

2009 Senior Chair

The general career goal of **Léon Sanche** has been and still is to achieve a global comprehension of the effects of LEE on condensed molecules and in irradiated biological systems and to apply this knowledge to enhance the capacity of modern electronics and computers and the therapeutic and diagnostic efficiency of radiation. To work efficiently toward this general objective, he formed in 1982 a group of the Medical Research Council of Canada and joined in 1989 the Canadian Center for Excellence in Molecular and Interfacial dynamics (CEMAID).



Léon Sanche

University of Sherbrooke,
Canada

Leon.Sanche@USherbrooke.ca

ISMO, Institut de chimie
moléculaire et des matériaux
d'Orsay
LCP, Laboratoire de chimie
physique

In 1997, he obtained a Distinguished Scientist Award from the MRCC and in 2002, a senior Canadian Research Chair in the Radiation Sciences in recognition of most of these advances. This year, he was elected at the Royal Science Academy. The quality of the work of Léon Sanche has always been judged to be of the highest level. At the last competitions, his two research projects funded by the Canadian Institutes of Health Research ranked first on 55 and 33 proposals, respectively.

His research group in the Radiation Sciences has been the one funded for the longest period of time in the history of the Medical Research Council of Canada.

The scientific community has recognized his leadership with numerous appointments such as member of the International Atomic Energy Agency (Vienna, 1988-94), Fellow of the Japanese Society for the Promotion of Science (1992) and the Sarofini Damodaran Foundation (India, 2006), Radiation Physics Counselor for the Radiation Research Society (USA, 1999-2002) and member of the Report Committee for the International Commission on Radiation Units and Measurements (Washington, 2000).

Léon Sanche's research program is an example of the successful integration of several disciplines around specific scientific issues. The practical applications of his work extend well beyond the clinical and biomedical realms to several other spheres of activity such as ballistic electronic transport in nanocircuits, field effect transistors and nanolithography.

In conclusion, the present senior chair program gathers several teams of the *Triangle de la Physique* and there is

Chaire senior 2009

L'objectif général de carrière de **Léon Sanche** a été, et demeure, de parvenir à une compréhension globale des effets des électrons de basse énergie sur les molécules condensées et dans les systèmes biologiques irradiés, et d'appliquer ces connaissances afin d'augmenter les capacités de l'électronique moderne et l'efficacité des radiations en thérapie et en diagnostic. Afin d'œuvrer efficacement vers cet objectif général, il a formé en 1982 un groupe au Conseil de recherches médicales du Canada (MRCC) et a rejoint en 1989 le

Canadian Center for Excellence in Molecular and Interfacial dynamics (CEMAID).

En 1997, en reconnaissance de la plupart de ces avancées, il a obtenu la *Distinguished Scientist Award* du MRCC et, en 2002, une chaire de recherche senior du Canada en sciences du rayonnement. Cette année, il a été élu à l'Académie Royale des Sciences du Canada. La qualité de l'œuvre du Professeur Sanche a été toujours été considérée comme étant du plus haut niveau. Aux derniers concours financés par l'Institut de recherche en santé du Canada, ses deux projets de recherche ont occupé le premier rang parmi 55 et 33 propositions dans les deux catégories concernées. Son groupe de recherche en sciences du rayonnement a été celui qui a été financé pendant la durée la plus longue de toute l'histoire du MRCC.

La communauté scientifique a reconnu sa capacité à diriger, avec de nombreux postes occupés, en tant que membre de l'Agence internationale de l'énergie atomique (Vienne, 1988-94), associé de la Société Japonaise pour la Promotion de la Science (1992) et de la fondation Sarofini Damodaran (Inde, 2006), conseiller en physique du rayonnement pour la *Radiation Research Society* (États-Unis, 1999-2002) et en tant que membre du *Report Committee for the International Commission on Radiation Units and Measurements* (Washington, 2000).

Le programme de recherche de L. Sanche est un exemple de l'intégration réussie de plusieurs disciplines autour de questions scientifiques particulières. Les applications pratiques de son œuvre s'étendent, bien au-delà des domaines cliniques et biomédicaux, à plusieurs autres sphères d'activité, telles que le transport électronique

little doubt that the strong personality of Leon Sanche will extend his anticipated area of interaction, well beyond that announced in the proposal.

His project, *Leepar*

The purpose of the **Leepar** project is to conduct studies on low-energy electrons (LEE) induced processes which are of prime importance in quite different fields of research: simulation of matter under extreme condition on one hand, irradiation of biological molecules and therapeutics issues. Two projects will be conducted in parallel during a two-year period using two major experimental apparatus:

1. **The UHV astrochemical ice apparatus** of R. Azria and A. Lafosse at ISMO: Dedicated to simulating conditions on the surface of interstellar dust grains, this UHV apparatus is capable of reaching pressures below 10^{-10} torr. A set of substrates attached to a closed cycle refrigerated cryostat can be cooled down to 15-20 K. Pure or mixed gases are condensed directly onto the substrate (at different dose rates since the dose rate strongly affects the morphology of the ice formed – the slower the dose rate, the closer the simulation of astrochemical conditions). The substrate may then be warmed to simulate conditions of astrochemical ices under shocks and/or star formation regions. Irradiation of the ices will be performed using LEE generated by an electron gun, ions from an ion gun and UV from Xe and Deuterium lamps. Chemical changes will be monitored in real time by vibrational HREEL (High Resolution Electron Energy Loss) spectroscopy and mass analysis of desorbing species. After irradiation, the chemical changes in the sample will be monitored by temperature programmed desorption with products being detected by a quadrupole mass spectrometer. The first systems to be studied will be condensed films of small amines and molecules containing cyano group.



Filipe Ribeiro Ferreira da Silva
Post-doctorant impliqué dans le projet / post-doctoral fellow
involved in the project

ballistique dans les nanocircuits, les transistors à effet de champ et la nanolithographie.

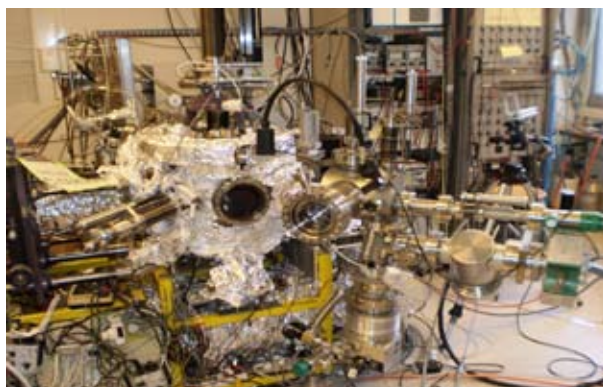
Le programme scientifique de sa chaire senior rassemble plusieurs équipes du Triangle de la Physique et sa forte personnalité étendra sans aucun doute son domaine prévu d'interaction bien au-delà de ce qui est impliqué dans la proposition originale.

Son projet, *Leepar*

Le but du projet **Leepar** est de réaliser des études sur les processus induits par les électrons de basse énergie, qui ont une importance primordiale dans des domaines de recherche assez différents : d'une part, la simulation de matière dans des conditions extrêmes et, d'autre part, l'irradiation de molécules biologiques et les problèmes de thérapeutique. Deux projets seront réalisés en parallèle pendant une durée de deux ans en employant deux appareils expérimentaux majeurs :

1. **L'appareil à glace astrochimique et ultra-vide (UHV)** de R. Azria et A. Lafosse de l'ISMO : consacré à la simulation des conditions à la surface de grains de poussière interstellaire, cet appareil à ultra vide est capable d'atteindre des pressions inférieures à 10^{-10} torr. Un jeu de substrats fixé à un cryostat réfrigéré en circuit fermé peut être refroidi jusqu'à 15-20 K. Les gaz purs ou mixtes se condensent directement sur le substrat (à différents débits de dose puisque le débit de dose affecte fortement la morphologie de la glace formée : plus le débit de dose étant faible, plus l'on se rapproche de la simulation des conditions astrochimiques). Le substrat peut alors être réchauffé afin de simuler les conditions de glaces astrochimiques sous des impacts et/ou dans des régions de formation d'étoiles. L'irradiation des glaces peut être réalisée en employant des électrons de basse énergie engendrés par un canon à électrons, des ions provenant d'un canon à ions, et des UV provenant de lampes au Xe et au deutérium. Les modifications chimiques seront contrôlées en temps réel au moyen d'une spectroscopie HREEL (spectroscopie électronique de pertes d'énergie à haute résolution) en régime vibrationnel et par une analyse des masses de l'espèce désorbante. Après irradiation,

2. **The DNA and protein irradiation systems** of C. Sicard-Roselli (LCP). L. Sanche and C. Sicard-Roselli have been collaborating for several years on the effect of radiations on biological molecules and more recently on the radiosensitizing effect of gold nanoparticles. Combination of gold nanoparticles and X-Ray in radiation could potentially be applied to radiotherapeutic treatments as patient irradiation doses could be highly reduced. The group in Orsay designed and adapted a new X-Ray system for biological samples to be irradiated in solution or in a dry environment. The apparatus can be used independently for DNA or proteins in solution and for cells. High energy irradiations (~ 20 keV) will be performed with this system, whereas those with lower energy (1.4 keV) will be performed in the laboratory of L.



