



Dernier délai pour soumission des articles : mardi 12.00 h
Les articles du Bulletin se trouvent également sous
<http://Bulletin.cern.ch/News/>

Deadline for submission of articles : Tuesday 12.00 hrs
Bulletin articles can also be found at
<http://Bulletin.cern.ch/News/>

Semaine du lundi 22 mars

no 12/99

Week Monday 22 March

La R&D sur le LHC: des retombées pour l'imagerie médicale

Si vous interrogez un physicien des particules, il vous dira que rechercher des particules est un travail passionnant, mais extrêmement difficile, et si vous interrogez ensuite un médecin, il vous dira la même chose, à savoir que dépister une maladie est extrêmement difficile, mais il

LHC R&D spin off into medical imaging

Ask a particle physicist and he will tell you that tracking down particles is a fascinating, but extremely difficult job. Turn to the next page and listen to a physician. He will say the same thing: Tracking down a disease is extremely difficult. Instead of fascinating, he will use the



Le tube ISPA, au centre, est un petit dispositif facile à installer et à transporter.

The ISPA-tube, at the centre, is a small device easy to install and to be transported

remplacera le mot "passionnant" par "vital". Plus un médecin reçoit les informations rapidement, mieux cela vaut pour le patient. C'est à ce niveau que la physique des particules et la médecine se rencontrent. C'est dans les détecteurs qu'on trouve les systèmes de recherche les plus puissants et les plus sensibles. Ne pourrait-on pas, ont alors pensé certains scientifiques du CERN, utiliser ces "yeux" électroniques pour l'imagerie médicale?

En 1994, après des travaux de R&D sur les trajectographes à fibres scintillantes, la collaboration RD-7 a lancé l'idée d'un photodétecteur spécial appelé tube ISPA (*Imaging Silicon Pixel Array*). En 1995 une collaboration était établie

word vital. The faster a doctor receives information, the better for the patient. Here particle physics and medicine collide: Inside a detector the most powerful and sensitive tracking systems are used. Why not, scientists at CERN thought, apply these electronic eyes to be used for imaging in medicine?

In 1994 following the R&D work on scintillating fibre trackers, the RD-7 collaboration launched the idea of a special photodetector: the ISPA-tube (*Imaging Silicon Pixel Array tube*). In 1995 a collaboration was set up with the *Istituto Nazionale di Fisica Nucleare (INFN)* in Rome to develop an ISPA tube for biomedical applications.

avec l'Istituto Nazionale di Fisica Nucleare (INFN) à Rome afin de développer un tube ISPA pour les applications biomédicales.

Lorsqu'ils ont conçu le photodétecteur, les scientifiques ont décidé d'utiliser un détecteur au silicium mis au point par la collaboration RD-19. Le silicium a non seulement la propriété d'émettre un signal lorsqu'il est frappé par une particule, par exemple un électron, mais de plus il réagit de manière extrêmement rapide et il est très sensible. De minuscules pixels de silicium, ne mesurant chacun que quelques dixièmes de micromètre (10^{-6} mètres), ont été disposés côte à côte pour former un carré de 1024 éléments séparés. Un circuit intégré, puce Omega, a été soudé directement au-dessous la matrice des pixels. Chaque pixel était connecté à un préamplificateur, un comparateur, une ligne à retard et une logique de lecture. "Cela résout à la fois le problème du temps et celui de la localisation, puisque la détection et le traitement sont très rapprochés. Dès que le silicium donne une réponse, le circuit intégré la détecte, et la réponse peut être localisée immédiatement, puisque chaque pixel a sa propre représentation" explique Ettore Rosso, qui a la charge de transférer aux équipements médicaux le savoir-faire acquis au CERN.

