

# Valorisation et Transferts de technologies

*Research and development at LPSC for technology transfer constitute a strong axis of the LPSC activities devoted to the valorisation of fundamental research results. Besides the LPSC conventional domains (low-level radioactivity measurements, electronics, detectors, informatics, ion sources, UV sources, plasma technologies, surface plasma processing) covered by such activities, new axes are now emerging such as hadrontherapy, novel accelerator configurations, and, for the long term, thorium molten salt reactors. Highlights mainly concern the creation of new structures for valorisation and technology transfer: 1) technology plasma platform SIRCE in the framework of the CPER program (2007-2013); 2) joint Technology Research Group (ERT) for the transfer of plasma technology in industry, and 3) start up RC-Lux by Pascal Sortais who received the IN2P3 2006 Valorisation price in the "start up" category.*

Le laboratoire a poursuivi en 2006-2007 une politique très active de valorisation et de transferts de technologies, principalement dans ses domaines traditionnels (mesure des faibles radioactivités, électronique, détecteurs, informatique, sources d'ions, sources UV, technologies plasma, traitements de surface par plasma), mais aussi dans des domaines en émergence comme l'hadronthérapie (CNAO, ETOILE) et les nouvelles configurations d'accélérateurs (RACCAM), et, comme perspectives à plus long terme, les sources d'ions H<sup>-</sup>/D<sup>-</sup> ou les réacteurs TMSR (Thorium Molten Salt Reactors).

Le laboratoire a renforcé et diversifié l'ensemble de ses activités de valorisation en liaison étroite avec le chargé de mission valorisation de l'IN2P3.

Parmi les actions fortes et les faits marquants du LPSC dans le domaine de la valorisation, on peut citer :

- Création de la start up RC-Lux en janvier 2006 par Pascal Sortais, qui a reçu pour cette opération le Prix de la Valorisation 2006 de l'IN2P3, catégorie « start up ». Pour la première fois, un personnel du LPSC s'est lancé dans l'aventure de la création d'une petite entreprise afin de valoriser son invention.

- Création, dans le cadre du plan quadriennal du LPSC (2007-2010), d'une équipe de recherche technologique (ERT) avec la Société HEF R&D, avec pour objectif le transfert des technologies plasma développées au CRPMN.

- Création, dans le cadre du Contrat de Projets État-Région (CPER 2007-2013) de la plate-forme technologique SIRCE (Sources d'Ions et de plasmas à la Résonance Cyclotronique Électronique, de 100 MHz à 100 GHz). La mise en place de ce pôle RCE permet en particulier de développer une politique d'accueil d'entreprises, fortement soutenue par la Région Rhône-Alpes et la DRRT (Direction Régionale de la Recherche et de la Technologie), très efficace pour faciliter le transfert de technologies.

- Recrutement en 2007 pour un an, suite à une demande d'aide auprès de la DPI (Direction de la Politique Industrielle), d'un ingénieur de valorisation (ITA de Valorisation) chargé du soutien au transfert industriel des nouvelles technologies plasma mises au point au CRPMN.

Enfin, les nombreuses compétences techniques et scientifiques du LPSC permettent de répondre à diverses sol-

licitations d'industriels, parfois très ponctuelles comme des actions de formation à des logiciels de simulation, des tissages de fils fins, des montages de détecteurs, des réalisations de pièces mécaniques... jusqu'à l'accueil de doctorants dans le cadre de Conventions CIFRE.

Les principales actions menées au cours des deux dernières années sont détaillées ci-après.

## Laboratoire de mesure des faibles radioactivités

*Roger Brissot, Muriel Heusch*

Au cours de ces deux dernières années le laboratoire des faibles radioactivités a mesuré environ 300 échantillons :

- 25 % des analyses ont été réalisées pour des entreprises privées comme CEZUS-AREVA (mesure de radioéléments d'origine naturelle et de nappes phréatiques) ou le CTMNC (mesure de la radioactivité naturelle des matériaux de construction).