Vue de l'appareil / View of the apparatus

Sanche in Sherbrooke, in ultra-high vacuum or at ambient pressure for dried samples. During the presence of L. Sanche in France, these two teams will first focus their efforts on the X-irradiation of DNA samples in the presence of gold nanoparticles. The surface of the particles will be varied to force or not the interaction of DNA with the nano-objects, to quantify the impact of nanoparticle-DNA distance on the efficiency. As L. Sanche already studied the radiosensitization of gold nanoparticles combined with cis-platine in vacuum, a similar study will be realised to determine the influence of the presence of water. The second project of these teams will be to irradiate cancer cells (A549 lung alveolar epithelial cells) in the presence of these radio-sensitizers. First experiments have been done on prokaryotic systems exposed to gold nanoparticles prior to irradiation, and led to a publication*. In addition, to confirm the potential application of this system to biological conditions, the absence of toxicity will be studied using classical toxicity assays (MTT, LDH, trypan blue exclusion). All cellular experiments will be done in collaboration with Marie Carrière from the SIS2M in the CEA Saclay.

* A. Simon-Deckers, E. Brun, B. Gouget, M. Carrière et C. Sicard-Roselli
Gold Bulletin 41 (2) 187-194 (2008)

on contrôlera les produits dans l'échantillon par désorption à température programmée, les produits étant détectés à l'aide d'un spectromètre de masse quadrupolaire. Les premiers systèmes à étudier seront les films condensés d'amines et molécules contenant un groupe cyano.

2. **Les bancs d'irradiation d'ADN et de protéine** de C. Sicard-Roselli (LCP). L. Sanche et C. Sicard-Roselli ont collaboré pendant de nombreuses années sur l'effet des radiations sur les molécules biologiques et, plus récemment, sur l'effet radiosensibilisant de nanoparticules d'or. On pourrait potentiellement appliquer l'association de nanoparticules d'or et de rayonnement X au traitement de radiothérapie et diminuer sensiblement les doses d'irradiation subies par les patients. Le groupe d'Orsay a conçu et adapté un nouveau système à rayons X pour irradier des échantillons biologiques en solution ou dans un environnement sec. Il est possible

d'employer de manière indépendante l'appareil pour de l'ADN ou des protéines en solution, et pour des cellules. Avec ce système, on réalisera des irradiations à énergie élevée (~ 20 keV) tandis que l'on utilisera une énergie plus faible (1.4 keV) dans le laboratoire de L. Sanche à Sherbrooke, dans un vide très poussé ou à pression ambiante, pour des échantillons séchés. Pendant la présence de L. Sanche en France, ces deux équipes concentreront d'abord leurs efforts sur l'irradiation X d'échantillons d'ADN en présence de nanoparticules d'or. On fera varier l'interaction de l'ADN avec les nano-objets, afin de quantifier l'impact de la distance nanoparticule-ADN sur l'efficacité. Étant donné que L. Sanche a déjà étudié la radiosensibilisation de nanoparticules d'or associées au cis-platine sous vide, une étude similaire sera réalisée afin de déterminer l'influence de la présence d'eau. Le deuxième projet de ces équipes consistera à irradier des cellules cancéreuses (cellules épithéliales alvéolaires pulmonaires A549) en présence de ces radiosensibilisants. Des premières expériences ont été réalisées sur des systèmes procaryotes exposés aux nanoparticules d'or avant irradiation, et ont conduit à une publication*. En outre, afin de confirmer l'application potentielle de ce système aux conditions biologiques, l'absence de toxicité sera étudiée en

As he will be in parallel a strong actor in these two projects, the presence of L. Sanche will greatly help the development of a new collaboration between the two French groups. Furthermore, a key part of this chair is to allow Professor Sanche to interact with the younger academic staff. With impending retirements and the development of new research opportunities in Orsay a significant number of new appointments are foreseen. Professor Sanche's experience will be of immense benefit to these younger researchers as they develop new areas of research and establish new research groups. One of the major results of such interactions will be to provide opportunities for joint research, staff exchanges. Such exchanges have in the past been very fruitful to previous generation of European researchers.

employant des dosages classiques de toxicité (MTT, LDH, épreuve d'exclusion du Trypan bleu). Toutes les expérimentations sur cellules seront réalisées en collaboration avec Marie Carrière du SIS₂M au CEA de Saclay.

Étant donné que L. Sanche jouera un rôle parallèle important dans ces deux projets, sa présence contribuera fortement au développement d'une nouvelle collaboration entre les deux groupes français. De surcroît, l'un des éléments décisifs de cette chaire est de permettre à L. Sanche d'interagir avec le personnel universitaire plus jeune. Avec les départs en retraite anticipés et le développement de nouvelles perspectives de recherche à Orsay, il est prévu qu'il en résulte un nombre significatif de nouvelles embauches. Ces chercheurs plus jeunes profiteront largement de l'expérience de L. Sanche à mesure qu'ils développeront de nouveaux domaines de recherche et mettront sur pied de nouveaux groupes de recherche. L'un des résultats majeurs de ces interactions sera d'offrir des perspectives à une recherche conjointe et à des échanges de personnel. De tels échanges ont été, par le passé, très fructueux pour la génération précédente de chercheurs européens.

2009 Junior Chair

Teacher in physics, **Andrea Fioretti** has a real passion for scientific research. He thus stopped several times his teaching activity to completely dedicate himself to research.

He got a *Laurea* in Physics (which corresponds to a diploma or master degree) at the University of Pisa, in Tuscany, where he was involved in an experimental study of the onset of deterministic chaos in a CO₂ laser with intracavity saturable absorber. Subsequently he got a PhD in Physics at the Scuola Normale Superiore of Pisa, the prestigious school founded by Napoleon in 1810. During his PhD thesis he started playing with the fascinating field of laser cooling of atoms, studying the collisions that take place in an atomic trap, the Magneto-Optical Trap.

Later, he joined for the first time the Laboratoire Aimé Cotton in 1996 as a Marie Curie post-doctoral fellow. Here he participated in a breakthrough experiment in the domain of cold molecules and photoassociation. This experiment demonstrated for the first time the formation of translationally cold molecules at temperatures in the hundreds of microkelvin range, the same as that of the atoms in the MOT. He also contributed to experiments investigating long-range interactions between cold Rydberg atoms. This work was performed in collaboration with Thomas Gallagher of the University of Virginia.

Back in Italy, he started collaborating with Carlo Gabbanini at the IPCF of Italian National Research Council in Pisa, where he set up an experiment on photoassociation of laser cooled rubidium atoms, similar to that in Orsay. This was very successful and led to the first production and detection of cold rubidium dimers.

Then he was interested in the realization of nanostructures, obtained by the optical manipulation of an effusive neutral beam of barium atoms. He started then a close collaboration of IPCF-CNR with the group of Ennio Arimondo and Francesco Fuso at the University of Pisa. They have realized lithography of microstructures by patterning with a neutral barium beam, nonanethiol protected gold films.

In 2004, he joined again the Laboratoire Aimé Cotton for two years, where he started working on an experiment aimed at producing a Bose-Einstein Condensate of



Andrea Fioretti
andrea.fioretti@u-psud.fr

Laboratoire Aimé Cotton
www.lac.u-psud.fr
Laboratoire de physique des solides
www.lps.u-psud.fr
Orsay Physics
www.orsayphysics.com

Enseignant en physique, **Andrea Fioretti** a une véritable passion pour la recherche scientifique. C'est ainsi qu'il a interrompu à plusieurs reprises son activité d'enseignement afin de se consacrer pleinement à la recherche.

Il a obtenu un *Laurea* en physique (équivalent à un master) à l'Université de Pise, en Toscane, où il a participé à une étude expérimentale sur le début d'un chaos déterministe dans un laser CO₂ à absorbant saturable placé dans la cavité.