La puce a ensuite été introduite dans un tube à vide du côté opposé à une fenêtre optique et une photocathode. Lorsque des photons frappent cette dernière, ils produisent des photoélectrons qui sont ensuite guidés et accélérés vers l'anode en silicium. Pendant leur trajet dans le tube à vide, les électrons sont en fait déviés vers la puce en silicium au moyen d'un champ électrique réglé avec précision, et il en résulte une image inversée, exactement comme dans une caméra numérique. Cette déviation permet une réduction d'échelle qui est essentielle pour les applications médicales, dans lesquelles il est nécessaire de représenter de grandes surfaces pour un coût raisonnable sans diminuer la souplesse d'utilisation et la résolution. Le tube ISPA est donc en fait une caméra optique extrêmement sensible (au niveau de 1 photon) et rapide.

C'est pour cette raison que le tube avait été proposé, avec d'autres solutions possibles, pour la détection des photons Cherenkov dans les détecteurs RICH de l'expérience LHCb. En collaboration avec l'INFN Rome, le groupe EP-TA2, qui apporte une assistance aux expériences LHC en matière de R&D et de conception, a entrepris un programme de R&D qui fait maintenant des progrès très encourageants. A l'heure actuelle, une nouvelle puce performante à pixels est mise au point par le groupe EP-MIC: elle sera employée pour la détection directe des particules dans l'expérience ALICE et, introduite dans un tube ISPA, comme détecteur de photons en physique des hautes énergies ainsi que pour des applications médicales.

Pour appliquer le tube ISPA à l'imagerie médicale gamma (comme la scintigraphie), il était nécessaire que les scientifiques trouvent un cristal scintillant spécial, en mesure de convertir le rayonnement gamma des éléments utilisés habituellement en médecine, comme le technétium (Tc^{99m}) à l'énergie de 140 keV, en photons visibles, puisque seuls ces derniers peuvent être détectés par un tube ISPA. Il fallait non seulement que le cristal souhaité absorbe efficacement les gammas, qu'il soit rapide et qu'il émette un maximum de lumière, mais aussi qu'il soit résistant, facile à manipuler et peu onéreux. On a constaté que le cristal le plus prometteur était un peroxyde d'yttrium et d'aluminium dopé avec du cérium [$YAlO_3(Ce)$]. A ce niveau, une solide collaboration avec deux entreprises (DEP aux Pays-Bas et Crytur en République tchèque) a été mise en place pour promouvoir un dynamique programme de R&D sur une caméra ISPA à gammas. Des résultats de plusieurs prototypes ont déjà été

When designing the photodetector, the scientists decided to use a silicon pixel detector developed by RD-19. Silicon not only has the ability to emit a signal once it is hit by a particle, for example an electron, but also reacts extremely fast and is very sensitive. Tiny silicon pixels, each one only a few tenths of micrometers (10^{-6} metres) in width, were arranged side by side finally creating a square of 1024 separate elements. An integrated circuit, called the Omega chip, was bonded directly underneath the matrix of pixels. Each pixel was connected to a preamplifier, a comparator, a delay line and readout logic. "This solves both the problem of time and of distinction because detection and processing are so close. As soon as the silicon gives a response, the integrated circuit picks it up and the response can be located immediately as each pixel has its own representation", explains Ettore Rosso, responsible for transferring existing CERN-expertise into medical equipment.

The chip was then introduced into a vacuum tube on the opposite side of an optical window and a photocathode. When photons hit the photocathode, they generate photoelectrons that are then guided and accelerated towards the silicon anode. In fact, on their way through the vacuum tube, a finely tuned electric field deflects the electrons to the silicon chip, producing a reverse and upside-down image – just like in a digital camera. This deflection allows a scaling down which is essential for use in medical applications where large surfaces need to be imaged at reasonable costs without reducing flexibility of use and resolution. This makes the ISPA-tube an extremely sensitive (at the level of 1 photon) and fast optical camera.

For this reason the tube was proposed, along with other options, for the detection of Cherenkov photons in the RICH detectors of LHCb. In collaboration with INFN Rome, the EP-TA2 group, which supports the LHC-experiments in R&D and design, started an R&D programme that today is making very encouraging progress. At present a new performing pixel chip is being developed by the EP-MIC group: it is to be used as direct particle detector in the ALICE-experiment and, introduced in an ISPA tube, as photon detector in High Energy Physics as well as in medical applications.

