00097$  (syst.)  $\pm 0,00023$  (cette dernière incertitude étant due à l'erreur actuelle du PDG sur  $\eta$ ) établit une limite supérieure pour l'angle de mélange d'un partenaire éventuel plus lourd d'hélicité droite pour le méson  $W$ ,  $|\zeta| < 0,03$  avec un degré de certitude de 90% (c.l.). En combinant  $\rho$  avec la nouvelle mesure de

$\delta = 0,74964 \pm 0,00066$  (stat.)  $\pm 0,00112$  (syst.) et la valeur du PDG pour  $P_\mu \xi \delta / \rho$  on établit une limite indirecte  $0,996 < P_\mu \xi < 1,004$  avec un c.l. de 90%. La borne inférieure améliore légèrement la limite pour la masse d'un éventuel boson droit  $W_R \geq 420 \text{ GeV}/c^2$ . Enfin, on obtient une limite supérieure pour la probabilité de couplage d'un muon droit,  $Q_R^\mu < 0,00184$  avec un c.l. de 90%.

La désintégration du muon, combinée à des mesures d'expériences à des énergies plus élevées et sur la désintégration bêta nucléaire, nous aide à comprendre la chiralité de l'interaction faible. Le groupe TWIST cherchera dans les phases futures de son expérience à mesurer directement de  $P_\mu \xi$  avec une précision de quelque  $10^{-4}$  et à quintupler sa sensibilité à  $\rho$  et  $\delta$ .

## Pour en savoir plus

A Gaponenko *et al.* 2005 (sous presse) *Phys. Rev. D* hep-ex/0410045.

J R Musser *et al.* 2005 *Phys. Rev. Lett.* **94** 101805.

Voir également <http://twist.triumf.ca>.

## LABORATOIRE JEFFERSON

## Les électrons révèlent les secrets des neutrinos

Le centre de l'accélérateur national Thomas Jefferson (Laboratoire Jefferson) du ministère de l'énergie des Etats-Unis est bien connu pour son accélérateur à faisceau d'électrons continu CEBAF où les expériences sondent la structure nucléaire avec des électrons de 6 GeV. On se rend compte maintenant que ce même faisceau peut également être utile pour la recherche sur les neutrinos. Des physiciens de plusieurs projets neutrino sont récemment venus au CEBAF pour obtenir des données de diffusion sur des cibles de C, H<sub>2</sub>, D<sub>2</sub> et Fe.

Une connaissance précise des faisceaux de neutrinos et de leurs interactions avec les noyaux atomiques est très souhaitable pour analyser les résultats des expériences neutrino. Pour l'acquérir, les chercheurs participent à des expériences de physique nucléaire et des hautes énergies dans un exercice qu'ils appellent familièrement "l'ingénierie neutrino". On peut citer HARP au CERN – mesure de la production de pions par des protons sur des cibles nucléaires – et E04-001 au Laboratoire Jefferson – mesure électron-noyau sur diverses cibles.

Aux énergies du CEBAF, les électrons interagissent avec les noyaux essentiellement par la force électromagnétique, tandis que les neutrinos le font par la force faible. Toutefois, une information précise sur l'interaction des électrons renseigne sur l'interaction des neutrinos car ces deux forces sont en fait des aspects différents de la force électrofaible. Les électrons sondent la structure vectorielle du nucléon, tandis que les neutrons explorent à la fois les structures vectorielle et pseudovectorielle, de sorte que les deux sondes sont nécessaires pour comprendre la structure électrofaible complète du nucléon et du noyau.