Par la suite, il a obtenu un doctorat en physique à la Scuola Normale Superiore de Pisa (l'École Normale Supérieure de Pise), prestigieuse école fondée par Napoléon en 1810. Pendant sa thèse de doctorat, il a commencé à jouer avec le fascinant domaine du refroidissement d'atomes par laser, en étudiant les collisions qui ont lieu dans un piège atomique, le piège magnéto-optique.

Il a rejoint pour la première fois le Laboratoire Aimé Cotton en 1996 comme postdoctorant dans le cadre des bourses Marie Curie. Il a alors participé à une expérience réalisant une percée dans le domaine des molécules froides et de la photo-association. Cette expérience a démontré pour la première fois la formation de molécules froides en translation à des températures dans la plage des centaines de microkelvins, les mêmes que celles des atomes dans le MOT. Il a également contribué à des expériences étudiant les interactions à longue portée entre des atomes Rydberg froids. Ce travail a été réalisé en collaboration avec Thomas Gallagher de l'Université de Virginie.

De retour en Italie, il a commencé à collaborer avec Carlo Gabbanini à l'institut IPCF du Conseil National de Recherche Italien à Pise, où il a monté une expérience sur la photo-association d'atomes de rubidium refroidis par laser, similaire à celle d'Orsay. Cela a été une réussite et a conduit à la première production et détection de dimères de rubidium froids.

Ensuite, il s'est intéressé à la réalisation de nanostructures, obtenues par manipulation optique d'un faisceau effusif d'atomes neutres de baryum. Il a alors instauré une étroite collaboration de l'IPCF-CNR avec le groupe d'Ennio Arimondo et Francesco Fuso de l'Université de Pise. Ils ont ensemble réalisé une lithographie de microstructures en formant des motifs avec un faisceau de baryum neutre, sur des films d'or protégés par du nonanethiol.

En 2004, il a rejoint à nouveau pour deux ans le

cesium atoms by evaporative cooling in a crossed optical dipole trap.

Meanwhile, in Pisa he has been still active in the cold molecule domain, where he has been working on experiments and on the interpretation of ionization spectra.

His project, *Gulfstream II*

The aim of the **Gulfstream II** project is to utilize ultra-cold atoms, ionized to form a cold plasma, in order to obtain a very bright and cold (*i.e.* monochromatic) electron source. An essential point is to develop the specific optics for extracting the electron bunch out of the cold plasma. Preliminary studies show that substantial improvements, in terms of monochromaticity, brightness and minimum spot size, are expected with respect to existing electron sources.

This new source is primarily intended for two applications. The first one, to be realized in close collaboration with the *Laboratoire de Physique des Solides* (LPS) in Orsay is aimed to realize an electron source for a high resolution Electron Energy Loss Spectrometer (EELS) coupled to a Scanning Transmission Electron Microscope (STEM). The second one, to be realized in close partnership with the *Orsay Physics* company (in Provence), is the realization of an electron source prototype that can fit the industrial production requirements. Furthermore, contacts have been established with groups at ISMO and at *Laboratoire d'Etude des NanoStructures et Imagerie de Surface* (LENSIS) to extend the range of applications.

The entire project will focus not only on these exciting potential applications but also on the fundamental research. Indeed, the ultimate limits of this kind of source in terms of current, spot size and energy spread are directly connected to the characteristics of the cold atomic sample and to the ionization process, which will be the object of focused study and development.

This Project heavily relies onto the experience acquired from a preceding project, **Gulfstream**, performed in close collaboration with *Orsay Physics*. It was aimed to realize a novel source, in this case an ionic one, for a Focused Ion Beam apparatus, which is an invaluable tool in microelectronic diagnostics. The project for the ion source has started in 2008 and an experimental setup is being assembled and will be coupled to a FIB column.

Laboratoire Aimé Cotton, où il a commencé à travailler sur une expérience visant à produire un condensat de Bose-Einstein d'atomes de césium par refroidissement évaporatif dans un piège optique dipolaire croisé.

En parallèle, à Pise, il est resté actif dans le domaine des molécules froides, où il a travaillé sur des expériences et sur l'interprétation des spectres d'ionisation.

Son projet, *Gulfstream II*

Le but du projet **Gulfstream II** est d'exploiter des atomes ultra-froids, ionisés pour former un plasma froid, afin d'obtenir une source d'électrons très brillante et froide (à savoir, monochromatique). Un point essentiel est de développer l'optique d'extraction particulière pour le paquet d'électrons du plasma froid. Des études préliminaires montrent que l'on s'attend à de sensibles améliorations en termes de monochromaticité, de brillance et de taille minimale de tache, par rapport aux sources d'électrons existantes.

Cette nouvelle source est prévue initialement pour deux applications. La première, qui sera réalisée en étroite collaboration avec le Laboratoire de Physique des Solides (LPS) d'Orsay, vise à produire une source d'électron pour un spectromètre électronique de perte d'énergie (EELS) à haute résolution en énergie couplé à un microscope électronique en transmission à balayage (STEM). La seconde, qui sera réalisée en étroite partenariat avec la société *Orsay Physics* (en Provence), est la réalisation d'un prototype de source d'électrons qui puisse répondre aux exigences de la production industrielle. De surcroît, des contacts ont été établis avec des groupes dans le Laboratoire des Collisions Atomiques et Moléculaires (LCAM) et dans le Laboratoire d'Etude des NanoStructures et Imagerie de Surface (LENSIS) afin d'étendre le domaine d'applications.

Le projet dans son ensemble se concentrera non seulement sur ces applications potentielles passionnantes mais également sur la recherche fondamentale. En effet, les limites extrêmes de ce type de source en termes de courant, de taille de tache et d'étalement d'énergie, sont directement liées aux caractéristiques de l'échantillon atomique froid et au procédé d'ionisation, qui fera l'objet d'une étude et d'un développement ciblés.

Ce projet repose en grande partie sur l'expérience acquise lors d'un précédent projet, **Gulfstream**, réalisé en étroite collaboration avec *Orsay Physics*. Il vise à réaliser une source nouvelle, dans ce cas, une source ionique, pour un appareil à faisceau d'ions focalisés (FIB), qui constitue un outil extrêmement précieux de diagnostic microélectronique. Le projet pour la source ionique a démarré en 2008, et

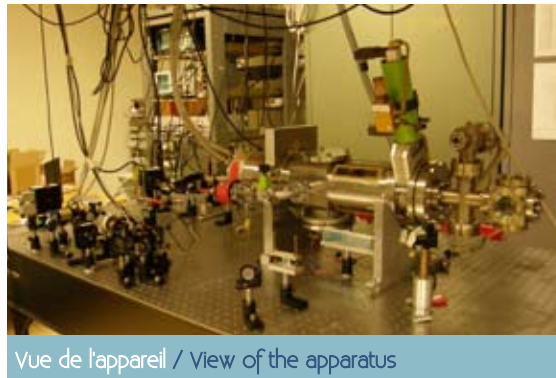
The basic idea of this proposal is that the electron (or ion) bunches originating from an ultra-cold plasma may have a higher brightness and lower emittance (i.e. more intense, smaller angular dispersion and smaller velocities dispersion around the mean) than those obtained by standard sources such as Field Electron Gun (FEG) (or Liquid Metal Ion Sources (LMIS) for ions). The potential benefits (emittance and brightness) of this source are impressive, and beyond the state-of-the-art of the existing technology.

So far, ultra cold neutral plasma has mainly been a subject of research for its own sake, focused on understanding plasma properties such as electron and ion temperatures and plasma dynamics. The goal of this project is to extend this study and to prove that an ultra cold neutral plasma or cold Rydberg gas have an enormous potential as a bright electron or ion source. The simultaneous production of electrons and ions from the same source volume would suggest that with a 'simple' reversal of voltage polarity, one can convert an ion source into an electron source, given an appropriate optical design. This is probably not possible and two distinct setups have to be conceived. Nevertheless, this explains that the expertise on the ion source is directly applicable to the electron one. In practice we propose a three-step procedure, which is developed and used in the cesium ultra-cold plasma experiment at LAC in Orsay.

1. **A cold ($T < 1\text{mK}$) cloud of atoms is trapped in a Magneto-Optical Trap (MOT).** The atomic initial parameter can be chosen experimentally (within two orders of magnitude) but typically range up to: volume of a few mm^3 , number of atom $N \sim 10^9$, density $n_{\text{at}} \sim 10^{17}\text{m}^{-3}$, temperature $T \sim 100\mu\text{K}$ and loading rate $\sim 10^{10}$ atom/s.
2. **The cold atom cloud is either ionized or excited with a laser beam.** The final electronic or ionic charge can be chosen by varying the laser intensity, up to almost 100% of the atoms that can be ionized if needed. Possible use of either continuous, or nanosecond or even femtosecond lasers with high repetition rate will open several possibilities. High ion or electron yield, on demand, is possible and

une installation expérimentale pour la source est en cours d'assemblage et sera couplée à une colonne FIB.