- Les 75 % restants sont des mesures destinées à la recherche fondamentale et appliquée. Dans le cadre d'une collaboration avec le CEA Cadarache (programme Fluole sur le réacteur maquette Eole), l'installation a notamment été monopolisée tout le premier semestre 2007 pour mesurer plus de 200 dosimètres de très faible activité. Ces mesures sont destinées, grâce à l'utilisation de réactions nucléaires à seuil énergétique élevé, à l'évaluation de la fluence neutronique rapide au niveau de la cuve des réacteurs nucléaires électrogènes du parc EDF. Ce programme et ces mesures doivent permettre de réduire la marge d'incertitude de la fluence intégrée, et par conséquent d'étendre la durée de vie des centrales actuelles, qui pour le moment, est fixée par un calcul « enveloppe ».

## Électronique

*Christophe Vescovi, Robert Foglio, Daniel Dzahini, Laurent Gallin-Martel, Jean-Pierre Richer, Damien Tourres*

Le service d'électronique est très attentif à la valorisation des résultats de ses nombreuses études notamment en microélectronique.

L'université de Giessen en Allemagne a sollicité le service pour obtenir divers circuits : circuits hybrides (convertisseur charge tension), un circuit ASIC

« QAC », ce qui a entraîné la réalisation d'un circuit de test spécifique, pour plus de 700 circuits.

La société CAEN est toujours intéressée par nos réalisations, ce qui lui permet d'enrichir leur catalogue de tiroirs (NIM, VME...).

Après avoir encadré un futur ingénieur électronicien de l'ILL préparant son mémoire de fin d'études du CNAM ciblé sur la conception d'un ASIC analogique de lecture pour un détecteur à neutrons, nous avons poursuivi notre collaboration et conçu un nouvel ASIC dans le cadre d'un contrat avec le Service Détecteurs de l'ILL. Les premiers résultats de mesure sont prometteurs et la collaboration devrait se poursuivre avec l'intégration de la partie numérique, actuellement implantée dans un FPGA, dans une nouvelle version de l'ASIC.

Le robot développé dans le cadre de l'expérience ATLAS pour le report le test de composants électroniques et leur marquage, est mis à la disposition du C4I (ARCHAMP) qui continue de le valoriser pour des tests industriels.

Les recherches engagées depuis quelques années sur les ADC commencent à trouver un écho auprès d'industriels de la région. Une société spécialisée dans les capteurs embarqués pour l'avionique a sollicité notre expertise pour inclure un de nos modules ADC 12 bits dans leur chaîne intégrée de lecture pour capteur MEMS.

Une convention CIFRE a été signée en 2007 avec la société PSI Electronics. Ce contrat validé par l'ANRT finance une thèse pour la conception des ADC pipeline de 16 bits et de faible consommation à partir du brevet FR 0513366 déposé en 2005 sur la régulation de comparateurs de faible offset; ce concept sera mis en œuvre dans le cadre de cette thèse.

## Informatique : valorisation de système de réservations

*Frédéric Melot*

PHPMYResa est un logiciel web, basé sur la technologie PHP/MySQL (PostgreSQL et ORACLE sont également supportés), servant à gérer des réservations de ressources, typiquement des salles de réunions, mais peut également s'appliquer à des véhicules, du matériel de prêt, des cours de tennis... L'année 2007 a vu le développement de la version 4.0, facilitant l'installation et la configuration du logiciel. Ce projet a été effectué en collaboration avec le Centre de Calcul et le LPNHE et est désormais un exemple de projet collaboratif à l'IN2P3. Il est diffusé sous licence GPL (<http://phpmyresa.in2p3.fr>) et connaît un engouement très fort avec plus de 600 téléchargements à ce jour. Il est bien sûr utilisé dans la quasi totalité des laboratoires de l'IN2P3, mais également dans de nombreux établissements de l'éducation nationale (lycées, collèges, rectorats...), des organismes publics ou privés, et par de nombreuses associations.