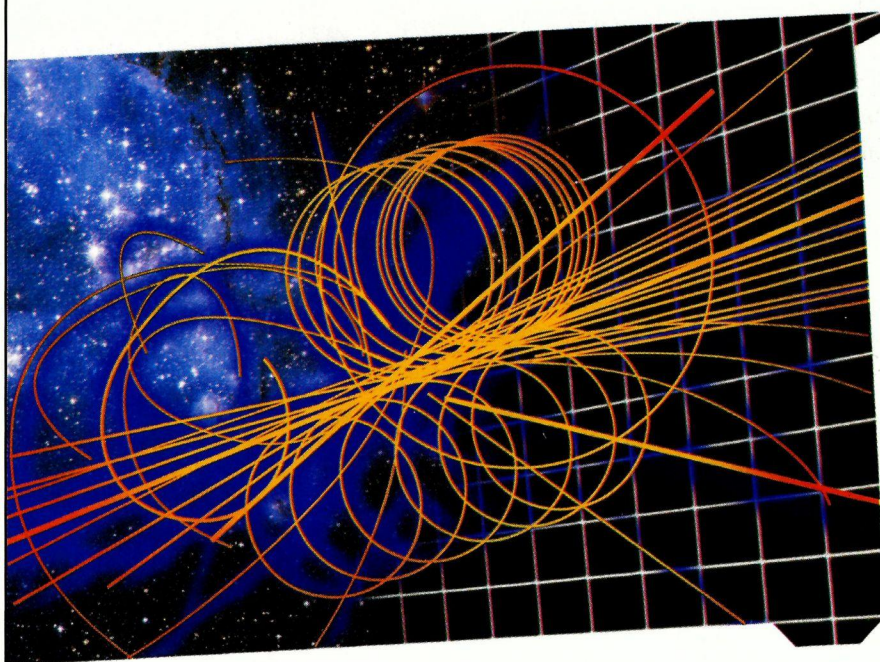
Par leur composition, les cibles étudiées au Jefferson sont similaires aux cibles de production, mais aussi aux détecteurs habituellement utilisés dans les expériences neutrino. De ce fait, les études de diffusion des électrons sur les nucléons et noyaux, à faibles carrés de l'impulsion transférée  $Q^2$  – comme dans le cas des données saisies au Jefferson pour la gamme  $0,01-2(\text{GeV}/c)^2$  – peuvent apporter des données sur les interactions des neutrinos dans les expériences en question. Certaines expériences – comme K2K (KEK vers Kamioka) et MiniBooNE – utilisent des faisceaux de neutrinos de 1 GeV pour étudier les oscillations neutrino; l'analyse électrofaible des données de diffusion des électrons de 1 GeV de l'expérience E04-001 peut donc servir de

point de départ en établissant des limites sur les sections efficaces des neutrinos qui interviennent dans les expériences d'oscillations.

Pour le long terme, des chercheurs et des utilisateurs du Jefferson collaborent sur une expérience à venir, MINERvA (v-A à l'injecteur principal – MI), visant à mesurer les sections efficaces des neutri-

nos dans la ligne de faisceau NuMI (neutrinos au MI) du Fermilab. En combinant les données de haute précision sur les sections efficaces des électrons provenant de E04-001 avec les données de précision sur les sections efficaces des neutrinos dans MINERvA, on espère déduire la structure axiale du nucléon.

## Discover the Future at the Speed of Light



## Data You Can Count On®

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

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

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

Contact BURLE for more information or visit [www.burle.com](http://www.burle.com)



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



**BURLE** Discovering the Future.

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

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

# Partenariat recherche-industrie: une nouvelle approche

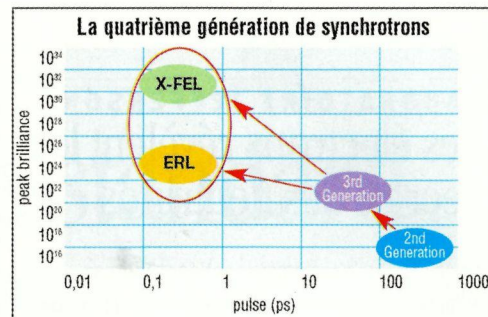
**Dans les prochaines années, plusieurs milliards d'Euros vont être investis dans le domaine des accélérateurs. Le LHC et le SNS seront opérationnels prochainement. Dix nouveaux synchrotrons seront mis en service d'ici cinq ans alors qu'il aura fallu 30 ans pour réaliser les 30 installations en service aujourd'hui dans le monde.**

Les performances jusque là réservées à des installations comme Argonne ou l'ESRF vont se généraliser avec la quatrième génération de synchrotrons. Ces développements spectaculaires ouvrent sur de nouvelles percées dans la recherche scientifique et conduisent à des évolutions dans la conception et le fonctionnement des systèmes. Les investissements et les risques associés découlent notamment de la multiplication des sources de puissance et des ensembles supraconducteurs nécessaires à l'augmentation des performances.