L'idée à la base de cette proposition est que les paquets d'électrons (ou d'ions) provenant d'un plasma ultra-froid, peuvent avoir une brillance plus élevée et une émittance plus faible (à savoir, plus intense, avec une plus faible dispersion angulaire et une plus faible dispersion des vitesses autour de la moyenne) que ceux obtenus à partir de sources classiques, telles que le canon à émission de champ (FEG) (ou des sources d'ions à métal liquide (LMIS) pour les ions). Les avantages potentiels (émittance et brillance) de cette source vont bien au-delà de l'état de l'art de la technologie existante.



Vue de l'appareil / View of the apparatus

Jusqu'ici, le plasma neutre ultra-froid a été principalement un sujet de recherche en lui-même, visant à comprendre les propriétés d'un plasma telles que les températures d'électrons et d'ions, et la dynamique des plasmas. Le but de ce projet est de prolonger cette étude et de prouver qu'un plasma

neutre ultra-froid ou un gaz de Rydberg froid possède un potentiel énorme en tant que source brillante d'électrons ou d'ions. La production simultanée d'électrons et d'ions à partir du même volume source laisserait à penser qu'en inversant « simplement » la polarité de la tension, il serait possible de convertir une source d'ions en une source d'électrons, pourvu que l'on dispose d'une construction optique appropriée. Ceci n'est vraisemblablement pas possible, et deux installations distinctes doivent être conçues. Néanmoins, ceci explique que le savoir-faire concernant la source d'ions peut être directement appliqué à celle d'électrons. En pratique, nous proposons un procédé en trois étapes, qui est développé et employé dans l'expérience de plasma de césium ultra-froid au LAC à Orsay :

1. **Un nuage froid ($T < 1\text{mK}$) d'atomes est piégé dans un piège magnéto-optique (MOT).** Les paramètres atomiques initiaux peuvent être choisis expérimentalement (à deux ordres de grandeur près) mais ils vont en général jusqu'à : un volume de quelques mm^3 , un nombre d'atomes $N \sim 10^9$, une densité $n_{\text{at}} \sim 10^{17}\text{m}^{-3}$, une température $T \sim 100\mu\text{K}$ et une cadence de chargement $\sim 10^{10}$ atome/s.
2. **Le nuage atomique froid est ionisé ou excité par un faisceau laser.** La charge électronique ou ionique finale peut être choisie en faisant varier l'intensité du laser, jusqu'au point de pouvoir ioniser si nécessaire,

achievable.

3. **Electrons and ions are extracted by an electric field strong enough to separate electrons and ions apart from each other.** Once again, the extraction field can be continuous or pulsed.

A key problem to overcome is how to efficiently extract charged particles from such a plasma. We propose first to study in several steps (simple extraction, optimized extraction from our existing setup, novel setup ...) the real possibility of a MOT as a source for an electron microscope (in very close collaboration with the group of the LPS). Finally, in order to preserve the excellent initial conditions of our charged particle distributions, it will be essential to learn how to cope with problems related to electron and ion optics, i.e. with aberrations that dominate at low currents, and with space charge effects, that dominate at large currents. For this purpose, the expertise of the partner teams from LPS and OP is perfectly adapted.

Extraction and manipulation of the plasma charge has already been studied by the Eindhoven group of O.J. Luiten and E. Vredenburg. We would like to mention here that the possibility of increasing the density and the temperature of the ultracold plasma in order to improve the brightness and emittance of the MOT electron and ion source, cannot rely only on using a colder and denser initial sample but also must be based on a deep understanding of the ultracold plasma evolution. One could think in fact that using a Bose-Einstein Condensate of atoms as a starting point, i.e. increasing the initial atomic density and reducing the temperature before creating the plasma, would automatically lead to a colder and denser charged beam. However one limitation comes from the initial plasma temperature of $T_e \sim 10\text{K}$ for the electron and $T_i \sim 1\text{K}$ for the ions which is not simply correlated to the initial atomic parameters. Indeed, the evolution of ultracold plasma or of a cold Rydberg gas is quite complex and worth to be investigated.

presque 100% des atomes. La possibilité d'utilisation de lasers continus ou pulsés (femtosecondes ou nanosecondes) avec des taux de répétition élevés, ouvrira de nombreuses possibilités. Un rendement élevé en ions ou en électrons sur demande est possible et réalisable.

3. **Les électrons et les ions sont extraits par un champ électrique suffisamment fort pour séparer les électrons et les ions entre eux.** De nouveau, le champ d'extraction peut être continu ou pulsé.

Un problème clé à surmonter est la façon dont il faut extraire de manière efficace les particules chargées à partir d'un tel plasma. Nous proposons dans un premier temps une étude en plusieurs étapes (une simple extraction, une extraction optimisée à partir de notre installation existante, une nouvelle installation...) de la véritable possibilité d'employer un MOT à titre de source pour un microscope électronique (en collaboration très étroite avec le groupe du Laboratoire de Physique des Solides). Finalement, afin de conserver les excellentes conditions initiales de nos distributions de particules chargées, il sera indispensable d'apprendre à gérer les problèmes liés à l'optique électronique et ionique, à savoir, avec les aberrations qui prédominent aux courants faibles, et les effets de charge d'espace qui prédominent aux courants forts. Le savoir-faire des équipes partenaires du LPS et d'*Orsay Physics* est parfaitement adapté dans ce but.

L'extraction et la manipulation de la charge du plasma ont déjà été étudiées par le groupe d'O.J. Luiten et E. Vredenburg à Eindhoven. La possibilité d'accroître la densité et la température du plasma ultra-froid, afin d'améliorer la brillance et l'émission de la source MOT d'électrons et d'ions, ne peut pas uniquement compter sur l'utilisation d'un échantillon initial plus froid et plus dense. Elle implique également une compréhension approfondie de l'évolution d'un plasma ultra-froid. En fait, on pourrait croire qu'en employant un condensat Bose-Einstein d'atomes comme point de départ, à savoir, en augmentant la densité atomique initiale et en diminuant la température avant de créer le plasma, on aboutirait automatiquement à un faisceau chargé plus froid et plus dense. Toutefois, une limitation provient de la température initiale du plasma de $T_e \sim 10\text{K}$ pour les électrons et de $T_i \sim 1\text{K}$ pour les ions qui n'est pas simplement corrélée aux paramètres atomiques initiaux. En effet, l'évolution d'un plasma ultra-froid ou d'un gaz de Rydberg froid est assez complexe et mérite d'être étudiée.

The Triangle de la Physique within the Plateau de Saclay Campus project

In 2008, Operation Campus was launched by Valérie Péresse, Minister for Higher Education and Research (MESR). Twenty-three participants (research agencies, universities, engineering and management schools, PRES, the System@tic competitiveness cluster and FCS Digiteo Triangle de la Physique) came together to present a joint candidacy dossier, agreeing to join forces at the Plateau de Saclay to create a campus aimed at being among the very best places of higher learning and research in the world. This project was selected by the contest jury, and after negotiations with the MESR, it attributed a budget allowance of €850 millions. This was the point of departure for multi-directional and constantly refocusing activity that led to a balanced distribution of responsibilities between the supervision of urban work, landscaping and transportation for the the Public Institution, and the scientific and pedagogic governance, entrusted to the Foundation of Scientific Cooperation, of which the *Triangle de la Physique* is one of two networks.

More recently, the latest news has stressed the central role which the *Plateau de Saclay Campus* is led to play in the future landscape of research and training in France. Specifically, it was the announcement of an additional billion euros reserved as a "large loan" allocation, balanced with the obligation of building a governing body on the scale of the campus to establish representativeness and credibility. The entire campus project, estimated at €4.4 billion, is not totally financed as of yet. One of the Foundation's tasks is to continue to look for funds from all agencies likely to invest in this project.