PHPMYResa fait partie des logiciels retenus par le projet PLUME (dont le but est de Promouvoir les Logiciels Utiles, Maîtrisés et Économiques pour la communauté de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche, URL : <http://www.projet-plume.org/>).

## Nouvelles configurations d'accélérateurs (RACCAM): application à l'hadronthérapie

*François Méot, Johann Collot, Joris Fourier, Emmanuel Froidefond, Jaroslaw Pasternak*

Le projet RACCAM ([http://lpse.in2p3.fr/service\\_accélérateurs/raccam.htm](http://lpse.in2p3.fr/service_accélérateurs/raccam.htm)), partenariat LPSC/CHU-Grenoble/SIGMAPHI (industriel aimants), a obtenu un financement de l'ANR en 2005, pour la période 2006-2008. Il s'agit d'un projet de R&D relatif à un type innovant d'accélérateurs circulaires, à champ magnétique fixe et focalisation forte, dits « FFAG » (de l'anglais Fixed Field Alternating Gradient) et qui trouvent application dans de nombreux domaines, de la physique des hautes énergies à l'hadronthérapie. RACCAM a conçu et va fabriquer avec l'aide de la société SIGMAPHI un aimant FFAG « secteur spiral », qui constitue la cellule élémentaire d'un anneau prototype compact permettant d'accélérer des protons jusqu'à environ 200 MeV. Ce type d'accélérateur a suscité l'intérêt, d'une part, du centre anti-cancer FNCLCC A. Lacassagne qui a réalisé un schéma d'implantation dans ses murs (ci-dessous), à proximité de l'actuel cyclotron MEDICYC avec lequel cette clinique assure le traitement des tumeurs de l'œil, et, d'autre part, de IBA, industriel numéro 1 du domaine, et AIMA, spin-off d'A. Lacassagne. Des efforts sont actuellement entrepris conjointement entre l'équipe RACCAM, IBA, AIMA, A. Lacassagne, pour permettre une montée en puissance de cette collaboration, ainsi que le débouché de cette application médicale.

## Collaboration avec Thomson Tubes and Displays

*Jean-Marie De Conto, Olivier Doyen*

Cette collaboration a été menée pour l'essentiel via une thèse CIFRE aujourd'hui soutenue. Ses objectifs étaient la modélisation de la formation du faisceau dans les canons à électrons de tubes de télévision. Les trois thèmes essentiels qui ont été couverts sont :

- La modélisation du courant extrait en fonction des tensions appliquées. Un modèle semi-analytique a été proposé par le LPSC, qui permet de calculer aisément les courbes caractéristiques courant-tension des tubes. Un progrès net est à noter, le calcul initial mené par l'industriel étant basé sur des codes complexes et coûteux en temps de calcul.
- La modélisation des caractéristiques du faisceau produit, au voisinage de la cathode. À l'origine, l'industriel disposait exclusivement de codes de calculs, parfois

empiriques ou insuffisamment argumentés du point de vue physique. Les études menées au LPSC ont permis de modéliser de manière simple et complètement physique les mécanismes et paramètres qui gouvernent la formation et, ainsi, la qualité du faisceau.

- Les mesures sur faisceau (mesures d'émittance) dont ne disposait pas l'industriel, qui lui ont permis de caractériser très rapidement les nouveaux modèles de canons.