*"Nous entrons certainement dans une nouvelle ère dans le partenariat entre utilisateurs et industriels fabricants les sources de puissance, constate Eric Margoto, ingénieur Marketing Scientifique de Thales ED. Une approche système se développe. Les prescripteurs nous demandent de plus en plus la fourniture d'une fonction complète dans l'amplification RF prenant en compte les coûts d'exploitation. Il s'agit non seulement de maîtriser les technologies critiques pour fournir des rendements proches voire dépassant 70 % pour les sources de puissance mais aussi d'apporter les compétences et l'expérience dans l'intégration d'un nombre très important de sources, dans leur synchronisation par exemple."*

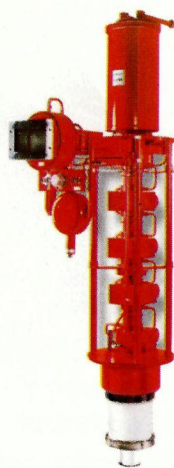
L'augmentation des performances et des rendements intéresse la communauté scientifique internationale aussi bien pour les synchrotrons que pour les collisionneurs comme l'ILC. Les points communs entre ces deux secteurs sont nombreux : la bande L s'impose comme la fréquence standard, le nombre de sources de puissance est sans commune mesure avec les installations conventionnelles existantes. Les solutions innovantes basées sur les IOT et les klystrons multifaisceaux de Thales ED sont déjà installées et expérimentées. *"Thales est reconnu pour son rôle de pionnier dans le développement et la mise en œuvre de solutions technologiques fiables au service de la recherche scientifique,*

*souligne Eric Margoto. Nous bénéficions d'une expérience unique dans ces domaines. Nos produits se sont déjà imposés comme les standards du marché, par leurs performances et leur fiabilité. Mais aujourd'hui la demande ne porte plus seulement sur la performance exceptionnelle de la source de puissance. Elle se situe*



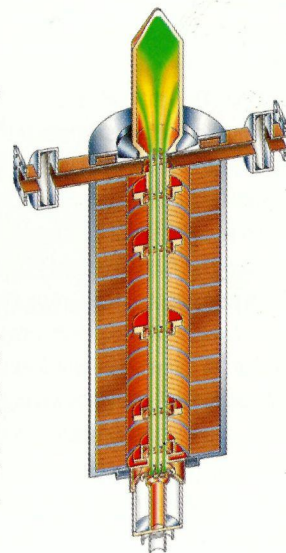
*Les Synchrotrons sont devenus les outils indispensables de la recherche dans les sciences des matériaux, la biologie, les nanotechnologies ou le protéome. Avec cette nouvelle génération, la brillance augmente d'un facteur  $10^{10}$ , la durée d'impulsion est divisée par 100.*

## La ligne de produits klystrons



**TH 2104**, développé il y a trente ans pour Boeing, ce klystron a été le premier et reste le seul à ce niveau de performances (10 MW crête, 250 kW moyen). Plus d'une centaine d'unités de ce type ont été fabriquées. Thales ED est le pionnier des klystrons multifaisceaux, technologie décisive dans l'augmentation des rendements.

**Le TH 1801**, premier klystron multifaisceaux (67 % de rendement à 10 MW crête, 150 kW moyen), est intégré au démonstrateur TESLA. Ce démonstrateur est la première tranche de l'Euro X-FEL de DESY à Hambourg et ouvre sur le projet ILC.



## THALES dans les synchrotrons

Thales participe aux performances de 25 synchrotrons installés dans le monde.

Leader mondial dans les LINAC, les klystrons de grande puissance et les solutions IOT, Thales a déjà fourni des solutions clés en main d'amplification RF notamment au Canada (CLS), en Chine (SSRF) en Suisse (SLS) et en Grande Bretagne (DLS). Au Japon, le projet J-Parc entrera en service en 2006 avec des tétrodes de Thales (500 kW). Thales est en train de doubler sa capacité de production pour ces lignes de produits.

[www.thalesgroup.com/electronicdevices](http://www.thalesgroup.com/electronicdevices)

## La ligne de produits IOT

### TH793

Installé dans Diamond Light Source et Australian National Synchrotron, cet IOT lancé en 2002 atteint 69 % de rendement à 80 kW. Intégré à de nouveaux amplificateurs de conception modulaire, il contribue à une meilleure disponibilité des systèmes.

### TH 713

Développé sur fonds propres, ce nouvel IOT est en cours d'industrialisation. Les premiers prototypes ont d'emblée atteint les performances spécifiées (1,3 GHz, 16 kW, 60 % de rendement, 21 dB de gain). Il devrait dépasser les 65 % de rendement dans les prochains mois.