What is the situation of the *Triangle de la Physique*, and more generally, the physical sciences, in this landscape of rapid change? First, a practical consideration: the Foundation will be called on to modify its statutes. As a first step, it created a third component, a Campus consortium, in addition to the two networks: Digiteo and the *Triangle de la Physique*. Under the guidance of the President of the FCS, Paul Vialle, an office

Le Triangle de la Physique au sein du projet de Campus du plateau de Saclay

En 2008, l'Opération Campus était lancée par Valérie Péresse, Ministre de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche. Vingt-trois acteurs (organismes de recherche, universités, écoles d'ingénieurs et de management, PRES, pôle de compétitivité SYSTEM@TIC et la FCS Digiteo Triangle de la Physique) se regroupaient pour présenter un dossier commun de candidature, s'engageant à se regrouper et à unir leurs forces sur le plateau de Saclay pour créer ensemble un campus ayant pour ambition de figurer parmi les tout premiers hauts lieux d'enseignement et de recherche dans le monde. Ce projet fut sélectionné par le jury du concours et après négociations avec le MESR s'est vu attribuer une enveloppe budgétaire de 850 M€. Ce fut le point de départ d'une activité tous azimuts et en permanente évolution ayant conduit à une répartition équilibrée des responsabilités entre la maîtrise d'œuvre urbaine, paysagère et des transports confiée à la mission de préfiguration de l'Établissement Public, et la gouvernance scientifique et pédagogique confiée à la Fondation de Coopération Scientifique dont le Triangle de la Physique est l'un des deux réseaux.

Plus récemment, de nouvelles annonces ont accentué le rôle central que le Campus du plateau de Saclay est amené à jouer dans le futur paysage de la recherche et de la formation en France. C'est en particulier l'annonce d'un milliard supplémentaire d'Euros réservé au titre de la dotation « grand emprunt », associé cependant à l'obligation de construire une gouvernance à l'échelle du campus pour en asseoir la représentativité et la crédibilité. L'ensemble du projet campus, estimé à 4,4 milliards d'euros, n'est pas totalement financé à ce jour. L'une des tâches de la Fondation est de poursuivre la recherche de fonds auprès de tous les organismes susceptibles d'investir dans ce projet

Quelle est la situation du Triangle de la Physique, et plus généralement des sciences physiques, dans ce paysage en forte évolution ? Une considération pratique d'abord, la Fondation va être appelée à modifier ses statuts. Dans une première étape, elle a créé une troisième composante, un consortium du Campus à côté des deux RTRA Digiteo



www.campus-paris-saclay.fr

Hervé Le Riche

Chef de projet

[herve.leriche@](mailto:herve.leriche@campus-paris-saclay.fr)

campus-paris-saclay.fr

Louis Laurent

Responsable scientifique

[louis.laurent@](mailto:louis.laurent@campus-paris-saclay.fr)

campus-paris-saclay.fr

combining several members of its Board of Directors was set up to work on the various aspects of the project (research, training, innovation and evaluation, campus life, finances, communications, governance) and a director was recruited (Hervé Le Riche).

In order to fund the scientific project, the work was initially based on twelve themes, two of which concern us directly: physical sciences and nanosciences (or Nano-Innov). It first involved evaluating the condition of the sites, envisioning a reasonable progression over a period of five to ten years, drawing up requests for new buildings and renovations to meet the identified needs of groups and creating new research structures. Within the group involved in the physical sciences overall, and thus much broader than the community of the Triangle de la Physique, the work was performed and developed at the same time in three areas: "physics of the two infinities", already grouped within a Scientific Interest Group (GIS), "from the atom to condensed matter" and "radiation-matter interactions", which essentially encompass the themes of the Triangle de la Physique.

Today, a proposal coming from the second group has been presented to the administrations of the agencies involved, namely, the Paris-Sud University (UPS) and the CNRS. It is written as a priority measure for the Campus plan – the renovation and moving of the laboratories of the University – because it involves primarily mixed UPS/CNRS units. It consists in pooling and sharing a certain number of laboratories and teams through the creation of a "physics quarter". This would include the construction of a building designed to house the Orsay Institute of Molecular Sciences (ISMO), the renovation and enlargement of the LPS (Solid Physics Laboratory), LAC (Aimé Cotton Laboratory) and FAST (Fluid, Automatic and Thermal Systems) laboratories and the moving of the Laboratory of Theoretical Physics and Statistical Models (LPTMS) from the valley to the Petit Plateau. The site of this renovated and reinforced Quarter would thus be located in a very central spot vis-à-vis all the units potentially involved in this theme, the CEA (French Atomic Energy Commission), the Polytechnique School and the Optical Institute Graduate School (IOGS).

The establishment of the ISMO, created on 01/01/2010 through the merger of three laboratories (LPPM (Molecular Photophysics Laboratory), LCAM (Atomic and Molecular Collision Laboratory), LIXAM (Interaction

et Triangle de la Physique. Un bureau regroupant sous la houlette du Président de la FCS, Paul Vialle, plusieurs membres de son CA, a été mis en place pour travailler sur les différents aspects du projet (recherche, formation, innovation et valorisation, vie de campus, finance, communication, gouvernance) et un directeur a été recruté (Hervé Le Riche).

Pour nourrir le projet scientifique, le travail a été initié sur une base de douze thématiques dont deux d'entre elles nous concernent directement : Sciences physiques, Nanosciences (et NanoInnov). Il s'agissait dans un premier temps d'évaluer l'état des lieux, d'imaginer une évolution raisonnable à échéance de cinq à dix ans, d'élaborer les demandes en nouveaux bâtiments et rénovations pour répondre aux besoins identifiés de regroupements, de création de nouvelles structures de recherche. Au sein du groupe concerné par les sciences physiques dans leur ensemble et donc bien plus large que la communauté du Triangle de la Physique, le travail s'est déroulé et se développe en parallèle dans trois domaines : « la physique des deux infinis » déjà regroupée au sein d'un GIS, « de l'atome à la matière condensée » et « interactions rayonnement-matière » qui englobent essentiellement les thématiques du Triangle.

A ce jour, une proposition émanant du second groupe a été présentée aux directions des organismes concernés à savoir l'Université Paris Sud et le CNRS. Elle s'inscrit dans une démarche prioritaire pour le plan Campus, la rénovation et le déménagement des laboratoires de l'Université, car elle concerne en priorité des unités mixtes UPS/CNRS. Il s'agit du projet de regroupement et de mutualisation d'un certain nombre de laboratoires et d'équipes à travers la création d'un « quartier de la physique ». Celui-ci engloberait la construction d'un bâtiment destiné à accueillir l'Institut des Sciences moléculaires d'Orsay (ISMO), la rénovation et l'agrandissement des laboratoires LPS, LAC et FAST, et le déménagement de la vallée sur le Petit Plateau du Laboratoire de physique théorique et modèles statistiques (LPTMS). La localisation de ce Quartier rénové et étoffé se situerait ainsi dans un lieu très central vis-à-vis de l'ensemble des unités potentiellement concernées par cette thématique, aussi bien au CEA qu'à l'Ecole Polytechnique et à l'Institut d'Optique Graduate School (IOGS)

L'implantation de l'ISMO, créé au 01/01/2010 par la fusion des trois laboratoires (LPPM, LCAM, LIXAM), apporterait aussi au *quartier de la physique* une ouverture vers la

Between X-rays and Matter Laboratory), would also bring to the Physics Quarter an opening for physical chemistry, present at the UPS (LCP), the CEA (LFP) and SOLEIL synchrotron. This most important move would strengthen the bonds between the various physics sites being built within the Campus, because the ISMO also constitutes an essential component of the Light-Matter Federation (LUMAT) that combines participants of the Orme *Petit Plateau* arc (LAC, ISMO, LPGP) and the Optical, Laser and Plasma centre of Palaiseau (LCFIO).

The LPTMS, a laboratory housing theoreticians on the Orsay campus, would constitute the backbone of a new multi-purpose building. This would also serve the purpose of welcoming foreign physicists during long workshops (of the Kavli Institute type), being the site of a Physics Doctoral School and integrating the infrastructures necessary for the teaching of physics at the master's 1 and 2 levels (possibly level L3), including a large amphitheatre.

These mergers and new infrastructures would offer physicists, "from the atom to condensed matter", a living environment for which the main purpose is to promote scientific exchanges, joining research and teaching with the establishment of common structures where researchers and teachers can meet students, PhD candidates and visitors of all generations. This confluence would be increased by the construction within this quarter of a building specifically for teaching physics and its interfaces on all levels. Thinking would be encouraged on the development of teaching by setting up in the laboratories practical work and on the preparation of the evolution of the Doctoral Schools. Several technical or experimental platforms and services common to the various laboratories would also be set up (electron microscopy, library, computation centre, He liquefier, interactions between technical departments: research department, mechanics, welding, electronics).