## Divers

*Jean-Marie De Conto, Olivier Doyen, Olivier Guillaudin, Denis Grondin, Michel Jullien, Guy Michel, Alain Pélissier, Sébastien Roudier*

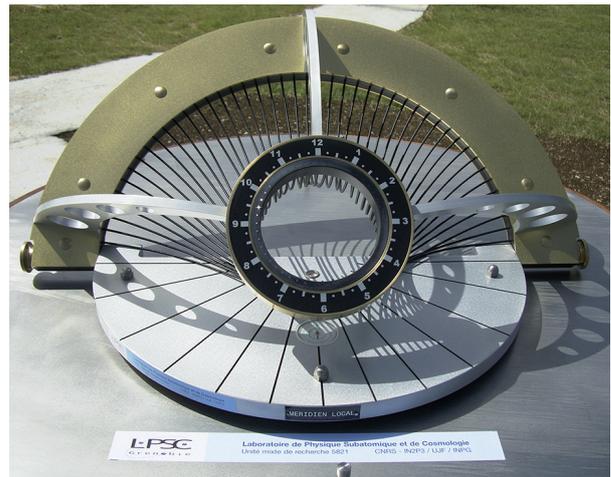
La machine à tisser des fils fins (photo ci-dessous), mise au point pour tisser des plans de fils de chambres à fils a permis de valoriser ce savoir-faire :

- Pour un industriel, Biospace, qui avait besoin de plans de fils pour la réalisation de détecteurs pour la radiographie médicale par rayons X.
- Pour l'ILL, dans le cadre du projet européen MILAND visant à produire un détecteur de neutrons haute résolution. Le LPSC a réalisé le tissage, les soudures et les tests unitaires du plan anode (15 µm) et des deux plans cathode (75 µm). Chaque plan comporte 320 fils au pas de 1 mm.



La société Trixell qui commercialise les détecteurs électroniques pour la radiographie médicale a demandé au laboratoire une mesure de fluorescence X d'un matériau entrant dans la composition du détecteur. Ceci a été réalisé auprès d'un générateur X servant aux tests de détecteurs.

L'EPCC du Chevalet a demandé au laboratoire la conception et la réalisation d'un cadran solaire à fibres optiques qui a été intégré au projet « La route des cadrans solaires » à Aspres-sur-Buëch (05) en mai 2007. La lumière du soleil à une heure donnée est captée par une ou deux fibres optiques et dirigée vers un cadran sur lequel un ou deux points lumineux indiquent l'heure solaire vraie (voir photo suivante).



## Valorisation dans le cadre de la plate-forme SIRCE

*(Sources d'Ions et de plasmas à la Résonance Cyclotronique Électronique, de 100 MHz à 100 GHz)*

Lors de l'élaboration des contrats de projets État-Régions pour la période 2007-2013, le projet SIRCE, porté par Thierry Lamy, a reçu le soutien du CNRS, du Ministère de la Recherche et de la Région Rhône-Alpes. Ce projet a donc été inscrit en 2006 au CPER de la Région Rhône-Alpes en tant que plate-forme technologique (PFT) pouvant apporter un soutien à la fois à des projets de recherche fondamentale (LHC, ITER, SPIRAL2) et à des opérations de transfert technologique auprès des industriels de la Région Rhône-Alpes (HEF, TED, Boreal Plasma, RC-Lux...).

Le pôle RCE (résonance cyclotronique électronique), issu du projet SIRCE rassemble deux équipes complémentaires du LPSC qui utilisent la même technique générique RCE de production de plasma, à savoir le Service Source d'Ions (SSI) qui développe et étudie des sources d'ions multi-chargés pour accélérateurs, et le Centre de Recherche Plasmas-Matériaux-Nanostructures (CRPMN), qui effectue des études fondamentales sur de nouveaux concepts plasma en vue d'applications à la recherche (modélisation, procédés, matériaux) et dans l'industrie (nouvelles technologies, procédés industriels).

La création de cette plate-forme, qui a vocation à accueillir chercheurs et industriels, a permis en particulier de conforter et d'amplifier la politique d'accueil d'industriels, déjà ancienne et bien ancrée dans la culture de partenariats industriels du LPSC. En dehors de la Société Techmeta, des conventions pour l'accueil de nouvelles antennes R&D sont établies, à la signature, ou en discussion avec HEF R&D, Boreal Plasma, Elwing Company, et Pantechnik. Les actions de valorisation menées au SSI et au CRPMN sont résumées ci-dessous.