In order to apply the ISPA-tube to gamma medical imaging (like scintigraphy), the scientists needed to find a special scintillating crystal – one that would be able to convert the gamma radiation of elements typically used in medicine [e.g. Technetium (Tc^{99m}) at 140 keV energy] into visible photons cause only these can be detected by the ISPA-tube. The desired crystal not only had to effectively absorb the gamma rays, to be fast and to emit a maximum of light, but it also needed to be hard, easy to handle and cheap. The most promising crystal was found to be Yttrium-Aluminium-Peroxide doped with Cerium [$YAlO_3(Ce)$]. At this point, a strong collaboration with two companies (DEP in the Netherlands and Crytur in the Czech Republic) was set up to promote a vigorous R&D-programme on a gamma ISPA-camera. Up to now results from several prototypes have been obtained – results that show a dramatic improvement in imaging resolution (from a centimetre for present gamma cameras up to sub-millimetres for the ISPA-camera) as well as in energy resolution which is essential to eliminate all unwanted background signals.

In practice, the part of the body to be examined is placed in front of the camera. Then, from an extra source, a tracer containing a specific gamma-emitter (for example Tc^{99m}) is injected in the patient. Ideally the tracer will accumulate in the organ under inspection. Then the emitted gamma rays can be detected creating an image of the organ. "With this a physician could easily make pictures online. He would have

obtenus, et ils montrent une amélioration spectaculaire de la résolution de l'image (de un centimètre pour les actuelles caméras à gammas à un niveau submillimétrique pour la caméra ISPA), ainsi que de la résolution en énergie qui est essentielle pour éliminer tous les signaux parasites.

On procède en plaçant la partie du corps à examiner devant la caméra. Ensuite, à partir d'une source extérieure, un traceur contenant un émetteur gamma spécifique (par exemple Tc^{99m}) est injecté au patient. Dans une situation idéale, le traceur s'accumule dans l'organe examiné. Les rayons gamma émis peuvent ensuite être détectés et produire une image de l'organe. "Avec cela, un médecin peut facilement faire des clichés en ligne. Il aura les résultats instantanément", précise Rosso. Les avantages sont évidents: non seulement l'imagerie est plus efficace et plus précise (elle serait disponible après quelques minutes et serait plus détaillée), mais la dose de radiations à injecter au patient pourrait être réduite. "Ce qu'il faut faire maintenant, c'est agrandir ces tubes et les adapter aux besoins du diagnostic médical. La production du tube complet est une opération très délicate", explique Rosso, "car tous ses éléments se situent à l'avant-garde de la technologie et sont donc très fragiles. Mais je pense qu'on devrait pouvoir bientôt fournir à la médecine un dispositif d'imagerie en ligne très puissant". En fait, des premiers tests (scintigrammes et mesures sur des souris) ont déjà été obtenus par l'INFN et ils ont montré jusqu'à présent des résultats particulièrement prometteurs et satisfaisants.

the results in no time at all", says Rosso. The advantages are obvious: not only is the imaging more efficient and precise (it would be there in a few minutes and with more details), but also the radiation dose injected in the patient could be reduced. "What has to be done now, is to enlarge these tubes and to adjust them to the needs of diagnostic work in medicine. The production of the whole tube is very delicate", explains Rosso, "as all its components are on the fore-front of technology and therefore fragile. But, I believe, that it should soon be possible to provide physicians with a very powerful online-imaging-apparatus." In fact, first tests (scintigrams and measurements on mice) have already been obtained by INFN and, so far, they have shown very promising and satisfying results.

Le Who's Who de la Physique

Who's Who of Physics



De gauche à droite : Gerard 't Hooft, Georges Charpak, Alan Astbury, Luciano Maiani, Klaus Winter, Carlo Rubbia, Arthur Kerman et Val Fitch lors de la célébration du 65^e anniversaire de Carlo Rubbia le 16 mars 1999.