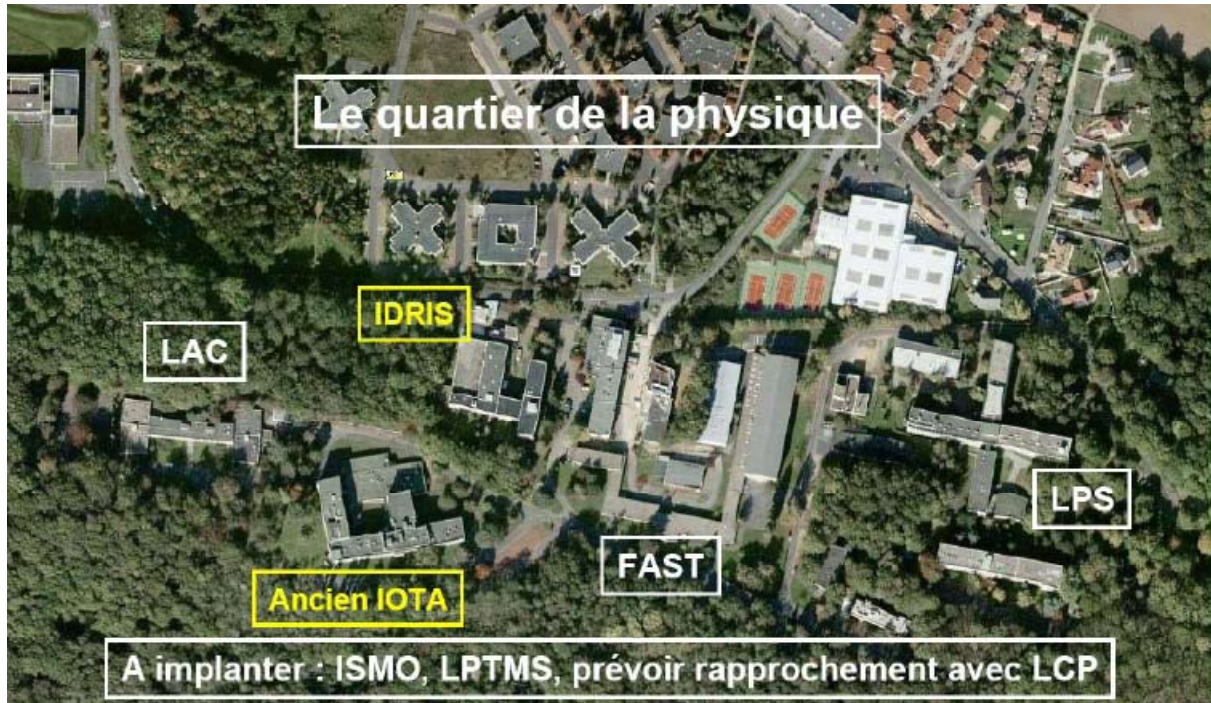
The proposed site, at **Petit Plateau** – see the map that follows – already houses three major laboratories: the Solid Physics Laboratory (LPS), the Aimé Cotton Laboratory (LAC) and the Fluid, Automatic and Thermal Systems laboratory (FAST), which would benefit in this context from the necessary renovation operations and guarantee of compliance. The connections already solidly anchored between the laboratories of the Physics Quarter and the large equipment of the Plateau

chimie physique, présente à l'UPS (LCP), au CEA (LFP) et à SOLEIL. Ce déplacement, prioritaire, permettrait de resserrer les liens entre les différents sites de la physique au sein du Campus en construction, car l'ISMO constitue aussi une composante essentielle de la fédération Lumière Matière (LUMAT) qui associe des acteurs de l'arc Orme *Petit Plateau* (LAC, ISMO, LPGP) et du pôle Optique, Laser et Plasma de Palaiseau (LCFIO).

Quant au LPTMS, laboratoire de théoriciens du campus d'Orsay, il constituerait l'ossature d'un nouveau bâtiment multifonctions. Celui-ci aurait aussi pour fonction d'héberger des physiciens étrangers pendant des workshops de longue durée (de type Institut Kavli), d'être le site d'une Ecole Doctorale de Physique, d'intégrer les infrastructures nécessaires pour l'enseignement de la physique au niveau master 1 et 2 (éventuellement au niveau L3), dont un grand amphithéâtre.

Ces regroupements et nouvelles infrastructures offriraient aux physiciens « De l'atome à la matière condensée » un lieu de vie avec pour vocation première de favoriser les échanges scientifiques, en conjuguant recherche et enseignement, avec la mise en place de structures communes, où les chercheurs et enseignants rencontreront étudiants, thésards et visiteurs de toutes générations. Cette confluence serait accrue par la construction au sein de ce quartier d'un bâtiment spécifique pour l'enseignement de la physique et de ses interfaces à tous niveaux. Des réflexions seront engagées sur l'évolution des enseignements avec la mise en place dans les laboratoires de travaux pratiques, ainsi que sur l'évolution des Ecoles Doctorales. Plusieurs plateformes techniques ou expérimentales et services communs aux différents laboratoires seront également mises en place (microscopie électronique, bibliothèque, centre de calcul, liquéfacteur, interactions entre services techniques: bureau d'études, mécanique, soudure, électronique).

Le site proposé, celui du **Petit Plateau** – voir la carte –, héberge déjà trois laboratoires majeurs : le laboratoire de Physique des Solides (LPS), le laboratoire Aimé Cotton (LAC) et le laboratoire Fluides, Automatique et Systèmes Thermiques (FAST), lesquels bénéficieraient dans ce contexte des opérations de rénovation et de mise en conformité nécessaires. Les liens déjà solidement ancrés entre les laboratoires du Quartier de la Physique et les grands équipements du plateau de Saclay (SOLEIL, LLB, IDRIS), ceux qui ne manqueront de s'établir avec le Centre de Nanosciences et Nanotechnologies



de Saclay (SOLEIL, LLB (Léon Brillouin Laboratory), IDRIS (Institute for Development and Resources in Intensive Scientific Computing)), will also be set up with the Nanosciences and Nanotechnologies Centre (CNN). This CNN is being built as part of the merger, at the Palaiseau end of the Campus, of the LPN (Laboratory of Photonics and Nanosciences) and IEF (Institute of Fundamental Electronics)), both laboratories being particularly involved in the activities of the scientific life of the *Triangle de la Physique*. Altogether these movements will obviously contribute to make the *Plateau de Saclay* world centre for the physical sciences, in direct competition with the best of them: Harvard, Stanford, Yale, Berkeley (USA), Cambridge and Oxford (UK), and Tsukuba (Japan).

This proposal reflects the needs and prospects coming from the community of scientists involved through their representative structures (units, work groups). It will now be examined, amended and put to the test of comparing it with other projects within a context in rapid evolution where the importance of the various themes will play its part. It received a first positive reception to the extent that a concrete proposal for building on the land will be rapidly sent by the University, as agreed with the CNRS, to the department in charge of the analysis, scheduling and real estate evaluation of the projects selected in the Campus plan.

(CNN), qui va s'édifier sur la base du regroupement à l'extrémité Palaiseau du Campus du LPN et de l'IEF, tous deux laboratoires particulièrement impliqués dans les activités et la vie scientifique du Triangle, contribueront évidemment à faire du plateau de Saclay, un pôle mondial des sciences physiques en compétition directe avec les plus grands : Harvard, Stanford, Yale, Berkeley (USA), Cambridge et Oxford (UK), Tsukuba (Japan)...

Cette proposition reflète des besoins et des perspectives émanant de la communauté des scientifiques concernés à travers leurs structures représentatives (unités, groupes de travail). Elle sera maintenant examinée, amendée, soumise à l'épreuve de la comparaison avec d'autres projets dans un contexte en forte évolution et où les poids des différentes thématiques se manifesteront. Elle a recueilli un premier accueil positif dans la mesure où une proposition concrète de réalisation sur le terrain sera transmise rapidement par l'Université, en accord avec le CNRS, au bureau d'études en charge de l'analyse, de la programmation et de l'évaluation immobilière des projets à réaliser au titre du plan Campus.

En conclusion, aucune décision concrète n'est prise à ce jour. La stratégie définitive de présentation du dossier scientifique *Campus du plateau de Saclay* sur une base proche de la stratégie nationale de recherche et d'innovation (SNRI) élaborée par le gouvernement, n'est pas définitivement arrêtée à ce jour. Cependant, la

In conclusion, no concrete decision has been made up to now. The final strategy for presenting the scientific dossier *Plateau de Saclay Campus*, based on the National Strategy for Research and Innovation (SNRI) developed by the government, has not been definitively decided as of today. However, the theme of “physical sciences and applications” is so representative of the concentration of forces in the environment of the *Plateau de Saclay*, and their transdisciplinary provision abilities so obvious, that it can only be positively considered when the final choices are made.