## Service Sources d'Ions (SSI)

*Thierry Lamy, Julien Angot, Arona Coly, Thomas Thuillier*

Le Service des Sources d'Ions a collaboré régulièrement avec la société Pantechnik, le leader mondial des sources d'ions fonctionnant à la résonance cyclotronique électronique. Cette société commercialise en particulier la source Phoenix Booster pour les ions radioactifs, conçue au LPSC. Le LPSC accueille un doctorant bénéficiant d'une bourse de Docteur Ingénieur cofinancée par le CNRS et la société Pantechnik depuis le 1<sup>er</sup> octobre 2007. L'objectif est de développer de nouvelles sources d'ions ECR pour l'implantation ionique en microélectronique.

## Sources UV : du laboratoire à l'entreprise et retour

*Pascal Sortais*

P. Sortais, au sein du service sources d'ions, a fait un effort important de valorisation des technologies des sources ECR, à partir d'un concept original de lampes à haut rendement et facilement modulables en intensité basé sur le savoir-faire des décharges ECR à 2,45 GHz initialement développées pour la source MIMAC.



Il a participé, dans le cadre de l'article 25.1 de la loi sur l'innovation, à la création en janvier 2006 de la société RC-Lux qui travaille désormais sous l'égide d'un contrat de transfert de savoir-faire signé début 2006 entre le CNRS et l'entreprise. Celle-ci devrait commercialiser prochainement des petits stérilisateur compacts implantables sous les points de distribution d'eau. L'inventeur et le LPSC sont lauréats 2005 du prix des techniques innovantes pour l'environnement décerné par l'ADEME, du concours 2006 de création d'entreprise innovantes du Ministère de la Recherche ainsi que du prix 2006 de la valorisation de l'IN2P3,

catégorie « start up ». La phase de transfert de savoir-faire étant achevée, P. Sortais a réintégré le laboratoire au sein du CRPMN, tout en conservant la possibilité de bénéficier de l'article 25.2 de la loi sur l'innovation.

La collaboration de RC-Lux avec le LPSC à été soutenue par la région Rhône-Alpes qui a financé l'achat d'un spectromètre UV et d'un émetteur micro-onde permettant de qualifier les performances physiques de ce nouveau type de lampes. Ces équipements vont permettre à P. Sortais de poursuivre au CRPMN des recherches de bases sur les sources de photons UV en synergie avec les programmes d'études du CRPMN (cf. ANR PLASMODIE) et en collaboration avec le LIA-LITAP.

## Centre de Recherche Plasmas-Matériaux-Nanostructures

*Jacques Pelletier, Stéphane Béchu, Alexandre Bès, Ana Lacoste, Peter Oving (ingénieur Techmeta), Marius Rayar*

### Traitements de Surface par Plasmas (collaboration avec Techmeta)

Il s'agit de la poursuite de la collaboration entre le laboratoire et la société Techmeta qui a débuté il y a 15 ans avec le développement d'une machine automatique de dépôt de couches métalliques sur des surfaces atteignant 1,2 m × 0,6 m et la mise au point de sources d'atomes d'énergie suffisante pour décaper de manière très efficace des surfaces isolantes. Cette source est l'élément original et essentiel pour le traitement de surfaces isolantes car elle permet aux couches métalliques déposées ensuite par pulvérisation de présenter une très bonne adhérence sur le substrat. Une des principales applications de Techmeta dans le domaine des plasmas est le dépôt sur verre de couches métalliques résistives permettant la production d'éléments chauffants par effet Joule, avec la production de miroirs chauffants par les sociétés BRC et VERELEC et de chauffe-plats pour hôpitaux commercialisés par la société ISECO.

Depuis fin 2006, Techmeta est accueilli au sein du CRPMN avec pour objectif une recherche R&D sur de nouvelles applications industrielles des couches minces. En 2007, Techmeta a été rachetée par la société Bodycote, spécialisée dans les traitements de surface par plasma.