Left to right : Gerard 't Hooft, Georges Charpak, Alan Astbury, Luciano Maiani, Klaus Winter, Carlo Rubbia, Arthur Kerman and Val Fitch at Carlo Rubbia's 65th Birthday Celebration 16 March 1999.

Le CERN renforce sa politique de transferts de technologie

Le 10 mars 1999, le Comité des Finances du CERN, a adopté la politique proposée par la nouvelle Direction afin d'améliorer le transfert de technologie entre le CERN et l'Industrie. Les trois principales actions prises seront : encourager la protection des droits de propriété intellectuelle pour des nouvelles technologies développées au CERN et dans les instituts qui participent à son programme scientifique, favoriser la formation de jeunes scientifiques aux droits de



Radiographie par absorption de rayons X de 8 keV d'une patte de chauve-souris. Cette radiographie a été réalisée avec un détecteur en deux dimensions employant la nouvelle technique des multiplicateurs d'électrons dans le gaz (GEM). Les dimensions réelles sont de 9 mm sur le grand côté.

La technologie GEM, mise au point au CERN, a fait l'objet de deux demandes de dépôt de brevets internationaux, d'une part pour son principe de fonctionnement et d'autre part pour des applications en médecine et en biologie.

[Fabio Sauli, Développement de détecteurs à gaz (CERN-EP-TA1)]

propriété intellectuelle et à l'entrepreneuriat, renforcer le rôle du Bureau de Liaison pour l'Industrie et la Technologie (BLIT) du CERN. Ces activités seront coordonnées par un nouveau Directeur responsable pour le transfert de technologie.

Dès sa création en 1954, le CERN a été actif en matière de transfert du savoir et de la technologie. Les actions ont pris place dans le cadre de contrats d'achat ou d'accords de collaboration, le principal vecteur du transfert restant le personnel lui-même et tout particulièrement les jeunes ingénieurs et doctorants engagés par l'industrie après leur séjour au CERN. La qualité des technologies développées par le Laboratoire a été sans cesse mieux reconnue. Le World-Wide Web, l'imagerie médicale ou les techniques avancées d'utilisation des puces électroniques ne sont que

CERN strengthens its technology transfer policy

On 10 March 1999, the Finance Committee of CERN adopted the policy proposed by the new Management aimed at enhancing technology transfer between CERN and industry. The three main actions taken will be: promoting adequate intellectual property protection rights for new technologies developed at CERN and in collaborating institutes, encouraging the training of young scientists in intellectual property rights and entrepreneurship, and strengthening the role of CERN's Industry and Technology Liaison Office (ITLO). These activities will be coordinated by a new Director for technology transfer.

Since its inception in 1954, CERN has been active in expertise and technology transfer mainly through purchasing contracts or collaboration agreements. The chief vector for transfers being the personnel themselves, in particular the young engineers and PhD students taken on by industry after their time spent at CERN. The quality of technologies developed by the Laboratory has been becoming more and more widely recognized. The World-Wide Web, medical imaging, or advanced techniques for using electronic chips, are just a few of the many recent spin-offs from the fundamental research done at CERN.



8 keV X-ray absorption radiography of a small bat foot, made with a 2-dimensional detector using the newly developed Gas Electron Multiplier. The real size is 9 mm on the long side.

The GEM technology, developed at CERN, has been subject of two international patent applications, for the basic operating principle and for specific applications in medicine and biology.

[Fabio Sauli, Gas Detectors Development (CERN-EP-TA1)]

The strengthening of this technology transfer policy will now allow the Laboratory to better exploit its intellectual property rights while clarifying the relations it maintains

quelques unes des retombées récentes de la recherche fondamentale qui se poursuit au CERN.

Le renforcement de cette politique de transfert de technologie permettra maintenant au Laboratoire de mieux valoriser ses droits de propriété intellectuelle tout en clarifiant les relations qu'il entretient avec les centres de recherche et l'industrie de ses Etats Membres. La prise de brevet restera toutefois limitée aux cas justifiant d'une image ou d'un marché significatifs et pour lesquels les industriels européens auraient à défendre leurs intérêts face à la globalisation de l'économie.