One message is clear today: it is important for all the participants involved in the “physics quarter” and, of course, in other areas of physics as well, to strive to clarify, improve and justify their proposals even more by always stressing in them their excellence and sharing aspects.

Christian Colliex

thématique des « sciences physiques et applications » est si emblématique de la concentration des forces dans l’environnement du plateau de Saclay, et leurs capacités d’irrigation transdisciplinaires si manifestes, qu’elle ne pourra qu’être très positivement considérée au moment des choix définitifs.

Un message est clair aujourd’hui, il est important que tous les acteurs concernés par le *quartier de la physique* et bien entendu aussi ceux des autres domaines de la physique, s’attachent à préciser, à améliorer et à justifier encore mieux leurs propositions en en soulignant toujours leurs caractères d’excellence et de mutualisation.

Christian Colliex

The 17th Physics Olympics, The national final from the jury's perspective

The French Physics Olympics is a competition in experimental science, primarily physics, for groups of two to six high school students accompanied by one or two teachers. Their purpose is to:

- i. make high school students aware of scientific activities by making them participants themselves;
- ii. awaken in them careers as physicists and, more generally, scientists, motivated by experimental work and technological activity; and
- iii. teach them how to communicate with others.

This event is backed by the MESR, the CNRS, the CEA, several universities and schools, and for the second year in a row, by the *Triangle de la Physique*. For its 17th edition (2010) under the patronage of Serge Haroche, 53 groups coming from all areas of France and one from Morocco were registered; 24 were selected to participate in the national final that took place on January 29 and 30, 2010, at the *Palais de la Découverte*.



I was invited to sit on the jury under the presidency of Alain Schuhl, professor at the Joseph Fourier University in Grenoble and director of SPINTEC/CEA. I had the great pleasure of experiencing two particularly stimulating days under the famous glass roof of the *Grand Palais*, hearing passionate and convincing presentations and admiring the ingenuity of these rising researchers. Mechanics, thermodynamics, optics and electromagnetic waves supplied the creativity and acumen of the competitors, who gave us displays and experimental demonstrations on topics as varied as "Fanfare", "Espionage by interferometry", "Putting Aeolus in a box" or even "Splash or plop?!"

It is hard to judge and choose the winners in a very high level competition; there were animated deliberations and, in the end, eight projects obtained first prize. They were:

- **Micro-robot: the line follower** *Lycée Régnauld, Tangier*
- **Newton's petanque** *Lycée Eiffel, Dijon*
- **The return of pop-pop** *Lycée Cassin, Tarare*
- **Does wireless plug you in?** *Lycée Douanier Rousseau, Laval*
- **Study of the fall of the samara, or when trees get**

Les 17^e Olympiades de la Physique La finale nationale vécue au sein du jury

Les **Olympiades de Physique France** sont un concours scientifique expérimental à dominante physique qui s'adresse à des groupes de deux à six lycéens encadrés par un ou deux professeur(s). Leur but est de :

- i. sensibiliser les lycéens aux activités scientifiques en les rendant eux mêmes acteurs,
- ii. éveiller chez eux des vocations de physiciens et plus généralement de scientifiques, motivés par le travail expérimental et l'activité technologique,
- iii. leur apprendre à communiquer avec les autres.

Cette manifestation bénéficie du soutien du MESR, du CNRS, du CEA, d'un certain nombre d'Universités et d'Écoles... et, pour la seconde année consécutive, du Triangle de la Physique. Pour sa 17^e édition (2010) parrainée par Serge Haroche, 54 groupes venant de toute la France (et même du Maroc) étaient inscrits et 24 d'entre eux avaient été sélectionnés pour participer à la finale nationale qui s'est déroulée les 29 et 30 janvier 2010 au Palais de la Découverte.

Invité à siéger au sein du jury sous la présidence d'Alain Schuhl, professeur à l'Université Joseph Fourier de Grenoble et directeur de SPINTEC/CEA, j'ai donc eu le grand plaisir de vivre deux journées particulièrement stimulantes sous la verrière célèbre de notre jeunesse, d'écouter des présentations passionnantes et convaincantes et d'admirer l'ingéniosité de ces chercheurs en puissance. Mécanique, thermodynamique, optique et ondes électro-magnétiques ont alimenté la créativité et la sagacité des concurrents qui nous ont offert des exposés et des démonstrations expérimentales sur des thèmes aussi variés que « Trompétissima », « l'espionnage par interférométrie », « mettre Eole en boîte » ou encore « plouf ou plop ? » !!

Difficulté de juger et de choisir les lauréats au sein d'une compétition de très haut niveau, délibérations animées et au final, huit projets ont obtenu un premier prix. En voici la liste :

- **Micro-robot : le suiveur de ligne** *Lycée Régnauld, Tangier*
- **La pétanque de Newton** *Lycée Eiffel, Dijon*
- **Le retour du pop-pop** *Lycée Cassin, Tarare*
- **Le sans-fil, ça vous branche ?** *Lycée Douanier Rousseau, Laval*

- involved in aerodynamism *Lycée Pothier, Orléans*
- Musical plasma *Lycée Louis le Grand, Paris*
- The universe of particles *International Innovative pilot lycée, Jaunay-Clan (near Poitiers)*
- How do you put mirages in a box? What a twisted idea! *Lycée Hoche, Versailles*

Among the winners, the first prize, called the "Grandfather's boat prize" offered by the Triangle de la Physique, went to Thibaud Besacier, Morgan Fouillat, Vincent Joyet (and to their professor, Mustapha Errami) for "The return of Pop-Pop".

The summary of this project below:

*No... it's not a musical trip we're suggesting, but a boat trip! A few months ago, the grandfather of one of the members of the group discovered in an old suitcase one of his toys from yesteryear: a white iron boat that made an unusual noise when it ran. Intrigued by the type of propulsion used, we decided to find out more about this strange mechanism. We immediately defined the technology, which was appropriately called "pop-pop" in reference to the noise it made, similar to that of a marine diesel motor. It would appear that this complex system was based on cycles of water vaporisation-condensation, and that it was able to propel the boat with a simple heat source, which can use renewable energy (bioethanol, for example), without any mechanical part moving. We then defined the problem that guided us throughout the project: **On what physical phenomenon is the running of this motor based, and what may its practical applications be?***

Our project then consisted of several phases. First, we felt it was essential to understand the physical phenomena put into play. In order to do this, we designed an experiment that would allow us to visualise the phenomenon using transparent tubes. While we were at it, and with a view to facilitating the explanation of the phenomenon to our various listeners that we would meet during the project, we decided to simulate the phenomenon on the computer. Then we put into practice our observations and created our own pop-pop motor, which we installed on a boat which we made operational by remote. Finally, the last phase of the project consisted of studying the influence of different parameters of the motor using several measurements and the possible applications of this technology. To finish, we emphasise that we were determined to follow a rigorous scientific procedure and that we deliberately gave an important place to experimentation in our approach to the phenomena involved. In reality, it would seem

- Etude de la chute de la samare ou quand l'arbre se mêle d'aérodynamisme *Lycée Pothier, Orléans*
- Plasma musical *Lycée Louis le Grand, Paris*
- L'univers des particules *Lycée pilote innovant international, Jaunay-Clan (près de Poitiers)*
- Comment mettre les mirages en boîte ? Quelle idée tordue ! *Lycée Hoche, Versailles*

Parmi ces lauréats, le premier prix, dit « Prix du bateau pépère », offert par le Triangle de la Physique, est revenu à Thibaud Besacier, Morgan Fouillat, Vincent Joyet (et à leur professeur Mustapha Errami) pour le « Retour du Pop-Pop ».

Ci-après le résumé de ce projet :

*Non... Ce n'est pas un voyage en musique que l'on vous propose, mais en bateau ! Il y a quelques mois, le grand-père d'un des membres du groupe découvre dans une vieille malle un de ses jouets d'antan : un bateau de fer blanc émettant un bruit singulier lors de son fonctionnement. Intrigués par le mode de propulsion utilisé, nous décidons de nous intéresser de plus près à cet étrange mécanisme. Immédiatement, nous identifions la technologie qu'il convient d'appeler « pop-pop » en référence au son émis, rappelant celui d'un moteur diesel marin. Il semblerait que ce système complexe repose sur des cycles de vaporisation-condensation de l'eau, et qu'il permette de propulser un bateau avec une simple source de chaleur, qui peut utiliser une énergie renouvelable (bioéthanol par exemple), sans aucune pièce mécanique en mouvement. Nous avons alors défini la problématique qui nous a guidés tout au long du projet : **Sur quels phénomènes physiques repose le fonctionnement d'un tel moteur, et quelles peuvent être ses applications pratiques ?***

Notre projet a alors consisté en plusieurs phases. Tout d'abord, il nous est apparu essentiel de comprendre les phénomènes physiques mis en jeu. Pour ce faire, nous avons imaginé une expérience nous permettant de visualiser le phénomène grâce à des tubes transparents. Dans la foulée, et dans l'optique de faciliter l'explication du phénomène à nos différents interlocuteurs que nous sommes amenés à rencontrer au cours du projet, nous avons décidé de simuler informatiquement le phénomène. Ensuite, nous avons mis en pratique nos observations et avons réalisé notre propre moteur pop-pop, que nous avons installé sur un bateau dont nous avons réalisé le téléguidage.