### Dépôt de brevets et cessions de licences

Le CRPMN poursuit une politique très active de dépôt de brevets, avec quatre nouveaux dépôts en 2006 (cf. liste ci-dessous). Ces demandes concernent des inventions (nouvelle génération de sources plasma micro-onde) qui vont compléter le portefeuille de brevets existants sur les technologies plasmas et les procédés plasmas (nettoyage des réacteurs). La demande de soutien au transfert (un an de IR de valorisation, M. Rayar) soumise à

la DPI a été acceptée en 2007 avec pour objectif l'industrialisation rapide des technologies plasma dans le domaine des traitements de surface.

Ces brevets sont en cours d'extension à l'étranger. Un certain nombre de cessions de licences ont été délivrées par le CNRS à la start up Boreal Plasma (créée en 2005). À l'heure actuelle, plus de la moitié des brevets déposés par le groupe depuis 2000 font l'objet d'une exploitation industrielle. De nouvelles cessions de licences sont en discussion.

- D. Vempaire, S. Miraglia, J. Pelletier, D. Fruchart  
*Procédé de réalisation de nanostructures multi-couches à propriétés magnétiques ou électroniques contrôlées* (30 mars 2006) n° FR 06 02 787
- J. Pelletier, A. Lacoste, S. Béchu, J. Sirou, A. Bès  
*Procédé et dispositif de nettoyage de réacteur* (13 juin 2006) n° FR 06 05 238
- J. Pelletier, A. Lacoste, S. Béchu  
*Procédé et dispositif de confinement et de production de plasma à partir de structures magnétiques de type magnétron* (21 juillet 2006) n° FR 06 06 679
- J. Pelletier, A. Lacoste, S. Béchu, A. Bès  
*Procédé et dispositif de production de plasma à partir de structures magnétiques planaires* (21 juillet 2006) n° FR 06 06 680

### **Création d'entreprise et partenariats industriels**

Boreal Plasma, start up du CNRS et de l'UJF issue de l'incubateur grenoblois (projet ABCD Plasma), a pour objectif d'industrialiser les plasmas multi-dipolaires et les plasmas micro-onde matriciels développés au CRPMN. Depuis sa création en janvier 2005, l'exploitation des brevets sur les technologies plasma a connu une première période difficile suivie, depuis 2007 d'une période de croissance liée en particulier à l'intérêt croissant porté par les industriels à ces technologies (cf. ERT ci-dessous).

Un second partenariat industriel fort est celui existant depuis de nombreuses années (projets ministériels DIVA et TIAG, projet européen MATECO) avec la société HEF R&D. Ce partenariat s'est récemment renforcé avec la création de l'ERT (Équipe de Recherche Technologique) « Plasmas HF », labellisée par le Ministère de la Recherche et inscrite au plan quadriennal du LPSC (2007-2010). L'UJF a toutefois indiqué que cette ERT ne serait pas financée en 2007, mais seulement à partir de 2008. En revanche, un accord de partenariat, couvrant la durée totale du CQ, a été conclu en 2007. Un doctorant CIFRE a aussi été recruté par HEF R&D pour renforcer ce partenariat.

En dehors des partenariats forts mentionnés précédemment, une collaboration avec TED (Thales Electron Devices) s'est nouée sur le thème des plasmas RCE entretenus par micro-ondes générées par des sources solides à transistors. Ce partenariat, concrétisé par le recrutement par TED d'un doctorant CIFRE, s'inscrit dans le cadre général du GIS mis en place entre l'IN2P3, le CEA et TED.

Enfin, dans le cadre de la plate-forme RCE (PFT SIRCE) retenu au CPER 2007-2013, le CRPMN souhaite développer, en accord avec la politique générale de valorisation du LPSC, l'accueil d'industriels. Outre Techmeta et Boreal Plasma, de nouvelles conventions pour héberger des antennes de recherche R&D en plasma sont en discussion.