Ces nouvelles mesures permettront de favoriser la création d'entreprises dans les Etats Membres par les jeunes scientifiques qui quitteront le laboratoire au terme d'un premier emploi d'une durée de 2 à 6 ans. Ce personnel pourra suivre des cours de formation aux droits de propriété intellectuelle et à l'entrepreneuriat. Ces activités seront animées par le Bureau de Liaison pour l'Industrie et la Technologie du CERN. Créé en 1987, ce bureau renforce son rôle de point focal et de facilitateur tant pour les industriels que pour le personnel travaillant au CERN. Ces activités seront coordonnées par le Directeur responsable pour le transfert de la technologie. Une base de données des technologies disponibles est maintenant accessible au public et les industriels peuvent soumettre des demandes au BLIT. Des liens avec les parcs technologiques et les incubateurs des Etats Membres seront établis par le BLIT afin de diriger les créateurs d'entreprises vers des sites susceptibles de garantir le succès.

La nouvelle politique ne doit pas porter préjudice à la mission de recherche fondamentale du CERN. Le Laboratoire a pour mission la science pure, mais les instruments qu'il utilise, les accélérateurs de particules et les détecteurs, ont pour effet de pousser les technologies à leurs limites, et même au-delà. Il en résulte des progrès pratiques qui profitent à l'industrie et à la société.

Pour plus d'information vous pourriez consulter la page web suivante :

<http://www.cern.ch/CERN/Technology/>

COMMUNICATIONS OFFICIELLES

Les membres du personnel sont censés avoir pris connaissance des communications officielles ci-après.

La reproduction même partielle de ces informations par des personnes ou des institutions externes à l'Organisation exige l'approbation préalable de la Direction du CERN.

RECENSEMENT GENERAL DE LA POPULATION EN FRANCE

L'Administration française effectuée, du 8 mars au 3 avril 1999, un recensement général de la population qui a pour but, notamment, d'améliorer les services publics et les conditions de vie de l'ensemble des personnes vivant sur le territoire français.

Le Ministère français des Affaires étrangères demande au CERN d'inviter les membres de son personnel à accueillir les agents recenseurs qui se présenteront à leur domicile et à remplir les questionnaires qui leur seront remis.

Service des Relations avec les Pays-hôtes
www.cern.ch/rerelations/
Tél. 75152

with research and industry in its Member States. Patent applications will however still be limited to cases with significant market potential, where European industrialists have to defend their interests faced with globalization of the economy.

The new measures will encourage the establishment of firms in Member States by young scientists leaving the Laboratory at the end of a first employment of between 2 and 6 years, who will receive training in intellectual property rights and entrepreneurship. These activities will be arranged by the Industry and Technology Liaison Office (ITLO), set up at CERN in 1987. ITLO is strengthening its role as a focal point and facilitator for both industrialists and personnel working at CERN. The activities will be coordinated by the Director for technology transfer. A database of available technologies is now accessible to the public and industrialist can submit requests to ITLO. Links will be established by ITLO with technology parks and incubators in Member States so that those setting up firms may receive all possible help.

The new policy must not harm CERN's basic fundamental research mission. The Laboratory's task is pure science, but the tools it uses, the particle accelerators and detectors, have the effect of pushing different kinds of technology to its limits, or beyond. The spin-off is practical progress, of benefit both to industry and society.

For more information you may consult the following web pages :

<http://www.cern.ch/CERN/Technology/>

OFFICIAL NEWS

Members of the personnel shall be deemed to have taken note of the news under this heading.

Reproduction of all or part of this information by persons or institutions external to the Organization requires the prior approval of the CERN management.

GENERAL POPULATION CENSUS IN FRANCE

The French authorities are carrying out a general population census from 8th March to 3rd April; inter alia with the aim of improving public services and the living conditions of all persons living on French territory.

The French Ministry of Foreign Affairs has asked CERN to invite the members of its personnel to receive the census representatives who will call at their homes and to complete the questionnaires which they will be given.

Relations with the Host States Service
www.cern.ch/rerelations/
Tel. 75152