Enfin, l'ultime phase du projet, a consisté à étudier l'influence de différents paramètres du moteur grâce à plusieurs mesures, et les applications possibles d'une telle technologie. Soulignons pour finir que nous nous sommes attachés à respecter une démarche scientifique rigoureuse et que

pretentious to claim a complete theoretical development on the issue, to the extent that the necessary knowledge in thermodynamics, in particular, is not taught to us at school. So we preferred to validate certain suppositions by experiment rather than by theory, in case the necessary prerequisites were beyond us.

The jury, attentive and knowledgeable, greatly appreciated this and awarded them a first place with the following comment:

You have shown us that you could cross the Atlantic if you're not in a hurry and have Captain Haddock's rum reserves. We gladly board your skiff to taste the fine physics.

In addition to the prize in cash awarded by the Triangle de la Physique, this team also benefited from a scholarship offered by Polytechnique School to improve its project in order to access international competitions, as well as a visit of the Soleil synchrotron.

A beautiful opportunity for them to glimpse the physics research that is done today in one of our most recent and prestigious laboratories on the Plateau de Saclay!!

Christian Colliex

nous avons délibérément accordé une place importante à l'expérimentation dans notre approche des phénomènes mis en jeu. En effet, il semblerait prétentieux de prétendre à un développement théorique complet sur la question, dans la mesure où les connaissances nécessaires en thermodynamique notamment ne nous sont pas enseignées au lycée. Ainsi, nous avons préféré valider certaines suppositions par l'expérience plutôt que par la théorie dans le cas où les pré-requis nécessaires étaient hors de notre portée.

Le jury, attentif et connaisseur, a fort apprécié et lui a décerné un premier prix avec la mention suivante :

Vous nous avez démontré qu'on pouvait traverser l'Atlantique à condition de ne pas être pressé et d'avoir les réserves de rhum du capitaine Haddock. On s'embarque avec joie dans votre esquif pour goûter à de la belle physique.

Outre le prix en espèces décerné par le Triangle de la Physique, cette équipe bénéficie aussi d'une bourse offerte par l'Ecole Polytechnique pour améliorer son projet en vue de l'accès aux concours internationaux, ainsi que d'une visite du synchrotron Soleil.

Une belle opportunité pour eux d'entrevoir la recherche en physique qui s'effectue aujourd'hui dans un de nos laboratoires les plus récents et prestigieux sur le plateau de Saclay !!

Christian Colliex



L'équipe du Lycée Cassin à Tarare, lauréate du prix du Triangle de la Physique, présente son projet « le retour du pop-pop » devant un jury fort attentif et convaincu.
The team from the Lycée Cassin in Tarare, winner of the Triangle de la Physique prize, presents its project, "The return of pop-pop" before an attentive and convinced jury.

AO 2009-2: results

AO 2009-2 : résultats

32 projects for a total of/projets pour un total de 1 436 500 €

Visitors/Invités

BIGRAPH, KIROVA Natacha (Thème 1), 12k€
RENCONTRE, REINING Lucia (axe B), 15k€

SIMTCOB2, ALLOUL Henri (Thème 4), 15k€

Post-docs grants/bourses post-docs

DynNanoCaps, TRESSET Guillaume (Thème 3), 60k€
SUPRASPIN, VILLEGAS Javier E. (Thème 4), 60k€
DÉFITS, WEGROWE Jean-Eric (Thème 5), 60k€
BIRD, PHILIP Isabelle (Thème 7), 60k€
IRAHOC-MIS, TEILLET-BILLY Dominique (axe B), 60k€
SIMPATIQUE, GOBERT Olivier (axe A), 60k€

ARNPIC, BROUET Véronique (Thème 4), 60k€
MADYSTINO2, VIRET Michel (Thème 5), 30k€
shylax, ZEITOUN Philippe (Thème 6), 120k€
eLight, KOZIAK Mathieu (axe A), 60k€
Si-Super, DEBARRE Dominique (axe C), 60k€

Ph. D. Students grants/bourses de thèse

MOLAGRAFN, COUSTY Jacques (Thème 1), 60k€
ATTOS, PANNETIER-LECOEUR Myriam (Thème 5), 60k€

XUV-PhLAGH, GARZELLA David (Thème 6), 12k€

Knowledge diffusion/Diffusion

PAMO-JSM-2010, DULIEU Olivier (Thème 2), 10k€
SUPRA2010, BOURGES Philippe (Thème 4), 5k€
kagome, MENDELS Philippe (Thème 4), 5k€

Imogolite2010, THILL Antoine (Thème 3), 1,5k€
ECOMICO, BOBROFF Julien (Thème 4), 3k€
NLOMM, LEDOUX Isabelle (Thème 7), 5k€

Innovation and transfert technology/Valorisation

VOISIN, VINCENT Grégory (axe D), 17k€

POLAIR, TRAN-THI Thu-Hoa (axe D), 98k€

Equipment/Equipement

DOREMI, BOYE-PERONNE Séverine (Thème 2), 56k€
NEXT, CASSOU Kevin (Thème 6), 91k€
NOEMI, BOURGUIGNON Bernard (Thème 7), 33k€
FibNanoSynth, FORTUNA Franck (axe C), 70k€

MULTIVAP, THIAVILLE André (Thème 5), 80k€
DESIRABLE, CHECOURY Xavier (Thème 7), 33k€
POL-IMAGE, GAUTIER Julien (axe A), 65k€

Awards

Prix

Trophée INPI de l'Innovation 2009 - Lauréat Recherche

Laboratoire Visio de l'ONERA, animé par Jérôme Primot¹ et Riad Haïdar²

pour la mise en place d'un « dispositif inédit de soutien à ses doctorants et post-doctorants pour la création et l'accompagnement de start-up. »

for the implementation of a "new device of support for the PhD students and post-doctoral fellows for the creation and the accompaniment of start-up."

<http://www.inpi.fr/fr/l-inpi/trophees-inpi-de-l-innovation/edition-2009/portraits-des-laureats-ile-de-france.html>

Prix Jean Jerphagnon 2009

Philippe Bouyer², Laboratoire Charles Fabry de l'Institut d'Optique Graduate School

pour son projet « MINIATOM, senseurs inertiels atomiques compacts ».

for his project "MINIATOM, inertial atomic compact sensors"

<http://www.prixjeanjerphagnon.org/laureat2009.html>

Prix Wolf 2010 de Physique

Alain Aspect³, Laboratoire Charles Fabry de l'Institut d'optique d'Orsay, co-lauréat avec l'autrichien Anton Zeilinger et l'américain John Clauser.

pour les découvertes fondamentales en physique quantique.

for their fundamental contributions to the foundations of quantum physics.

http://www.wolffund.org.il/cat.asp?id=25&cat_title=PHYSICS

2010 Franklin Institute Awards - Benjamin Franklin Medal in Physics

Peter Zoller⁴, University of Innsbruck and Scientific Director of the IQOQI of Austrian Academy of Sciences, avec Ignacio Cirac, Director of the Max-Planck-Institute for Quantum Optics in Garching, Germany

pour leur travaux fondamentaux en physique de l'information quantique.

for their fundamental work on quantum information science.

http://www.fi.edu/franklinawards/10/bf_physics.html

1 membre du comité de pilotage / member of the governing committee

2 membre du réseau / member of the network

3 membre bureau thème 1 / member of the theme 1 board

4 membre du conseil scientifique / member of the scientific council

Scientific Life/Vie scientifique

Directeur de la publication : Christian Colliex

Responsable de la rédaction : Anna da Costa

Conception graphique : KDesign

Ont participé à ce numéro :

Anne Lafosse

Cécile Sicard

Léon Sanche

Andrea Fioretti

Christian Colliex

Hervé Le Riche

Pour nous contacter ou diffuser une information
anna.dacosta@triangledelaphysique.fr